

ISSN 0453-8307

**ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ  
ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ**

**ХІХ ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА  
КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ УЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ**  
(25 квітня 2019 р.)  
Збірник наукових праць



ОДЕСА 2019

УДК 547; 37.022

**Еколого-енергетичні проблеми сучасності** / Збірник наукових праць  
Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Одеса,  
25 квітня 2019 р. – Одеса: Видавництво ОНАХТ, 2019. – 77 с.

### РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Бондар С.М., к.т.н., доцент  
Бордун Т.В., к.т.н., доцент  
Вамболь В.В., д.т.н., доцент  
Вамболь С.О., д.т.н., професор  
Внукова Н.В., д.т.н., професор  
Гаркович О.Л., к.б.н., доцент  
Гомеля М.Д., д.т.н., професор  
Дорошенко О.В., д.т.н., професор  
Катков М.В., к.т.н., доцент  
Клименко М.О., д.с.-г.н., професор  
Косой Б.В., д.т.н., професор  
Костенко В.К., д.т.н., професор  
Коцюба І.Г., к.т.н., доцент  
Крусір Г.В., д.т.н., професор  
Мадані М.М., к.т.н., доцент

Мальований М.С., д.т.н., професор  
Мардар М.Р., д.т.н., професор  
Павличенко А.В., д.т.н., професор  
Петрук В.Г., д.т.н., професор  
Петрушка І.М., д.т.н., професор  
Пляцук Л.Д., д.т.н., професор  
Поварова Н.М., к.т.н., доцент  
Степова О.В., к.т.н., доцент  
Семенюк Ю.В., д.т.н., доцент  
Тітлов О.С., д.т.н., професор  
Трохименко Г.Г., д.т.н., доцент  
Шевченко Р.І., к.т.н., доцент  
Шмандій В.М., д.т.н., професор  
Шпирко Т.В., к.т.н., доцент

Збірник містить наукові праці учасників конференції за напрямками:

- технології захисту навколишнього середовища;
- техніка і технології використання нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії;
- екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування;
- теплоенергетика, теплофізика, наноматеріали та нанотехнології.

Матеріали подано українською, російською та англійською мовами.

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами.

За достовірність інформації відповідає автор публікації і науковий керівник.

## ОЦІНКА ТА МІНІМІЗАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ В ЗОНІ ВПЛИВУ КРАФТОВОГО ПИВОВАРІННЯ

<sup>1</sup>Омелянова С.В., <sup>2</sup>Шевченко Д.С., <sup>1</sup>Мальований М.С., <sup>2</sup>Крусір Г.В.

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

<sup>2</sup>Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

За останнє десятиліття в Україні набуло значного розширення будівництво малих (крафтових) пивоварень, які практично побудовані в кожному обласному центрі чи малих містах. На різних стадіях виробництва пива утворюється велика кількість вторинних продуктів (промислових відходів), до яких належать відходи солоду (дробина, післяспиртова барда) та стоки дріжджів (стічні води із підвищеним вмістом дріжджів). Хоча доля малих (крафтових) пивоварень складає менше 3 % в структурі українських виробників пива, саме вони в силу своїх технологічних можливостей стають найбільшими забруднювачами гідросфери, оскільки будівництво очисних споруд для них фінансово ускладнене, а в більшості випадків технічно неможливе. Метою роботи є мінімізація рівня екологічної небезпеки крафтових пивоварних виробництв шляхом реалізації кавітаційного очищення стоків від дріжджів та органічних забруднень на основі дослідження закономірностей та особливостей процесу загибелі мікробних забруднень в кавітаційному полі. Методи дослідження включають в себе розроблені методики експериментальних досліджень, мікробіологічний аналіз кількісного (біологічне споживання кисню (БСК) та якісного складу дріжджів, мікроскопування зразків культур дріжджів, визначення рН, хімічний аналіз загального вмісту органічних забруднень (ХСК).

Акустична кавітація є унікальним методом обробки рідинних субстанцій, саме тому вона в даний час широко використовується для диспергування матеріалів, одержання надтонких дисперсій в рідких середовищах. В багатьох випадках ультразвукова обробка дисперсії є єдиним методом, який дозволяє отримувати стабільні дисперсії мінеральних і полімерних матеріалів у воді та вуглеводневих середовищах. Це пов'язано із високою концентрацією енергії в кавітаційних зонах. Кавітація є високоенергетичним методом дії на речовину. При кавітаційній обробці рідина піддається потужному енергетичному впливу, який супроводжується наведенням в рідині напружень розтягу високого градієнту, що зумовлюють руйнування міжмолекулярних зв'язків в рідині та формування із наявних в рідині зародків кавітації кавітаційних бульбашок. Для дослідження впливу кавітації на процес перетворення мікроорганізмів та органічних речовин у роботі використовували реактор із нержавіючої сталі марки Х18Н9Т. В роботі також використовували низькочастотний віброрезонансний кавітатор. Для фільтрації висококонцентрованих дріжджових стоків використовували експериментальну установку. Необхідно зазначити, що розміри частинок дріжджів є досить малими і для їх виділення потрібні спеціальні матеріали та низький тиск, що в умовах крафтових пивоварень є технологічно ускладнено. Тому нами запропоновано як фільтруючий матеріал використати відходи першої стадії пивоваріння – так звану дробину, що утворюється на стадії варіння ячмінного солоду. Нами було встановлено, що незалежно від того, яким способом збурювалась кавітація (ультразвуковим, віброрезонансним чи за допомогою електронасоса-кавітатора) спостерігається майже однаковий ефект при очищенні дріжджових стоків – константи деградації біологічних забруднень є величинами одного порядку і відрізняються на 10–15 %. Таким чином, незалежно від способу збурення кавітації, спостерігаються однакові очисні ефекти – деградація органічних та біологічних забруднень в кавітаційному полі.

Встановлено, що перспективною є двостадійна технологія очищення стоків: (1 стадія – фільтрування на дробині; 2 стадія – кавітаційна обробка). У випадку застосування різних способів створення кавітаційного поля досягаються такий ступінь очищення стоків від дріжджів: для ультразвуку – 90 %; для віброрезонансного впливу – 80; для застосування насоса кавітатора – 60 %. Фільтрація висококонцентрованих дріжджових стоків через шар

дробини дозволяє знизити рівень біологічного забруднення майже у 200 разів, при цьому вміст органічного забруднення зменшується на 60 %. Важливим є застосування технологічної схеми очищення стічних вод крафтових пивоварень від хімічних та біологічних забруднень, що включає віброкавітаційну обробку стоків у вдосконаленій робочій камері, принциповою відмінністю якої є наявність не плоских дек із отворами, які можуть забиватись продуктами розкладу дріжджів, а зміщення кавітаційної зони реакції над деками, що дозволяє підвищити інтенсивність формованого кавітаційного поля та продуктивність обробки стоків.

## **УТИЛІЗАЦІЯ ЛІГНОЦЕЛЮЛОЗНИХ ВІДХОДІВ**

**<sup>1</sup>Ляхович Т.Л., <sup>2</sup>Лукіна А.Ю., <sup>1</sup>Шмандій В.М., <sup>2</sup>Зав'ялова О.Л.**

**<sup>1</sup>Кременчуцький національний університет ім. М.Остроградського, м. Кременчук  
<sup>2</sup>Донецький національний технічний університет, м. Покровськ**

На сьогоднішній день відомо чимало технологій, що дозволяють успішно вирішувати проблему ефективної утилізації відходів рослинного походження. Однак традиційні способи утилізації відходів часто ґрунтуються лише на їх спалюванні у вигляді котельного та пічного палива і являються недоцільними з екологічної точки зору. Також варто зазначити, що при цьому знижується коефіцієнт використання природних ресурсів, оскільки лігноцелюлоза, що займає особливе місце серед відходів органічної природи, є цінною сировиною для подальшої переробки в корисні продукти. Тому пошук нових ефективних та екологічно безпечних шляхів утилізації лігноцелюлозних відходів є актуальним.

Метою роботи є обґрунтування та розробка технології утилізації лігноцелюлозних відходів культивуванням гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*).

На основі проведених досліджень обґрунтовано ефективну та екологічно безпечну технологію утилізації лігноцелюлозних відходів за допомогою культивування гливи звичайної. Розроблена технологія дозволяє не лише в повній мірі утилізувати рослинну сировину, а й одержати на її основі цінне джерело харчового білка для населення (гриби) та додатковий корм для тваринництва (відпрацьований субстрат).

Проведені дослідження довели, що при вирощуванні гливи звичайної на рослинних субстратах відбуваються процеси деструкції лігноцелюлозного комплексу (у субстраті на основі лушпиння соняшника після культивування гливи вміст целюлози знизився у порівнянні з вихідним значенням на 53 %), тому відпрацьовані субстрати після культивування гливи можуть застосовуватись в якості кормової добавки до раціону великої рогатої худоби.

Крім того, здійснена оцінка можливості впровадження розробленої технології на підприємствах. Розрахунковим шляхом встановлено, що запропонована технологія утилізації лігноцелюлозних відходів може бути запроваджена на підприємствах середньої потужності.

## **ТЕРМІЧНА УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ УПАКОВОК**

**Іваненко Т.С., Маркіна Л.М.**

**Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв**

Використання упаковки – це один із способів спростити життя людей, що успішно впроваджено для пакування різних продуктів і матеріалів. Використані пакувальні матеріали є сміттям. Відходи упаковок можна розділити на переробці, ускладнено-переробні та не переробні.

У зв'язку з високим ресурсним потенціалом та неухильним зростанням обсягів упаковок, утворені відходи підлягають особливому регулюванню. Їх збирання та утилізація розглядаються як завдання державного рівня, тому відповідні організаційно-економічні системи створено зараз у більшості розвинених країн світу.

У країнах ЄС встановлено спеціальне правове регулювання Директивою 94/62/ЄС про упаковку та відходи упаковки, і доповненням Директивою 2004/12/ЄС. Метою Директиви 94/62/ЄС є гармонізація національних заходів щодо системи збирання та перероблення відходів упаковки. Також в Україні у Верховній Раді зареєстровано законопроект № 9507 від 28.01.2019 року під назвою "Про зменшення кількості окремих видів відходів із поліетилену в цивільному обігу".

Оскільки пластик біологічно не розкладається, то щороку близько 8 млн. тон пластикових відходів потрапляють у довкілля та світовий океан. Дуже важливо загальними зусилля зменшити його частку у відходах, тому пропонується такі види переробок: температурна деполімеризація, газифікація, піроліз пластикових відходів у паливо, теплове стиснення, розділена переробка. Проте в Україні найпоширенішим способом поводження з побутовими відходами є складування на полігонах ТПВ. Найефективнішим способом переробки полімерних упаковок є піроліз. Але стандартний процес піролізу має недоліки.

Тому пропонується схема багатоконтурного циркуляційного піролізу (БЦП) сутність якого полягає в переробці різномірної брудної полімерної упаковки, тобто органічної сировини, досягнення глибокої деструкції всієї суміші відходів пакування за рахунок рециркуляції та поетапного розкладання важких фракцій проміжних продуктів, що утворилися в процесі первинного піролізу відходів. Виконані експериментальні дослідження термічної утилізації органічних полімерних відходів на установці ЕУ БЦП – 14. В ході даних випробувань було виявлено, що раціональна тривалість процесу БЦП для переробки полімерної упаковки складає 3 год. 20 хв.

Досягається повна утилізація матеріально-енергетичних ресурсів і енергоавтономність всього технологічного циклу. Таким чином процес БЦП є найбільш прийнятним з точки зору ресурсозбереження. Запропонована технологія є найбільш перспективною та екологічно безпечною для утилізації відходів пакування, а також дозволяє отримувати прибуток за рахунок реалізації виробленої продукції.

## **КОМПЕНСАЦІЙНІ ЗАХОДИ ЗАПОБІГАННЯ ЗАМОРУ РИБ В АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМОВАНИХ ГІДРОЕКОСИСТЕМАХ**

**Крук К.В., Клименко М.О.**

**Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне**

Щоліта з'являються кілька повідомлень про випадки масового замору риб у малій річці Устя, які офіційні інстанції пов'язують із раптовим пониженням вмісту розчиненого у воді кисню на відповідних ділянках водотоку. Як відомо, кисень є важливим фактором, що істотно впливає на процеси формування якості води і стан водних екосистем, адже, він відіграє велику роль не тільки в підтримці існуючих форм життя у водних об'єктах, але й у процесах трансформації речовин, що надходять з поверхневим стоком, зі стічними водами промислових і урбанізованих територій або утворюються в самій водоймі.

Метою роботи було запропонувати технологію аерації та запобігання замору риб антропогенно трансформованої ділянки гідроекосистеми річки із доведеною екологічною та економічною ефективністю. Для досягнення мети виконувались: аналіз загального екологічного стану досліджуваної гідроекосистеми; оцінка динаміки кисневого режиму річки; розрахунок економічних збитків від погіршення кисневого режиму річки; вибір технології аерації ділянки річки з найгіршими характеристиками кисневого режиму; визначення економічної ефективності реалізації проекту.

У період досліджень максимальний вміст розчиненого у воді кисню відмічався у ранкові години і коливався в межах  $6,8-10,6 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3 - 7,2-9,1 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ . Середні значення розчиненого у воді кисню припадали на 14 годину дня та коливались в межах  $6,02-8,94 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3 - 6,6-8,8 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ . Мінімальні концентрації розчиненого у воді кисню спостерігались ввечері о 21 годині та коливались в межах  $4,7-7,1 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3 - 5,2-7-6 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ . У більшості контрольних пунктах співвідношення продукції до деструкції свідчить про надходження до водойм надмірної кількості біогенних елементів, посилене первинне продукування та накопичення автохтонної органічної речовини, що зумовлює порушення рівноважного стану екосистеми, кругообігу речовин в ній та вторинне забруднення. Об'єднана екологічна оцінка якості води свідчить що на сучасному етапі води річки вздовж русла мають незмінно III клас якості води, причому найгірші характеристики відмічаються за блоком трофо-сапробіологічних показників та блоком специфічних показників токсичної дії. В якості компенсаційних заходів пропонується влаштування пристрою для аерації водойм у межах урбанізованої території, де переважання деструкційних процесів проявлялись в обидва періоди досліджень. Система аерації передбачає придонну подачу повітря за рахунок роботи двох компресорів продуктивністю 12000 л/год, що дозволить підтримувати вміст розчиненого у воді кисню на рівні не нижче  $6 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ . Живлення компресорів забезпечуватимуть сонячні акумулятори, із можливою реалізацією надлишкової енергії у загальноміську електричну мережу за зеленим тарифом. Необхідна кількість коштів на реалізацію проекту становить 78636,92 грн., а термін окупності становить 5,6 років.

## **ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ПЕРЕРОБКИ ХЕНОМЕЛЕСУ В ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБНИХ ПРОДУКТІВ**

**Микитенко М.П., Хомич Г.П.**

**ВНЗ Укооспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі», м. Полтава**

Харчова промисловість – одна з найбільш розвинених галузей матеріального виробництва України і водночас – одне з найбільших джерел утворення відходів. Щорічно в харчовій промисловості України утворюється 100-120 млн. тон відходів рослинного походження та побічних продуктів сільськогосподарської промисловості. У відходах харчових виробництв містяться сотні тисяч тон білків, харчових кислот та олій, вітамінів та багато інших корисних речовин, але на сьогодні обсяг їх промислової переробки не перевищує 10–15 %.

Відповідно основними шляхами вирішення продовольчої проблеми, зменшення антропогенного навантаження на навколишнє середовище є пошук та впровадження енерго-, ресурсоефективних, мало- та безвідходних технологій отримання високоякісних безпечних продуктів; розробка та впровадження нових видів продукції для мінімізації кількості відходів, що потребують видалення.

Проблема використання відходів сокового виробництва, як джерела біологічно активних речовин, і способу вирішення екологічної проблеми, пов'язаної з забрудненням навколишнього середовища, є перспективною і актуальною.

Метою роботи є розробка технології харчових продуктів з використанням відходів рослинної сировини та дослідження їх впливу на структурно-механічні та органолептичні показники борошняних виробів.

Виходячи з характеристики хімічного складу плодів хеномелесу та продуктів його переробки (сік, пюре), які можна використовувати в якості поліпшувача фізико-хімічних та структурно-механічних властивостей дріжджового тіста, смаку та аромату готових виробів, а також їх біологічної цінності, можна зробити висновок про доцільність використання відходів сокового виробництва хеномелесу – вичавок, частка яких сягає понад 50 %, в технології харчових продуктів.

Проаналізовано якість відходів сокового виробництва хеномелесу. Визначено у вичавках хеномелесу високий вміст фенольних речовин (628 мг/100 г), органічних кислот (4,84 %), L-аскорбінової кислоти (86,24 мг/100 г), пектинових речовин (1,82 %).

Експериментальними дослідженнями встановлено способи переробки відходів сокового виробництва хеномелесу з отриманням екстракту, порошку та желюючого соку та визначено їх показники якості

Досліджено вплив вторинних продуктів переробки хеномелесу на інтенсивність бродіння тіста і доведено, що найкращі результати досягаються при внесенні 1,5 % порошку з вичавок хеномелесу. Введення до рецептури дріжджового тіста порошку з хеномелесу позитивно впливає на процес розмноження дріжджових клітин, на вуглеводно-амілазний комплекс борошна, підвищуючи газоутворюючу здатність та створюючи умови для скорочення загальної тривалості бродіння.

Розроблено технологію борошняних виробів з замороженого дріжджового тіста з використанням вторинних продуктів переробки хеномелесу. Отримані борошняні вироби характеризуються приємним смаком та ароматом, мають добру пористість, світлий м'якуш, м'яку та еластичну скоринку приємного світло-коричневого забарвлення і можуть бути рекомендовані як новий вид булочних виробів.

## **БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ГРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ**

**Шуліпа Є.О., Черниш Є.Ю.**  
**Сумський державний університет, м. Суми**

Одними з найбільш небезпечних забруднюючих речовин є важкі метали (ВМ). Вони не розкладаються у довкіллі та акумулюються в тканинах живих організмів. Забруднення ВМ супроводжується змінами видового різноманіття ґрунтової біоти: зменшенням загальної кількості бактерій, різким зменшенням актиноміцетів і збільшенням кількості грибів, зменшенням кількості ґрунтових комах і дощових черв'яків.

Розроблення ефективних шляхів збереження та охорони довкілля потребує визначення і постійного контролю напрямів розповсюдження токсикантів в екосистемі, зокрема в едафотопі. Серед заходів, спрямованих на зниження впливу забруднювачів на ґрунт слід виділити 4 основних: хімічні, технологічні, механічні та біотехнологічні. Біологічні методи ремедіації забруднених ґрунтів є одними із найбільш ефективних інструментів природоохоронних технологій. Вони не призводять до порушення властивостей, структури та функцій ґрунтової системи, зниження продуктивності рослин, як інші методи. Першочергове значення набуває комплексне застосування заходів іммобілізації ВМ в нерухомих формах.

Метою роботи є вивчення впливу біотехнологічної обробки ґрунту на локалізацію ВМ у ґрунтовому комплексі. У роботі застосовувалися методи теоретичного аналізу біохімічних процесів, спектрофотометрія, екстрагентна обробка зразків.

Теоретично досліджено процеси біоаугментації та вплив ефекторів, які представлені переважно хелатними сполуками, на деградацію поллютантів у ґрунтах, деякі їх особливості визначено на основі огляду досліджень зарубіжних та вітчизняних вчених. Поширеними ефекторами є: ЕДТА, лимона кислота, ДТРА, ЕГТА тощо.

Експериментально досліджено кількісні і якісні зміни у фракційному складі сірого лісового ґрунту за тривалості експозиції 2 місяці при внесенні органо-мінеральних композицій, такого складу: біогенний композит, продукт анаеробної переробки мулових осадів та фосфогіпсу (БК); органо-мінеральний компост на основі суміші фосфогіпсу (10 % мас.), суперфосфату (1 % мас.) і перегною ВРХ (ОМК); комбінація суміші гумату натрію з суперфосфатом (1:1) (ГНСФ). При внесенні ОМК було визначено зменшення частки

рухомих форм ВМ до 12 % від валового вмісту і ступінь зниження рухомих форм ВМ склав 60 %, що перевищує в 1,3 рази значення цього показника у порівнянні із обробкою ґрунту за допомогою ГНСФ. При внесенні БК спостерігався вищий порівняно з іншими органомінеральними композиціями ступінь зниження мобільності ВМ (не менше 70 %).

Здійснено огляд технологічних рішень інтенсифікації процесів біоремедіації ґрунту, що дозволить зменшити тривалість обробки ґрунту за допомогою біореакторів, серед яких виділяють реактори з фіксованим шаром і суспензійні з перемішуванням. Проаналізовано методи та технологічні засоби активізації мікрофлори і поліпшення процесів біоремедіації (електрокінетична активізація, поліпшення умов аерації за допомогою продування ґрунту повітрям тощо). Розроблена біотехнологічна схема детоксикації ґрунтів, що містить такі стадії:

1. Аеробна обробка ґрунту разом з біокомпозитом;
2. Стадія фіторемедіації для доочищення та контролю вмісту токсикантів у ґрунті.

## **СОРБЦІЙНЕ ВИЛУЧЕННЯ ТОКСИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З РІЧКОВОЇ ВОДИ**

**Толочик М.А., Бєдункова О.О.**

**Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне**

Проблема чистої води на сучасному етапі стає все більш актуальною. Погіршення якості поверхневих вод загрожує деградацією водних екосистем і зниженням продуктивності водойм. Пріоритетними забруднюючими речовинами в більшості регіонів виступають токсичні елементи, що мають як алохтонне так і автохтонне походження. На жаль, очисні споруди не завжди справляються з очисткою стічних вод, а подекуди і зовсім відсутні. Це вимагає вжиття компенсаційних заходів, одним із напрямків яких може бути встановлення локальних споруд очистки природних вод за технологією сорбційного вилучення.

Метою роботи було проаналізувати можливість зниження токсичних елементів у річковій воді за технологією сорбційного вилучення.

Для досягнення поставленої мети виконувались завдання: проаналізувати сучасний екологічний стан річок басейнів р. Горинь та р. Случ; виявити пріоритетні забруднювачі; з'ясувати рівні токсичності поверхневих вод досліджуваних річок; оцінити ступінь екологічної шкоди та екологічного ризику від забруднення поверхневих вод річок токсичними елементами; запропонувати модернізований спосіб технології сорбційного вилучення токсичних елементів із річкової води.

За екологічною оцінкою якості поверхневих вод річок, які належать до басейнів р. Случ та р. Горинь виявляється невідповідність фактичних та нормативних значень показників якості води, що належать до блоку трофо-сапробіологічних та токсичних речовин. Це зумовлює неспроможність окремих порушених річкових екосистем до самовідновлення. За рівнями токсичних забруднень, більшість річок є «гіпертоксичними» за вмістом міді, лише р. Случ у окремі роки відноситься до політоксичних. За важкими металами найбільш забрудненими виявились р. Устя та р. Замчисько, що мали характеристику «гіпертоксичні», інші річки – «політоксичні». За фторидами характеристики «оліготоксичні» та «β-мезотоксичні» мали поверхневі води р. Случ, «α-мезотоксичні» – річки Стубелка, Устя, Замчисько та Горинь. Ступінь екологічної шкоди та екологічного ризику (порівняно зі значеннями показників якості води в сучасний період) для проаналізованих речовин був переважно «суттєвий» з різницею значення якості води в сучасний період та екологічними нормативами 1-2 категорії. Сумарне значення реальної та ймовірної екологічних втрат в аспекті якості поверхневих вод у разі її неухильного погіршення для токсичних елементів, зокрема заліза і міді було «суттєвим», що вимагає передбачення заходів із очищення поверхневих вод від токсичних елементів. Запропонований модифікований метод, який

передбачає встановлення контейнерів із сорбентом правильної трикутної форми перпендикулярно до напрямку течії, що забезпечує ефективність сорбції токсичних елементів та сприяє покращенню гідрологічного режиму на ділянці встановлення, не потребує значних затрат. Розміщення контейнерів у шаховому порядку сприятиме зміні характеристик потоку з ламінарного на турбулентний. Це зумовить посилення проточності та змиву накопичених осадів. Сорбційний матеріал у контейнерах може обиратись залежно від необхідної інтенсивності або вибіркості очищення.

## **ОЧИЩЕННЯ ГОСПОДАРСЬКО-ПОБУТОВИХ СТОКІВ У СЕЛИЩАХ МІСЬКОГО ТИПУ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**Труфанов І.О., Зав'ялова О.Л.**

**Донецький національний технічний університет, м. Покровськ**

Дослідження стану водойм у місцях водозаборів для населення показали, що нормативам за санітарно-хімічними показниками не відповідали 42 % досліджених проб, за мікробіологічними показниками – кожна четверта проба. Вода класифікується як забруднена й дуже забруднена IV-V рівня якості.

Звичайно, стічні води перед скиданням у водойму піддаються очищенню. Але через незадовільний технічний стан очисних споруд, їх перевантаження, відсутність спеціальних будівельних та ремонтних підрозділів, а також недостатнього фінансування стічні води недостатньо очищаються, що призводить до забруднення водних ресурсів. Зокрема в даний час господарсько-побутові стоки смт. Желанне збираються в мережі вуличної каналізації і скидаються в яр без очищення. Практично по всіх інгредієнтах (крім нітратів, сульфатів і хлоридів, нафтопродуктів) якість води на виході з каналізаційної мережі не задовольняє вимогам, що пред'являються до скидання у природне водне середовище.

Мета роботи – обґрунтування параметрів технології очищення господарсько-побутових стоків у селищах міського типу Донецької області на основі встановлених закономірностей розподілу зважених часток у стічній воді, що приведе до поліпшення екологічної обстановки в Ясинуватському районі Донецької області та створенню бази для забезпечення екологічної безпеки району, тобто захищеності навколишнього середовища і життєво важливих інтересів суспільства від негативних процесів впливу господарсько-побутових стоків на гідросферу.

У роботі дано теоретичне обґрунтування і практичне рішення актуальної науково-технічної задачі, що полягає в поліпшенні екологічної обстановки в Ясинуватському районі Донецької області та створенні бази для забезпечення екологічної безпеки району на основі встановлення закономірностей розподілу зважених часток у стічній воді по гідравлічній крупності, що дозволило обґрунтувати параметри технології очищення господарсько-побутових стоків у селищах міського типу Донецької області.

На основі даних седиментаційного аналізу та відповідно вимогам споживачів при повторному використанні була обрана технологічна схема очищення стічних вод щодо їх використання на технологічні потреби, яка включає в себе попереднє відстоювання стічної води, стадію біологічного очищення, знезараження очищеної води і обробку осадів, які утворюються в результаті процесу очищення, в шламонакопичувачах.

В результаті впровадження схеми очищення господарсько-побутових стоків у смт Желанне Ясинуватського району Донецької області кількість очищеної води складе приблизно 27,4 тис.м<sup>3</sup>/рік, буде отримано екологічний ефект, який полягає в зниженні скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти (зменшення надходження завислих речовин на 118,64 т/рік, азоту амонійного – на 20,08 т/рік, СПАР – на 4,58 т/рік, нітритів – на 0,27 т/рік.).

# ОБГРУНТУВАННЯ УМОВ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА ОЛІЙ У КОРМОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

<sup>1</sup>Клошка Н. В., <sup>2</sup>Пелешишин Р.І., <sup>1</sup>Мадані М. М., <sup>2</sup>Мальований М.С.

<sup>1</sup>Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

<sup>2</sup>Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Комбікормова промисловість в даний час недостатньо забезпечена кормовими жирами, які використовують головним чином в птахівництві та свинарстві, додаючи їх в основному при гранулюванні в кількості 2-3 % до маси комбікорму. У тваринництві застосовують переважно збірні жири. Тому пошук нових джерел жиру є актуальним завданням. У вирішенні цього завдання великим резервом є відходи олійно-жирової промисловості – погони дезодорації соняшникової олії (ПДСО).

У більшості тваринницьких господарств, молодняк норок вирощують на раціонах з вмістом 30-35 % перетравного протеїну, 30-40 % жиру і 30-35 % вуглеводів. Це забезпечує нормальний ріст, фізіологічний стан звірів, отримання хутра хорошої якості. При вмісті жиру в раціоні від 18 до 23 % молодняк норок найбільш інтенсивно росте і дає велику повноцінну шкурку, витрачаючи при цьому на 40 % менше перетравного протеїну.

Використання раціону з високим вмістом жиру обумовлено фізіологією і будовою травного тракту хутрових звірів. Травний канал у них пристосований до споживання і перетравлювання тваринних кормів. Через малу місткість ротової порожнини корм в ній затримується лише на короткий час. Мала довжина кишківника і його будова визначають високу швидкість проходження їжі через травний канал. Через те що харчові маси недовго затримуються в шлунково-кишковому каналі (у норки до 240 хв), а повне видалення з'їденого корму відбувається через 15-20 годин після споживання, його нечисленна мікрофлора не грає настільки суттєвої ролі в перетравленні рослинних кормів і синтезі вітамінів, як це відбувається у інших видів тварин.

При введенні жирів в раціон необхідно враховувати їх жирнокислотний склад, оскільки найбільшу біологічну дію жир виявляє лише при певному співвідношенні ненасичених і насичених жирних кислот. Рівень обмінної енергії в яловичому жирі становить – 26,4-27,7; в свинячому – 36,7-36,9; в соєвому, кукурудзяному і соняшниковій олії – 37,7-39,0 кДж / г.

Додавання 3,6 % жиру в корм хутрових звірів підвищує їх плодовитість і на 15,4 % здешевлює прокорм молодняка.

Додавання жиру позитивно впливає на стан шкірного покриву і інші захисні бар'єри організму, підвищуючи його стійкість до інфекцій і інших несприятливих факторів зовнішнього середовища. Збільшення частки жиру в раціоні веде до підвищення в крові рівня імунних білків, знижує захворюваність тварин, підвищує стійкість до екстремальних температурних умов середовища як низьким, так і високим.

Встановлено, що додавання в раціон норок і псів достатньої кількості рослинної олії, багату на незамінні жирні кислоти (НЖК), добре впливає на якість волосяного покриву.

З огляду на важливу роль жирів в підвищенні поживної та біологічної повноцінності комбікормів для хутрових звірів, розширення виробництва хутра в країні і наявний на сьогоднішній день дефіцит в жирах, необхідність вишукування нових джерел стає актуальним завданням.

# ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ УТИЛІЗАЦІЯ НАФТОВИХ ВІДХОДІВ ТА НАФТОШЛАМІВ

Лук'яненко Є.В., Пляцук Л.Д., Аблєєва І.Ю.  
Сумський державний університет, м. Суми

Відходи нафтопереробки займають чільне місце серед усього спектру промислових відходів, урахувуючи їх кількість та ступінь небезпеки і токсичності для живих організмів. У процесі діяльності підприємств нафтопереробної галузі промисловості утворюються ресурсо-цінні відходи у вигляді нафтошламів. Основну потенційну небезпеку під час поводження з відходами нафтопереробки становлять недосконалі термічні процеси утилізації нафтошламів, що супроводжуються викидами бензапірену та важких металів, та є виразним прикладом безвідповідального поводження із цінними невідновлювальними ресурсами. Саме тому створення сучасних раціональних та екологічних схем утилізації відходів нафтопереробки є основним завданням на сьогодні.

Мета роботи полягає у підвищенні рівня екологічної безпеки за рахунок впровадження раціональної комплексної системи поводження з відходами нафтопереробки.

Для підвищення ефективності розділення нафтового шламу на фази з подальшим їх використанням та одержанням продуктів, використовується експериментальна установка. Основним елементом технологічного процесу є трикантер, за допомогою якого можливо досягти максимального ефекту розділення. Трикантер виконує трифазний поділ, тобто одночасне розділення двох незмішуваних рідин з різною щільністю і однієї твердої фази за умови, що тверда фаза – найважча фаза. Основною відмінністю від декантера та звичайної центрифуги є роздільне вивантаження двох рідких фаз.

За допомогою насосу нафтошлам подається до ємності підготовки нафтошламу. На основі експериментальних досліджень було визначено оптимальні дози коагулянта сульфата алюмінію  $Al_2(SO_4)_3$  та флокулянта поліакриламід (ПАА). Для його оптимальної роботи потрібне кисле середовище, тому у розчин вводили хлоридну кислоту. Було визначено оптимальну дозу флокулянта та концентрацію кислоти. Виявилось, що такими є 0,1–0,2 % флокулянта за основною речовиною та 9–10 % розчин кислоти. Важливим аспектом досягнення максимальної ефективності коагуляції та флокуляції є послідовність введення реагентів. Досліди показали, що спочатку потрібно у буровий розчин додати хлоридну кислоту для створення відповідного середовища, а потім ПАА і  $Al_2(SO_4)_3$ . У цьому випадку осад містить мінімальну кількість води і полегшується процес відділення твердої фази від рідкої у трикантері.

У випадку застосування 30 % розчину коагулянту спостерігається чітке розділення рідкої та твердої фаз, а утворений осад є пластівцями з рихлою структурою. Після підготовки шлам з реагентами подається в трикантер. Також, в трикантер надходить вода. Температура води та розчину нафтошламу регулюється блоком регулювання температури. Експереиментально було встановлено, що оптимальною робочою температурою є 24 °С. За допомогою трикантерної установки відбувається розділення нафтового шламу на фази: тверду, водну і нафтову. Таким чином, запропонований інтенсифікаційний метод дозволяє провести екологічно безпечну утилізацію нафтового шламу шляхом розділення на фракції, з подальшим їх роздільним використанням за цільовим призначенням.

# ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД НА ТЕРИТОРІЇ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Новосельцева В.Р., Кватернюк С.М.**

**Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця**

Вода – найцінніший природний ресурс. Вона відіграє виняткову роль у процесах обміну речовин, що становлять основу життя. Зростання міст, бурхливий розвиток промисловості, інтенсифікація сільського господарства, значне розширення площ зрошуваних земель і ряд інших чинників ускладнюють проблеми забезпечення водою.

Метою роботи є аналіз параметрів якості поверхневих вод та вдосконалення системи екологічного моніторингу на території Миколаївської області з використанням біоіндикації.

В Миколаївській області використовуються як підземні, так і поверхневі водні ресурси. За питомими показниками водозабезпеченості (забезпеченість водою на одиницю площі та на одного жителя) Миколаївська область займає одне із останніх місць серед областей України. Найбільший обсяг скиду зворотних вод по області здійснюється ВП «Південно-Українська АЕС». У результаті експлуатації в аварійному стані каналізаційних мереж, насосних станцій, скидного колектора неефективності роботи очисних споруд каналізації м. Миколаєва скид стоків комунальних підприємств здійснюється з перевищенням нормативних показників якості по біологічному споживанню кисню (БСК<sub>5</sub>), хімічному споживанню кисню (ХСК), залізу загальному, завислих речовинах та фосфатах. Антропогенне евтрофування призводить до надмірного заростання стоячих водойм і масового розвитку синьо-зелених водоростей, які викликають “цвітіння” води. Фітопланктон є одним із біоіндикаторів екологічного статусу водних об’єктів відповідно до Водної Рамкової Директиви (WFD) ЄС 2000/60.

Для подальших досліджень у даній роботі у якості тест-об’єкту обрано фітопланктон приповерхневого шару водних середовищ, а тест-параметрами – співвідношення між основними пігментними параметрами фітопланктону: хлорофілом а, загальним хлорофілом та каротиноїдами.

Суть методу мультиспектрального вимірювального контролю полягає у аналізі цифрових зображень досліджуваного об’єкту, отриманих у декількох спектральних діапазонах. Після обробки отриманого масиву мультиспектральних зображень необхідно опосередковано виміряти параметри водних середовищ у кожному пікселі зображення. Це здійснюється на основі розв’язання оберненої оптичної задачі з урахуванням математичної моделі неоднорідних водних середовищ.

У засобі мультиспектрального екологічного контролю використано восьмиканальні мультиспектральні камери серії CMS (Silios Technologies, Франція) з такими параметрами: спектральний діапазон CMS-C 400–700 нм, CMS-V 550–850 нм, CMS-S 650–950 нм; розділова здатність спектральних каналів 426 x 339; розрядність АЦП 10 біт; час експозиції від 10 мкс до 2 с; вага 59 г.

В результаті виконання роботи досконалено методику екологічного контролю забруднення водних середовищ з використанням біоіндикації, яка відрізняється від відомих використанням квадрокоптера для дистанційного мультиспектрального контролю концентрації фітопланктону у приповерхневому шарі водних об’єктів, що дозволило підвищити швидкодію оперативного моніторингу забруднення водних середовищ.

# ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНІВ ГОСТРОЇ ЛЕТАЛЬНОЇ І ХРОНІЧНОЇ ТОКСИЧНОСТІ ВОДИ

Римар З.І., Кватернюк С.М.

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Мультиспектральний екологічний вимірювальний контроль параметрів водних середовищ займає важливе місце при вирішенні прикладних задач екологічного моніторингу. Одним із важливих складових моніторингу вод є комплексна оцінка екологічного стану поверхневих водних об'єктів, що підлягають антропогенному забрудненню. Інтегральну оцінку біологічної повноцінності води, як середовища мешкання біоти, з урахуванням різних проявів взаємодії хімічних речовин – адитивності, синергізму, антагонізму, можна отримати за допомогою методу біотестування, тільки методи біотестування дозволяють отримати інтегральну токсикологічну характеристику компонентів навколишнього природного середовища незалежно від складу забруднюючих речовин.

Відомо метод мультиспектрального телевізійного вимірювального контролю забруднення водних об'єктів за допомогою ряски малої (*Lemna minor* L.), який полягає в тому, що рослини ряски поміщають у модельні водні середовища та складають шкалу забруднення, відрізняється тим, що модельні водні середовища з листецями ряски малої витримують протягом 7–14 діб при заданій температурі і освітленні, при цьому кожної доби за допомогою апаратно-програмного блоку керування та обробки мультиспектральних зображень визначають відносні розміри зон водного середовища, які відповідають листецям ряски без морфологічних змін, з морфологічними змінами і чистій поверхні води за допомогою аналізу мультиспектральних зображень. А концентрацію забруднюючої речовини у досліджуваній пробі визначають за допомогою регресії результатів експериментальних досліджень залежності відносних розмірів зон водного середовища від концентрації забруднюючих речовин на основі мультиспектральних досліджень ряду проб з відомими концентраціями.

Для проведення дослідження інтегральних параметрів якості поверхневих вод мультиспектральним методом з біотестування за допомогою ряски малої (*Lemna minor*) були приготовані 0,5М розчини NaI, NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, NaNO<sub>2</sub>. У кожену чашку помістили по 20-30 рослин ряски. У ході 3-денного експерименту було визначено, що найбільш сильно впливають на вид ряска мала (*Lemna minor*) такі речовини: NaI (оскільки рослини повністю змінили колір, стали бурими), NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> (листочки розедналися і поблідніли), NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (рослини повністю втратили зелений колір, стали блідими) та Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (зменшення розмірів та потемніння). Найменший вплив на ряску мали такі речовини: NaCl, NaNO<sub>2</sub>. Теж можна припустити, що ряска мала (*Lemna minor*) порівняно комфортно може існувати із низьким забрудненням хлоридів та нітритів, проте сильно реагуватиме на присутність у воді йодидів, нітратів, сульфатів, ортофосфатів. Також можна зробити висновок, що ряска мала (*Lemna minor*) є достатньо чутливим біоіндикатором, оскільки зміни були помітні уже через 24 години проведення експерименту.

Для забезпечення екологічної безпеки стічних вод необхідно створення системи контролю їх токсичності, що дозволить оцінювати ефективність роботи очисних споруд, обґрунтувати способи очищення стічних вод, оцінювати екологічний.

# ПОВОДЖЕННЯ З ПИЛОВИМИ ВИКИДАМИ НА МОБІЛЬНИХ ДРОБИЛЬНО-СОРТУВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСАХ КАР'ЄРІВ

Агамалієв Е.А., Колесник В.Е.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро

Переробка твердих корисних копалин на мобільних дробильно-сортувальних комплексах, що розташовують безпосередньо в кар'єрі, супроводжуються викидами пилу в атмосферу, який має суттєву небезпеку для довкілля. Тому локалізація пилу в межах кар'єру попередить його розсіювання в прилеглий зоні, що важливо для кар'єрів з видобутку нерудних та будівельних матеріалів, які часто розташовані в безпосередній близькості від житлової забудови.

Для зменшення пилових викидів у вузлах інтенсивного виділення пилу указаних комплексів можливе застосування типових гідрозрошувальних форсунок. Проте, для забезпечення належної ефективності пригнічення пилу потрібна значна кількість таких форсунок, а це веде до значної витрати води, що не доцільно в умовах пересувного обладнання. Тому метою роботи стала локалізація пилових викидів на мобільних дробильно-сортувальних комплексах кар'єрів за рахунок підвищення ефективності гідрозрошення у вузлах інтенсивного виділення пилу.

Для її досягнення в роботі проаналізовано джерела викидів пилу на мобільних дробильно-сортувальних комплексах, а також ефективність пригнічення пилу гідрозрошенням, теоретичні положення імовірності взаємодії частинок пилу з краплями води, та основні впливові чинники цього процесу. Зазначено, що найбільша ефективність взаємодії частинок пилу з краплями спостерігається при їх високій відносній швидкості та малих розмірах крапель, тому потрібно зменшувати розміри крапель та концентрувати потік з частинками пилу ближче до факелу розпилу, де відносна швидкість частинок і крапель буде найбільшою. Наведено оптичну схему визначення як середніх розмірів крапель розпиленої рідини, що залежить від тиску води, так і частинок пилу. Дано оцінку коефіцієнта захоплення частинок пилу краплями води радіусом 5 та 20 мкм.

Кількісно-якісна оцінка характеру зміни не змоченої та змоченої частин пилового аерозолу у загальній концентрації пилу, який розсіюється від його джерела в напрямку вітру показала, що, підвищуючи частку змоченого пилу у загальній його масі, хоча б на половину, можливо локалізувати пил у межах санітарно-захисної зони кар'єра і довести його концентрацію за її межами до гранично допустимого рівня.

Запропоновано схему та створено експериментальний зразок гідрозрошувача у вигляді водоповітряного ежектора (ВПЕ) з габаритними розмірами 200×200×350 мм, що забезпечить ефективне змочування пилу та локалізацію пилових викидів з вузлів інтенсивного виділення пилу на мобільному дробильно-сортувальному комплексі. Визначено основні характеристики зразка водоповітряного ежектора в лабораторних умовах. Так, при тиску води у гідрофорсунці 0,25 МПа, який можна вважати раціональним з точки зору утворення достатньо малих крапель води, швидкість потоку, що всмоктується (ежектуються) водоповітряним ежектором, склала 3 м/с; дальність польоту крапель – 2,8 м, а витрата води – 0,9 дм<sup>3</sup>(літра)/хв. Запропоновано варіанти можливого розміщення розробленого гідрозрошувача на гірничому устаткуванні, зокрема у вузлах пересипу гірничої маси з бункера на конвеєр та з конвеєра на конвеєр. Випробування ВПЕ заплановано на гранітному кар'єрі влітку, тобто, коли буде сухо та утворюється багато пилу у вузлах пересипання гірничої маси.

# ПОВОДЖЕННЯ З ТПВ СЕРЕДНІХ ТА МАЛИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

<sup>1</sup>Бурцева Ю.Г., <sup>2</sup>Феденко С.С., <sup>1</sup>Костенко В.К., <sup>2</sup>Ригас Т.Є.

<sup>1</sup>Донецький національний технічний університет, м. Покровськ

<sup>2</sup>Кременчуцький національний університет ім. М.Остроградського, м. Кременчук

Законодавством України заборонено складування та захоронення несортованого сміття. Однак, для малих населених пунктів та селищ, там де низька концентрація населення, існує ряд питань щодо сортування, перерозподілу ТПВ і вивозу їх на утилізацію. З позицій логістики запропоновано проводити транспортування несортованих ТПВ від малих населених пунктів до комплексного переробного заводу автомобільними потягами вантажами 50...100 тон.

Щільність потоків ТПВ в межах малих населених пунктів Донбасу не поступається такої в великих містах (від 800 до 5000 тон/км<sup>2</sup>), але в масштабах районів цей показник нижчий на два порядки (17...62 т/км<sup>2</sup>). Це обумовлює подорожчання транспортних витрат, і, відповідно, тарифів на поводження з ТПВ.

З позицій логістики доцільно проводити транспортування несортованих ТПВ від малих населених пунктів до комплексного переробного заводу об'єднаної Покровсько-Селидівської агломерації автомобільними потягами вантажами 50...100 тон.

Запропоновано в малих НП проводити посадибний збір ТПВ з використанням існуючих контейнерів та спеціалізованих сміттєзбиральних засобів (машин) які розвантажують контейнери та пресують ТПВ в тюки.

Для економії енерговитрат ущільнення ТПВ доцільно виконувати в компакторах при тиску не більше одного МПа, що забезпечує густину до 1,13 м<sup>3</sup>/т.

Обґрунтовано технологію збору та доставки на смиттепереробний завод ТПВ з малих та середніх НП яка передбачає: первинне накопичення відходів в малогабаритних контейнерах; перевантаження їх вмісту до спеціального транспортного засобу з прес-компактором та утворення тюків; складування тюків до причепа; зберігання тюків в причепах до заповнення, транспортування заповнених причепів до переробного заводу.

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ГРУНТІВ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Хоменко А.С., Шевченко А.Г., Степова О.В.

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, м. Полтава

Однією із найсерйозніших проблем експлуатації магістральних трубопроводів вуглеводневої сировини є їх аварійність – непередбачена відмова лінійної частини трубопроводу, що супроводжується катастрофічним впливом на навколишнє середовище. Проблема їх захисту від корозії є вельми актуальною, оскільки їх руйнування пов'язано з порушенням забезпечення споживачів газом, втратою транспортованих продуктів, завданням великих матеріальних збитків та екологічної шкоди довкіллю. Часті розриви трубопроводів, вимагають пошуку нових технічних рішень, спрямованих на забезпечення їхньої безпечної експлуатації, підвищення довговічності й стабільності функціонування. Тому проблема дослідження умов експлуатації трубопроводів задля підвищення довговічності трубопроводів, безсумнівно, залишається актуальною й своєчасною.

Процес корозії сталевих трубопроводів у підземних умовах зумовлений великою кількістю фізичних і фізико-механічних факторів, які визначають її інтенсивність. Грунт, як середовище в якому відбувається процес корозії, характеризується різноманітними взаємозв'язаними та динамічними параметрами. Грунти являють собою капілярно-пористі, часто колоїдні системи, пори яких заповнені повітрям і вологою. Грунтові умови, в яких

експлуатуються підземні транспортні споруди Полтавської області, досить неоднакові. Грунтова корозія залежить від багатьох факторів, до яких належать: хіміко-мінералогічний склад, показник рН, вологість, вміст газів, структура, електропровідність та бактеріальний склад. Детальне вивчення ґрунтового середовища експлуатації трубопроводів є важливим для забезпечення їх надійності. В роботі проведений аналіз корозійної активності ґрунтів Полтавської області за основними показниками. Аналіз результатів вказує на те, що окремі ділянки трубопроводів експлуатуються в ґрунтових середовищах з різними умовами за електропровідністю, рН, вмістом сульфат-іонів, тому існують всі умови для створення макрогальванічних пар і розвитку корозійних процесів на ділянках нафто-газотранспортної системи області.

Характерною особливістю ґрунтової корозії підземних трубопроводів є легкість доступу кисню до їхньої поверхні. Одним із шляхів підвищення екологічної безпеки експлуатації нафтопроводів є врахування факторів, що характеризують корозійні процеси на метали трубопроводу. Для оцінки впливу ґрунтової корозії необхідно враховувати кількісну характеристику корозійного процесу, а саме щільність струму.

Для визначення значення щільності корозійного струму  $i_{кор}$  навкруги перерізу розглянемо трубопровід діаметром  $2r$ , який знаходиться на глибині  $h$  в ґрунті з постійною концентрацією кисню  $C_n$ .

Відповідно до закону Фіка може бути визначений розподіл щільності корозійного струму навколо перерізу трубопроводу. В кінцевому вигляді залежність для визначення розподілу щільності струму на поверхні ділянки газопроводу має вигляд

$$i_{нк} = \frac{F \cdot D \cdot C_n (a^2 - 1)}{M_k \cdot r (1 + a^2 - 2a \cdot \cos \Theta) \cdot \ln a},$$

де  $i_{нк}$  – щільність струму, А/м<sup>2</sup>;  $r$  – радіус трубопроводу, м;  $C_n$  – початкова концентрація кисню, г/м<sup>3</sup>.

## МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ КОМУНАЛЬНИМИ ВІДХОДАМИ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

<sup>1</sup>Шомко О.М., <sup>2</sup>Назаренко О.П., <sup>1</sup>Коцюба І.Г., <sup>2</sup>М.В. Катков

Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова,  
м. Харків

Одна з найбільш важливих проблем вирішення тих чи інших завдань, пов'язаних зі станом довкілля та в сфері поводження з відходами, вважається відбір і застосування якісно нових інноваційних технологій. Класичні способи управління з відходами витратили свої можливості і вимагають новітніх теоретичних досліджень, інноваційних громадських технологій управління, які засновані на їх практичних діях.

Метою дослідження є вивчення здатності фактичного застосування краудсорсингу в концепції екологічного управління поводження з комунальними відходами.

Краудсорсинг – це перенесення окремих природоохоронних функцій шляхом комп'ютерних мереж на невизначену ділянку осіб в основі публічної площині, що не має на увазі завершення трудового договору. Основне положення краудсорсингу можливо виразити так: в категорії натовпу досвіду більше, ніж в окремої особи, проте майстерність полягає безпосередньо в тому, щоб сформулювати вимогу з метою впровадження свого досвіду.

Рішення щодо впровадження систем екологізації логістичних процесів управління з відходами, як правило, зосереджені на підвищенні ефективності збирання, транспортування та зберігання відходів.

Схема працює наступним чином: замовник звертається до фахівця з краудсорсингу, якому встановлює завдання, критерії та необхідні данні для запровадження екологічного проекту з сортування відходів. Потім фахівець з екологічного краудсорсингу визначає робочу групу з платформи проекту. Відбувається публікація проекту з сортування відходів і залучення «натовпу» з метою вирішення екологічної проблеми із поводженням з відходами. Отримані результати обробляють робочою командою, які визначають більш потрібний та вірний результат. Спеціаліст по краудсорсингу здійснює оцінку продуктивності виконаної діяльності, проводить корективи концепції, поповнює базу інформації платформи тощо.

Різноманітні дані повинні бути зібрані та проаналізовані, перш ніж територіальна громада прийме та запровадить будь-який підхід до поводження з відходами. Проблеми з відходами територіальних громад, обсяг накопичення та морфологічний склад відходів, що утворюються, а також відсоток рекуперації через скорочення та переробку відходів, є необхідною умовою для розробки успішної програми поводження з ними. Дана програма допоможе визначити рівень деталізації, який необхідний для вивчення характеристик відходів. Методи моделювання є недорогими та використовують генеральні швидкості утворення відходів та іншу інформацію, щоб забезпечити лише загальне уявлення про обсяг та морфологічний склад відходів.

Для оцінки та моделювання обсягів міських твердих комунальних відходів використали методи системної динаміки. Імітаційне моделювання проведено засобами середовища AnyLogic 7 (рис. 1). Розгляд та планування екологічної логістики відходів допомагає вирішувати ряд взаємопов'язаних питань, таких як охорона здоров'я, навколишнє середовище, виробництво твердих відходів та витрати на данні складові.

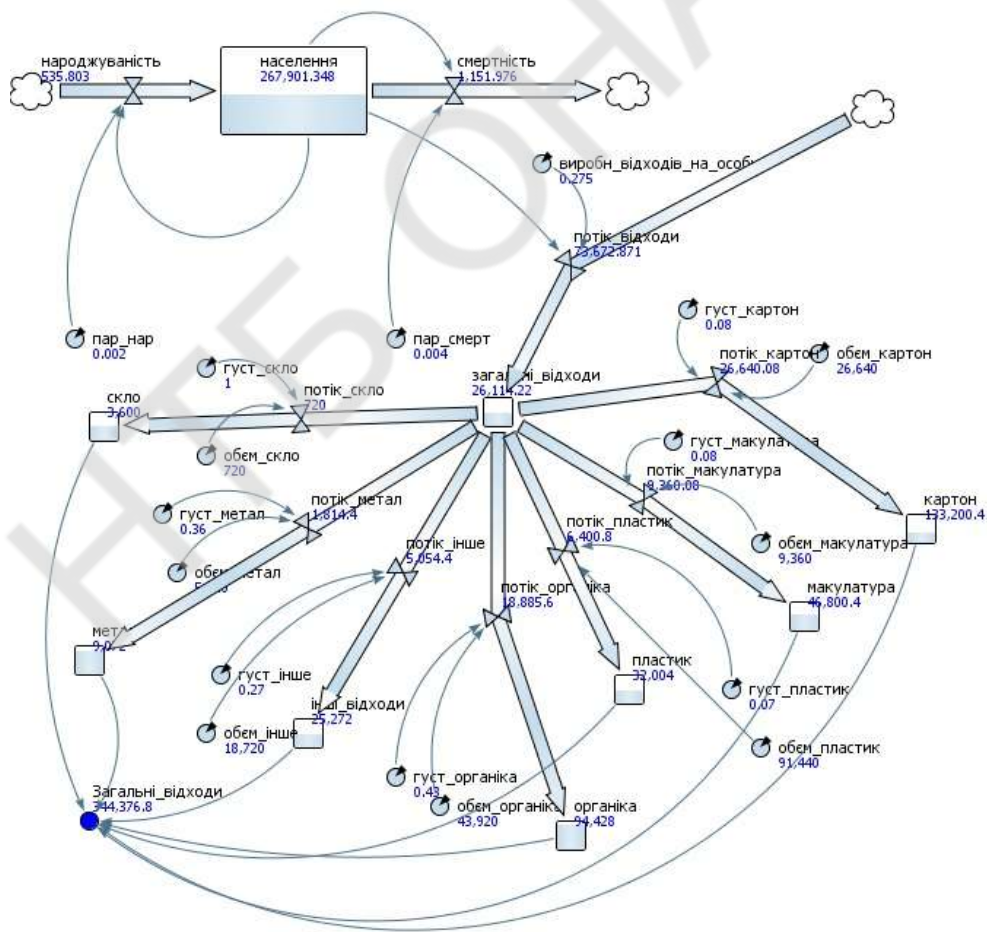


Рис. 1 – Імітаційне моделювання обсягів міських твердих комунальних відходів

# ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ КОНЦЕНТРОВАНИХ СТІЧНИХ ВОД ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

<sup>1</sup>Арабаджи Я.А., <sup>2</sup>Лагоцька А.Р., <sup>1</sup>Шевченко Р.І., <sup>2</sup>Мальований М.С.

<sup>1</sup>Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

<sup>2</sup>Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Сучасні біологічні методи, до яких відноситься анаеробне (метанове) бродіння дозволяють не тільки очистити стічні води, але також отримати високоякісні добрива та електроенергію від спалювання біогазу.

Об'єктом дослідження були технології очищення концентрованих стічних вод харчових виробництв – м'ясного та молочного, у т.ч. молочної сироватки.

При проведенні експерименту були використані наступні параметри управління ефективністю протікання метаногенезу:

— температура. Бродіння здійснювали при температурах  $35 \pm 1$ ,  $53 \pm 1$  °С, що відповідає мезофільному та термофільному режимам;

— хімічний склад СВ (вміст поживних речовин). Проводили експеримент без використання добавок та з корекцією співвідношення С:N:P до оптимального (15:1:0,2) за рахунок використання в якості джерела Карбону тирси із листяних порід чи соломи зернових;

— можливість активації анаеробного бродіння. Експеримент проводили без використання активаторів та з додаванням джерела анаеробних бактерій (гній великої рогатої худоби) з метою підвищити їх початкову концентрацію.

Отримані результати дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

— оптимізація співвідношення С:N приводить до дво-, трикратного відносного зменшення ХСК за рахунок значного збільшення інтенсивності зброджування та його повноти;

— внесення метаногенів у субстрат може мати значення лише на стадії запуску біогазової установки неперервної чи напівнеперервної дії та для кожного завантаження біогазової установки періодичної дії;

— найкращими параметрами динаміки процесу анаеробного зброджування СВ м'ясопереробного виробництва володіє субстрат № 3 (добавка активатора). Бродіння цього субстрату відрізняється максимальними значеннями абсолютного зменшення ХСК та швидкості досягнення максимуму інтенсивності бродіння.

— найкращими параметрами динаміки процесу анаеробного зброджування стічних вод молочної промисловості володіє субстрат з одночасною добавкою активатора та джерела Карбону. Бродіння цього субстрату відрізняється максимальними значеннями відносного зменшення ХСК та швидкості досягнення максимуму інтенсивності бродіння. Для стічних вод м'ясної промисловості температура мала менше значення.

— підвищення температури бродіння (термофільний режим) прискорює процес та посилює активуючу дію внесених добавок. Разом з тим висока температура за відсутності активатора бродіння та джерела Карбону не дивлячись на те, що інтенсифікує процес метаногенезу, все ще залишається незадовільною з точки зору відносного зменшення ХСК.

— результати дослідження анаеробного зброджування стічних вод м'ясної промисловості дають змогу зробити припущення про необхідність збільшення концентрації метаногенів для інтенсифікації та зменшення тривалості зброджування.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТОВИХ КОМПОНЕНТІВ**

<sup>1</sup>Буланова А.А., <sup>2</sup>Шомко Д.В., <sup>1</sup>Катков М.В., <sup>2</sup>Давидова І.В.

<sup>1</sup>Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова,  
м. Харків

<sup>2</sup>Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир

В Україні у результаті незадовільного зберігання хлорорганічних пестицидів, в тому числі на великих складах, спостерігається забруднення територій хлорорганічними пестицидами (ХОП). За даними офіційних джерел, налічується 5000 складів, в яких зберігалось близько 21 тис. т непридатних пестицидів, в тому числі і хлорорганічних. Дані екологічного моніторингу ґрунтів на території колишніх складів зберігання хлорорганічних пестицидів показали перевищення більш ніж у 100 разів їх гранично допустимих концентрацій (ГДК).

Небезпечні наслідки забруднення ХОП компонентів природного середовища визначили необхідність розробки методів відновлення і очищення ґрунтів. Будь-який з цих методів вимагає даних про об'ємну конфігурацію ґрунтових компонентів забруднених ХОП з перевищенням їх гранично допустимих концентрацій. Отримання таких відомостей на основі традиційних методів проведення екологічного моніторингу вимагає здійснення відбору та аналізу великої кількості проб ґрунтових компонентів. Ці роботи характеризуються великими затратами часу та матеріальних ресурсів.

У роботі представлений спосіб, який дозволяє визначити об'ємну конфігурацію забруднення ґрунтових компонентів точковим джерелом хлорорганічних пестицидів до їх гранично допустимих концентрацій при обмеженій кількості даних натурних досліджень. Робота проведена на основі даних відбору та аналізу проб ґрунтових компонентів забруднених хлорорганічними пестицидами і математичного аналізу концентрацій забруднення, як функції відстані і глибини відбору досліджуваних проб від центру забруднення.

Зазначено недоліки стандартного способу визначення забруднення ґрунтів, головним з яких є велика кількість точок відбору проб на поверхні ґрунтових компонентів і в глибину, що призводить до значного збільшення часу відбору та аналізу проб і зростання сумарної вартості моніторингу. В основу запропонованого в роботі процесу лягло твердження про те, що концентрація хлорорганічних пестицидів, забруднюючих ґрунті компоненти, є функцією відстані і глибини від центру забруднення, тобто концентрація забруднюючої речовини апроксимується нелінійною (експоненційною) регресійною залежністю.

Наведений спосіб дозволить здійснювати в Україні екологічний моніторинг територій прилеглих до великих колишніх складів зберігання ХОП за короткий проміжок часу, при низьких матеріальних затратах, і прискорить ремедіацію забруднених земель.

## **БІОІНДИКАЦІЯ СТАНУ УРБОГЕННИХ УМОВ ДОВКІЛЛЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ХВОЙНИХ РОСЛИН**

**Процак І.Р., Шуплат Т.І.**

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів**

Атмосферне повітря сучасних міст містить значне різноманіття забруднюючих поллютантів, які потрапляють у середовище у різному агрегатному стані. Більшість із них несуть різні рівні небезпеки для довкілля, складовою частиною якого є людська спільнота.

Важливе місце у процесі вивчень відводять дослідженням біоіндикації стану довкілля, яка здійснюється на п'ятьох різних рівнях: фізіоло-біохімічному (клітинний), анатомо-морфологічному (організмий), популяційному, ценотичному та біогеоценотичному.

Методи біоіндикації мають ряд важливих переваг: 1) низька вартість і затрата порівняно малого часу; 2) дані відбивають багаторічний середній стан атмосферного середовища; 3) при повторних дослідженнях (картування) біоіндикація дає уяву про динаміку ступеня забрудненості міста як в цілому, так і окремих його районів.

Метою роботи є дослідження рівня життєвості видів і культиварів кущових представників роду Ялівець (*Juniperus L.*) в урбогенних умовах м. Львова та використання їх у процесі біоіндикації стану довкілля.

В умовах м. Львова, основним джерелом забруднення атмосферного басейну є громадський і приватний автотранспорт, кількість якого постійно зростає. Досліджено ряд показників - рівень газостійкості, значення індексу життєвості.

Серед досліджуваних кущових видів ялівців найбільшу газостійкість у вуличних посадках м. Львова проявили *J. sabina* 'Blue Danube' і *J. chinensis* 'Stricta' (B<sub>g</sub> – 6 балів), помірний рівень – *J. media* 'Gold Star' і *J. virginiana* 'Grey Owl' (B<sub>g</sub> – 7 балів), найнижчий рівень газостійкості – *J. horizontalis* 'Blue Chip' (B<sub>g</sub> – 10 балів). Результати корелюють із зовнішніми ознаками життєвості: у *J. sabina* 'Blue Danube' і *J. chinensis* 'Stricta' практично були відсутні зовнішні ушкодження (сухість хвої та пагонів – 10-15 %); *J. media* 'Gold Star', *J. virginiana* 'Grey Owl' (уражено 15 % хвої та 20 % пагонів); культиварах *J. horizontalis* 'Blue Chip' (ушкодження 25-40 % поверхні).

Максимальне значення індексу життєвості (0,63) проявили кущові культивари, зростаючі в оптимальних умовах (5 балів), на території дендрарію ботанічного саду НЛТУ України. Гірші умови і нижчий стан життєвості був присутній в куща на перехресті вул. Стрийська-Наукова, де екологічні умови гірші (0,52), присвоєно (4 бали). Самі гірші умови має культивар ялівця козацького на вулиці І. Горбачевського. Індекс життєвості його значно нижчий (0,26). Умови місцезростання оцінені в 3 бали.

При дослідженні хвої, спостерігалась диференціація впливу середовища на дослідні культивари: мінімальний вплив, що підтвердили біоіндикаційні дані, спостерігався у культиварів, в ботсаду ЛНУ ім. І. Франка, в II ЕФП, III ЕФП та особливо в IV ЕФП, понижається рівень життєвості дослідних кущових ялівців.

Одержані результати свідчать про значну придатність видів і культиварів кущових ялівців для проведення біоіндикаційної оцінки стану довкілля урбанізованого середовища, крім того вони мають значну середовищепокращуючу роль, тому ми рекомендуємо їх частіше використовувати в системі озеленення сучасного міста.

## **ЕКОЛОГІЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ ВІД АВТОТРАНСПОРТУ У МЕЖАХ МІСТА**

**Шкарлат І.В., Федоренко І.О., Внукова Н.В.**

**Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків**

Об'єкт дослідження: ділянка вулично-дорожньої мережі міста Харків (вулиця Матюшенка від перетину з вул. Челюскінців і до перетину з вул. Шолом-Алейхема).

Мета роботи – дослідження впливу транспортного потоку на рівень інгредієнтного та параметричного забруднення урбанізованої території в умовах житлової забудови великих міст.

Методи дослідження – розрахунковий на основі «Методика дослідження викидів автомобільного транспорту для проведення сводних розрахунків забруднення атмосфери міст».

Транспортний потік, який рухається вулицями міста, завдає значної шкоди навколишньому середовищу завдяки інгредієнтно-параметричному забрудненню сельбищної зони, що прилягає до автомобільних доріг. Значна частка мешканців м. Харкова, що живе або працює поблизу магістральних вулиць, отримує суттєве екологічне навантаження, величина якого залежить від параметрів транспортного потоку та зовнішнього середовища.

Під час розрахунків особлива увага приділялася перехрестям, під час роботи автомобілів на холостому ходу при забороняючому сигналі світлофору та проведено розрахунок викидів рухомого транспорту. Отже, виходячи з даних розрахунків можна зробити висновок, що великий потік автомобільного транспорту завдає значного впливу прилеглим до автомагістралі територіям та людям, що там проживають, за рахунок викидів забруднюючих речовин з відпрацьованими газами та шуму.

Аналізуючи заходи, спрямовані на покращення стану повітряного середовища поблизу автомобільних доріг, можна зробити висновок, що за двома критеріями інгредієнтне та параметричне забруднення – вони є суперечливими. Так, наприклад, оскільки середня швидкість руху транспортних засобів в потоці безпосередньо впливає на еквівалентний рівень шуму, для зменшення рівнів акустичного навантаження доцільним є зменшення цього значення. Однак це, в свою чергу, викликає підвищення інгредієнтного забруднення на даній ділянці автомобільної дороги. Більшість заходів, які були б однозначно ефективними і в аспекті інгредієнтного, і в плані зменшення акустичного навантаження (наприклад - тунелі) потребують значних капіталовкладень. Створення буферних зон, яке б могло захистити сельбищну зону від вказаних небажаних впливів транспортних потоків, йде в розріз з тенденцією ущільнення міської забудови в мегаполісах, а також не може бути впроваджене для архітектурної забудови, що вже склалася. Зелені насадження, які висаджують для захисту будівель від зазначених шкідливих факторів, для отримання суттєвого ефекту повинні розміщуватися шириною більш ніж 20 м, що є майже нездійсненним в містах.

Найбільш дієвими заходами захисту житлової забудови від шкідливого впливу магістральних вулиць, є впровадження локальних заходів, які дозволяють зменшити екологічне навантаження на зону впливу автомобільної дороги.

## **ІНОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОПАЛЕННЯ НА ОСНОВІ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ І КРИЖАНОГО АКУМУЛЯТОРА**

**Дуднік Т.В.**

**Одеська національна академія харчових технологій**

Нова технологія опалення створена спеціалістами фірми Viessmann і активно впроваджується в Німеччині на об'єктах громадського і житлового призначення. Поштовхом для розробки стала заборона німецької екологічної інспекції на глибоке буріння свердловин під ґрунтові зонди та на зняття поверхневого шару ґрунту для закладення колекторів.

Крижаний бак – це нове низькотемпературне джерело енергії для теплових насосів. На відміну від геотермальних зондів система не вимагає дозволу на буріння і будівництво. Крижаний бак забезпечує надзвичайно надійну, економічну і екологічну експлуатацію як для приватних будинків, так і для великих житлових комплексів або комерційних будівель. У літній період система може бути використана для природного охолодження.

Система одночасно акумулює тепло з ґрунту навколо крижаної ємності, з повітря і від сонця. Ємність розміщується в ґрунті, нижче глибини промерзання; оскільки вона заповнена звичайною водою, це безпечно для навколишнього середовища в разі пошкоджень і витoku рідини в ґрунт. У середині ємності змонтовані два теплообмінника. Один підключений до теплового насоса, інший – до системи сонячних колекторів. Теплоносієм в них є розчин пропіленгліколю.

В системі використовується таке явище, як енергія кристалізації води при замерзанні. Ця теплова енергія (330 кДж/кг) майже в 80 разів більша, ніж потрібно для нагрівання/охолодження води на 1 °С. При цьому вода фактично не змінює свою температуру (близько – 1 °С) до того моменту, поки не замерзне весь її об'єм. На основі ефекту фазового переходу води з рідкого в твердий агрегатний стан були розроблені відповідні технологічні рішення для використання енергії кристалізації.

Система опалення, що використовує крижаний бак, складається з ТН, ємності з чистою водою і відкритих сонячних колекторів (рисунок).

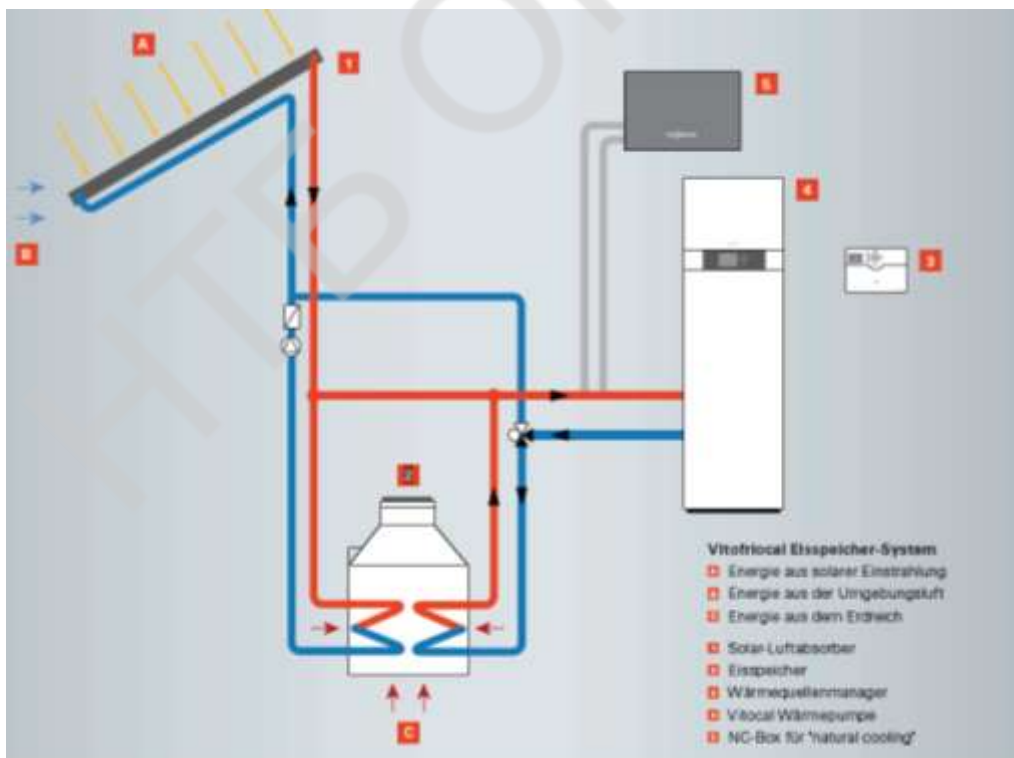
Тепловий насос відбирає тепло з ємності до того моменту, поки весь об'єм води не замерзне. Потім відбувається регенерація ємності за рахунок тепла землі і тепла повітря і сонця (за допомогою сонячних колекторів). Система працює в діапазоні температур замерзання/відтавання води, тобто при –1 °С – + 1 °С.

У зв'язку з тим, що площа контакту ємності з ґрунтом невелика, основна кількість теплової енергії надходить в систему від СК відкритого типу, що дозволяє акумулювати сонячну енергію та тепло повітря внаслідок конвекції.

У європейських країнах, особливо в Німеччині, ця технологія знаходить досить широке застосування як для індивідуальних житлових будинків, так і для багатоквартирних, офісних, торгових і виробничих будівель.

У 2014 році під Гамбургом було побудовано мікрорайон на 500 квартир (найбільша система крижаного опалення в світі), центральне опалення яких організовано за допомогою льоду в ємності на 1,5 мільйона літрів води.

Систему опалення за допомогою льоду можна порівняти за вартістю з традиційним способом на основі звичайного теплового насоса. Її використання може бути виправдане у випадках, коли мало місця на ділянці та існують заборони по влаштуванню глибоких свердловин для зондів теплового насосу.



*A, B, C – потоки енергії від сонця, навколишнього повітря та ґрунту відповідно. 1 – сонячний колектор відкритого типу; 2 – крижаний акумулятор; 3 – контролер теплових потоків;*

*4 – тепловий насос Vitocal; 5 – блок натурального охолодження*

**Рис. 1 – Принципова схема Wärmepumpe Eisspeicher-System**

## **Література**

1. Viessmann. Vitofriocal Eisspeichersystem (Für Vitocal Sole/Wasser Wärmepumpen).  
Planungsanleitung

Науковий керівник: доц. Дем'яненко Ю.І., ОНАХТ

## **МЕТОДИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕПЛООБМІНУ ДЛЯ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

**Босий Д.Б., Сярова А.С., Косой Б.В.**

**Одеська національна академія харчових технологій**

Літій-іонні паливні елементи мають великий потенціал в електромашинному виробництві. Тим не менш, великі коливання температур і теплові напруження в процесі заряду і розряду все ще залишаються критичною задачею для ламінованих літій-йонних батарей (LIB). Фактично, теплові питання великої напруги літій-йонних акумуляторних батарей завжди були вузьким місцем, що обмежує їх розвиток.

Для вирішення термічних питань в LIB та поліпшення їх теплової безпеки головною задачею є керування відповідними тепловими процесами. При цьому система терморегулювання літій-йонних батарей повинна забезпечувати невеликі перепади температур, компактність, надійність та ін.

Шляхом використання численного методу аналізу ефективності при турбулентному режимі, рекомендованому для повітряного потоку усередині каналу, з використанням програми «Fluent software» (k- $\epsilon$  Re-Normalization Group, RNG) була побудована призматична охолоджувальна плита з мініканальними трубками.

Аналіз показує, що швидкості тепловиділення були неоднорідно розподілені в різних частинах елемента акумулятора протягом процесу розряду. Температура на стороні негативного електрода була нижче, ніж на позитивному електроді, так як мідь має більш низький електричний опір, ніж алюміній. Швидкість генерації омичного тепла колектора позитивного струму теоретично на 80% більше, ніж у негативного струмоприймача. Під час процесу розряду загальний розподіл температури при низьких швидкостях розряду відрізнявся від аналогічного розподілу при високих швидкостях за рахунок різних напрямків теплового потоку між струмом колектора і ядром батареї. Для низької швидкості розряду високотемпературна зона була стабільна в центрі акумулятора, при цьому в верхній частині акумулятора з'являється зона низької температури. Хоча при високій швидкості розряду, найвища температура була в області близької до позитивного електрода, а область найнижчих температур була віддалена від позитивного електрода. Температура поступово зменшувалася з боку колектора до нижньої частини акумулятора.

## **ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ ЯК БІОПАЛИВА**

**Коробко С.А.**

**Одеська національна академія харчових технологій**

Дефіцит енергії та забруднення атмосфери спонукають дослідників до подальших пошуків альтернативних джерел енергії. Одним із таких напрямків, в якому ведуться інтенсивні дослідження в наш час, є виробництво біопалива із водоростей. Технологія приваблива ще і тим, що в процесі біосинтезу з повітря поглинається CO<sub>2</sub>. Роботи

проводяться в США, Іспанії, Японії. На шляху до промислового впровадження технології отримання рослинної оливи із водоростей стоїть цілий ряд проблем.

Поряд з пошуком найбільш «врожайних» водоростей вивчаються варіанти вирощування їх у відкритих водоймищах і в спеціальних біореакторах. Привабливим є використання природних водоймищ, але їх низька продуктивність ( $0,05 \text{ кг/м}^2$ ) вимагає великих площ, а процес біосинтезу не допускає різких коливань температури повітря. Для забезпечення сприятливого режиму вирощування можна використовувати викидне тепло ТЕЦ, але ж впровадження альтернативної енергетики має за мету відмову від таких технологій вироблення тепла.

Так, розрахунки американських дослідників показують, що 200000 га ставків можуть виробити паливо для річного споживання 5 % автомобілів в США. Непростою проблемою є також збирання «врожаю» на таких великих площах води.

Японськими спеціалістами створена пілотна установка з газовим електрогенератором, яка переробляє до 1000 кг водоростей на добу, продукуючи при цьому близько 9,8 кВт електроенергії. Питома теплота згоряння такого палива становить  $0,0098 \text{ кВт/кг}$ , що дуже мало в порівнянні з традиційними видами палива (таблиця 1).

**Таблиця 1 – Питома теплота згоряння найпоширеніших видів палива**

Паливо	Одиниця вимірювання	Питома теплота згоряння, кВт	Еквівалент природного газу, $\text{м}^3$
Соляр	л	11,9	1,288
Бензин	л	12,2	1,313
Газ природний	$\text{м}^3$	9,3	1,0
Вугілля кам'яне	кг	7,5	0,806
Солома	кг	4,3	0,469

Спеціалісти фірми «Боінг», вивчаючи перспективи використання рослинного масла, отриманого із водоростей, підрахували, що якби всі авіакомпанії світу станом на 2004 рік перейшли на 100 % використання біопалива, для його вирощування знадобилося б 3,4 млн. га земель.

Очевидно, що розробка промислової технології виробництва оливи із водоростей є непростою задачею. Проте перспективи використання біопалива не залишають сумнівів в її успішному вирішенні.

#### **Література**

1. <https://hlorella.jimdo.com>

Науковий керівник: доц. Дем'яненко Ю.І.

## **АНАЛІЗ ЕФЕКТУ ВИКОРИСТАННЯ ПРОЗОРИХ ІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯЧНОГО ПОЛІМЕРНОГО РІДИННОГО КОЛЛЕКТОРА**

**Халак В.Ф., аспірант**

**Одеська національна академія харчових технологій**

Системи для абсорбційного охолодження і кондиціонування повітря на основі сонячних колекторів пред'являють певні вимоги до типу колекторів, з яких найбільш поширеними є плоскі сонячні колектори..

Для виготовлення основних елементів, таких як матеріал теплоприймача сонячного колектора, традиційно використовується мідь і алюміній (через їх високу теплопровідність), а також скло в якості прозорого покриття. У цих матеріалів є свої переваги (такі як високий ККД), Однак для них властиві наступні недоліки: висока вартість, велика сумарна вага колектора, схильність до корозії теплоприймача, і крихкість прозорого покриття.

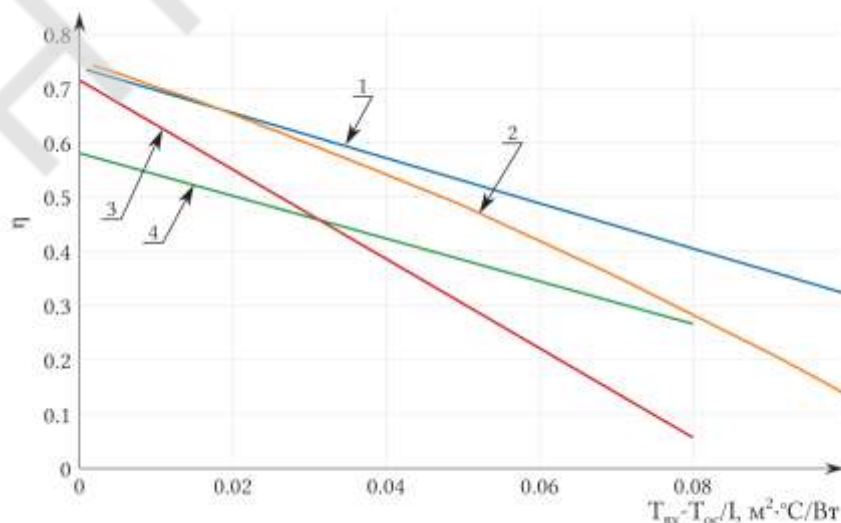
Альтернативною заміною металевим елементам сонячного колектора могли б стати їх полімерні еквіваленти, основними вимогами до яких є стійкість до шкідливих факторів середовища експлуатації і мінімальна товщина.

Важливим завданням поряд з вибором матеріалу є збільшення ефективності сонячного колектора, якого можна досягти без збільшення товщини ізоляції, за рахунок зменшення конвективних втрат у повітряному зазорі, в чому і полягає передбачуване дослідження.

Автором раніше було проведено дослідження щодо вибору полімерного матеріалу теплоприймача і прозорого покриття [1]. Основною вимогою до теплоприймача була його стійкість до тривалого впливу гарячої води. Цій вимозі задовольняють полікарбонат, поліпропілен, поліфеніленсульфід, і АБС пластик. Критеріями ж для пошуку матеріалу прозорого покриття були його стійкість до впливу ультрафіолетового випромінювання і досить висока (щодо інших прозорих пластиків) світлопроникність покриття. Цим критеріям відповідали полікарбонат і поліметилакрилат з захисним покриттям від ультрафіолету. Найкращим матеріалом за властивостям і доступності на ринку є полікарбонат, тому його використання підходить для дослідження характеристик колектора.

Шляхом використання полімерних вставок в сонячному колекторі можна досягти зменшення радіаційних та конвективних втрат тепла в повітряному зазорі, що підтверджується багатьма дослідженнями. Література в цій області посиляється в основному на матеріали з прозорими каналами (або стільниками) круглого, шестикутного, і квадратного перерізу, у повітряному зазорі розташовані по нормалі до теплоприймача. На Фіг. 1 першою (Ghoneim 2005) [2] і четвертої (Kessentini 2014) [3] позиціями позначені ККД металевих сонячних колекторів з полімерної вставкою, а другою (той же Ghoneim 2005) і третьою (Kessentini 2014) позиціями, відповідно, без такої.

Оскільки полікарбонат має поздовжні канали, автором планується експериментально дослідити замкнутий контур каналів в прозорому покритті і його вплив на зменшення конвективних втрат тепла. Інтерес представляє також вплив розташування прозорого покриття щодо теплоприймача та розміру каналів прозорого покриття на ефективність сонячного колектора.



1 і 2 – по роботі Kessentini (зі вставкою і без); 3 і 4 – по роботі Ghoneim (зі вставкою і без)

**Рис. 1 – Ефективність сонячних колекторів з полімерною вставкою і без неї**

Висновки. На підставі раніше виконаного дослідження, як матеріал теплоприймача і прозорого покриття полімерного сонячного колектора, автором був обраний полікарбонат, як найбільш задовольняючий умовам експлуатації, і з низьким термічним опірм зовнішніх і внутрішніх перегородок. Особливість форми каналів полікарбонату дозволяє використовувати його і для зменшення конвекції, і в якості прозорого покриття.

Надалі передбачається провести дослідження впливу розміру повітряного зазору між теплоприймачем і прозорим покриттям на ефективність полімерного сонячного колектора і виконання його у вигляді єдиної моноблочної структури. Істотним буде являтися оптимізація розмірів каналів прозорого покриття та теплоприймача.

### **Література**

1. Doroshenko A. V., Khalak V. F. The prospects of polymeric materials (PMs) in assembling the solar water-thermal collectors (SCs). Comparative data analysis and exploratory research of promising solutions // Refrigeration Engineering and Technology. 2018. – vol. 54. – № 1. – P. 95–105.
2. Kessentini H. et al. Development of flat plate collector with plastic transparent insulation and low-cost overheating protection system // Applied Energy. 2014. – vol. 133. – P. 206–223.
3. Ghoneim A.A. Performance optimization of solar collector equipped with different arrangements of square-celled honeycomb // International Journal of Thermal Sciences. 2005. – vol. 44. – № 1. P. 95–105.

Науковий керівник: Дорошенко О.В., д.т.н., проф., ОНАХТ

## **OPERATIONAL EFFICIENCY IMPROVEMENTS FOR REFRIGERATION SYSTEMS DURING SUMMER PERIOD**

**Nesterov P.S., Kosoy B.V.**

**Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa**

Nowadays Refrigeration Systems (RS) consume large amounts of electricity. That's why RS pay significantly to the running costs of businesses with substantial cooling requirements. Improving simple operational practices with minimum cost can contribute to reduction energy costs by 20% or even more. It becomes more important as a price is placed on greenhouse gas emission in future years and as energy prices rise. Its importance also relates to an increased focus on reducing fugitive emissions from industrial systems such as refrigerant gas.

It leads to a peak load on energy capacity in the summer, and has a disastrous effect on climate change, which in own turn leads to an increase in the maximum summer temperatures and their duration for the season. The latter factor causes an increased demand for cold, but at the same time an inevitable increase in the condensation temperature. Often it is accompanied by a destabilization of the refrigeration machine performance, up to an extreme fall in cooling capacity. As a result, the economy and the environment suffer.

There are many ways to solve problem. One of them is the air condensers use with additional sections for refrigerant subcooling after the receiver, depending on the climatic conditions at the place of installation and on influence variables which are derived with the dimensioning (yearly temperature variations, RS load characteristics). In this case, a slight subcooling of the refrigerant can be achieved, which leads to a cooling capacity increase (usually by 3-5%).

The deluging water circuit guided through the upper side of both coils ends in an open channels which provides water on the outside of the fins where it is partially evaporated. Due to this, the temperature of the circulating air is reduced to the temperature by a wet bulb thermometer, which in own turn reduces the condensation temperature by several degrees ( $\Delta t = 10-5^{\circ}\text{C}$ ). It is

noticeable at low relative humidity, and in regions with a damp climate discussed measures do not help.

## **НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ВОДООХЛАДИТЕЛИ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ТИПА. РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ИХ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ**

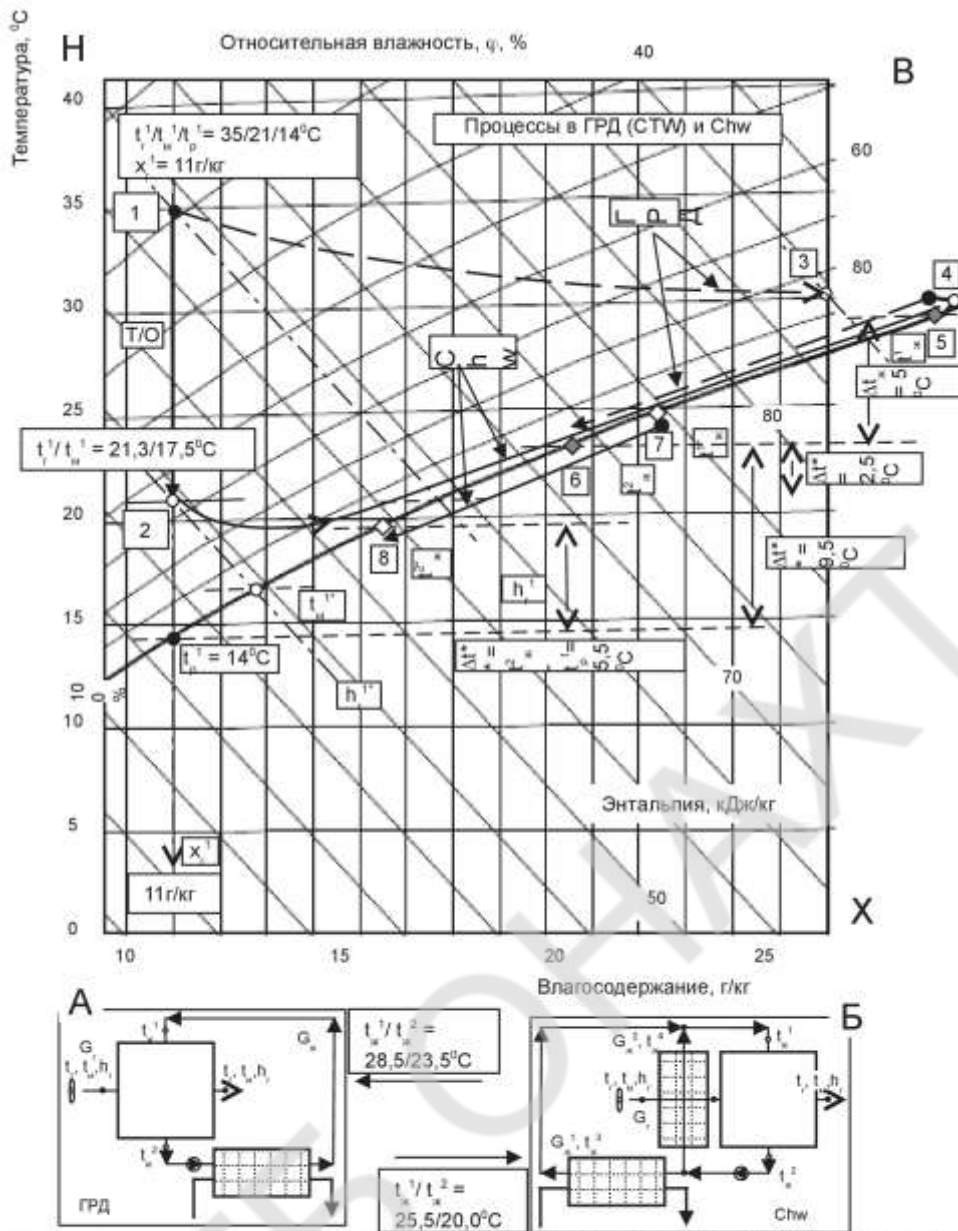
**Квитко Н.А., гр. ЕЕ-454**

**Одесская национальная академия пищевых технологий**

Интерес к возможностям испарительного охлаждения сред в последние годы неуклонно возрастает, что обусловлено их малым энергопотреблением и экологической чистотой [1-3]. Широкое практическое применение находят испарительные охладители ИО прямого типа (воздухоохладители и водоохладители-градирни ГРД, cooling tower, СТW) и непрямого типов (воздухо- и водоохладители НИО, indirect evaporative cooling, ИЕС). Возможности таких охладителей по достигаемому температурному уровню охлаждения ограничены температурой наружного воздуха по мокрому термометру  $t_m$ , являющейся естественным пределом охлаждения, их эффективность существенно зависит от местных климатических условий. Областью практического применения методов ИО являются энергетические системы, холодильные системы и системы кондиционирования воздуха. Значительный интерес в последние годы вызывают ИО со сниженным пределом испарительного охлаждения сред [1-3].

**Разработка водоохладителей со сниженным пределом испарительного охлаждения Chw.** На рис. 1А и Б приведены схемные решения испарительных водоохладителей, градирни ГРД (А) и водоохладителя-чиллера Chw (Б). На рис. 1Б представлено решение для водоохладителя Chw, выполненное по отдельной схеме с вынесенным воздухо-водяным теплообменником. При снижении температуры поступающего в ИО воздуха, при его неизменном влагосодержании, понижается и значение предела испарительного охлаждения. Для Chw предел охлаждения теоретически снижается до температуры точки росы наружного воздуха  $t_{p1}$ .

**Сравнительный анализ возможностей испарительных водоохладителей, градирни ГРД и чиллера Chw.** Изучались сравнительные возможности испарительных водоохладителей, градирни ГРД и чиллера Chw. Основой для сравнительного анализа послужили опытные данные, ранее полученные в ОГАХ [1]. В ТМА использовалась насадка многоканальной структуры, выполненная из полимерных материалов. На рис. 1В на диаграмме Н-Х влажного воздуха приведен сравнительный анализ возможностей испарительных водоохладителей: градирни ГРД (СТW) и разработанного водоохладителя-чиллера Chw при условии  $l = G_r/G_{ж} = 1.0$  для обеих схем охладителей. Для чиллера Chw дополнительно принято соотношение расходов жидкости в основных контурах охлаждения, - в водо-водяном и водо-воздушном теплообменниках:  $l^* = G_{ж1}^1/G_{ж2}^2 = 1,0$ . Состояния воды условно показано точками на кривой насыщения. Использование Chw позволяет охладить воду ниже  $t_{m1}$  наружного воздуха.



**Рисунок 1.** Анализ возможности испарительных водоохлаждателей: градирни ГРД (СТW) и водоохлаждателя-чиллера Chw. Условия сравнения;  $l = G_r/G_{ж} = 1,0$  для обеих схем охладителей ( $l^* = G^1/G^2 = 1,0$ ).

Обозначения: 1-3, 5-6 – процессы в ГРД; 1-2-4 и 7-8 процессы в Ch-Rw (изменения состояния воздуха и воды). Состояния воды показано условно точками на кривой насыщения

### Литература

1. Doroshenko A., Shestopalov K., Khliyeva O. Development of new schematic solutions and heat and mass transfer equipment for alternative solar liquid desiccant cooling systems, International Sorption Heat Pump Conference 2014, March 31 - April 2, 2014, Washington.
2. Maisotsenko V., Lelland Gillan, M. 2003, The Maisotsenko Cycle for Air Desiccant Cooling 21st International Congress of Refrigeration IIR/IIF, Washington, D.C.
3. Hakan Caliskan, Arif Hepbasli, Ibrahim Dincer, Valeriy Maisotsenko Thermodynamic performance assessment of a novel air cooling cycle: Maisotsenko cycle International Journal of Refrigeration 34 ( 2011 ) 980 – 990

Научный руководитель: Дорошенко А.В., д.т.н., проф., ОНАПТ

# БІОГАЗ З МІСЦЬ ЗАХОРОНЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ЯК НЕТРАДИЦІЙНЕ ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ

Крекотень Є. Г., студент V курсу факультету ІРЕН  
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Відомо, що тверді побутові відходи (ТПВ) як суміш органічних речовин різного походження, є нетрадиційним висококалорійним паливом, яке не поступається за енергетичними показниками традиційному бурому вугіллю. При отриманні енергії зі сміття одночасно вирішується питання ТПВ.

Паливо, що отримується із звичайного сміття, буває: газоподібне (біогаз, який містить метан); тверде; рідке.

На сьогодні в різних країнах створюються сміттепереробні заводи, обладнані спеціальними сховищами, облаштованими для правильного зберігання твердих побутових відходів з метою отримання з них біогазу. Однак, низькокалорійне газоподібне паливо погано піддається транспортуванню, і тому воно, як правило, використовується безпосередньо на місці його видобутку для виробництва теплової та електричної енергії.

Тверде паливо з ТПВ є висококалорійною фракцією, яка складається з побутових відходів. Даний вид палива знайшов широке застосування як дешевий замітник горючих корисних копалин. Воно може замінювати такі ресурси як: буре вугілля, кам'яне вугілля, нафтопродукти, деревина.

Рідке паливо – синтетичне дизельне паливо, яке можна використовувати в двигунах внутрішнього згорання. Причому, воно вигідно відрізняється від дизельного палива, одержуваного на основі нафтопереробки, оскільки воно не має у своєму складі сірки, яка засмічує двигуни, що у свою чергу негативно позначається на їхній довговічності.

Одним з основних способів видалення ТПВ у всьому світі залишається їх захоронення у приповерхневому геологічному середовищі. В цих умовах відходи піддаються інтенсивному біохімічному розкладанню з утворенням звалищного газу (біогазу) [1-5]. До основних компонентів біогазу відносять не тільки парникові гази (метан та діоксид вуглецю), але і такі токсичні сполуки як оксид вуглецю, оксиди азоту, сірководень, діоксид сірки [6].

В результаті анаеробного (при повній відсутності кисню) розкладання органічної фракції відходів із загальної кількості метану, який щорічно надходить в атмосферу, 40...70 % утворюється в результаті антропогенної діяльності, причому 20 % з них припадають на об'єкти захоронення ТПВ. Підраховано, що з однієї тонни ТПВ утворюється близько 200 м<sup>3</sup> біогазу. При цьому перші 15...20 років при розкладанні однієї тонни ТПВ виділяється до 7,5 м<sup>3</sup> біогазу на рік. Надалі інтенсивність виділення біогазу різко скорочується.

В залежності від вмісту метану біогаз має питому теплоту згорання в межах від 15 до 25 МДж/м<sup>3</sup> (3600...4800 ккал/м<sup>3</sup>), що відповідає 50 % теплоти згорання природного газу. У середньому теплота згорання біогазу становить 4200 ккал/м<sup>3</sup>. По теплоті згорання 1 м<sup>3</sup> біогазу еквівалентний: 0,8 м<sup>3</sup> природного газу, 0,7 кг мазуту або 1,5 кг дров.

Біогаз є однією з причин спалаху ТПВ на полігонах і звалищах. При вмісті в повітрі від 5 до 15 % метану і 12 % кисню утворюється вибухонебезпечна суміш. Контролювати ж концентрацію метану та інших компонентів біогазу можна за допомогою газоаналізатора, який детально розглянутий та описаний у роботі [7].

Спалювання відходів вимагає дорогих систем очищення, тому більш широко поширене у всьому світі полігонне захоронення твердих побутових відходів [8]. Хоча для енергетики розвинених країн використання біогазу (ТПВ) не має вирішального значення, але нехтувати цим джерелом не слід як з екологічних, так і з економічних міркувань, що підтверджується досвідом багатьох держав. На даний час загальна кількість використовуваного біогазу становить приблизно 1,2 млрд. м<sup>3</sup>/рік, що еквівалентно 429 тис. т метану, або 1 % його глобальної емісії.

Всього у світі на даний час використовується або розробляється близько 60 різновидів біогазових технологій. Середній час експлуатації однієї свердловини становить 15 років, орієнтовний термін окупності проекту становить 4...5 років.

Біогаз виникає внаслідок розкладання органічної субстанції бактеріями [9, 10]. Різні групи бактерій розкладають органічні субстрати, які складаються переважно з води, білка, жиру, вуглеводів і мінеральних речовин на їх первинні складові – вуглекислий газ, мінерали і воду. Як продукт обміну речовин при цьому утворюється суміш газів, яка отримала назву біогаз. Горючий метан (CH<sub>4</sub>) становить від 5 до 85% та є основною складовою біогазу, а отже і основним енергомістким компонентом.

Енергоємність біогазу безпосередньо залежить від концентрації в ньому метану. Метан безбарвний, нетоксичний газ, він легше за повітря, не має запаху. При спалюванні метану утворюється двоокис вуглецю та водяна пара. При вмісті понад 60 % метану біогаз вважається дуже цінним паливом.

Таким чином, видобування біогазу як нетрадиційного джерела енергії в місцях захоронення ТПВ дозволяє досягнути додаткової енергетичної вигоди, збільшення паливно-енергетичного потенціалу та енергетичної незалежності України.

### Література

1. Березюк О.В. Регресія площі полігону твердих побутових відходів для видобування звалищного газу / О.В. Березюк, М.С. Лемешев // Мир науки и инноваций. – Иваново : Научный мир, 2015. – Т. 5. – № 1 (1). – С. 48-51.
2. Березюк О.В. Виявлення параметрів впливу на питомий об'єм видобування звалищного газу / О.В. Березюк // Вісник ВПІ. – 2012. – № 3. – С. 20-23.
3. Березюк О.В. Моделювання ефективності видобування звалищного газу для розробки обладнання та стратегії поводження з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – № 6. – С. 21-24.
4. Березюк О.В. Розробка математичної моделі прогнозування питомого потенціалу звалищного газу / О.В. Березюк // Вісник ВПІ. – 2013. – № 2. – С. 39-42.
5. Березюк О.В. Моделювання поширеності способів утилізації звалищного газу для розробки обладнання та стратегії поводження з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 5. – С. 65-68.
6. Березюк О.В. Моделирование состава биогаза при анаэробном разложении твердых бытовых отходов / О. В. Березюк // Автоматизированные технологии и производства. – 2015. – № 4 (10). – С. 44-47.
7. Кречотень Є.Г. Вимірювач концентрації вибухонебезпечних газів у повітрі / Є. Г. Кречотень, О.В. Березюк // Пожежна та техногенна безпека : наука і практика : матеріали Всеукр. наук-практ. конф. курсан. і студ., 15-16 травня 2018 р. – Черкаси, 2018. – С. 162-163.
8. Березюк О.В. Визначення параметрів впливу на шляхи поведінки з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : Науково-технічний збірник. – 2011. – № 2 (10). – С. 64-66.
9. Березюк О.В. Порівняння динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час компостування / О. В. Березюк, Л. Л. Березюк // Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Техногенно-екологічна безпека України : стан та перспективи розвитку», м. Ірпінь, 10-20 листопада 2015 р. – Ірпінь : НУДПСУ, 2015. – С. 218-220.
10. Березюк О.В. Побудова моделей залежності концентрацій сапрофітних бактерій у ґрунті від відстані до полігону захоронення твердих побутових відходів / О.В. Березюк, Л.Л. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2017. – № 1. – С. 36-39.

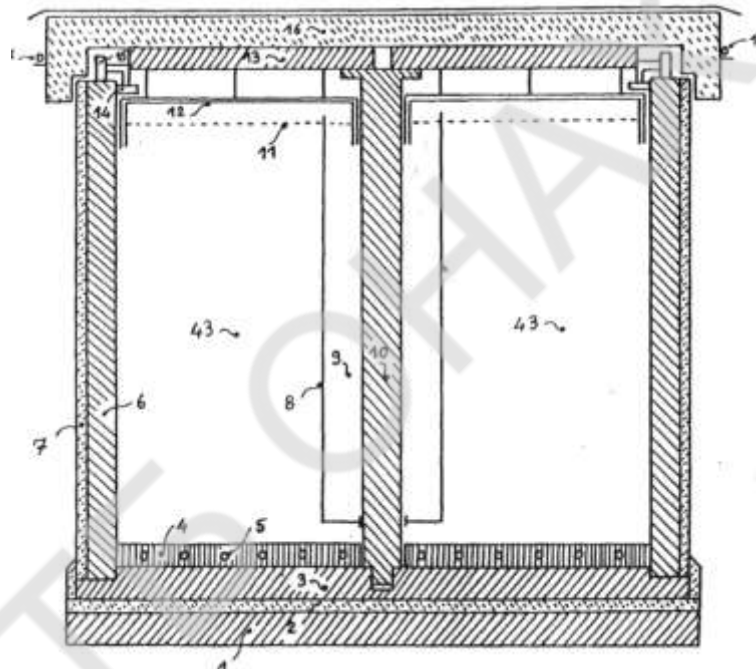
Науковий керівник: Березюк О. В., к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет

# РОЗРОБКА БІОГАЗОГЕНЕРАТОРА, ЩО ВИКОРИСТОВУЄ РОСЛИННУ СИРОВИНУ НА МЕЗОФІЛЬНОМУ РІВНІ ТЕМПЕРАТУР

Козирєв Д. О., студент 1 курсу магістратури ОНАХТ  
Одеська національна академія харчових технологій

Дана робота присвячена вивченню особливостей процесу анаеробного зброджування і розробці біогазової установки для отримання біогазу на мезофільному рівні температур із рослинної сировини в умовах півдня України.

Критерієм для вибору рослинної сировини служить показник її середньої ефективної продуктивності, який дає змогу оцінити енергетичний потенціал тієї чи іншої культури в якості джерела для виробництва біопалива. Для умов півдня України проведено дослідження характерних для цього регіону вирощування енергетичних культур та в результаті порівняння показника їхньої ефективної продуктивності вибрані культури з найвищими показниками: кукурудза, солодке сорго та цукровий буряк, біомаса яких і поступатиме в біогазову установку.



**Рис. 1 – Схема біогазогенератора**

Запропоновано ефективну і надійну конструкцію біогазогенератора великої потужності, що відрізняється поєднанням систем завантаження свіжого субстрату, вивантаження відробленого субстрату з системою постійного гідравлічного і механічного перемішування в одному конструктивному елементі.

Проведено конструкторський і тепловий розрахунки та розрахунки на міцність, а також підбір обладнання для біореактора, призначеного для бродіння рослинного субстрату.

Науковий керівник: Бошков Л.З. ,к.т.н., доцент, кафедра ТДтаВЕ, ОНАХТ

# МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗЕРНОСУШАРОК ЕЛЕВАТОРІВ З ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ПІДГРІВАЧІВ ПОВІТРЯ

Люльчак О.Ю., студент 1 курсу магістратури ОНАХТ  
Одеська національна академія харчових технологій

Використання відновлюваних джерел енергії є одним з магістральних напрямків підвищення енергоефективності та екологічності існуючих технологій сушіння зерна. Однією з економічно обґрунтованих ідей у цьому напрямку є попередній підігрів повітря, що потім використовується у якості окислювача органічного палива (природний газ, мазут, біомаса). Головна перевага цієї ідеї полягає у відсутності потреб зміни технологічного процесу сушіння в працюючих сушарках різного типу.

Створення на базі існуючого силосу елеватора сонячного підігрівача повітря, яке потім направляється безпосередньо в топку, дає додаткову можливість економії викопного палива до 28 %. При використанні навколишніх порожніх земельних ділянок для розташування повітряних сонячних колекторів економія може скласти до 50 % палива.

Розроблена працездатна конструкція модернізованої зернової сушарки ДСП-32 ОТ для умов Любашівського елеватора.



**Рис. 1 – Система повітряних сонячних колекторів**

Запропоновано ряд рішень для сонячного повітропідігрівача, що відрізняються матеріалами і конструктивним виконанням абсорбера і ізолюючого прозорого покриття. Принципово новим елементом сонячного повітропідігрівача є двостороннє омивання абсорбера потоком повітря, що дозволяє підвищити ефективність відведення тепла від абсорбера і знизити температуру на стінці силосу.

Розроблено методику розрахунку процесів теплообміну в сонячному повітропідігрівачі і проведені відповідні перевіірочні, конструктивні розрахунки. Новизна методики полягає в описі процесу теплообміну при двосторонній вимушеної конвекції в комбінації з двостороннім променистим теплообміном на відміну від звичайного випадку комбінації вільної конвекції і променистого теплообміну з одного боку і теплопровідності з іншого боку абсорбера.

Науковий керівник: Бошков Л.З. ,к.т.н., доцент, кафедра ТДтаВЕ, ОНАХТ

# КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВЛАСНИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АГРОГОСПОДАРСТВ СЕРЕДНЬОГО РОЗМІРУ В УМОВАХ УКРАЇНИ

Голюк В.В., студент 1 курсу магістратури  
Одеська національна академія харчових технологій

Робота присвячена рішення актуальної проблеми отримання біогазу з відходів сільськогосподарського виробництва та його ефективному використанню у когенераційних установках.

Базовим об'єктом дослідження є багатогалузеве фермерське господарство, напрямки діяльності якого підходять для впровадження біогазової та когенераційної установок. Однак розроблені методики та отримані результати можуть бути поширені на широкую групу середніх фермерських господарств, які займаються одночасно рослинництвом відкритого та закритого ґрунту і тваринництвом.

Використання відходів тваринництва дозволяє у запропонованому варіанті забезпечити потреби теплиць у теплі і електроенергії шляхом перетворення відходів у біогаз, що потім використовується у когенераційній установці для вироблення електричного струму та теплової енергії.

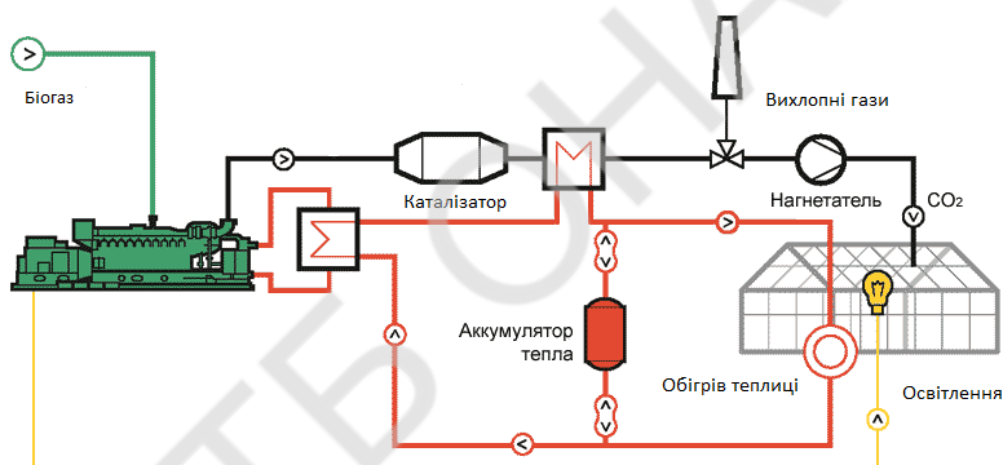


Рис. 1 – Схема освітлення, підживлення CO<sub>2</sub> та обігріву теплиці від когенераційної установки

Основними етапами роботи були аналіз енергоспоживання на об'єкті дослідження, розробка системи енерго- і тепlopостачання об'єкта дослідження, розробка біогазогенератора для запропонованої енергосистеми, оцінка ефективності використання запропонованих систем.

Результати роботи можуть бути використані при розробці реального інвестиційного проекту в сільському господарстві по впровадженню когенераційної установки, що працює на біогазі.

Науковий керівник: Бошков Л.З. ,к.т.н., доцент, кафедра ТДтаВЕ, ОНАХТ

# ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ РОЗЛИВАХ НАФТИ ТА НАФТОПРОДУКТІВ

Артьоменкова В.О., студентка  
Одеська національна академія харчових технологій

З початку ХХ століття частка використання нафти і нафтопродуктів в світовій енергетиці неухильно зростає. Внаслідок віддаленості регіонів видобутку від основних споживачів виникає необхідність транспортування значних обсягів нафти на великі відстані. Всі об'єкти з видобутку, переробки і транспортування нафти і нафтопродуктів є потенційними джерелами загроз екологічної безпеки.

Природне середовище забруднюють головним чином сира нафта, палива, масла, нафтові бітуми, сажа. Найбільш поширені перші дві групи рухомих нафтопродуктів. Вплив сирової нафти на природні об'єкти визначається токсичністю її основних компонентів.

Локалізація і ліквідація аварійних розливів нафти і нафтопродуктів передбачає виконання багатофункціонального комплексу задач, реалізацію різних методів і використання технічних засобів. Незалежно від характеру аварійного розливу нафти та нафтопродуктів (ННП) перші заходи по його ліквідації повинні бути направлені на локалізацію плям по запобіганню розповсюдження подальшого забруднення нових ділянок і зменшення площі забруднення.

Основними засобами локалізації розливів ННП в акваторіях є бонові загородження. Бонові загородження (бони) – це плавучі огорожі, мета яких локалізувати поширення нафтопродуктів і водонерозчинних забруднюючих речовин по поверхні води. Також бони використовуються для тралення (транспортування) плям розливу рідких вуглеводнів (нафти), жирів і інших органічних сполук до місця їх вилучення.

Бонові загородження забезпечують ефективну локалізацію можливих зон розливу і переміщення нафти в акваторії портів, водосховищах, затонах, річках, у відкритому морі, а також використовуються для огороження нафтоналивних суден в процесі вантажних операцій, тим самим, забезпечуючи надійний захист від забруднення водних акваторій.

Бонові загородження виготовляються зі спеціальної тканини, що володіє високою міцністю, стійкістю до дії кислот, лугів, нафти і нафтопродуктів. Конструкція з'єднань забезпечує оперативне розгортання бонових загороджень.

Основні види бонових загороджень:

— бони постійної плавучості. Призначені для локалізації аварійних розливів нафти в водосховищах, затонах, річках, акваторіях портів, а також для оперативного огорожі судів при прийомі палива, при вантажних операціях нафтоналивних суден;

— аварійні бонові загородження. Призначені для локалізації розливів нафти, що виникають у разі аварії на судах всіх призначень при переходах по внутрішнім водам. Використовується для локалізації аварійних розливів нафти в водосховищах, затонах, річках, акваторіях портів, а також для оперативного огорожі судів при прийомі палива, при вантажних операціях нафтоналивних суден;

— спливаючі бонові загородження. Встановлюються один раз на багато років. Після установки з них дистанційно випускається повітря, бони лягають на ґрунт і не перешкоджають судноплавству. У разі необхідності в бонове загородження з причалу дистанційно подається повітря, бони спливають і на поверхні набувають задану форму;

— вогнестійкі бонові загородження. Призначені для спалювання нафти на поверхні води;

— універсальні бонові загородження. Складаються з двох автономних вертикально розташованих і з'єднаних між собою оболонок: повітряної і водонаполнювальної. Вертикальна компоновка повітряної оболонки над водонаполнювальною дозволяє сформувати надводний борт (повітряна оболонка) і підводну частину – спідницю бона (водонаполнювальна оболонка).

Основними методами ліквідації розливів нафти і нафтопродуктів є:

- термічний;
- механічний;
- фізико-хімічний;
- біологічний.

Механічний метод є одним з основних, що застосовуються в даний час. Найбільш ефективно його застосування на самому початку розливу (в перші його години), оскільки товщина нафтового шару в цей момент – найбільша. Відділення ННП від води сильно ускладнюється, якщо товщина шару маленька, площа поширення плями – велика, і сам шар постійно переміщається під дією течії і вітру. Механічне очищення також утруднена в портових акваторіях і на верфях, поверхня води яких сильно забруднена різного роду сміттям, дошками і тріскою.

Термічний метод, заснований на випалюванні шару нафти, застосовується при достатній товщині шару і безпосередньо після забруднення, до утворення емульсій з водою. Цей метод, застосовується в поєднанні з іншими методами ліквідації розливу.

Фізико-хімічний метод з використанням диспергентів і сорбентів аналізується як ефективний в тих випадках, коли механічний збір ННП неможливий, наприклад при малій товщині плівки або коли розлилися ННП представляють реальну загрозу найбільш екологічно вразливих районів.

Біологічний метод використовується після застосування механічного та фізико-хімічного методів при товщині плівки не менше 0,1 мм. Кількість живих мікроорганізмів, які можуть асимілювати вуглеводневі сполуки, досить мало. В основному це – бактерії роду *Pseudomonas*, а також деякі види дріжджів і грибків. Як правило, такі мікроорганізми – жорсткі аероби.

Кожна надзвичайна ситуація, обумовлена аварійним розливом нафти і нафтопродуктів, відрізняється певною специфікою. Багатофакторність системи "нафта-навколишнє середовище" часто ускладнює прийняття оптимального рішення щодо ліквідації аварійного розливу.

Проте, аналізуючи способи боротьби з наслідками розливів і їх результативність стосовно до конкретних умов, можна створити ефективну систему заходів, що дозволяє в найкоротші терміни ліквідувати наслідки аварійних розливів ННП і звести до мінімуму екологічні збитки.

### **Література**

1. Кормак Д. Борьба с загрязнением моря нефтью и химическими веществами. – М.: Транспорт, 1989. – 365 с.
2. Бондарець Ю.В. Аналіз технологій ліквідації нафторозливів із застосуванням сорбентів на основі торфового моху роду *Sphagnum*/ Ю.В. Бондарець, О.Л. Матвеева // Проблеми екологічної біотехнології. 2013. – № 1. – [Електронний ресурс]
3. Веприкова Е.В. Особенности очистки воды от нефтепродуктов с использованием нефтяных сорбентов, фильтрующих материалов и активных углей /Е.В. Веприкова, Е.А. Терещенко, Н.В. Чесноков и др. // *Jornal of Siberian Federal University. Chemistry*. 2010. – №5. – С. 285–304.
4. Воробьев Ю.А. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов / Ю.А. Воробьев, В.А. Скимов, Ю.И. Соколов. – М.: Иноктаво, 2005. – 368 с.

Науковий керівник: д.т.н., проф. Якуб Л.М., ОНАХТ

# ПРЯМИЙ ТА НЕПРЯМИЙ ВНЕСОК ХОЛОДИЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ У ЗАГАЛЬНУ ЕМІСІЮ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

Медведенко Т.І., студентка  
Одеська національна академія харчових технологій

Холодильна промисловість до нещодавнього часу не розглядалася як галузь, яка чинить значне антропогенне навантаження. Дійсно, значного локального забруднення навколишнього середовища при експлуатації холодильних систем (за виключенням аміачних) не спостерігається. Але в останні роки холодильна промисловість розвивається у рамках таких екологічних міжнародних законодавчих актів, як Монреальський протокол (обмеження використання озоноруйнівних речовин) та Кіотський протокол (зниження емісії парникових газів - ПГ).

Питання переведення холодильного обладнання на використання озононеруйнівних холодоагентів можна вважати практично вирішеним. Але з дотриманням вимог Кіотського протоколу все набагато складніше. Холодильна промисловість належить до галузі, яка вносить значний прямий та непрямий внески у глобальні кліматичні зміни.

З одного боку екологічні проблеми холодильної промисловості пов'язані з використанням холодоагентів, частина яких належить до речовин, що руйнують озоновий шар (холодоагенти, що містять хлор у молекулі), причому більшість є речовинами з досить високим значенням потенціалу глобального потепління (GWP). З іншого боку холодильна промисловість споживає багато електричної енергії. У відповідності до звіту UNEP-2014 при виробництві штучного холоду різного температурного рівня в розвинених країнах споживається від 10 до 30 % всієї потрібної країні електроенергії. Велике споживання електроенергії сприяє забрудненню навколишнього середовища при її виробництві та непрямому вкладу в емісію ПГ. Відомо, що основна доля антропогенної емісії ПГ припадає на виробництво електроенергії при спалюванні органічного палива.

Останні роки все більше уваги приділяється переходу на використання так званих «природних» холодоагентів з низьким потенціалом глобального потепління: вуглеводнів (ізобутан, пропан), аміак, CO<sub>2</sub>. Але питання повної відмови від використання фторвуглеводневих холодоагентів, які мають високе значення потенціалу глобального потепління, не вирішено.

Так, перехід на використання холодоагенту R600a (ізобутану) сприяє з одного боку підвищенню енергоефективності холодильного обладнання (холодоагент забезпечує достатньо високе значення холодильного коефіцієнта) та зниженню прямого вкладу в емісію ПГ (холодоагент має низьке значення GWP), але з іншого боку веде до підвищення матеріалоемності обладнання у зв'язку з необхідністю забезпечення заходів пожежної безпеки (холодоагент є горючим). А це, в свою чергу, сприяє збільшенню непрямой емісії ПГ на етапі виготовлення обладнання. З урахуванням цієї обставини, обладнання на «природних» холодоагентах з низьким значенням GWP, не завжди є більш екологічно чистим, якщо аналізувати його життєвий цикл. Тому при модернізації будь-якого обладнання з метою підвищення його енергоефективності та зниження вкладу в емісію ПГ необхідно проводити аналіз антропогенного впливу за життєвий цикл холодильного обладнання з використанням екологічних індикаторів.

Науковий керівник: к.т.н., доц. Хлієва О.Я., кафедра теплофізики та прикладної екології, ОНАХТ

# **БОРОТЬБА З ВИТРАТАМИ НАФТОПРОДУКТІВ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ГАЗОВРІВНЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТА ГАЗОВОЇ ОБВ'ЯЗКИ**

**Гнатівський А.С.**

**Одеська національна академія харчових технологій**

На кожному підприємстві, яке відносить себе до нафтогазової галузі мають впроваджуватися заходи, щодо зменшення кількості витрат нафтопродуктів. Витрати можуть бути зумовлені як хімічними властивостями нафтопродуктів, так і технологічними процесами, які відбуваються на підприємстві.

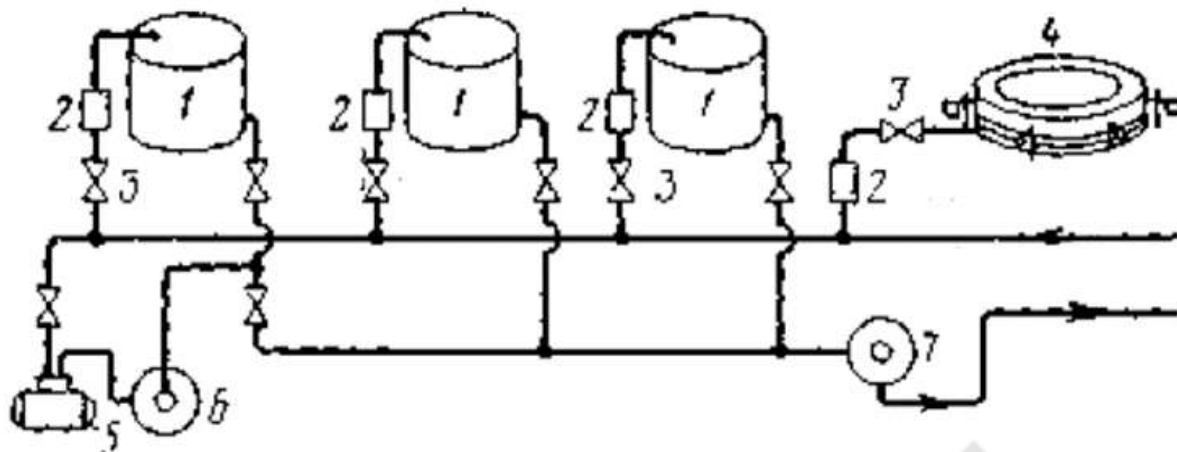
Більш ретельно слід розглядати кількісно-якісні витрати, які головним чином відбуваються при стаціонарному зберіганні того чи іншого нафтопродукту у резервуарі. Витрати у цьому випадку відбуваються через випаровування, а саме через “скидання” утвореної газо-повітряної суміші у довкілля.

Інтенсивність утворення цієї суміші залежить від добових коливань температури. Одним із методів зменшення амплітуди цих коливань є фарбування резервуару світло-відбиваючою фарбою, однак цей спосіб не гарантує повної ліквідації сумішоутворення, в наслідок чого, тиск у резервуарі досягне критичного значення і суміш доведеться “скидати” в довкілля.

Як один з методів боротьби зі втратами нафтопродуктів використовують газову обв'язку резервуару з додатковими газгольдерами [1,2]. Ідея цієї системи полягає у тому, що газо-повітряна суміш замість того, щоб знаходитися в резервуарі, та “чекати” поки вона буде скинута в атмосферу перетікає від того резервуару, який заповнюється у той, що спорожняється (рис.1). На відміну від використання для тимчасового зберігання порожніх резервуарів, використання газової обв'язки дозволяє вирішити ряд питань: по-перше-це економічно не вигідно, коли резервуар на нафтобазі не використовується за прямим призначенням, по-друге, якщо нафтобаза має великий річний обіг нафтопродуктів, то резервуари в основному великих об'ємів, а це зайві фінансові витрати на спорудження. Більш раціонально використовувати газгольдери, можуть бути як металевими, так і з синтетичних матеріалів, так звані “м'які”.

Додатково з газгольдерами може використовуватися система вловлювання легких фракцій [3]. При досягненні загального тиску в системі до заданої величини, вмикається компресорна установка вловлювання легких фракцій. Компресорна установка забезпечена теплообмінниками з зливними пристроями, автоматичною системою відведення конденсату, ємністю для накопичення конденсату і насосом для його перекачування. Принцип дії заснований на ступеневу стисненні газо-повітряної суміші з подальшим охолодженням, в результаті чого відбувається конденсація парів нафтопродукту. Конденсат збирається в накопичувальній ємності, з якої закачується в резервуар під шар продукту. При використанні подібної комбінації систем процес зменшення витрат стає більш оптимізованим, однак суттєво дорожчає.

Альтернативою газовій обв'язці може служити газорівнювальна система, яке має схожий характер, однак не має у своєму складі газгольдерів, тобто уся газо-повітряна суміш рівномірно розподіляється поміж резервуарами, які знаходяться в обв'язці. Однак умовою її ефективного функціонування виступає той факт, що кількість операцій з наповнювання та спорожнення резервуарів буде рівним. При невиконанні цієї умови надлишок газо-повітряної суміші витісняється у атмосферу.



1 – резервуар; 2 – вогневий запобіжник; 3 – запірна засувка; 4 – газозбірник; 5 – збірник конденсату; 6 – насос для відкачування конденсату; 7 – насос для наливу (зливу) нафтопродукту

**Рис. 1 – Схема газової обв'язки резервуарів, підключених до транспортної ємності**

Фактором безпечного функціонування обох систем є забезпечення герметичності з'єднання резервуарів між собою та з газгольдерами, якщо це необхідно.

З екологічної точки зору обидві системи є безпечними для довкілля, адже суміш, при виконанні усіх вимог не потрапляє в атмосферу, а отже, не забруднює навколишнє середовище.

#### Література

1. Борьба с потерями нефтепродуктов при их транспортировке и хранении / Абузова Ф.Ф., Бронштейн И.С., Новоселов В.Ф. и др. – М.: Недра, 1981, – 248 с.
2. Бунчук В.А. Транспорт и хранение нефти, нефтепродуктов и газа. – М.: «Недра», 1977, – 366 с.
3. Шалай, В.В. Проектирование и эксплуатация нефтебаз и АЗС: учеб. Пособие / В.В. Шалай, Ю.П. Макушев. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – 296 с.

Науковий керівник: к.т.н., ст. викл. Георгієш К.В., ОНАХТ

## **ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНОГО КОМПРЕСОРНОГО МАСТИЛА З ДОБАВКАМИ ФУЛЕРЕНУ C<sub>60</sub> У ПОБУТОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПРИЛАДАХ**

Середа Д.О., студентка

Одеська національна академія харчових технологій

Ефективність роботи холодильного встаткування визначається, перш за все, застосуванням робочим тілом. Тому створення нових холодоагентів та компресорних мастил, що відповідають сучасним еколого-енергетичним вимогам, є актуальним напрямком розвитку холодильної промисловості. На цьому шляху перспективним є впровадження нанотехнологій, оскільки робочі тіла-наноплюїди (нанохолодоагенти, наномастила) можуть мати більш досконалі теплофізичні й теплопередавальні властивості та трибологічні характеристики порівняно з базовими речовинами.

Впровадження нанотехнологій при створенні нових альтернативних робочих тіл і теплоносіїв на базі вже застосовуваних у холодильній техніці технічних рідин дозволяє

підвищити значення показників енергетичної ефективності холодильної техніки, збільшити коефіцієнти теплопередачі в апаратах холодильного встаткування.

Незважаючи на те, що застосування у побутових холодильних приладах (ПХП) компресорних наномасил і нанохолодоагентів не потребує зміни конструкції обладнання, висновок про перспективи застосування нанотехнологій з метою підвищення енергоефективності ПХП має отримати обґрунтування з позицій еколого-енергетичного аналізу. Вартість компресорного мастила з добавками наночастинок окислів металів може суттєво зрости через складність його приготування, а вуглецеві наноматеріали (поверхнево-модифікований вуглець або фулерени) самі вирізняються високою вартістю.

Метою роботи є обґрунтування доцільності впровадження нанотехнологій у холодильну промисловість з позицій еколого-енергетичного аналізу.

Експериментальне дослідження впливу домішок фулерену  $C_{60}$  у робочому тілі на показники енергетичної ефективності компресорної системи показали, що вибір в'язкості компресорного мастила й наявність у ньому домішок фулерену дозволяють змінювати в досить широких інтервалах показники ефективності компресорної системи. Наявність домішок фулерену при їх вмісті 0,5 мас. ч., % у заправленому в компресор мастилi сприяє зниженню споживаної потужності в середньому на 4 % в інтервалі витрат робочого тіла від  $0,202 \cdot 10^{-3}$  до  $0,404 \cdot 10^{-3}$  кг/с.

Зменшення споживаної компресором енергії при додаванні у робоче тіло холодильної компресорної системи фулерену  $C_{60}$  пояснюється різними механізмами. Основним із них, імовірно, є утворення на третьових поверхнях фулерен-полімерної плівки, яка зменшує сили тертя між деталями компресора.

У проведеному дослідженні показано, що добавки фулерену  $C_{60}$  у мінеральне компресорне мастило в кількості 0,5 мас. ч., % призвели до зменшення індексу енергетичної ефективності побутового холодильника на 4,9 %, що свідчить про принципову можливість підвищення класу енергетичної ефективності ПХП при використанні наномасил з фулереном  $C_{60}$ .

Виконаний аналіз показує, що застосування компресорних масил з добавками наночастинок сприяє розв'язку завдання з підвищення еколого-енергетичної ефективності обладнання при незначному збільшенні витрат на виробництво ПХП, пов'язаному з підвищеною вартістю компресорних наномасил.

Науковий керівник: д.т.н., проф. Семенюк Ю.В., кафедра теплофізики та прикладної екології, ОНАХТ

## **ОГЛЯД ЗАСОБІВ БОРОТЬБИ ЗІ ВТРАТАМИ БЕНЗИНУ ПРИ ЗБЕРІГАННІ**

**Журавльова М.В.**

**Одеська національна академія харчових технологій**

Скорочення втрати від випаровування при зберіганні бензину різко скорочуються завдяки застосування понтонами та постійної герметизації резервуарів та інших елементів нафтотранспортної системи. Домогтися цього можна, якщо своєчасно усувати нещільності в конструкціях і сполучних швах резервуарів, постійно перевіряти наявність прокладок у всіх з'єднаннях труб, контролювати якість використовуваної апаратури.

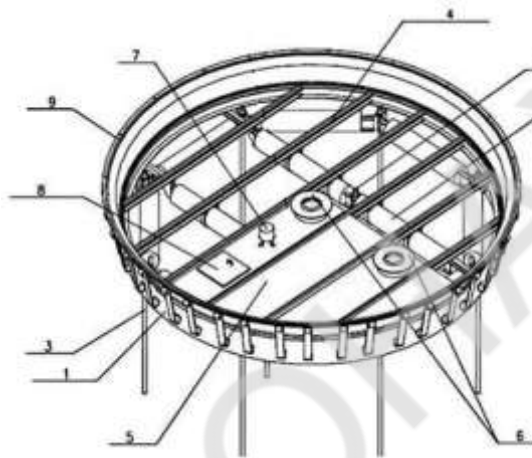
Хороша герметизація обладнання і споруд дозволяє одночасно вирішити три найважливіші завдання:

— скоротити втрати нафтопродуктів від випаровування і проток, зберігаючи їх якість і кількість;

— знизити пожежонебезпеку на території нафтобази; запобігти забрудненню навколишнього середовища [1].

Ще один спосіб зниження втрат нафти від випаровування полягає в максимальному заповненні всіх використовуваних резервуарів. Як показують розрахунки, річні втрати нафтопродуктів від випаровування при зберіганні в наземних металевих резервуарах у середній кліматичній зоні складають лише 0,3 % від обсягу резервуара при його заповнюванні на 90 %. Зниження заповнювання резервуара до 70 % автоматично збільшує втрати до 1 %, а якщо він заповнений лише на 20 %, то випарується 9,6 % нафтопродуктів. А втрати в південній кліматичній зоні в 1,5 рази більше.

Створити ефект повністю заповненого резервуара, навіть якщо він не повний, допомагають понтони. Понтони – ефективний засіб скорочення втрат нафти і нафтопродуктів від «малих і великих подихів» і «зворотного видиху» резервуара (рис.1). Він фактично плаває на поверхні нафти або нафтопродуктів, запобігаючи випаровування [2]. Установка понтонів можлива не тільки в споруджуваних резервуарах, а й в виведених в ремонт вертикальних ємностях.



1 – периферійне кільце, 2 – поплавки, 3 – стійка, 4 – силовий профіль, 5 – настил, 6 – направляючі, 7 – клапан, 8 – люк, 9 – ущільнюючий затвор

**Рис. 1 – Типова конструкція понтону**

Монтаж в уже експлуатованих або нових резервуарах досить простий і здійснюється через люк-лаз в першому поясі стінки. В середньому, роботи займають 3-4 дні. Можлива установка понтона після розгортання днища і паралельно з розгортанням стінки: спочатку монтується периферійні короба, зварюються між собою, а потім центральний диск. Обидві частини кріпляться до днища на опорні плити для стійок. Потім перевіряється вертикальність понтона, проводиться перевірка на герметичність шляхом наповнення ємності водою. Після проведеного випробування проводяться остаточні зварювальні роботи.

Найчастіше понтони для резервуарів РВС виготовляються з легких матеріалів (алюмінію, нержавіючої сталі, пінополіуретану або їх комбінації). На даний час широке використання набули понтони з алюмінія, які мають невисоку масу, незначні обмеження місткості резервуара, можливість автоматичного видалення продукту з поверхні покриття при постійному рівні вливання, монтаж можливий через люк лаз, здатність швидкої модернізації. Та на ряду з ними часто застосовують сталеві, хоча вони мають багато недоліків, а саме висока маса, непотоплюваність при попаданні продукту на понтон, жорсткість, кородує в сірчистих з'єднаннях, в діючі резервуари монтують через отвори в покрівлі або стінці, значне обмеження місткості, ремонт і відновлення плавучості тривалі і дорогі. Однак довговічність понтонів, виконаних з алюмінію, більше, ніж у пінополіуретанового понтона. Термін служби алюмінієвих понтонів близько 30 років, а спінених полімерів – до першого капітального ремонту, тому що понтони з спінених полімерів мають властивість насичення, що ускладнює підготовку до вогневих робіт.

На основі цих даних випливає, що найефективнішим та одночасно найекономнішим методом для боротьби з втратами являється установка алюмінієвого понтона.

### **Література**

1. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении / Абузова Ф.Ф. [и др.]. – М.: 1981. – 243 с.
2. Коршак А.А. Современные средства сокращения потерь бензинов от испарения / А.А. Коршак; УГНТУ. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2001. – 144 с.

Науковий керівник: к.т.н., ст. викл. Георгієш К.В., ОНАХТ

## **ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

<sup>1</sup>Майлунець Н.В., магістр, <sup>1</sup>Зацеркляний М.М., к.т.н., доцент,

<sup>2</sup>Столевич Т.Б., к.т.н., доцент

<sup>1</sup>Одеська національна академія харчових технологій,

<sup>2</sup>Одеський національний політехнічний університет

Виробничий процес зернопереробних підприємств істотно впливає на стан навколишнього середовища. Вплив характеризується наступними основними напрямками: забруднення повітря за рахунок підготовки зерна до переробки сухим методом; виділення забруднених стічних вод при підготовці до переробки зерна мокрим методом; утворення відходів на усіх етапах роботи із зерновими продуктами.

Відходи або так звані вторинні матеріальні ресурси, – це, як правило, напівфабрикат, тобто результат незавершеного, не доведеного до кінця виробництва, або продукт, для якого не існує на сьогоднішній день раціональна область економічно прийняттого використання.

У процесі очищення зерна від домішок і сухого очищення його поверхні, а також при переміщенні зерна утворюється значна кількість мінеральних та органічних відходів. При подрібненні і сортуванні зерна і проміжних продуктів також утворюються відходи, які у ряді випадків представляють цінну високобілкову фракцію борошна, втрата її неприпустима.

Проведений нами аналіз твердих, рідких і пилоподібних виробничих відходів хлібоприймальних і зернопереробних підприємств показав, що до їх складу входять білки, жири, вуглеводи, мінеральні речовини. Відходи мають значний вміст клітковини, тобто є цінним джерелом харчових волокон тощо, які бажано використовувати як додатковий сировинний ресурс.

Метою нашої роботи було також розроблення технології комплексного використання відходів, що утворюються при підготовці зерна до переробки і при його переробці у готову продукцію.

Нами розроблена технологія по використанню відходів галузі хлібопродуктів у якості кормової добавки.

Спосіб виробництва кормової добавки передбачає змішування зернових відходів, пшеничних висівок і зернового пилу, як відходів рослинного походження, борошна вапнякового та черепашкового кормового для сільськогосподарської птиці, які змішують у певних пропорціях, подрібнюють і пресують, забезпечуючи спрощення технології і зменшення енерговитрат.

У виробничі стічні води, що утворюються при підготовці до переробки зерна мокрим способом, потрапляє значна кількість відходів у яких містяться залишки органічного та мінерального походження, зважені та розчинені речовини, мікроорганізми.

На підприємствах схеми очисних споруд, як правило, не забезпечують достатню якість очистки стічних вод і використовують крім того здебільшого прямооточні системи.

Крім того, стічні води зернопереробних підприємств мають у своєму складі корисні компоненти, які не завжди використовуються. Це дає підстави вважати, що удосконалення очистки стічних вод зернопереробних підприємств є важливою проблемою, вирішення якої дозволить значно скоротити використання свіжої і скидання стічної води, виділяти цінні компоненти і підвищити показники ефективності роботи очисних споруд.

Внаслідок виконаної роботи:

- виявлена загальна структура процесу очистки і рециркуляції очищених вод;
- визначені найбільш доцільні способи для оцінки і прогнозування якості очистки стічних вод;
- установлені основні способи збурення впливу і розроблені найбільш доцільні методи їх компенсації;
- визначені статичні і динамічні характеристики очисних споруд для конкретних об'єктів;
- синтезована універсальна структура системи управління якістю очистки і здійснено її інформаційне забезпечення.

Установлено, що у зв'язку із значним забрудненням очищену воду після мийки зерна можна повторно використовувати тільки при безперервному контролі, але для цього необхідно удосконалювати технологічну схему очисних споруд і автоматизувати основні функції контролю і управління.

Проведений аналіз дозволив зробити висновок, що взагалі недостатньо вивчені особливості процесів очистки стічних вод зернопереробних підприємств і це призводить до широкого діапазону зміни показників якості очистки. Показники якості очистки повинні визначатися категорією повторного чи послідовного використання очищених стічних вод. Величина рециркуляційного потоку може слугувати головним критерієм якості функціонування схем очисних споруд.

Установлено також, що одним із загальних недоліків очисних споруд є досить недосконала система управління. Існуючі локальні системи автоматики функціонують роздільно і не погоджені загальною ціллю управління. Якісні співвідношення між прямим, відвідним із системи і рециркуляційним багатокомпонентними потоками стічних вод визначали із системи рівнянь матеріального балансу. Із цієї системи рівнянь отримано залежність для визначення коефіцієнта рециркуляції.

З метою підвищення ефективності очистки виробничих стічних вод, було запропоновано використання біологічного очищення. У залежності від концентрації забруднень в стічних водах, можна здійснювати анаеробне чи аеробне очищення. В основі цього очищення лежить процес використання забруднень для своєї життєдіяльності мікроорганізмами, що знаходяться у стічній воді [1, 2].

На підставі проведених досліджень розроблено пристрій для очищення стічних вод від забруднень біологічним методом, що містить циліндричний резервуар, порожнисті і перфоровані обертові диски з контактним середовищем у вигляді гранул керамзиту для іммобілізації мікроорганізмів, що зібрані у дискретні барабани які жорстко закріплені на горизонтальних валах на відстані один від одного і розташовані у шаховому порядку. Обертові диски заповнені контактним середовищем у вигляді гранульованого керамзиту на 90 %. Дискретні барабани на горизонтальних валах розміщені паралельно потоку стічної води і обертаються назустріч один одному, зміщені відносно один одного і частково перекривають сусідні поверхні дисків, а у нижній частині резервуара по всій його ширині з боку підвідного лотка установлена труба з отворами по всій її довжині для підведення нагрітого повітря. Для ефективного очищення стічних вод підтримується температура 23–25 °С.

Все це підвищує надійність при експлуатації, виключає необхідність зупинки пристрою для його очистки, забезпечує саморегенерацію контактного середовища, виключає замулення, підвищує продуктивність пристрою і ефективність очистки виробничих стічних вод, зменшує затрати для здійснення процесу очищення стічних вод.

Основні завдання для підприємств галузі полягають в удосконаленні існуючих технологій отримання основної продукції, направлених на зменшення кількості твердих, рідких та газоподібних відходів, на впровадженні нових технологій з переробки відходів і зменшенні антропогенного впливу на довкілля.

### **Література**

1. А.с. 1747395 ССРС, МКИ С02F 3/06. Устройство для очистки сточных вод / М.М. Зацерклянный, Т.Б. Столевич, Н.А. Сидоренко, В.О. Путинцев (ССРС). – № 4840547/26; заявл. 10.06.90; опубл. 15.07.92. Бюл. № 26. – 5 с.
2. Зацерклянный М.М., Столевич Т.Б., Зацерклянный О.М. Процеси захисту навколишнього середовища. Підручник. – Одеса: Фенікс, 2017. – 454 с.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОЧИСТКИ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ І ПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

<sup>1</sup>Яструб К.В., магістр, <sup>1</sup>Зацерклянный М.М., к.т.н., доцент,  
<sup>2</sup>Столевич Т.Б., к.т.н., доцент

<sup>1</sup>Одеська національна академія харчових технологій,

<sup>2</sup>Одеський національний політехнічний університет

У зв'язку із збільшенням викидів малодисперсних зважених речовин у повітряне середовище, джерелами яких є подрібнення, перемішування, транспортування, загрузка різних продуктів, що мають місце на підприємств харчової і переробної промисловості, важливим є удосконалення процесів очистки газових викидів.

Відмінною особливістю підприємств харчової промисловості є відносно високий рівень утворення побічних продуктів і відходів виробництва з одиниці вихідної сировини. Мільйони тон цих потенційно цінних ресурсів утрачаються у зв'язку із недостатньо досконалими методами перетворення цих продуктів у економічно вигідні товари, чи у зв'язку із складністю впровадження уже відомих методів.

Значна кількість технологічних процесів підприємств харчової і переробної промисловості супроводжуються інтенсивним виділенням пилу. Тому забезпечення ефективного очищення повітря від пилу на цих підприємствах має першорядне значення. Особливо це важливо для підприємств харчової і переробної промисловості на яких у якості сировини використовується зерно.

Практично усі технологічні процеси на зернопереробних підприємствах супроводжуються інтенсивним виділенням пилу. Зерновий пил складається з органічної і мінеральної частини. У залежності від технологічного процесу змінюється стан та якість пилу, що впливає на властивості пило-повітряних сумішей, які при певних умовах мають здатність вибухати або горіти. Здатність утворювати з повітрям вибухонебезпечну суміш і здатність спалахувати є найважливішим від'ємним показником багатьох видів пилу.

Основними причинами виникнення вибухонебезпечних ситуацій на зернопереробних заводах слід вважати порушення технологічного процесу підприємства, а також порушення норм та правил експлуатації технологічного обладнання.

Відвантаження і транспортування зерна і продуктів його переробки у найбільш розповсюдженому розсипному вигляді призводить до пилоутворення, до втрати продукції внаслідок механічного розпилювання, а також до погіршення екологічної обстановки прилеглих територій і створення вибухонебезпечних ситуацій.

Частина пилу знаходиться у зв'язаному стані, тобто у звичайних умовах не відділяється від поверхні зерна, залягаючи, наприклад, у борозенках зерна, на оболонках. При процесах переміщення і очищення зерна відбувається відділення від поверхні зерна мінеральних і органічних частинок. Значні обсяги утворення пилу спостерігаються при

продуванні повітрям шару зерна. Утворена пилова хмара, що складається з великих частинок (полова, оболонки зерна), швидко осідає; значно стійкіша пилова хмара, утворена дрібними, повільно осідаючими частинками.

Все це обумовлює удосконалення процесів, технологій і обладнання для ефективного уловлювання забруднювальних речовин. Повітря, що видаляється вентиляційними системами, перед викидом в атмосферу повинно очищатися від пилу з максимально можливою за техніко-економічних міркувань повнотою.

Ефективна очистка газових викидів на підприємствах галузі хлібопродуктів і уловлювання забруднювальних речовин має не тільки екологічне, санітарно-гігієнічне, і технологічне, але й істотне економічне значення.

Під час роботи устаткування, при транспортуванні сипучих матеріалів і у ряді інших випадків всередині кожухів технологічного обладнання виникають потоки повітря, що сприяють виникненню надлишкового тиску. До цього ж призводить і динамічний вплив переміщуваного матеріалу, що викликає ежекцію повітря. Аспіраційні системи повинні видаляти з обладнання надлишкові обсяги повітря, створюючи у них, а також у герметизуючих укриттях певне розрідження.

З метою зменшення антропогенного впливу підприємств галузі хлібопродуктів розроблено серію апаратів, що дозволяють уловлювати забруднювальні речовини з ефективністю вище 99 % [1, 2, 3 – 5].

Апарати з одного боку забезпечують охорону довкілля, а з іншого – уловлюють забруднювальні речовини, що є потенціальними вторинними ресурсами.

З урахуванням обсягів і властивостей пилу (відходів) питання їх використання є важливою задачею.

Відходоємність виробництва визначається кількістю сировини, що не використовується для виробництва продукції і направляється у відходи, характеризує недосконалість технологічної схеми процесу і є об'єктивним показником науково-технічного рівня виробництва.

Переважним напрямком переробки вторинних матеріальних ресурсів в агропромисловому комплексі є отримання кормів для згодовування сільськогосподарських тварин у природному вигляді. На ці цілі направляється до 70 % відходів. У той же час зернові продукти являють собою високоякісну сировину, яку можна переробити у харчові та кормові продукти підвищеної поживної ефективності, і це необхідно враховувати при пошуку ефективних шляхів переробки відходів.

Для ефективної роботи аспіраційних систем велике значення має раціональна компоновка, ретельно пов'язана з особливостями технології.

Аспіраційні системи слід передбачати для кожного технологічного ланцюга окремо, з мінімальною довжиною повітроводів, усуненням горизонтальних ділянок, скороченням числа точок відсмоктування, блокуванням технологічного, транспортного та аспіраційного обладнання.

У ряді випадків є перспективним використання трактів технологічного обладнання для цілей знепилювання і переміщення запиленого повітря з організацією аспіраційно-технологічних установок.

Використання відходів, що уловлюються аспіраційними системами забезпечить більш глибоку переробку зерна, зниження собівартості виробництва основної продукції за рахунок реалізації додаткової, розширить асортимент сучасної кормової бази, зробить зернопереробні підприємства більш екологічно безпечними.

## Література

1. Бондарев, Г.К. Исследование циклонов с целью улучшения обеспыливания воздуха на зерновых элеваторах. /Авт. дис. канд. техн. наук: 05.02.14 [Текст] / Г.К. Бондарев. – Одесса: ОТИ, 1974. – 12 с.

2. Зацерклянний, М.М. Процеси захисту навколишнього середовища [Текст] / М.М. Зацерклянний, Т.Б. Столевич, О.М. Зацерклянний. – Одеса: Фенікс, 2017. – 454 с.
3. Батлук, В.А. Наукові основи створення високоефективного пиловловлюючого обладнання / Дис. д-ра техн. наук: 05.05.02 [Текст] / В.А. Батлук. – Львів: НУ "Львівська політехніка", 2001. – 370 с.
4. А.с. 1419713 СССР, МКИ В01D 29/10, В07В 4/08. Отделитнль примесей / Н.В. Остапчук, М.М. Зацерклянний, Т.Б. Столевич, В.А. Квантидзе, С.М. Посемейник, Т.В. Шавгулидзе, и Г.М. Хазарадзе (СССР). – №4153285/29-03; заявл. 01.12.86; опубл. 30.08.88. Бюл. № 32.
5. А.с. 1599044 СССР, МКИ В01D 21/00. Устройство для отделения примесей / М.М. Зацерклянний, В.О. Путинцев, Т.Б. Столевич и В.А. Квантидзе (СССР). – № 4603232/31-26; заявл. 09.11.88; опубл. 15.10.90. Бюл. №38.

## **ВИМОГИ ДО ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ РАНЬОГО ВИЯВЛЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ АМІАЧНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК**

<sup>1</sup>Сливинська М.В., аспірант, <sup>2</sup>Климашенко Р.В. студент, <sup>2</sup>Желіба Т.О.

<sup>1</sup>Одеська національна академія харчових технологій

<sup>2</sup>Одеський національний політехнічний університет

Нормативно-технічна документація, яка регламентує обладнання та експлуатацію потенційно небезпечних об'єктів (ПНБ), у тому числі аміачних холодильних систем (АХС), обумовлює нові підходи до проектування систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій (НС) та систем упередження аварійних ситуацій та аварій. Якщо раніше дозволялось експлуатувати АХС без систем «газоаналізації» повітря приміщень за наявності постійно присутнього обслуговуючого персоналу, то зараз це неможливо. Для потенційно небезпечних об'єктів та об'єктів підвищеної небезпеки ця вимога знижує конкурентоспроможність невеликих АХС у порівнянні з хладоновими холодильними системами, для яких системи контролю газового середовища приміщень та системи контролю втрат хладону, поки що, Законодавством не передбачені. Проте вимога обґрунтована, співпадає з світовими тенденціями розвитку холодильної техніки.

За результатами математичного прогнозування рівнів ризиків можливих техногенних та екологічних аварійних ситуацій та аварій, наслідків можливих аварій, кожний об'єкт, де експлуатуються аміачні виробничі холодильні системи, повинен бути обладнаний комплексом автоматизованого виявлення загрози виникнення техногенних надзвичайних ситуацій та оповіщення людей. Відповідно до розробленої концепції комплекс повинен складатися з таких частин:

— Система раннього виявлення загрози виникнення надзвичайної ситуації – вихід параметрів експлуатації за межі робочих регламентних режимів;

— Автоматизована система виявлення надзвичайної ситуації – стосовно АХС це газоаналізатори повітряної суміші приміщення та площадок, де розміщене обладнання;

— Автоматизована система оповіщення керівного складу та персоналу об'єкту про загрозу чи виникнення НС;

— Автоматизована система оповіщення відповідальних посадових осіб територіальних органів ДСНС України, органів виконавчої влади, пульти централізованого моніторингу техногенної та екологічної безпеки регіону;

— Пульти централізованого спостереження за регламентними характеристиками технологічних процесів;

— Система оповіщення населення, що проживає або знаходиться в прогнозованих зонах ураження небезпечними чинниками можливих аварій АХС з викидом СДОР-аміаку.

Діючі підприємства, що експлуатують АХС, не відповідають таким вимогам попередження техногенних та екологічних аварій та оповіщення. На приведення їх стану до рівня сучасних вимог знадобиться декілька років зусиль державних інспекцій; значні кошти як підприємств, так і бюджетів різних рівнів. Що стосується обладнання нових та реконструкцій діючих об'єктів, то обладнання систем раннього виявлення та оповіщення уже є обов'язковою складовою проектною документацією. У доповіді підкреслюється, що з технічної точки зору принципових проблем обладнання комплексів практично не має, адже є багаторічний досвід обладнання систем протиаварійного захисту (СПАЗ) АХС, які досить легко доповнюються сучасним електронним обладнанням та необхідними датчиками контролю. Проте є низка організаційних та законодавчих перешкод, які достатньо складно вирішуються. Серед яких доповідачі визначають такі: необхідність погодження технічного завдання на комплекс з уповноваженим підрозділом ДСНС України; відсутність чіткого розмежування відповідальності за обладнання усіх семи складових комплексу між підприємствами, ДСНС України, органами місцевого самоврядування, як по фінансуванню, так і по організації упровадження та експлуатації; необхідність узгодження комплексу з іншими системами протиаварійного захисту виробничої автоматики, раннього виявлення аварійних систем, пожежної сигналізації; відсутність визначеності мінімальної ємності холодильних установок по аміаку, за якої комплекси можуть бути обладнані у спрощеній комплектності, або зовсім не обладнуватись, адже рівень вимог до комплексів не залежить від рівня потенційної небезпеки і ризиків техногенних та екологічних аварій і однаковий, як для АХС аміакоємністю 35÷50 кг, так і для комплексів по виробництву аміаку з аміакоємністю систем та складів у тисячі тонн. Автори визначили, що для малоємних холодильних систем вартість комплексу може бути дорожчою за вартість самої системи. У такому разі, на думку авторів, необхідно розробити механізм погодження індивідуального технічного завдання на систему виявлення з урахуванням реальних рівнів ризиків та можливих прогнозованих наслідків аварій з викидом аміаку. Поки що такого механізму не має і це може стати перешкодою у напрямку більш широкого використання аміаку як холодильного агента для виробничих холодильних систем.

Проте відмічені авторами складнощі не знижують актуальності і важливості упровадження систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій стосовно АХС, адже люба техногенна аварія по очікуваних наслідках за економічними та екологічними показниками значно перевищує витрати на її упередження. Технічні та організаційні особливості обладнання систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій аміачних холодильних систем виявлені авторами доповіді під час проектування, виконання монтажних, пусконаладжувальних робіт та здачі комплексу держкомісії в експлуатацію. У доповіді автори наводять приклади успішно реалізованих проектних рішень.

Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри ХУіКП ОНАХТ Желіба Ю.О.

## **УПРАВЛІННЯ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ СМІТТЄВОЗА НА ОСНОВІ ДАТЧИКА МАЛИХ ЛІНІЙНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ НА МУАРОВОМУ ЕФЕКТИ**

**Мельничук О. І., студент V курсу факультету ІРЕН  
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця**

На думку авторів робіт [1-8] ефективно збирання твердих побутових відходів (ТПВ) забезпечує безпечну контейнеризацію і запобігає їхньому розкиданню під час транспортування сміттєвозами. Ефективність збирання залежить від ступеня ущільнення відходів: чим вищий рівень ущільнення, тим більшу кількість відходів можна перевезти [9].

Основною метою дослідження є створення цифрового приладу для вимірювання

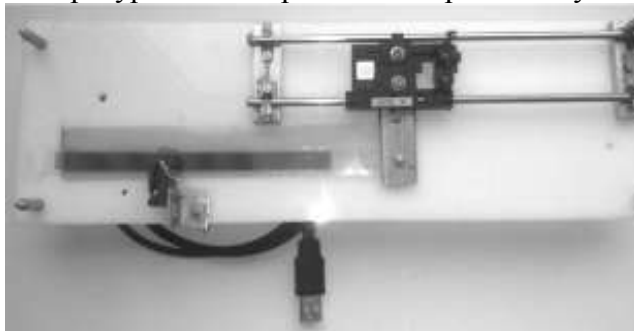
лінійні переміщень робочих органів сміттевоза з метою координації дій місцевої влади, суб'єктів господарювання та активізації населення для забезпечення реалізації загальнодержавної програми поводження з ТПВ та державної політики в цій сфері, яка спрямована на підвищення ресурсозбереження, зменшення шкідливого впливу відходів на навколишнє природне середовище і здоров'я людей, створення умов щодо роздільного збирання з метою збільшення ресурсо-сировинного потенціалу та зменшення об'ємів утворення відходів.

Для використання можна розглядати два види сміттевозів для збирання відходів: сміттевози з боковим та заднім завантаженням. Однак сміттевози із заднім завантаженням мають більший об'єм для перевезення відходів і досягають більшого рівня ущільнення, ніж сміттевози з боковим завантаженням [10].

Для покращення роботи сміттевозів запропоновано діючу модель цифрового приладу, який дозволяє з високою точністю вимірювати малі лінійні переміщення робочих органів сміттевоза з виведенням результатів вимірювань на екран комп'ютера в реальному часі та мінімальними ресурсними затратами. Принцип дії датчика малих лінійних переміщень засновано на муаровому ефекті. Муаровий ефект – це інтерференційний візерунок, утворений при накладенні двох періодичних сітчастих малюнків, решіток або решітчастих малюнків. Елементи двох малюнків, які повторюються, слідує з дещо різною просторовою частотою і, накладаючись один на одного, утворюють темні і світлі муарові смуги. В моделі датчика використовувались решітки з непрозорими чорними і прозорими смугами. При переміщенні однієї з решіток відносно іншої або при повороті на певний кут виникає переміщення областей перекриття з певною періодичністю. При малих відносних переміщеннях решіток виникає суттєво більше переміщення самих областей перекриття, що і дозволяє їх фіксувати [11].

Фіксація переміщення муарових областей здійснюється за допомогою двох оптронів з відкритим каналом. Дві оптоелектронні пари використовувались для визначення напрямку переміщення. Блок зчитування стану оптоелектронних пар фіксує послідовність зміни станів оптронів. Залежно від того, який із оптронів першим змінив свій стан, фіксується напрям переміщення решітки. З блоку зчитування через блок комутації з ПК на комп'ютер надходить команда збільшити/зменшити показ лічильника переходів, який рахує, скільки муарових плям (світлих або темних) зафіксували оптрони. На комп'ютері у цей час працює програма, що сприймає команди від приладу. Результат підрахунку лічильника переходів множиться на 0,5 мм, далі отриманий поточний результат виводиться на екран комп'ютера. Точність вимірювань визначається просторовим періодом решітки. Загальний вигляд діючої моделі датчика лінійних переміщень на муаровому ефекті представлений на рис. 1. Діюча модель датчика лінійних переміщень на муаровому ефекті може бути встановлена на сміттевозі.

Таким чином, запропоновано цифровий прилад на основі датчика малих лінійних переміщень на муаровому ефекті, який дозволяє з високою точністю вимірювати переміщення робочих органів сміттевоза та виводити результати вимірювань на екран комп'ютера з мінімальними ресурсними затратами та в реальному часі.



**Рис. 1 – Загальний вигляд датчика малих лінійних переміщень на муаровому ефекті**

## Література

1. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза / О.В. Березюк // Промислова гідравліка і пневматика. – 2011. – № 34 (4). – С. 80-83.
2. Березюк О.В. Регрессия параметров управления приводом рабочих органов навесного подметального оборудования мусоровозов / О.В. Березюк // Инновационное развитие территорий : Материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф., 26 февраля 2016 г. – Череповец : ЧГУ, 2016. – С. 58-62.
3. Березюк О.В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів перевертання контейнера під час завантаження твердих побутових відходів у сміттєвоз / О. В. Березюк // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – № 5. – С. 60-64.
4. Березюк О.В. Вплив характеристик тертя на динаміку гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза / О. В. Березюк, В. І. Савуляк // Проблеми тертя та зношування. – 2015. – № 3 (68). – С. 45-50.
5. Berezyuk O. V. Dynamics of hydraulic drive of hanging sweeping equipment of dust-cart with extended functional possibilities / O. V. Berezyuk, V. I. Savulyak // TEHNOMUS – New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies. – Suceava, Romania, 2015. – No. 22. – P. 345-351.
6. Березюк О. В. Системи приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів / О. В. Березюк // Промислова гідравліка і пневматика. – 2017. – № 3 (57). – С. 65-72.
7. Berezyuk O. Approximated mathematical model of hydraulic drive of container upturning during loading of solid domestic wastes into a dustcart / O. Berezyuk, V. Savulyak // Technical Sciences. – Olsztyn, Poland, 2017. – No. 20 (3). – P. 259-273.
8. Березюк О. В. Методика инженерных расчётов параметров навесного подметального оборудования экологической машины на основе мусоровоза / О. В. Березюк // Современные проблемы транспортного комплекса России. – Магнитогорск, 2016. – № 2. – С. 39-45. – <http://dx.doi.org/10.18503/2222-9396-2016-6-2-39-45>.
9. Березюк О. В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттєвозі / О. В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – № 2. – С. 14-18.
10. Березюк О. В. Огляд конструкцій машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів / О. В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2015. – № 1. – С. 3-8.
11. Патент 68904 А Україна. МПК G01H 9/00. Пристрій вимірювання амплітуди малих лінійних переміщень / Й.Й. Білінський, М.Й. Білінська, В.В. Кухарчук; заявник і патентовласник – ВНТУ. – Опубл. 16.08.04, Бюл. № 8.

Науковий керівник: Березюк О. В., к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет

# ВПЛИВ ОЧИСНИХ СПОРУД М. ОДЕСИ НА ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОГО МОРЯ

<sup>1</sup>Сіренко А.С., бакалавр, <sup>1</sup>Зацеркляний М.М., к.т.н., доцент,

<sup>2</sup>Столевич Т.Б., к.т.н., доцент

<sup>1</sup>Одеська національна академія харчових технологій,

<sup>2</sup>Одеський національний політехнічний університет

Головними береговими антропогенними джерелами забруднення Чорного моря у районі м. Одеси є очисні споруди міста: станція біологічної очистки стічних вод (СБО «Південна») і станція біологічної очистки стічних вод (СБО «Північна»).

Станції біологічної очистки стічних вод «Південна» і «Північна» призначені для очищення господарсько-побутових і виробничих стічних вод з подальшим їх скиданням у море.

Скидання стічних вод на СБО «Південна» здійснюється на відстані 2120 м від берега з метою розсіювання їх у морському середовищі. Скидання стічних вод на СБО «Північна» здійснюється безпосередньо у море тільки у зимовий період року на відстані 300 м від берега у мілководну зону Одеської затоки. У теплий період року стічні води скидаються у Хаджибейський лиман, а потім у море.

Зі стічними водами міських очисних споруд у морське середовище щорічно надходить нітрати, нітрити, амонійний азот, фосфати, органічні речовини і синтетичні поверхнево активні речовини.

Значний вплив на морське середовище здійснюють і інші берегові джерела. У літній період, навіть за відсутності скиду стічних вод з СБО «Північна», максимальні значення внеску берегових джерел у постачання біогенних речовин у морське середовище помітні у районі Одеської затоки.

Прибережна циркуляція вод сприяє надходженню забруднювальних речовин від СБО «Південна» у поверхневий шар. Це у певній мірі стосується і СБО «Північна».

На міських очисних спорудах очищені стоки перед скидом їх в море не знезаражуються, що призводить до значного бактеріального забруднення морських вод.

На основі аналізу даних багаторічного екологічного моніторингу визначена кількість забруднювальних речовин, які надходять до акваторії Одеського району від берегових антропогенних джерел, а також їх відносний внесок у забруднення морського середовища.

Встановлено, що СБО «Південна» і «Північна» постачають 39 % нітратів, 80 % нітритів, 93 % амонійного азоту, 92 % фосфатів та 59 % органічних речовин від загальної їх кількості, що надходить від берегових антропогенних джерел.

Разом із зливовими стоками надходить близько 31 % від загального скиду органічної речовини і 93 % від загального скиду нафтопродуктів.

Стік дренажних вод – істотне джерело нітратного азоту (біля 22 %).

Аналіз даних багаторічного екологічного моніторингу води акваторії показав, що в прибережній зоні моря концентрації біогенних та забруднювальних речовин, як правило, вищі, аніж у відкритій ділянці акваторії. Їх максимальні концентрації спостерігаються у районах розташування основних берегових джерел забруднення, що свідчить про істотний вплив цих джерел на якість води Чорного моря.

Екологічний стан акваторії, який досліджувався у період моніторингу, класифікується як нестійкий. Найбільший внесок у забруднення морських вод дають зважені речовини, нафтопродукти, іони важких металів. У деяких випадках має місце перевищення гранично допустимих значень концентрації нафтопродуктів, БСК, навіть патогенної мікрофлори.

Максимальна екологічна нестійкість характерна для прибережних вод Чорного моря влітку.

Розповсюдження забруднювальних речовин вздовж узбережжя Одеси визначаються вітровими умовами. Сумісне функціонування СБО «Північна» та СБО «Південна» найбільш

несприятливе для якості прибережних вод при вітрах східного напрямку, що сприяє накопиченню забруднювальних речовин в Одеській гавані.

Берегові антропогенні джерела значною мірою впливають на рівень трофності вод Одеського району лише у межах двомильної природоохоронної прибережної зони. Рівень трофності вод у відкритій морській ділянці акваторії формується за домінуючого впливу річкового стоку Дніпра та Південного Бугу.

Найбільш негативний вплив на екологічний стан вод акваторії справляють скиди стічних вод з СБО «Північна» упродовж весняно-літнього періоду року. Перенесення її скидів з відстані 300 м до 2000 м дозволить істотно покращити екологічну ситуацію у межах Одеської затоки.

Нормування скидів біогенних речовин береговими джерелами найбільш ефективно у весняний період, оскільки влітку високий рівень трофності вод і первинного продукування органічної речовини підтримується за рахунок високої швидкості регенерації мінеральних форм біогенних елементів. Для обмеження первинного продукування органічної речовини рекомендовано у першу чергу знижувати кількість викидів фосфоромістких біогенних речовин.

Що стосується впливу зливових стоків на якість прибережних морських вод, то він найбільш суттєвий протягом 6 – 7 діб після інтенсивних опадів. Просторово-часові масштаби забруднення морської акваторії визначаються інтенсивністю зливи та умовами вітру.

### **Література**

1. Герлах С.А. Загрязнение морей. / С.А. Герлах. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 263 с.
2. Зайцев Ю.П. Введение в экологию Черного моря./ Ю.П. Зайцев. – Одесса: «Эвен», 2006. – 224 с.
3. Тучковенко Ю.С. Вклад антропогенных источников в эвтрофирование морской среды Одесского региона с учетом гидродинамического разбавления / Ю.С.Тучковенко, О.Ю. Сапко // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2004. – № 48. – С. 298 – 303.

## **КАЛОРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ DME / TEG**

**Борисов В.О., Мотовой І.В., Івченко Д.О., Желєзний В.П**  
**Одеська національна академія харчових технологій**

Реальним робочим тілом пароконденсатних холодильних установок є розчини холодоагентів в компресорних мастилах (РХМ). Домішки компресорного мастила істотно впливають на термодинамічні властивості холодоагенту і енергетичну ефективність компресорної системи. Тому оптимальний вибір робочих тіл – (РХМ) є важливим напрямком підвищення ефективності холодильного обладнання.

Термодинамічне моделювання властивостей РХМ ускладнено з кількох причин. По-перше, відсутня інформація про склад компресорного мастила. По-друге, в літературі практично відсутня інформація про критичні (псевдокритичні) параметри термічно нестабільних компресорних мастил. Цих труднощів можна уникнути, розглядаючи в якості об'єкта дослідження термодинамічні системи, що моделюють властивості РХМ.

Основними вимогами, що пред'являються до речовини, що моделює властивості компресорного мастила, є:

- наявність інформації про критичні параметри;
- низькі значення тиску насичених парів в інтервалі параметрів роботи холодильної техніки;
- високе значення молекулярної маси, дані про яку є в літературі;
- необмежена змішуваність з холодоагентом в широкому інтервалі температур.

У пропонованій роботі в якості об'єкта дослідження обрані розчини діметилового ефіру (dimethyl ether – DME CAS 115-10-6) у тріетіленгліколі (triethylene glycol – TEG CAS 112-27-6)), який повністю задовольняє перерахованим вище вимогам.

Калоричні властивості робочих тіл визначають ефективність технологічних процесів отримання холоду. Однак, опубліковані в даний час в літературі методики прогнозування калоричних властивостей розчинів холодоагент/компресорне мастило залишаються недостатньо розробленими і вимагають свого подальшого розвитку.

У доповіді представлені експериментальні дані про теплоємність на лінії насичення для TEG, DME і розчинів DME / TEG. Дослідження двофазної теплоємності проведено на експериментальній установці, що реалізує метод монотонного нагріву в адіабатичному калориметрі. Були отримані експериментальні дані про теплоємності чистих компонентів TEG, DME, і розчинів DME / TEG в інтервалі температур від 243 до 333 К і масових концентрацій 20.85 %, 23.98 %, 24.53 %, 50.69 %, 50.91 %, 74.64 %, 74.69 %.

Аналіз отриманих експериментальних даних вказує на зміну концентрації рідкої фази модельної системи при збільшенні температури зразка в вимірювальному осередку. Причому ці зміни концентрації тим більше, чим вище концентрація TEG в розчині. Виконаний аналіз показує, що середня невизначеність даних о двофазній теплоємності не перевищує 0,75 %.

На основі інформації про ізохорну теплоємність в двофазній області отримані значення ізохорної теплоємності на лінії насичення, теплоємності уздовж прикордонної кривої, ізобарної теплоємності на лінії насичення, ентальпії і ентропії для чистих компонентів TEG, DME і теплоємності розчинів розчинів DME / TEG.

Розрахунок зазначених калоричних властивостей був виконаний за формулами:

$$c'_V = c_V^{(2)} + T \cdot \left( \frac{1}{\rho_s} - \frac{1}{\rho} \right) \left( \frac{\partial^2 P_s}{\partial T^2} \right)_w,$$

$$c'_S = c_V^{(2)} - \frac{T}{(\rho_s)^2} \cdot \left( \frac{\partial \rho_s}{\partial T} \right)_w \cdot \left( \frac{\partial P_s}{\partial T} \right)_w + T \cdot \left( \frac{1}{\rho_s} - \frac{1}{\rho} \right) \left( \frac{\partial^2 P_s}{\partial T^2} \right)_w,$$

$$c'_P = c'_S + \frac{1}{\rho_s} \cdot \left( \frac{dP_s}{dT} \right)_w,$$

$$h' = \int_{T_0}^T \left( c'_S + \frac{1}{\rho_s} \cdot \left( \frac{\partial P_s}{\partial T} \right)_w \right) dT + h_0 \quad s' = \int_{T_0}^T \left( \frac{c'_S}{T} \right) dT + s_0,$$

де  $c_V^{(2)}$  – ізохорна теплоємність в двофазній області;  $c'_V$ ,  $c'_S$ ,  $c'_P$  – ізохорна теплоємність на лінії насичення, теплоємність уздовж прикордонної кривої, ізобарна теплоємності на лінії насичення, відповідно;  $h'$ ,  $s'$  – ентальпія та ентропія на лінії насичення, відповідно;  $P_s$  – тиск насиченої пари;  $\rho_s$  – густина розчину на лінії насичення.

Результати проведених досліджень показані на рисунках 1 – 6.

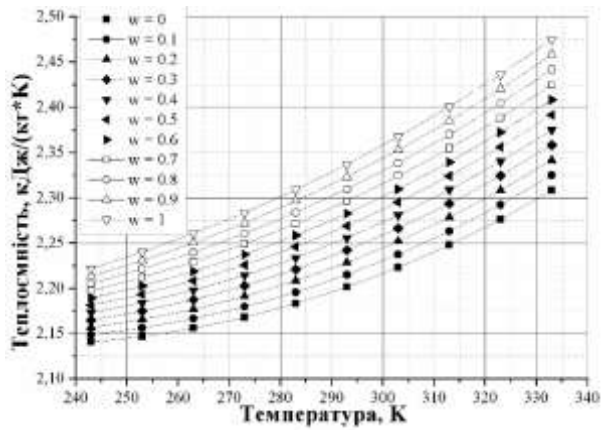


Рис. 1 – Температурна залежність теплоємності розчинів DME / TEG

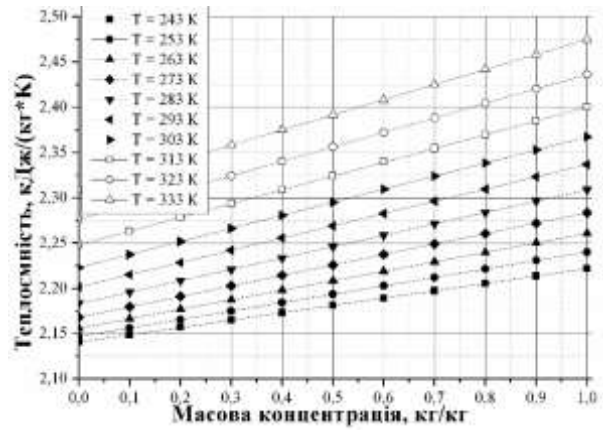


Рис. 2 – Концентраційна залежність теплоємності розчинів DME / TEG

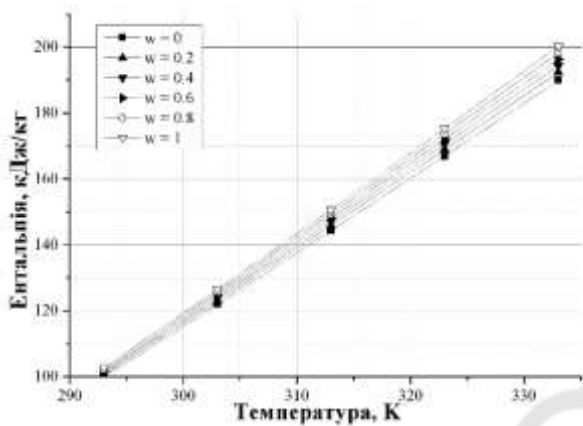


Рис. 3 – Температурна залежність ентальпії розчинів DME / TEG

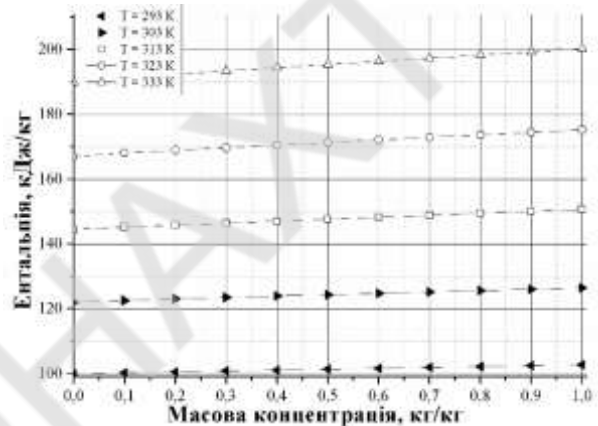


Рис. 4 – Концентраційна залежність ентальпії розчинів DME / TEG

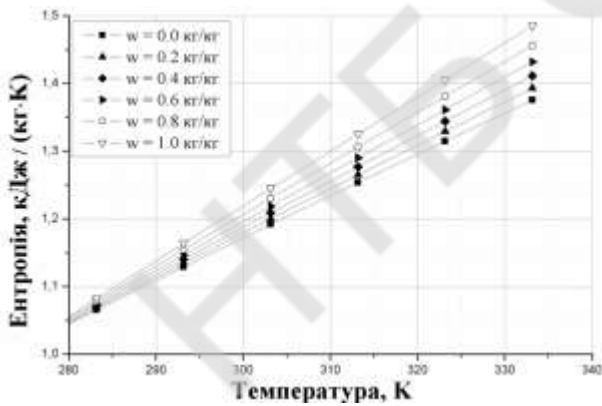


Рис. 5 – Температурна залежність ентропії розчинів DME / TEG

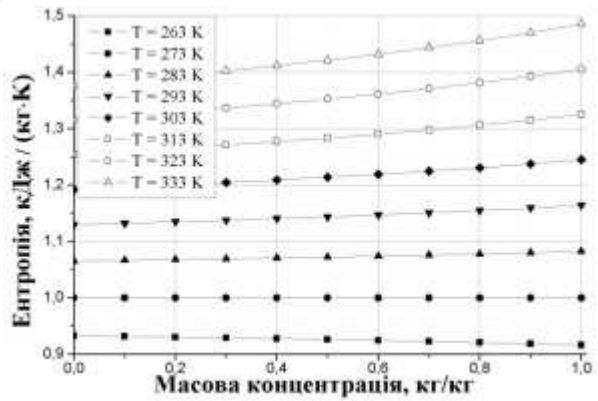


Рис. 6 – Концентраційна залежність ентропії розчинів DME / TEG

Науковий керівник: д.т.н., проф. Железний В.П., кафедра теплофізики та прикладної екології, Одеська національна академія харчових технологій

# ЗАХИСТ ВІД КОРОЗІЇ ПІДЗЕМНИХ МЕТАЛЕВИХ ТРУБОПРОВОДІВ

Попович І.І., магістр, Столевич Т.Б., к.т.н., доцент  
Одеський національний політехнічний університет

Успішний захист металевих водопровідних труб від корозії є однією з важливих задач. Корозія металевих труб, особливо сталевих, веде до величезної марної втрати металу, скорочує термін служби водопровідних ліній, є причиною аварій і витоків води, збільшує шорсткість внутрішньої поверхні стінок труб і, отже, втрати напору у них, що пов'язане з додатковими витратами на подачу води. Корозія труб викликає збільшення як будівельних, так і експлуатаційних витрат у системах водопостачання. Корозії піддається і зовнішня, і внутрішня поверхня стінок труб.

У водопровідній практиці велика увага приділяється боротьбі з корозією зовнішньої поверхні стінок сталевих труб, укладених у землі, тобто з «грунтовою» корозією, обумовленою руйнівною дією на метал електролітів, якими є розчини солей, наявних у ґрунті.

При проектуванні слід приймати конструктивні рішення, які запобігають зовнішній корозії труб теплової мережі та враховують вимоги чинних нормативних документів. Для конструкцій теплопроводів у пінополіуретановій теплоізоляції з герметичною зовнішньою оболонкою допускається не наносити антикорозійного покриття на сталеві труби при влаштуванні системи оперативного дистанційного контролю, що сигналізує про проникнення вологи в теплоізоляційний шар.

Незалежно від способів прокладання при застосуванні труб із високоміцного чавуну з кулястим графітом та конструкцій теплопроводів у пінополімермінеральній теплоізоляції захист від зовнішньої корозії металу труб не здійснюється.

Для конструкцій теплопроводів з іншими теплоізоляційними матеріалами незалежно від способів прокладання слід застосовувати антикорозійне покриття.

Неізольовані у заводських умовах кінці трубних секцій, відводів, трійників та інших металоконструкцій слід покривати антикорозійним шаром.

Основним способом захисту від корозії зовнішньої поверхні стінок сталевих труб у даний час є застосування різних бітумних покриттів. Розрізняють кілька типів ізоляції від «нормальної» до «дуже посиленої».

Тип ізоляції встановлюють залежно від ступеня корозійної спроможності ґрунту і відповідальності водопровідної лінії.

Протикорозійна ізоляція трубопроводів із сталевих труб повинна виконуватися у відповідності з вимогами СН-266 «Правила захисту підземних металевих споруд від корозії».

Іншим, принципово відмінним від першого методом захисту металевих водопровідних труб від корозії є катодний захист, що базується на електрохімічній теорії корозії. За цією теорією корозія металу обумовлюється виникненням на поверхні його зіткнення з корозійним середовищем гальванічних пар. Руйнування металу відбувається у точках виходу з нього струму у навколишнє середовище (у анодів).

При безканалному прокладанні в умовах високої корозійної активності ґрунтів, у полі блукаючого струму при позитивній і знаковмінній різниці потенціалів між трубопроводами та землею слід здійснювати додатковий захист трубопроводів теплових мереж із провідними металевими трубами, крім конструкцій із герметичним захисним покриттям всіх елементів трубопроводу (труб, арматури, фасонних виробів, нерухомих опор, ковзних опор та компенсаторів тощо) та конструкцій із провідними трубами з полімерних матеріалів.

Як додатковий антикорозійний захист сталевих трубопроводів теплової мережі від впливу блукаючого струму при підземному прокладанні (у непрохідних каналах або при безканалному прокладанні) слід застосовувати:

- віддалення траси теплової мережі від рейок колій електрифікованого транспорту та зменшення кількості перетинів з ним;
- збільшення перехідного опору будівельних конструкцій теплової мережі шляхом застосування електроізолюваних нерухомих та рухомих опор труб;
- збільшення поздовжньої електропровідності трубопроводів шляхом встановлення електроперемичок на сальникових компенсаторах та на фланцевій арматурі;
- вирівнювання потенціалів між паралельними трубопроводами шляхом встановлення поперечних струмопровідних перемичок між прилеглими трубопроводами при застосуванні електрохімічного захисту;
- встановлення електроізолювальних фланців на трубопроводах на ввіді теплової мережі (або в найближчій камері) до об'єктів, які можуть бути джерелом блукаючого струму (трамвайне депо, тягова підстанція, ремонтна база тощо);
- електрохімічний захист трубопроводів.

Якщо по сталевих трубах проходить вода, яка може викликати корозію, дуже доцільно застосування заходів для захисту від корозії не тільки зовнішньої, але й внутрішньої поверхні стінок сталевих труб. Корозійні властивості має вода з низьким значенням рН і вода з високим вмістом розчиненої вуглекислоти, кисню, а також сульфатів і хлоридів. Ці води викликають відносно швидке корозію стінок сталевих труб зсередини, що призводить до різкого збільшення шорсткості, зростання гідравлічних опорів водопровідних ліній і, отже, зниження їх пропускну здатності.

При виборі способу захисту сталевих труб від внутрішньої корозії, внаслідок наявності вільного кисню у воді, та схеми підготовки води, слід враховувати основні параметри мережної води:

- жорсткість води;
  - водневий показник рН;
  - вміст у воді кисню і вільної вуглекислоти (за рахунок розчиненого діоксиду вуглецю);
  - вміст сульфатів і хлоридів;
  - вміст у воді органічних домішок (окиснюваність води).
- Захист труб від внутрішньої корозії слід виконувати шляхом:
- регулювання рН у межах нейтрального середовища;
  - зменшення вмісту кисню у мережній воді;
  - покриття внутрішньої поверхні сталевих труб антикорозійними сумішами або застосування корозійностійкої сталі;
  - застосування безреагентного електрохімічного способу обробки води;
  - застосування водопідготовки та деаерації підживлювальної води;
  - застосування інгібіторів корозії.

Для запобігання внутрішньої поверхні стінок труб від корозії можна застосовувати різні види покриттів. У закордонній практиці (у США, Англії та інших країнах) успішно застосовується цементне покриття сталевих (іноді і чавунних) труб. Цементне покриття товщиною 3 – 6 мм наноситься на труби спеціальними відцентровими машинами на заводі при їх виготовленні або на місці укладання. Цементне покриття дозволяє зберегти протягом тривалого часу незмінну і високу пропускну здатність труб.

Захист внутрішньої поверхні стінок металевих труб від корозії може бути досягнуто також шляхом спеціальної обробки води, що призводить до втрати нею корозійних властивостей.

# EXPERIMENTAL STUDY OF LIQUID PHASE HEAT CAPACITY OF DIMETHYL ETHER (DME) AND TRIETHYLENE GLYCOL (TEG) SOLUTION

**Kostyantyn Tumburkat, Igor Motovoy, Dmytro Ivchenko, Vitaly Zhelezny  
Odessa National Academy of Food Technologies**

One of the priority tasks in the development of modern refrigeration equipment is a scientifically based choice of compressor oils. The issue of developing and selecting appropriate brands of lubricants for certain refrigerants is complicated by the abundance and variety of the requirements that are proposed to them. Therefore, in recent years, considerable interest has been observed in the study of the thermodynamic properties of solutions of ozone-depleting refrigerants in new compressor oils. However, there are still no experimental data on the caloric properties of compressor oils and their solutions with refrigerants in the literature.

Heat capacity is one of the most important thermodynamic properties of the working fluids and coolants, which determine the efficiency of production processes. However, currently published methods to predict the heat capacity of mixed refrigerants and refrigerant / compressor oil solutions (ROS) are insufficiently developed and require further improvement.

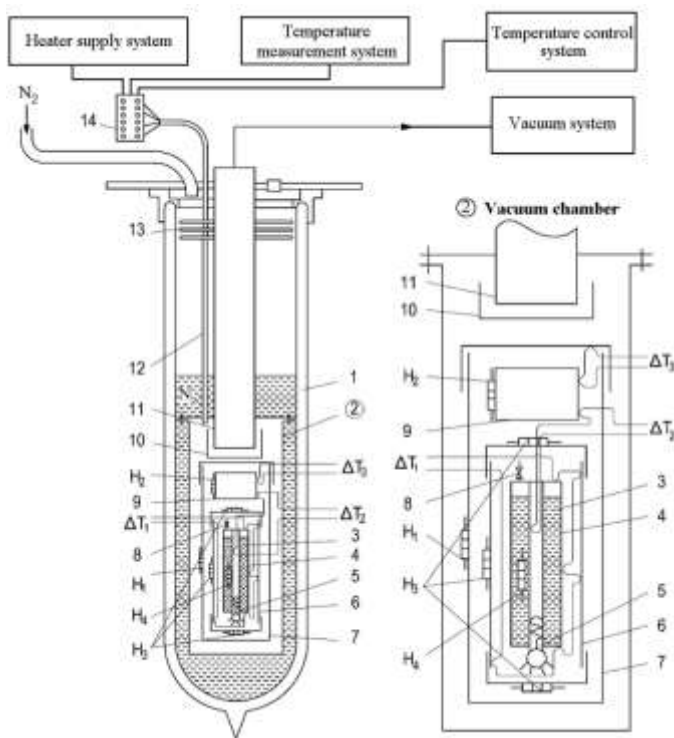
It should be stressed that prediction of thermodynamic properties of ROS is difficult for several reasons. Firstly, there is no information on the composition of the compressor oil, which is a trade secret of manufacturers. Secondly, in the literature there is only a small amount of available information on critical (pseudocritical) parameters of thermally unstable compressor oils. These difficulties can be avoided by studying of thermodynamic systems that simulate properties of the ROS.

The main requirements to the substance that simulate properties of compressor oil are following: the availability of information about critical parameters; low values of the vapor pressure in the range of operating parameters of the refrigerating equipment; high molecular weight (the proper value of molecular weight can be found in the literature); unlimited miscibility with the refrigerant over a wide temperature range.

In this paper, we experimentally investigate the solution of dimethyl ether (DME CAS 115-10-6) in triethylene glycol (TEG CAS 112-27-6)), which fully satisfies for the requirements for «model» thermodynamic systems. The heat capacity of DME / TEG solutions was measured by the direct heating method in a wide range of temperatures.

Schematic diagram of low temperature adiabatic calorimeter is shown in Figure 1. The immersion type cryostat is a vacuum chamber 2 which is inserted into the dewar with liquid nitrogen. The elements of calorimetric system 4 and the container with experimental sample 3 are mounted inside the vacuum chamber 1. Radiation heat transfer is minimized by electrolytic silver plating of the inner surface of the adiabatic screen 6 as well as by the polished aluminum foil covering the outer surface of the container 4.

Experimental samples were loaded into a sealed container (volume 72 mL). Calorimetric heater  $H_4$  and resistance thermometer 5 are located inside the container 4. The container is made of stainless steel. Micro valve 8 is located in the upper part of the container, and produce filling of the container with experimental sample or heat-transfer gas (helium). Heat-transfer gas is used for determination of the heat value of the calorimeter.



**Fig. 1 – The schematic diagram of low temperature adiabatic calorimeter**

Thus, all the elements of a calorimeter system encased in shell with approximately the same temperature. Vacuum chamber 2 immersed in Dewar flask with liquid nitrogen is equipped with a massive copper screen 10, which has a good thermal contact with the top of vacuum chamber 2. This design of the vacuum chamber prevents radiation heat exchange between the calorimeter system with external environment through the vacuum cables 11. The screens 13 are designed to reduce radiation heat exchange between the liquid nitrogen and external environment.

The control of the heat exchange between the elements of an adiabatic system is carried out using a copper-constantan differential thermocouples  $-\Delta T_1$ ,  $\Delta T_2$  and  $\Delta T_3$  (Figure 1) with high temperature sensitivity ( $20\text{--}40\text{ mV}\cdot\text{K}^{-1}$ ). To maintain adiabatic conditions is necessary to regulate the temperature difference between the following elements: the container 4 with the sample - the adiabatic screen 6 (differential thermocouple  $\Delta T_1$ ,  $\Delta T = 0$ ); the container 4 with the sample - temperature controlling ring 9 (differential thermocouple  $\Delta T_2$ ,  $\Delta T = 0$ ); temperature controlling ring 9 - external thermostating screen 7 (differential thermocouple  $\Delta T_3$ ,  $\Delta T \geq 0$ ). The signal from each of the differential thermocouple is input to the electronic proportional-integral-differential temperature regulator VRT-2. The temperature regulator controls the voltage on the heater of corresponding element of calorimetric system via the power amplifier. The signal of each of the thermocouples is measured by precision multimeter with an interval in 6 seconds and transmitted to a computer for further processing, displaying on the screen and saving the obtained experimental results.

To measure the temperature of the container 4 used a platinum resistance thermometer 5. The measurement of the calorimeter temperature by resistance thermometer performed with compensation method. Thus, the voltage drop on the thermometer and the resistance coil was measured during the experiment. Voltage drops is measured by digital multimeter Rigol DM3064.

Heater  $H_4$  is located inside the container 4 and provides uniform of temperature distribution in the inner volume of the container 4 with the sample.

The report presents experimental data on the heat capacity of dimethyl ether and triethylene glycol, as well as data on the heat capacity of DME / TEG solutions in the temperature range  $173 \leq T \leq 320\text{ K}$ . The performed analysis shows that the increased uncertainty of the received heat capacity data of the research objects does not exceed 0,45 %. Impurities of compressor oil significantly affect the caloric properties of pure refrigerant. As the concentration of oil impurities

To decrease convective heat transfer between the container 4 and a calorimeter shell a vacuum in the vacuum chamber 2 up to 0.0013 Pa was created. The vacuum system consists of a backing and diffusion pumps, vacuum trap, thermocouple and ionization pressure transducers and leak valve. To set the calorimeter system for a given by the operator temperature level in short time is provided the opportunity to fill in the vacuum chamber 2 with helium gas.

The heat transferring by the electric wires was maximally reduced by using of small-diameter wires (0.05 - 0.08 mm) and temperature controlling ring 9. Section of wires coming from electric inputs 12 to the adiabatic screen 6 is located on the ring. The temperature of the ring 9 is maintained equal to the temperature of the container 4 by heater  $H_2$  additionally located on the ring. The external thermostating screen 7 is necessary to ensure the constancy of heat exchange conditions with the adiabatic screen 6 over a wide temperature range.

increases, the heat capacity increases significantly. These circumstances must be taken into account in the theoretical evaluation of the prospects of alternative refrigerants.

## **РАЗРАБОТКА СХЕМ И КОНСТРУКЦИЙ АБСОРБЦИОННЫХ ВОДОАММИАЧНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ РАБОТЫ В СИСТЕМАХ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДЫ ИЗ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

**Осадчук Е.А., ст. преподаватель, Адамбаев Д.Б, аспирант, Гожелов Д.П., инженер  
Одесская национальная академия пищевых технологий**

Около 70 процентов поверхности земного шара покрыто водой, однако на 97,5 процента она состоит из соленой воды. Оставшиеся 2,5 процента приходятся на пресную воду, почти две трети которой находится в замороженном состоянии в ледниковых шапках. Между тем, основная часть пресной воды находится в 1 километровом слое атмосферы. По данным работы [1] средняя абсолютная влажность близ земной поверхности составляет  $11 \text{ г/м}^3$ , а в тропических регионах она доходит до  $25 \text{ г/м}^3$  и выше. Большое количество стран тропического пояса страдает от отсутствия пресной воды, хотя ее содержание в атмосфере весьма значительно.

Поэтому одной из важнейших задач является развитие технологий позволяющих извлекать воду из воздуха, причем непосредственно на месте, где она необходима.

С древних времен пресную воду, в очень ограниченных количествах, получали путем сбора сконденсированных капель из воздуха в результате естественного суточного радиационного охлаждения земной поверхности (охлаждение в ночное время пористых камней с образованием росы). При понижении температуры на  $10\text{--}15 \text{ }^\circ\text{C}$  из каждого кубического метра можно выделить  $10\text{--}14 \text{ г}$  воды. Для повышения эффективности процесса конденсации пара воды в этих условиях используют интенсифицирующие элементы – холодоаккумуляторы (щебень), тепловые трубы, обеспечивающие передачу тепла на значительные расстояния и систему сорбентов, работающих в циклическом режиме «зарядки-разрядки» [2].

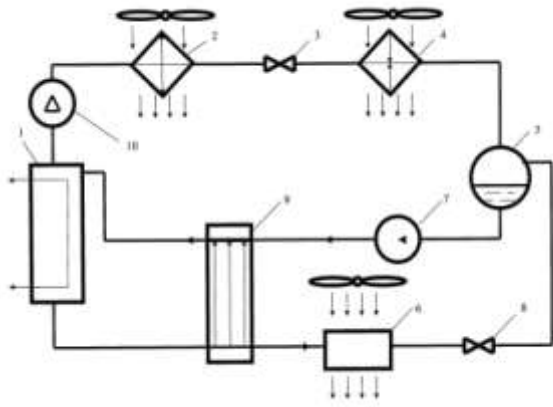
Как показывает практика, наибольшие перспективы имеют методы, связанные с работой генераторов искусственного холода – холодильных машин, которые гарантировано обеспечивают температуру воздушного потока ниже температуры точки росы.

Из всего спектра холодильных машин абсорбционного типа и результатов анализа энергетических характеристик циклов абсорбционных водоаммиачных холодильных машин (АВХМ), а также с учетом простоты конструкции и способа реализации для дальнейшей разработки был выбран вариант традиционной АВХМ с теплообменником растворов и с бустер-компрессором на магистрали подачи пара аммиака в конденсатор (рис. 1).

Работа АВХМ с бустер-компрессором осуществляется следующим образом.

В генератор пара 1 подается тепловая нагрузка, например, нагретый в системе СК теплоноситель.

Нагретая вода, циркулируя по теплообменным внутренним трубкам генератора 2, передает тепло «крепкому» водоаммиачному раствору (ВАР). Из жидкого ВАР при давлении  $P_g$  выпаривается преимущественно легкокипящий компонент-аммиак с некоторыми частями абсорбента-воды. Обедненный по аммиаку ВАР – «слабый» ВАР, имеющий большую плотность, перемещается в нижнюю часть генератора 1, а паровая водоаммиачная смесь поднимается в верхнюю часть генератора 1. В верхней части генератора происходит очистка паровой смеси за счет разности нормальных температур кипения воды и аммиака путем ректификации и дефлегмации.



- 1 – генератор-кипятильник; 2 – воздушный конденсатор; 3 – дроссель жидкого аммиака;  
 4 – воздухоохладитель; 5 – абсорбер;  
 6 – воздушный охладитель слабого раствора;  
 7 – насос крепкого раствора; 8 – дроссель слабого раствора; 9 – теплообменник растворов;  
 10 – бустер-компрессор

**Рис. 1 – Схема АВХМ с поджимающим бустер-компрессором**

абсорбер 5, где он поглощается слабым ВАР, поступающим из генератора 1 через дроссель 8.

Из абсорбера 5 насыщенный аммиаком крепкий ВАР при помощи циркуляционного насоса 7 преодолевает перепад давлений  $\Delta P = P_g - P_o$  и поступает в генератор 1 и цикл АВХМ повторяется.

В схеме предусмотрено воздушное охлаждение теплорассеивающих элементов, так как работа АВХМ планируется в условиях дефицита водных ресурсов

Анализ энергетической эффективности циклов АВХМ с поджимающим бустер-компрессором показал, что с повышением температуры греющего источника от 80 °С до 100 °С эффективность АВХМ возрастает почти в 2 раза.

Было выполнено и сравнение энергетических характеристик цикла АВХМ с поджимающим бустер-компрессором и цикла парокомпрессионной холодильной машины (ПКХМ), работающей в том же диапазоне температур объекта охлаждения и наружного воздуха.

Анализ результатов расчета показал, что имеют место энергетические преимущества у АВХМ с поджимающим бустер-компрессором даже перед идеальным холодильным циклом Карно, начиная с уровня температур греющего источника 100 °С. Энергетическое преимущество в рассмотренном диапазоне температурных параметров составляет от 11 до 24 %. В системах получения воды из атмосферного воздуха большие перспективы может иметь автономный безнасосный абсорбционный водоаммиачный холодильный агрегат (АВХА) [2].

### Литература

1. Алексеев В.В., Чекарев К.В. Получение пресной воды из влажного воздуха // Аридные экосистемы. – 1996. – Т. 2. – № 2–3.
2. Перельштейн Б.Х. Новые энергетические системы [Текст]: монография / Б.Х. Перельштейн; Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2008. – 244 с.

Научный руководитель: Титлов А.С., д.т.н., проф., зав. кафедрой теплоэнергетики и трубопроводного транспорта энергоносителей, ОНАПТ

Очищенный пар аммиака подается на вход бустер-компрессора 10, сжимается и с повышенным, по сравнению с давлением в генераторе ( $P_g$ ), давлением  $P_k$  поступает в воздушный конденсатор 2. В конденсаторе 2 пар сжигается с отводом теплоты парообразования к окружающему воздуху. Жидкий аммиак после конденсатора 2 проходит через дроссель 3, теряет давление с  $P_k$  до  $P_o$  и в виде влажного пара (смеси пара и жидкости) поступает в воздухоохладитель 4. В воздухоохладителе жидкий аммиак кипит при низком давлении  $P_o$  и температуре  $T_o$  с отводом тепла от наружного воздуха.

Постоянное давление в испарителе  $P_o$  поддерживается за счет отвода пара аммиака в

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА МАСЛОЖИРОВОЙ ОТРАСЛИ

**Зубкова З.С., студент СВО «Бакалавр» ф-та НГиЭ  
Одесская национальная академия пищевых технологий**

При анализе энергетического потенциала биомассы в Украине основное внимание, обычно, уделяют соломе, отходам древесины и гною. Такой вид биомассы, как шелуха подсолнуха, часто остается вне детального рассмотрения.

Украина уверенно занимает одну из первых позиций на мировом рынке по переработке семян подсолнуха, производству и экспорту масла. В последние годы объем производства подсолнечного масла в стране колебался в пределах 1,2-1,9 млн. т/год, достигнув рекордной отметки в 1,928 млн. т. в 2016 г., что на 48,5 % больше показателя в 2005 г. [1].

Большие объемы переработки семян приводят к образованию значительного количества отходов производства – шелухе. Выход шелухи составляет 11-20 % от массы семян. Исходя из существующих объемов переработки семян подсолнуха, общий объем шелухи в Украине можно оценить в 0,6 млн т/рік, что эквивалентно 0,3 млн т у.п./год (0,18 % от общего потребления первичных энергоресурсов).

По данным 2018 г., в Украине насчитывается больше 300 маслоэкстракционных заводов (МЭЗ), масложиркомбинатов (МЖК) и небольших маслоделен, из которых лишь 16 имеют частицу величиной 2% в общем объеме переработки подсолнечных семян. Перечень лидеров в течение многих лет остается практически неизменным – ЗАО "Днепропетровский маслоэкстракционный завод", ОАО "Кировоградолія", ООО "Комбинат. Каргил", ЗАО "Пологивский маслоэкстракционный завод", ОАО "Одесский масложиркомбинат" [1].

В настоящее время больше половины годового объема образованной шелухи сжигается в котлах с целью производства тепловой энергии (технологический пар, горячая вода), около 22 % используется для производства гранул и брикетов, достаточно большая доля вывозится на свалки, определенное количество продается сельскохозяйственным предприятиям и населению для хозяйственных потребностей. Согласно Инструкции Государственного комитета статистики Украины (№ 1280/11560 от 27.10.05), предприятия обязаны вести учет образованной шелухи. При этом шелуха, которая используется на топливные потребности, считается вторичным ресурсом, а другое – отходами.

За последние 10 лет почти все большие МЭЗ и МЖК Украины внедрили технологию сжигания шелухи. На предприятиях работают котлы трех типов. Во-первых, это современные котлы иностранных производителей. Во-вторых, это оборудование, спроектированное украинским СПКТЬ "Энергомашпроект" (Киев) и изготовлено на заводах Украины. Кроме того, на некоторых предприятиях работают старые котлы, предназначенные для сжигания ископаемых топлив, которые были переоборудованы под сжигание шелухи. Мощность котлов на предприятиях масложирового сектора находится, в основном, в диапазоне 10-20 т/ч.

Например, котел мощностью 16 т/ч, запущенный в работу на Винницком МЖК в конце 2006 г., решает одновременно несколько неотложных проблем. На предприятии ежедневно образуется до 70 тонн шелухи подсолнуха. Практически вся шелуха вывозилась на свалку за город. При этом Винницкий МЖК покупал тепловую энергию у местных теплосетей. С введением в эксплуатацию нового котла комбинат избавился от проблемы утилизации шелухи и теперь на 60 % сам удовлетворяет потребность в тепловой энергии. Это дает экономию и позволяет окупить вложенные средства за два года. Котел, разработанный конструкторским бюро "Энергомашпроект", имеет настолько высокие параметры, что в случае потребности может приводить к действию паровую турбину с генератором, обеспечивая предприятие собственной электроэнергией.

При сжигании шелухи нужно уделять серьезное внимание экологическому аспекту. Особенно это касается старых переоборудуемых котлов. Только при применении современных фильтров и других эффективных элементов системы очистки дымовых газов эмиссия вредных веществ не будет превышать установленные нормы, а работа котлов - наносить вред окружающей среде и здоровью людей. Этот вопрос нельзя обходить, потому что много МЭЗ и МЖК расположено непосредственно в больших населенных пунктах. Вероятно, что предприятия, где шелуха в настоящий момент сжигается в старых котлах, в ближайшее время заменят на современное и более эффективное оборудование [2].

В последнее время наблюдается активизация деятельности относительно гранулирования шелухи подсолнуха и экспорта этой продукции. Поскольку шелуха имеет очень низкую насыпную плотность ( $170 \text{ кг/м}^3$ ), его транспортировка на большое расстояние является экономически нецелесообразной. Намного более выгодно производить гранулы или брикеты, плотность которых на порядок более высока ( $1200 \text{ кг/м}^3$ ), и оперировать уже ими.

Линии по производству гранул-брикетов из шелухи подсолнуха расположены на Пологовском МЭЗ, заводе протеина ОАО "Мироновский хлебопродукт", Мелитопольском МЭЗ и других предприятиях. Типичный диаметр гранул из шелухи 6-8 мм, типичный размер брикетов – 50x50 мм, длина 300 мм. Теплота сгорания составляет около 20 МДж/кг [3].

Большая часть гранул-брикетов продается в европейские страны, где на них есть достаточно большой спрос. Типичная цена гранул, которые идут на экспорт, составляет 100 евро/т, на внутреннем рынке они реализуются по 300 грн/т. Большая часть экспорта гранулированной шелухи из Украины происходит морским путем, в основном через Херсонский порт (до 72 % всего объема морского экспорта). Остальные – через Мариупольский, Николаевский, Южный, Одесский, Измаильский. Экспорт шелухи подсолнуха осуществляется по таким направлениям: Нидерланды, Греция, Турция, Израиль. Наземным транспортом гранулы также вывозятся в Германию, Польшу, Швецию.

Таким образом, шелуху подсолнуха в Украине можно рассматривать как достаточно мощный источник альтернативной энергии и сырья для производства твердых биотоплив высокого качества. Благодаря сжиганию этого вторичного ресурса в современных котлах, предприятия масложирового комплекса могут обеспечивать себя собственной теплотой и электроэнергией, а при наличии избытка теплоты, которая является полностью вероятным, отапливать дома соседних жилищных районов. Полезная утилизация шелухи, которая до сих пор вывозится на свалки (около 12 % общего объема), составляет потенциал для увеличения генерации тепловой и электрической энергии или производства твердого биотоплива в виде гранул и брикетов.

### Литература

1. Рынок пеллет Украины [Электронный ресурс] / Комментарии аналитика отдела анализа рынков Аналитического департамента А. Ткачева, 2010. – Режим доступа: <http://www.youtube.com/watch?v=mGSYA9uM8rs>.
2. Зеленый тариф и альтернативное будущее Украины. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://jkg-portal.com.ua/ru/publication/one/alternativne-majbutne-ukrajini>.
3. Листопад В.Л., Кухта В.Г. Рынок лужги подсолнечника в Украине и реализация проектов по производству твердого топлива в масложировой отрасли // Масложировой комплекс. 2010. – №2(29), – С.16-20.

Научный руководитель: Волчок В.А., к.т.н., ОНАПТ

# ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ РОБОЧИХ ТІЛ ПАРОКОМПРЕСІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМ З ДОБАВКАМИ НАНОЧАСТИНОК $TiO_2$

Лук'янова Т.В., аспірант  
Одеська національна академія харчових технологій

Останні роки спостерігається підвищений інтерес до використання добавок наночастинок у робочих тілах парокомпресійних холодильних систем. Наявні на сьогодні дослідження показують доцільність введення наночастинок до складу робочих тіл з метою підвищення енергетичної ефективності холодильного обладнання. Як добавки в робочі тіла холодильного обладнання дослідники обирають переважно наночастинки оксидів металів, а також фулерени.

Розробка технології приготування й оцінка колоїдної стабільності робочих тіл з добавками наночастинок мають передувати будь-яким дослідженням перспектив застосування наночастинок у реальних холодильних системах. Причому, на думку авторів, колоїдну стабільність (незмінність дисперсного складу з часом) наночастинок необхідно оцінювати не тільки в умовах їх зберігання, але і в процесі проведення експериментів з вимірювання теплофізичних властивостей, дослідження процесів теплообміну й енергетичної ефективності холодильної компресорної системи.

Слід зазначити, що в більшості робіт, присвячених експериментальним дослідженням теплофізичних властивостей або процесів з використанням нанохолодоагентів, не приділяють належної уваги технології їх приготування. В результаті, навіть одні й ті ж дослідники не завжди отримують відтворювані результати як з теплофізичних властивостей наночастинок, так і з показників ефективності устаткування при їх використанні.

Оглядових робіт, присвячених розгляду технології приготування наночастинок, досить багато, однак досліджень, в яких вивчалася методика приготування робочого тіла парокомпресійної холодильної машини з добавками наночастинок, всього декілька [1, 2, 3].

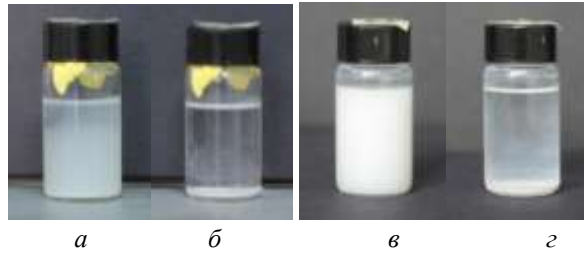
Метою даної роботи була оцінка впливу різних технологічних факторів процесу приготування нанохолодоагентів на основі холодоагенту R141b з добавками наночастинок  $TiO_2$  на колоїдну стабільність і середній розмір наночастинок в отриманих наночастинках.

Для приготування усіх зразків наночастинок використовувався двоступеневий метод, який складався з таких етапів:

- ультразвукова обробка суміші наночастинок і холодоагенту в присутності ПАР або без додавання ПАР протягом 30 хвилин;
- механічне диспергування протягом 12 годин;
- ультразвукова обробка протягом 30 хвилин.

Приготувати колоїдно стабільний наночастинок R141b/наночастинки  $TiO_2$  без використання ПАР не вдалося (див. рис.). Причому про агрегативну нестійкість отриманого флюїду говорить той факт, що рідина над осадом практично не містить наночастинок. Цей результат суперечить інформації, наведеній у роботі [4], де відзначається задовільна колоїдна стабільність (протягом 3-4 тижнів) системи R141b/наночастинки  $TiO_2$  (0,01-0,05 об. %, середній розмір у порошок 21 нм), приготованої за допомогою ультразвукового диспергування протягом 6 годин без добавок ПАР.

Для забезпечення колоїдної стабільності наночастинок було проведено додаткові дослідження з вибору типу і концентрації ПАР. Розглядалися різні за своєю природою ПАР: аніонні SDBS і SDS; катіонна СТАВ; неіоногенна Span 80. При приготуванні усіх зразків наночастинок з добавками ПАР необхідна кількість ПАР додавалася перед останнім етапом приготування – ультразвуковою обробкою.



*а і б – наночастинки TiO<sub>2</sub> виробництва Sigma Aldrich (0,088 мас.%): фотографії зроблені через 1 годину і через 18 годин після приготування, відповідно; в і г – наночастинки TiO<sub>2</sub> виробництва Wenzhou Jingcheng Chemical Co (0,10 мас.%): фотографії зроблені відразу і через 20 годин після приготування, відповідно*

**Рис. 1 – Зразки нанофлюїдів R141b/наночастинки TiO<sub>2</sub>**

Для оцінки впливу добавок ПАР на ступінь дисперсності отриманих нанофлюїдів для зразків з наночастинками TiO<sub>2</sub> (Wenzhou Jingcheng Chemical Co), які виявили достатню колоїдну стабільність, було проведено вимірювання середнього розміру наночастинок відразу після приготування і через 20 годин.

На підставі проведених досліджень зроблено висновок про доцільність комбінування механічного та ультразвукового диспергування наночастинок у базових рідинах при приготуванні нанохолодоагентів двоступінчатим методом.

Обґрунтовано вибір поверхнево-активної речовини для приготування нанофлюїдів на основі галоїдопохідних холодоагентів – неіоногенної ПАР Span 80, яка забезпечує колоїдну стабільність нанофлюїду на основі холодоагенту R141b і наночастинок TiO<sub>2</sub>. Показано, що процедура визначення оптимальної концентрації ПАР для приготування нанофлюїдів є достатньо складною і залежить від багатьох факторів. Показано, що зі зменшенням розміру наночастинок у нанофлюїді (в результаті ультразвукової обробки) збільшується необхідна кількість ПАР для забезпечення колоїдної стабільності (через збільшення питомої поверхні наночастинок). Тому для кожного конкретного зразка нанофлюїду перед початком дослідження його теплофізичних властивостей або процесів теплообміну необхідно експериментально визначати оптимальну концентрацію ПАР.

### Література

1. Alawi, O.A., Sidik, N.A.C., & Mohammed, H. A. (2014). A comprehensive review of fundamentals, preparation and applications of nanorefrigerants. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 54, 81–95.
2. Peng, H., Lin, L., & Ding, G. (2015b). Influences of primary particle parameters and surfactant 24. *Trisaksri, V., & Wongwises, S. (2009). Nucleate pool boiling heat transfer of TiO<sub>2</sub>–R141b nanofluids. International Journal of Heat and Mass Transfer*, 52(5–6), 1582–1588..
3. Peng, H., Ding, G., & Hu, H. (2011). Effect of surfactant additives on nucleate pool boiling heat transfer of refrigerant-based nanofluid. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 35(6), 960–970.
4. Trisaksri V., Wongwises S. Nucleate pool boiling heat transfer of TiO<sub>2</sub>–R141b nanofluids // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2009. Vol. 52. No 5–6. P. 1582–1588.

Наукові керівники: д.т.н., проф. Железний В.П., д.т.н., проф. Семенюк Ю.В., кафедра теплофізики та прикладної екології, ОНАХТ

# МІКРОХВИЛЬОВА ТЕХНІКА ДЛЯ ЕКСТРАГУВАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Георгієш К.В., к.т.н.

Одеська національна академія харчових технологій

Витяг біологічно активних речовин (БАР) з рослинних матеріалів в екстрагент є основною стадією отримання екстрактів. Від ефективності вилучення БАР залежить ступінь чистоти одержуваного продукту, його якість і собівартість. Удосконалення технології екстрагування рослинної сировини з метою підвищення виходу БАР, якості та розширення асортименту отриманих препаратів є необхідною ланкою розвитку науково-технічних підходів до інтенсифікації процесів переносу.

Для створення нових технологій необхідне проведення комплексних досліджень, до складу яких входять: аналіз результатів теоретичних і експериментальних робіт, присвячених дослідженню процесів перенесення маси при різних умовах взаємодії з екстрагуються матеріалом з боку екстрагента і зовнішніх сил (якими можуть бути поля температур, тисків і електрофізичних сил). Доцільним способом отримання екстрактів є використання мікрохвильових екстракторів. При їх виготовленні слід керуватися загальними принципами конструювання мікрохвильових пристроїв.

Мікрохвильові установки поділяються за принципом дії: періодичного (камерного типу) і безперервної дії. Установки камерного типу більш прості у виконанні, однією зі складнощів виготовлення є дверцята, в якій конструкції якої передбачаються додаткові пристрої, що виключають випромінювання електромагнітної енергії в навколишнє середовище вище рівня, передбаченого відповідними стандартами. В даний час існує два стандарти: розроблений ANCI (Американський національний інститут стандартів), згідно з яким безпечним вважається випромінювання з питомою потужністю  $10 \text{ мВт/см}^2$ , від мікрохвильових печей - не вище  $1 \text{ мВт/см}^2$  на відстані 5 см, і Європейський стандарт, згідно з яким рівень випромінювання не повинен перевищувати  $10 \text{ мкВт/см}^2$  на відстані 50 см від джерела випромінювання. Ці вимоги щодо легко досягти в установках камерного типу, проте при цьому складно домогтися рівномірності обробки матеріалу всередині камери, в якій утворюється система стоячих хвиль з вузлами і пучностями [1,2]. При конструюванні робочої мікрохвильової камери використовується ряд принципів, що дозволяють поліпшити рівномірність обробки (створення мультимодових камер, застосування диссектора, що обертається столу).

При розробці установок безперервної дії складність полягає в усуненні витоків через перетину завантаження і вивантаження матеріалу. Це досягається застосуванням поза межних хвилеводів, тобто волноводов, в якому поперечні розміри менше граничних, при яких неможливо поширення електромагнітної хвилі [3,4]. Залежності для розрахунку довжини такого хвилеводу наведені, наприклад, в [5]. Вид мікрохвильових екстракторів камерного типу представлений на рис. 1.

При розробці схемного рішення мікрохвильового екстрактора, призначеного для вилучення речовин, біологічно активних по відношенню до шкідників рослин, керувалися такими принципами:

1. Для збільшення продуктивності доцільно конструювати екстрактор безперервної дії, при цьому канали входу і виходу повинні бути розраховані так, щоб їх довжина відповідала довжині поза межного хвилеводу, що забезпечує безпеку роботи персоналу з мікрохвильовим пристроєм.



**Рис.1 – Вид мультимодового екстрактора з різними видами судин для екстрагування [6]**

2. Для передачі електромагнітної енергії раціонально використовувати рупорні антени, а діаметр каналу, по якому проходить сировину з екстрагентом, не повинно перевищувати дві глибини проникнення з урахуванням ефекту теплопровідності.

3. трансформатори для мікрохвильових пристроїв повинні відповідати вимогам, згідно з якими передбачена тривала безперервна робота екстрактора. В даному випадку пред'являються підвищені вимоги до межслойной ізоляції витків трансформатора, що найчастіше реалізується при застосуванні лакової ізоляції, що не допускає пробою електричного струму.

4. стійкість роботи мікрохвильових пристроїв залежить від ефективності роботи системи охолодження анодного блоку магнетрона, на якому виділяється теплота, що вивільняється при перетворенні енергії від електричної мережі в мікрохвильову. Це є непереборною проблемою роботи магнетрона, внаслідок чого вихідна потужність магнетрона менше споживаної від мережі.

Розроблені установки для мікрохвильової обробки рослинного матеріалу дозволяють реалізувати на практиці рекомендації щодо інтенсифікації процесів перенесення і підвищення енергоефективності та здійснити процес екстрагування БАР відповідно методам, що передбачають вид матеріалу і встановлені оптимальні параметри.

### **Література**

1. Лебедев, И.В. Техника и приборы СВЧ [Текст] / И.В. Лебедев. Издание второе, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1970. – 439 с.
2. Рогов, И.А. Сверхвысокочастотный нагрев пищевых продуктов [Текст] / И.А. Рогов, С.В. Некрутман. – М.: Агропромиздат, 1986. – 351 с.
3. Сапунов, Г.С. Ремонт микроволновых печей [Текст] / Г.С. Сапунов. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 272 с.
4. Диденко А.Н. СВЧ-энергетика: Теория и практика [Текст] / А.Н. Диденко. – М.: Наука, 2003. – 447 с.
5. Рогов, И.А. Физические методы обработки пищевых продуктов [Текст] / И.А. Рогов, А.В. Горбатов. – М.: Пищ. пром-ть, 1974. – 304 с.
6. Chemat, S., Laha, A., AitAmar, H., Bartels, P. V., & Chemat, F. (2004). Comparison of conventional and ultrasound-assisted extraction of carvone and limonene from caraway seeds. *Flavour and Fragrance Journal*, 19, – P. 188–195.

# ОСОБЕННОСТИ СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Квасницкий Б.А., студент СВО «Бакалавр» ф-та НГиЭ  
Одесская национальная академия пищевых технологий

В последние годы все более явно прослеживается тенденция осознания реальных путей преодоления кризиса энергоснабжения. Это обусловлено неэффективным, расточительным использованием топливных ресурсов и пренебрежением собственными резервами. Собственными энергетическими резервами может выступать топливо растительного происхождения: лузга подсолнечника, отходы переработки зерна, древесных и других горючих отходов. Это позволит решить и снять остроту экономических вопросов многих промышленных предприятий и значительно снизить себестоимость энергии.

Согласно проведенному анализу имеющиеся типовые котлы не приспособлены для сжигания лузги, измельченных растительных и других горючих отходов. Например, реконструированные на сжигание лузги подсолнечника котлы выходят из строя, т.к. котельный пучок и экономайзер быстро забиваются прочными отложениями золы.

Лузга семян подсолнечника, как топливо, по составу горючей массы и золы близка к древесине: имеет небольшую зольность (2-7 %), большой выход летучих ( $\approx 80\%$ ), быстро воспламеняется, хорошо газифицируется, низшая теплота сгорания составляет 16-18 МДж/кг [1]. Однако в отличие от древесины в составе золы лузги содержится повышенное количество оксидов щелочных металлов ( $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{K}_2\text{O}$ ). Из-за этого она обладает очень низкой температурой плавления, что является технической трудностью при сжигании данного вида топлива.

Существуют различные модели предсказания процесса шлакования золы, но ключевые параметры качества топлива включают химический состав золы, температуру плавления и зольность [2]. Деление суммы основных компонентов топлива ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) на сумму кислотных компонентов ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) золы, определяет величину основно-кислотного соотношения. Это отношение широко применяется в модели для шлакования и включается в формулу вычисления фактора шлакования  $R$ , который в нашем случае определяется по эмпирической формуле (1) или (2), в формулу подставляются масс. % содержания оксидов:

$$R = (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) * (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) / (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) \quad (1)$$

$$R = (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) * S / (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) \quad (2)$$

Стоит отметить, что вычисления плавкости золы по её химическому составу или по эмпирическим формулам имеет недостаток, связанный с тем, что не учитывается характер газовой среды, поэтому температуру плавления зол лучше находить прямым определением.

Частым и опасным явлением в котлах сжигающих лузгу, и особенно гречневую, являются пожары. Они периодически возникают в дымоходах и золоуловителях по мере накопления не догоревших зёрен и лузги. Из-за выброса искр и контакта с раскаленными дымоходами, в периоды горения в них, пожары могут перекинуться и на прилегающие территории. Практически на всех обследованных котельных при сжигании лузги наблюдаются выбросы искр из дымовых труб, короба дымоходов и золоулавливающие циклоны ржавые, покоробленные от частых пожаров.

Из-за отложений золы теплообмен в котлах резко снижается. Котлы на лузге и других растительных отходах могут удовлетворительно работать только с понижением паропроизводительности в 2-3 раза. Кроме того, из-за забивания золой, как правило, в этих котлах экономайзеры отключаются, что дополнительно снижает их экономичность.

Решение этой проблемы частично заключается в использовании вихревых топков. В вихревых топках благодаря аэродинамической схеме обеспечивается глубокое низкотемпературное выжигание горючих из частиц с одновременным устранением образования внутритопочных и натрубных отложений, характерных для

высокотемпературных топочных процессов. Топки пригодны для реконструкции котлов типа КЕ, ДКВр, ДЕ и Е 1/9 с паропроизводительностью от 0,5 до 25 т/час. КПД котлов около 82 %.

В котлах при организации топочного процесса по представленному способу, за вихревой топкой практически нет выноса искр, интенсивное горение сосредоточено в камере сгорания. Температура в вихревой камере не превышает уровня начала размягчения и интенсивной возгонки золы [3]. Продукты сгорания охлаждаются в топке, не содержат липких, расплавленных частиц золы и могут направляться для охлаждения в конвективный газоход котла без опасности его зашлаковывания.

В качестве резервного топлива может использоваться природный газ, мазут и твердое топливо. Для очистки от зольных отложений предлагаются отработанные на практике схемы и устройства. Топка и трубные пучки оснащаются лючками и обдувочными устройствами.

### **Литература**

1. Брикетирование отходов из биомасс // Олійно-жировий комплекс – ежеквартальний науково-практичний журнал. – Издатель ООО ИА «АПК-Информ», Днепропетровск, № 4. – 2006. – С. 61-62.
2. Каменецкий Б.Я. О применимости нормативного метода расчета топочного теплообмена к слоевым топкам // Теплоэнергетика. – 2006. – С. 58-61.
3. Бокун И.А. Особенности протекания газодинамических процессов в пульсирующем слое / И.А. Бокун, В.И. Чернышевич // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. Объединений СНГ). – 2009. – №1. – С. 68-73.

Научный руководитель: Волчок В.А., к.т.н., ОНАХТ

## **РОЗЧИННІСТЬ ХОЛОДОАГЕНТУ R290 В ПОЛЕФІРНИХ ТА АЛКІЛБЕНЗОЛЬНИХ МАСТИЛАХ**

**Корнієвич С.Г., аспірант**

**Одеська національна академія харчових технологій**

Правильний вибір мастила сприяє довготривалій і надійній роботі компресора. До компресорних мастил висувають певні вимоги залежно від умов їх роботи, виду холодоагенту, температур його кипіння та конденсації та ін.

Взаємна розчинність мастила з холодоагентами має суттєвий вплив на характеристики та роботу холодильної машини і компресора. Охолодження, енергетичні показники, пускові характеристики компресора, теплообмін в апаратах, циркуляція мастила та надійність компресора в значній мірі визначаються теплофізичними властивостями реального робочого тіла – РХМ.

Основне протиріччя при виборі мастила для пароконденсійної холодильної машини полягає в тому, що кращі умови змащення і ущільнення компресорів досягаються при використанні мастил з низькою розчинністю, в той час як нормальна циркуляція мастила в системі забезпечується при добрій взаємній розчинності з холодоагентом. Холодоагенти з необмеженою розчинністю утворюють з мастилом гомогенні розчини в будь-якій пропорції. Холодоагенти з обмеженою розчинністю змішуються з маслами тільки в певних інтервалах температур і концентраціях. При досягненні критичної температури розшарування, розчин розділяється на дві рідкі фази, що мають різні концентрації.

Розчинене в рідкому холодоагенті мастило знижує холодопродуктивність компресорної системи. Оскільки тиск розчину холодоагент / мастило нижче тиску чистого холодоагенту, при заданій температурі кипіння у випарнику тиск і дійсна холодопродуктивність, холодильний коефіцієнт зменшуються, а робота стиснення

збільшується зі збільшенням концентрації масла в циркулюючому робочому тілі і зі зменшенням фіктивного перегріву в випарнику.

Таким чином, розчинність мастила в холодоагенті має важливе значення для нормальної циркуляції масла та повернення його в компресор.

Актуальність проблеми вивчення розчинності хладагентів у мастилах продиктоване вирішенням глобальних еколого-енергетичних проблем, пов'язаних із заміною галоїдопохідних холодоагентів на альтернативні, які мають нульовий потенціал озонного руйнування і низьке значення потенціалу глобального потепління. Одним з таких холодоагентів, який призначений для заміни холодоагенту R22 (та запропонованих для його заміни численних сумішевих холодоагентів) є пропан (R290).

На жаль, в літературі практично відсутня інформація не тільки про теплофізичні властивості розчинів R290 / мастило, а й дані про криву розшарування пропану з новими мінеральними і синтетичними маслами.

В експерименті було використано 2 різних мастила: ProEco® RF 22S і RENISO SP46, а також пропан. Основні параметри об'єктів дослідження наведено нижче.

Мастило ProEco® RF 22S (поліефірне) фірми BASF виробництва Emgard®, в'язкість при 40 °С - 22.26 мм<sup>2</sup> / с.

Мастило RENISO SP46 (алкілбензольне) фірми FUCHS (fuchs petrolub se), в'язкість при 40 °С – 46 мм<sup>2</sup> / с. Пропан (C3H8) CAS No. 74-98-6, чистота 98 %.

Дослідження параметрів фазової рівноваги рідина-рідина проводилося методом візуального спостереження за станом рідкої фази розчину. На початковій стадії досліду розчин приводився в гомогенний стан. Потім з певним кроком температура в термостаті змінювалася (напрямок зміни температури залежав від положення критичної точки на кривій розшарування) до тих пір, поки в розчині не відбувалося помутніння (опалісценція). Описана процедура повторювалася кілька разів зі зменшенням кроку зміни температури до 0,05 К.

Остаточно температура на лінії рівноваги рідина-рідина приймалася рівною значенню, при якому спостерігалася помутніння розчину. Зазвичай при цій температурі з часом відбувалося розшарування розчину на дві рідкі фази з утворенням чіткої межі розділу між ними.

Очевидно, що похибка визначення температури розшарування залежить, в першу чергу, від кроку, з яким змінюється температура термостата, і від часу підтримки її постійною. Попередні дослідження показують, що температури, відповідні гомогенному стану розчину і початку помутніння, в більшості випадків відрізняються на (0,1...0,2) К.

За результатами проведених експериментів, поданих у таблиці, можна зробити висновок про те, що у досліджених інтервалах параметрів стану поліефірне мастило ProEco® RF 22S і алкілбензольне мастило RENISO SP46 мають дуже добру розчинність в пропані (R290) принаймні до температури мінус 55 °С.

**Таблиця – Розчинність мастил при різній концентрації та температурі**

Поліефірне мастило ProEco® RF 22S			Розчин- ність	Алкілбензольне мастило RENISO SP46			Розчин ність
Темпе- ратура, 0С	Концент- рація мастила, мас. %	Концентрація холодоагенту R290, мас. %		Темпе- ратура, 0С	Концент- рація мастила, мас. %	Концентрація холодоагенту R290, мас. %	
-56	44,33	55,67	так	1	57	43,00	так
-44	34,40	65,60	так	-6	49,31	50,69	так
-36	27,80	72,20	так	-12	38,73	61,27	так
3	46,00	54,00	так	-29	33,55	66,45	так
-2	46,00	54,00	так	1	7,80	92,80	так
-32	46,00	54,00	так	-21	7,80	92,80	так
-48	46,00	54,00	так	-41	7,80	92,80	так

-41	7,10	92,90	так	-58	7,80	92,80	так
-49	7,10	92,90	так	0	10,80	89,20	так

Науковий керівник: д.т.н., проф. Железний В.П., кафедра теплофізики та прикладної екології, ОНАХТ

## **ОЗОННЫЙ МЕТОД ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД**

**Трухачева Д.Е., студент**

**Одесская национальная академия пищевых технологий**

Одним из методов обработки сточных вод, позволяющим эффективно воздействовать является озонирование. Озон является аллотропической модификацией кислорода, обладающей высокой окислительной способностью. Озон подают в сточную воду в виде озона – воздушной или озono-кислородной смеси. Концентрация озона в смеси – около 3 %. Для усиления процесса окисления смесь диспергируют в сточной воде на мельчайшие пузырьки газа.

Озонирование представляет собой процесс абсорбции, сопровождаемый химической реакцией в жидкой фазе. В работе рассматривается установка озонирования предназначена для очистки промстоков от нефтепродуктов, сероводорода, фенолов, ПАВ и др. Озонаторные установки для сточных вод состоят из следующих основных элементов: озонаторов для синтеза озона, оборудования для подготовки и транспортирования воздуха, устройств электропитания, камер контакта озона с обрабатываемой водой, оборудования для утилизации остаточного озона в отработанной газовой смеси. Технологическая схема очистки сточных вод методом озонирования, рассмотренная в работе состоит из двух поточных линий. Первая поточная линия солесодержащие стоки повышенной минерализацией (более 200 мг/л) подаются насосами в аппараты контактно-механические. В аппаратах происходит обработка стоков озono-воздушной смесью. Из аппаратов АКМ очищенные стоки через переливной трубопровод направляются в заглубленную камеру блока, озonoотделителей и далее самотеком – в коллектор сточных вод. В случае недостаточного количества солесодержащих сточных вод на входе на установку озонирования, (менее 50 м<sup>3</sup>/час), предусмотрена линия рециркуляции с насосами, установленными в камере озonoотделителя для возврата части очищенных стоков на нефтеловушку и далее на озонирование. Окисление озonom позволяет одновременно обеспечить обесцвечивание воды, устранение привкусов и запахов и обеззараживание. Озонирование можно очищать сточные воды от фенолов, нефтепродуктов, сероводорода, соединений мышьяка углеводов

Все стадии нефтеиспользования, начиная с добычи нефти и заканчивая использованием нефтепродуктов, приводят к сильному загрязнению окружающей среды. Наиболее распространенными загрязнителями сточных вод являются нефтепродукты – не идентифицированная группа углеводов нефти, мазута, керосина, масел и их примесей, которые вследствие их высокой токсичности, принадлежат, по данным ЮНЕСКО, к числу десяти наиболее опасных загрязнителей окружающей среды

Научный руководитель: Якуб Л.Н. д.т.н. проф., Одесская национальная академия  
пищевых технологий

# ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Зубкова З.С., Квасницкий Б.А., студенты  
Одесская национальная академия пищевых технологий

Термин «менеджмент» в буквальном переводе с английского (management) означает – управление, руководство. Обычно под «менеджментом» понимается процесс управления отдельным работником, рабочей группой, коллективами.

В условиях постоянного роста энергетической (топливной) составляющей в затратах на производство любой продукции особую актуальность приобретает управление энергетическими ресурсами – энергетический менеджмент.

В соответствии с современными представлениями управленческой науки энергетический менеджмент представляет собой управление энергетическими ресурсами за счет повышения энергетической эффективности процесса, установки, технологического процесса, цеха, предприятия. Энергетическая эффективность в значительной степени определяется экономией топливно-энергетических ресурсов за счет энергосбережения. Под энергосбережением понимается процесс уменьшения энергопотребления за счет повышения эффективности использования энергии. Величина (эффект) энергосбережения на предприятии определяется разностью затрат энергетических ресурсов (кДж, кВт/час, Т.У.Т.) до внедрения мероприятий по повышению эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и после их внедрения. Показатель энергетической эффективности чаще всего определяется затратами энергетических ресурсов на единицу выпускаемой продукции. Выпуск конкретной продукции является целевой задачей предприятия, поэтому энергетическая эффективность предприятия характеризует энергетическую эффективность решения целевой задачи.

Современные концепции управления энергетическими ресурсами основываются на положениях и методах теории энергетического менеджмента.

Действия по развитию энергетического менеджмента на предприятии могут быть представлены как ряд перекрывающихся фаз (стадий):

- Достижение контроля над энергопотреблением;
- Инвестирование и мероприятия, повышающие энергоэффективность;
- Поддержание контроля над энергопотреблением и дальнейшее повышение энергоэффективности.

В основе концепции энергоменеджмента лежат три постулата:

- Нельзя управлять тем, что не измеряется;
- Измерения без анализа – бесполезны;
- Для получения результата нужны действия.

Цель функционирования энергоменеджмента – последовательное снижение потребления энергоресурсов до того минимального уровня, который необходим для осуществления производственной деятельности предприятия, т.е. для решения целевой задачи, с соблюдением всех требуемых условий ведения этой деятельности.

Энергоменеджер на предприятии отвечает за энергоэффективность производства.

Без энергетического менеджмента невозможно говорить о системном снижении расходов энергоресурсов и о внедрении каких-либо энергосберегающих мероприятий на предприятии.

Создание и внедрение системы энергоменеджмента в структуру предприятия осуществляется согласно такого алгоритма:

1. Разработка технико-экономического обоснования внедрения данной системы;
2. Создание рабочей группы или обособленного подразделения (служба энергоменеджмента) в структуре предприятия;
3. Разработка (или коррекция существующей) программы энергосбережения;

4. Оценка существующей эффективности использования энергоресурсов (энергоаудит);
5. Анализ полученной информации и определение потенциала энергосбережения;
6. Разработка комплексной программы повышения энергоэффективности производства (список мероприятий, график выполнения работ, источники и график финансирования, целевые показатели эффективности);
7. Создание системы контроля выполнения программы (информация и мотивация персонала);
8. Выполнение программы повышения энергоэффективности производства;
9. Оценка эффективности проводимых мероприятий, при необходимости корректировка следующих мероприятий и (или) графика работ;
10. Оценка результатов работ (повторный аудит, технико-экономический анализ и т.д.).

Данный подход позволяет раскрыть все возможности энергосбережения на предприятии, повысить эффективность инвестиций, сократить издержки, избежать нерационального вложения финансовых средств, технических и трудовых ресурсов, повысит мотивацию и заинтересованность персонала в энергосберегающих программах.

#### **Литература**

1. Дзядикевич Ю.В., Гевко Р.Б., Буряк М.В., Розум Р.И. Энергетический менеджмент. / Тернополь: Економічна думка. 2014. - 335 с.

Научный руководитель: Потапов М.Д., к.т.н., доцент, ОНАПТ

## ЗМІСТ

<b>ОЦІНКА ТА МІНІМІЗАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ В ЗОНІ ВПЛИВУ КРАФТОВОГО ПИВОВАРІННЯ.....</b>	<b>3</b>
<sup>1</sup> Омеянова С.В., <sup>2</sup> Шевченко Д.С., <sup>1</sup> <u>Мальований М.С.</u> , <sup>2</sup> <u>Крусір Г.В.</u> <sup>1</sup> Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів <sup>2</sup> Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса	
<b>УТИЛІЗАЦІЯ ЛІГНОЦЕЛЮЛОЗНИХ ВІДХОДІВ.....</b>	<b>4</b>
<sup>1</sup> Ляхович Т.Л., <sup>2</sup> Лукіна А.Ю., <sup>1</sup> <u>Шмандій В.М.</u> , <sup>2</sup> <u>Зав'ялова О.Л.</u> <sup>1</sup> Кременчуцький національний університет ім. М.Остроградського, м. Кременчук <sup>2</sup> Донецький національний технічний університет, м. Покровськ	
<b>ТЕРМІЧНА УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ УПАКОВОК.....</b>	<b>4</b>
Іваненко Т.С., <u>Маркіна Л.М.</u> Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв	
<b>КОМПЕНСАЦІЙНІ ЗАХОДИ ЗАПОБІГАННЯ ЗАМОРУ РИБ В АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМОВАНИХ ГІДРОЕКОСИСТЕМАХ.....</b>	<b>5</b>
Крук К.В., <u>Клименко М.О.</u> Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне	
<b>ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ПЕРЕРОБКИ ХЕНОМЕЛЕСУ В ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБНИХ ПРОДУКТІВ.....</b>	<b>6</b>
Микитенко М.П., <u>Хомич Г.П.</u> ВНЗ Укооспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі», м. Полтава	
<b>БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ҐРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ.....</b>	<b>7</b>
Шуліпа Є.О., Черниш Є.Ю. Сумський державний університет, м. Суми	
<b>СОРБЦІЙНЕ ВИЛУЧЕННЯ ТОКСИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З РІЧКОВОЇ ВОДИ.....</b>	<b>8</b>
Толочик М.А., <u>Бедункова О.О.</u> Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне	
<b>ОЧИЩЕННЯ ГОСПОДАРСЬКО-ПОБУТОВИХ СТОКІВ У СЕЛИЩАХ МІСЬКОГО ТИПУ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ.....</b>	<b>9</b>
Труфанов І.О., <u>Зав'ялова О.Л.</u> Донецький національний технічний університет, м. Покровськ	
<b>ОБҐРУНТУВАННЯ УМОВ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА ОЛІЙ У КОРМОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ.....</b>	<b>10</b>
<sup>1</sup> Клошка Н. В., <sup>2</sup> Пелещин Р.І., <sup>1</sup> Мадані М. М., <sup>2</sup> <u>Мальований М.С.</u> <sup>1</sup> Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса <sup>2</sup> Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів	

<b>ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ УТИЛІЗАЦІЯ НАФТОВИХ ВІДХОДІВ ТА НАФТОШЛАМІВ.....</b>	<b>11</b>
Лук'яненко Є.В., <u>Пляцук Л.Д.</u> , <u>Аблєєва І.Ю.</u> Сумський державний університет, м. Суми	
<b>ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД НА ТЕРИТОРІЇ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ....</b>	<b>12</b>
Новосельцева В.Р., <u>Кватернюк С.М.</u> Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця	
<b>ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНІВ ГОСТРОЇ ЛЕТАЛЬНОЇ І ХРОНІЧНОЇ ТОКСИЧНОСТІ ВОДИ.....</b>	<b>13</b>
Римар З.І., <u>Кватернюк С.М.</u> Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця	
<b>ПОВОДЖЕННЯ З ПИЛОВИМИ ВИКИДАМИ НА МОБІЛЬНИХ ДРОБИЛЬНО-СОРТУВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСАХ КАР'ЄРІВ.....</b>	<b>14</b>
Агамалієв Е.А., <u>Колесник В.Е.</u> Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро	
<b>ПОВОДЖЕННЯ З ТПВ СЕРЕДНІХ ТА МАЛИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ.....</b>	<b>15</b>
<sup>1</sup> Бурцева Ю.Г., <sup>2</sup> Феденко С.С., <sup>1</sup> <u>Костенко В.К.</u> , <sup>2</sup> <u>Ригас Т.Є.</u> <sup>1</sup> Донецький національний технічний університет, м. Покровськ <sup>2</sup> Кременчуцький національний університет ім. М.Остроградського, м. Кременчук	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТІВ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....</b>	<b>15</b>
Хоменко А.С., Шевченко А.Г., <u>Степова О.В.</u> Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, м. Полтава	
<b>МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ КОМУНАЛЬНИМИ ВІДХОДАМИ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....</b>	<b>16</b>
<sup>1</sup> Шомко О.М., <sup>2</sup> Назаренко О.П., <sup>1</sup> <u>Коцюба І.Г.</u> , <sup>2</sup> <u>М.В. Катков</u> Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова	
<b>ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ КОНЦЕНТРОВАНИХ СТІЧНИХ ВОД ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ.....</b>	<b>18</b>
<sup>1</sup> Арабаджи Я.А., <sup>2</sup> Лагоцька А.Р., <sup>1</sup> <u>Шевченко Р.І.</u> , <sup>2</sup> <u>Мальований М.С.</u> <sup>1</sup> Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса <sup>2</sup> Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів	

<b>ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТОВИХ КОМПОНЕНТІВ.....</b>	<b>19</b>
<sup>1</sup> Буланова А.А., <sup>2</sup> Шомко Д.В., <sup>1</sup> <u>Катков М.В.</u> , <sup>2</sup> <u>Давидова І.В.</u>	
<sup>1</sup> Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, <sup>2</sup> Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир	
<b>БІОІНДИКАЦІЯ СТАНУ УРБОГЕННИХ УМОВ ДОВКІЛЛЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ХВОЙНИХ РОСЛИН.....</b>	<b>19</b>
Процак І.Р., <u>Шуплат Т.І.</u>	
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів	
<b>ЕКОЛОГІЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ ВІД АВТОТРАНСПОРТУ У МЕЖАХ МІСТА.....</b>	<b>20</b>
Шкарлат І.В., Федоренко І.О., <u>Внукова Н.В.</u>	
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків	
<b>ІНОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОПАЛЕННЯ НА ОСНОВІ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ І КРИЖАНОГО АКУМУЛЯТОРА.....</b>	<b>21</b>
Дуднік Т.В.	
Одеська національна академія харчових технологій	
<b>МЕТОДИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕПЛООБМІНУ ДЛЯ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ.....</b>	<b>23</b>
Босий Д.Б., Сярова А.С., Косой Б.В.	
Одеська національна академія харчових технологій	
<b>ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДОРОСЛЕЙ ЯК БІОПАЛИВА...23</b>	
Коробко С.А.	
Одеська національна академія харчових технологій	
<b>АНАЛІЗ ЕФЕКТУ ВИКОРИСТАННЯ ПРОЗОРИХ ІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯЧНОГО ПОЛІМЕРНОГО РІДИННОГО КОЛЛЕКТОРА.....</b>	<b>24</b>
Халак В.Ф., аспірант	
Одеська національна академія харчових технологій	
<b>OPERATIONAL EFFICIENCY IMPROVEMENTS FOR REFRIGERATION SYSTEMS DURING SUMMER PERIOD.....</b>	<b>26</b>
Nesterov P.S., Kosoy B.V.	
Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa	
<b>НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ВОДООХЛАДИТЕЛИ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ТИПА. РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ИХ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ.....</b>	<b>27</b>
Квитко Н.А., гр. ЕЕ-454	
Одесская национальная академия пищевых технологий	

<b>БІОГАЗ З МІСЦЬ ЗАХОРОНЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ЯК НЕТРАДИЦІЙНЕ ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ.....</b>	<b>29</b>
Крекотень Є. Г., студент V курсу факультету ІРЕН Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця	
<b>РОЗРОБКА БІОГАЗОГЕНЕРАТОРА, ЩО ВИКОРИСТОВУЄ РОСЛИННУ СИРОВИНУ НА МЕЗОФІЛЬНОМУ РІВНІ ТЕМПЕРАТУР.....</b>	<b>31</b>
Козирев Д. О., студент 1 курсу магістратури ОНАХТ Одеська національна академія харчових технологій	
<b>МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗЕРНОСУШАРОК ЕЛЕВАТОРІВ З ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ПІДГРІВАЧІВ ПОВІТРЯ.....</b>	<b>32</b>
Люльчак О.Ю., студент 1 курсу магістратури ОНАХТ Одеська національна академія харчових технологій	
<b>КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВЛАСНИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АГРОГОСПОДАРСТВ СЕРЕДНЬОГО РОЗМІРУ В УМОВАХ УКРАЇНИ.....</b>	<b>33</b>
Голюк В.В., студент 1 курсу магістратури Одеська національна академія харчових технологій	
<b>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ РОЗЛИВАХ НАФТИ ТА НАФТОПРОДУКТІВ.....</b>	<b>34</b>
Артьоменкова В.О., студентка Одеська національна академія харчових технологій	
<b>ПРЯМИЙ ТА НЕПРЯМИЙ ВНЕСОК ХОЛОДИЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ У ЗАГАЛЬНУ ЕМІСІЮ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ.....</b>	<b>36</b>
Медведенко Т.І., студентка Одеська національна академія харчових технологій	
<b>БОРОТЬБА З ВИТРАТАМИ НАФТОПРОДУКТІВ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ГАЗОВРІВНЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТА ГАЗОВОЇ ОБВ'ЯЗКИ.....</b>	<b>37</b>
Гнатівський А.С. Одеська національна академія харчових технологій	
<b>ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНОГО КОМПРЕСОРНОГО МАСТИЛА З ДОБАВКАМИ ФУЛЕРЕНУ C60 У ПОБУТОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПРИЛАДАХ.....</b>	<b>38</b>
Середа Д.О., студентка Одеська національна академія харчових технологій	
<b>ОГЛЯД ЗАСОБІВ БОРОТЬБИ ЗІ ВТРАТАМИ БЕНЗИНУ ПРИ ЗБЕРІГАННІ.....</b>	<b>39</b>
Журавльова М.В.	

**ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ.....41**

<sup>1</sup>Майлунець Н.В., магістр, <sup>1</sup>Зацеркляний М.М., к.т.н., доцент,

<sup>2</sup>Столевич Т.Б., к.т.н., доцент

<sup>1</sup>Одеська національна академія харчових технологій,

<sup>2</sup>Одеський національний політехнічний університет

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОЧИСТКИ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ І ПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ.....43**

<sup>1</sup>Яструб К.В., магістр, <sup>1</sup>Зацеркляний М.М., к.т.н., доцент,

<sup>2</sup>Столевич Т.Б., к.т.н., доцент

<sup>1</sup>Одеська національна академія харчових технологій,

<sup>2</sup>Одеський національний політехнічний університет

**ВИМОГИ ДО ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ РАНЬОГО ВИЯВЛЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ АМІАЧНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК.....45**

<sup>1</sup>Сливинська М.В., аспірант, <sup>2</sup>Климашенко Р.В. студент, <sup>2</sup>Желіба Т.О.

<sup>1</sup>Одеська національна академія харчових технологій

<sup>2</sup>Одеський національний політехнічний університет

**УПРАВЛІННЯ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ СМІТТЄВОЗА НА ОСНОВІ ДАТЧИКА МАЛИХ ЛІНІЙНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ НА МУАРОВОМУ ЕФЕКТІ.....46**

Мельничук О. І., студент V курсу факультету ІРЕН

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**ВПЛИВ ОЧИСНИХ СПОРУД М. ОДЕСИ НА ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОГО МОРЯ.....49**

<sup>1</sup>Сіренко А.С., бакалавр, <sup>1</sup>Зацеркляний М.М., к.т.н., доцент,

<sup>2</sup>Столевич Т.Б., к.т.н., доцент

<sup>1</sup>Одеська національна академія харчових технологій,

<sup>2</sup>Одеський національний політехнічний університет

**КАЛОРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ DME / TEG.....50**

Борисов В.О., Мотовой І.В., Івченко Д.О., Желєзний В.П

Одеська національна академія харчових технологій

**ЗАХИСТ ВІД КОРОЗІЇ ПІДЗЕМНИХ МЕТАЛЕВИХ ТРУБОПРОВОДІВ.....53**

Попович І.І., магістр, Столевич Т.Б., к.т.н., доцент

Одеський національний політехнічний університет

**EXPERIMENTAL STUDY OF LIQUID PHASE HEAT CAPACITY OF DIMETHYL ETHER (DME) AND TRIETHYLENE GLYCOL (TEG) SOLUTION.....55**

Kostyantyn Tumburkat, Igor Motovoy, Dmytro Ivchenko, Vitaly Zhelezny

Odessa National Academy of Food Technologies

<b>РАЗРАБОТКА СХЕМ И КОНСТРУКЦИЙ АБСОРБЦИОННЫХ ВОДОАММИАЧНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ РАБОТЫ В СИСТЕМАХ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДЫ ИЗ АТМОСФЕРНОГО ОЗДУХА.....</b>	<b>57</b>
Осадчук Е.А., ст. преподаватель, Адамбаев Д.Б, аспирант, Гожелов Д.П., инженер Одесская национальная академия пищевых технологий	
<b>ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА МАСЛОЖИРОВОЙ ОТРАСЛИ.....</b>	<b>59</b>
Зубкова З.С., студент СВО «Бакалавр» ф-та НГиЭ Одесская национальная академия пищевых технологий	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ РОБОЧИХ ТІЛ ПАРОКОМПРЕСІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМ З ДОБАВКАМИ НАНОЧАСТИНОК <math>\text{TiO}_2</math>.....</b>	<b>61</b>
Лук'янова Т.В., аспірант Одеська національна академія харчових технологій	
<b>МІКРОХВИЛЬОВА ТЕХНІКА ДЛЯ ЕКСТРАГУВАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН.....</b>	<b>63</b>
Георгієш К.В., к.т.н. Одеська національна академія харчових технологій	
<b>ОСОБЕННОСТИ СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ.....</b>	<b>65</b>
Квасницкий Б.А., студент СВО «Бакалавр» ф-та НГиЭ Одесская национальная академия пищевых технологий	
<b>РОЗЧИННІСТЬ ХОЛОДОАГЕНТУ R290 В ПОЛЕФІРНИХ ТА АЛКІЛБЕНЗОЛЬНИХ МАСТИЛАХ.....</b>	<b>66</b>
Корнієвич С.Г., аспірант Одеська національна академія харчових технологій	
<b>ОЗОННЫЙ МЕТОД ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД.....</b>	<b>68</b>
Трухачева Д.Е., студент Одесская национальная академия пищевых технологий	
<b>ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....</b>	<b>69</b>
Зубкова З.С., Квасницкий Б.А., студенты Одесская национальная академия пищевых технологий	

Технології захисту навколишнього середовища  
Матеріали підсумкової науково-практичної конференції другого туру  
всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт  
(Одеса 24-26 квітня 2019 року)

---

Матеріали публікуються в редакції представлених авторських оригіналів. Оргкомітет не несе відповідальності за можливі помилки.

Оргкомітет конференції.

Відповідальний за видання  
завідувач кафедри екології  
та природоохоронних технологій  
Одеської національної академії  
харчових технологій, д.т.н., професор

Г.В. Крусір

Комп'ютерна верстка

М.М. Мадані

---