

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



*XVIII МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ*

**«УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТА  
ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТА  
ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»**

*ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ*

**12-16 жовтня 2020 р.**

**м. Одеса, Україна**

**Організатори конференції**  
Міністерство освіти і науки України  
Одеська державна обласна адміністрація  
Одеська національна академія харчових технологій  
Консалтингова лабораторія ТЕРМА

**МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ**

- Єгоров** – голова, Одеська національна академія харчових технологій, ректор, д.т.н., професор  
*Богдан Вікторович*
- Бурдо** – вчений секретар, Одеська національна академія харчових технологій, д.т.н., професор  
*Олег Григорович*
- Атаманюк** – Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор  
*Володимир Михайлович*
- Васильєв** – Інститут тепло- і масообміну ім. А.В. Ликова, Республіка Білорусь, д.т.н, професор  
*Леонард Леонідович*
- Гавва** – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор  
*Олександр Миколайович*
- Гумницький** – Національний університет „Львівська політехніка”, д.т.н., професор  
*Ярослав Михайлович*
- Долинський** – Інститут технічної теплофізики, почесний директор, д.т.н., академік НАН України  
*Анатолій Андрійович*
- Зав’ялов** – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор  
*Владимир Леонідович*
- Сукманов** – Полтавський університет економіки і торгівлі, д.т.н., професор  
*Валерій Олександрович*
- Колтун** – Technident Pty. Ltd., Australia, Dr.  
*Павло Семенович*
- Корнієнко** – Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, д.т.н., професор  
*Ярослав Микитович*

- Малежик**  
*Іван Федорович* – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Михайлов**  
*Валерій Михайлович* – Харківський державний університет харчування та торгівлі, д.т.н, професор
- Паламарчук**  
*Ігор Павлович* – Національний університет біоресурсів та природокористування України, д.т.н., професор
- Снежкін**  
*Юрій Федорович* – Інститут технічної теплофізики, директор, д.т.н., академік. НАН України
- Сухий**  
*Костянтин Михайлович* – ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», д. хім. н., професор
- Тасімов**  
*Юрій Миколайович* – Віце-президент союзу наукових та інженерних організацій України
- Товажнянський**  
*Леонід Леонідович* – Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор, член-кореспондент НАН України
- Ткаченко**  
*Станіслав Йосифович* – Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, д.т.н., професор
- Черевко**  
*Олександр Іванович* – Харківський державний університет харчування та торгівлі, ректор, д.т.н, професор
- Шит**  
*Михаїл Львович* – Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с.

## ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова, ректор  
Зам. голови

Б.В. Єгоров  
Н.М. Поварова  
Б.В. Косой

Зам. голови з  
організаційних питань  
Відповідальний секретар  
Секретар

О.Г. Бурдо  
Ю.О. Левтринська  
Н.В. Ружицька

### Члени оргкомітету:

О.В. Зиков  
І.В. Безбах  
І.І. Яровий  
Ю.В. Гарібяр

І.В. Сиротюк  
Є.О. Пилипенко  
В.П. Алі  
Я.О. Масельська

О.Ф. Терземан  
С.А. Малашевич  
В.Ю. Юрлов  
О.В. Акімов

Одеська національна академія харчових технологій  
вул. Канатна, 112, г. Одеса, Україна, 65039  
Тел. 8(048) 712-41-29, 712-41-75  
Факс +724-86-88, +722-80-42, +725-47-83  
e-mail: [terma\\_onaft@ukr.net](mailto:terma_onaft@ukr.net)  
сайт: [www.terma.onaft.edu.ua](http://www.terma.onaft.edu.ua).

## **СЕКЦІЯ 4. ІННОВАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ, ФАРМАЦЕВТИЧНИХ, ХІМІЧНИХ ТА ПАРФУМЕРНИХ ВИРОБНИЦТВ**

### **ЗАСТОСУВАННЯ КАВІТАЦІЙНИХ ПУЛЬСАТОРІВ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВНУТРІШНЬОГО МАСОПЕРЕНОСУ В ПРОЦЕСАХ ЕКСТРАГУВАННЯ З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ**

Целень Б.Я., к-т. техн. наук, ст. наук. співр.,  
Гоженко Л.П., к-т. техн. наук, ст. наук. співр.,  
Радченко Н.Л., к-т. техн. наук, ст. наук. співр.,  
Іваницький Г.К., к-т. техн. наук, ст. наук. співр.  
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

### **USE OF CAVITATION PULSATION APPARATUS FOR THE INTENSIFICATION OF INTERNAL MASS TRANSFER DURING EXTRACTION FROM PLANT RAW MATERIAL**

Tselen B.Ya, Ph.D.,  
Gozhenko L.P., Ph.D.,  
Radchenko N.L., Ph.D.,  
Ivanitsky G.K., DSc.  
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, Kiev

***Анотація.** Представлено огляд традиційних і сучасних технологій екстрагування з рослинної сировини та найбільш ефективних методів інтенсифікації даного процесу. Особливу увагу приділено застосуванню кавітаційних ефектів як одним із найбільш перспективних засобів інтенсифікації, котрі забезпечують значне скорочення часу процесу екстрагування та підвищення ступеня вилучення цільової речовини при менших енерговитратах у порівнянні з традиційними методами. Розглянуто основні види кавітації, які використовуються в технологіях екстрагування, обговорюються їх позитивні якості та недоліки. Зазначено, що в сучасних технологіях перевага, з погляду енергозбереження, надається гідродинамічній кавітації, яка суттєво відрізняється від альтернативних кавітаційних методів вкрай невеликими питомими енерговитратами. Показано, що для інтенсифікації процесів екстракції доцільно застосовувати кавітаційні реактори пульсаційного типу. Пульсаційні апарати різної модифікації які на протязі років створювалися в ІТТФ НАН України,*

успішно використовуються в різних галузях промисловості. Представлено нову конструкцію пульсаційного кавітаційного екстрактора для екстрагування і диспергування грубо дисперсної сировини та описано принцип його роботи. До найбільш вагомих переваг нової конструкції віднесено скорочення часу екстракції при високому вилучення цільових речовин, зменшення питомих енерговитрат та збільшення продуктивності, а також можливість одночасного проведення процесів екстракції, диспергування, гомогенізації

**Ключові слова:** екстракція, кавітація, пульсаційні апарати, енергетична ефективність.

**Abstract.**

*An overview of traditional and modern technologies of extraction from plant raw materials, as well as the most effective methods of intensification of this process is presented. Among the main factors influencing the extraction process, special attention is paid to the use of cavitation effects as one of the most promising means of intensification, which can significantly reduce the duration of the extraction process and increase the recovery of the target substance at significantly lower energy consumption compared to traditional methods. The various types of cavitation used today in extraction technologies, in particular, ultrasonic, electric discharge, hydrodynamic, are considered, and their positive qualities and shortcomings are discussed. It is noted that in modern technologies, especially in food, chemical, pharmaceutical industries, the advantage, in terms of energy conservation, is given to hydrodynamic cavitation, which differs significantly from other cavitation methods with extremely low specific energy costs. It is shown that it is expedient to use hydrodynamic cavitation reactors based on pulsation apparatuses to intensify extraction processes. Pulsation devices of various modifications and various purposes, which over the years have been created in the Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, are successfully used in various industries. A new design of a pulsation-type cavitation extractor for extraction and dispersion of coarsely dispersed raw materials is presented and the principle of its operation is described. The most important advantages of the new design are the reduction of extraction time with high extraction of target substances, reduction of specific energy consumption and increased productivity, as well as the possibility of simultaneous processes of mixing, extraction, dispersion, homogenization.*

**Key words:** extraction, intensification, hydrodynamic cavitation, pulsation apparatus, energy efficiency.

**Вступ.** Технології екстрагування цільових речовин посідають найважливіше техніко-економічне значення при виробництві широкого асортименту продукції для харчової, фармацевтичної, хімічної галузей промисловості і АПК. На сьогодні традиційними вважаються технології на основі циркуля-

ційного екстрагування (апарат Сокслета), протиточного екстрагування безперервної дії з перемішуванням сировини та екстрагента, перколяція, мацерація тощо [1]. Позитивна якість цих методів полягає в простоті обладнання і експлуатації. Однак традиційні способи не відповідають вимогам сучасного виробництва, оскільки не забезпечують достатню повноту виснаження сировини, характеризуються високою тривалістю і непродуктивними енергетичними та ресурсними витратами. У підсумку все це знижує ефективність застосування таких технологій.

**Інноваційні методи екстрагування.** Вирішенням може стати розробка нових сучасних методів інтенсифікації екстракції або ж принципово нових технологічних рішень [2–7]. В числі новітніх розробок, над якими сьогодні активно працюють дослідники, є декілька перспективних і привабливих методів. Серед них субкритична екстракція, в якій використовуються специфічні властивості води, яка при високих тисках та температурах, проявляє себе як надзвичайно сильний розчинник майже всіх органічних речовин і як активний реагент в хімічних реакціях [2]. Підвищенні тиску і температури, сприяють розриву водневих зав'язків між молекулами води, що приводить до різкої зміни теплофізичних властивостей води. Перспективним вважається також метод надкритичної флюїдної екстракції із застосуванням в якості екстрагента води або діоксиду вуглецю [2]. Однак ці методи потребують комплексних досліджень для кожного конкретного типу сировини та параметрів обробки, а обладнання на їх основі доволі високовартісне. Найбільш дієвим на сьогодні день вважається метод екстрагування в перегрітій рідині під високим тиском і [2,3]. Суть метода полягає у інтенсифікації процесів екстракції за рахунок підвищення температури екстрагента до 200<sup>0</sup>С при тиску до 15 МПа. Це забезпечує можливість швидкого вивільнення цільових компонентів з клітини, а також прискорення їх переносу через капілярно-пористу структуру сировини.

**Використання кавітаційних механізмів.** Прискорення екстрагування за допомогою кавітації на даний момент вважається одним із найбільш дієвих із перелічених способів інтенсифікації процесу, що підтверджується зростанням кількості наукових робіт за останній час [4-9] і розробок в цьому напрямку. Застосування різних видів кавітаційних механізмів в процесах екстракції, таких як акустична, електророзрядна, парова, гідродинамічна кавітація сприяє швидкому і ефективному вилученню цільових компонентів, та суттєвому зменшенню непродуктивних енерговитрат. [4,8]. Акустична кавітації базується на ефекті проходження через середовище ультразвукового хвиль в середовищі з утворенням локальних зон високого і низького тиску [5,6]. В зоні низького тиску відбувається формування та різке зростання кавітаційних бульбашок, а в зоні високого – їх колапс з випромінюванням потужних динамічних імпульсів. В результаті пришвидшується процес набухання сировини і розчинення вмісту клітин. Молекулярна дифузія всередині частинок та в зовнішньому погранич-

ному шарі змінюється на конвективну, що прискорює процеси масообміну. Завдяки ударній дії імпульсів при колапсі бульбашок всередині частинок сировини, відбувається руйнування клітинних структур та перехід діючих речовин в екстрагент шляхом їх вимивання [5]. Вибір частоти та інтенсивності ультразвуку дає можливість вибирати оптимальні режими обробки в залежності від виду сировини.

Спільними недоліками акустичних методів екстрагування, які фактично перекривають можливість застосування цих ефективних процесів у промисловості є насамперед, значні енерговитрати при невеликих об'ємах створюваних кавітаційних зон, а також відносно висока вартість ультразвукових пристроїв. До недоліків варто віднести і некеровану зміну властивостей біологічно активних речовин внаслідок супутніх термічних ефектів [5,6].

Застосування електророзрядних методів для прискорення процесів екстрагування так само, як і в акустичній кавітації, базується на динамічній дії парогазових бульбашок, які періодично створюються, пульсують і захоплюються з утворенням ударних імпульсів тиску [7]. Дія ударних хвиль прискорює проникнення екстрагента всередину клітини і за короткий проміжок часу в локальних зонах всередині частинок сировини виділяється велика кількість енергії та відбувається мікроривбух, який руйнує клітини і вимиває цільові компоненти, що суттєво збільшує вихід біологічно активних речовин. Внаслідок електричного пробоя в об'ємі потоку рідини ініціюються надзвичайно потужні ефекти кавітації, що є вагомим фактором впливу на протікання процесів екстрагування.

Можливість застосування електророзрядних методів екстрагування в промислових масштабах обмежується невисокою продуктивністю, великими питомими енерговитратами та їх вибухонебезпечністю. Не зрозумілим залишається ступінь впливу розрядів на зміну структури і властивостей екстрагованої сировини. Зокрема, це стосується неконтрольованого перебігу електрохімічних реакцій на електродах пристрою інтенсивного газовиділення та підвищення температури, яке веде до окислення вилучених компонентів.

Альтернативою акустичній кавітації і серйозним конкурентом стосовно до інтенсифікації процесів екстрагування є гідродинамічна кавітація, яка здатна забезпечити всі умови у/з кавітації, але в набагато більшому масштабі і з кращою енергетичною ефективністю [4,8,9]. Для реалізації процесів гідродинамічної кавітації застосовують різні типи роторно-пульсаційні апарати (РПА) [4,М], сопла Вентурі [8,9], пульсаційні апарати, відцентрові насоси та інші типи кавітаційних реакторів проточного типу. Застосування в промисловості того чи іншого типу кавітаційного реактора залежить від поставленої технологічної задачі та від рівня питомих енерговитрат [4,8, М].

Ефективність РПА базується на створенні високочастотних знакозмінних пульсацій тиску в потоці рідинної суміші в щілинних каналах апарата, а також на дії сильних зсувних напружень у вузьких зазорах між ротором та статором.

Зазвичай РПА встановлюється в циркуляційному контурі замкнутому на екстракторі з мішалкою. Застосування РПА забезпечує турбулізацію і пульсацію оброблюваної суміш та одночасне механічне подрібнення частинок сировини. За рахунок цього в скорочується тривалість екстрагування і підвищується вихід біологічно активних речовин. Проте, область застосування РПА через їх низьку абразивну стійкість обмежується можливістю обробки лише дрібнодиспергової сировини. Основним обмежуючим фактором При використанні в процесах екстракцій таких ефективних та абразивно стійких кавітаторів як сопла Вентурі основним обмежуючим фактором є те, що вони завжди працюють по рециркуляційній схемі разом з абразивно чутливими відцентровими насосами [8–10].

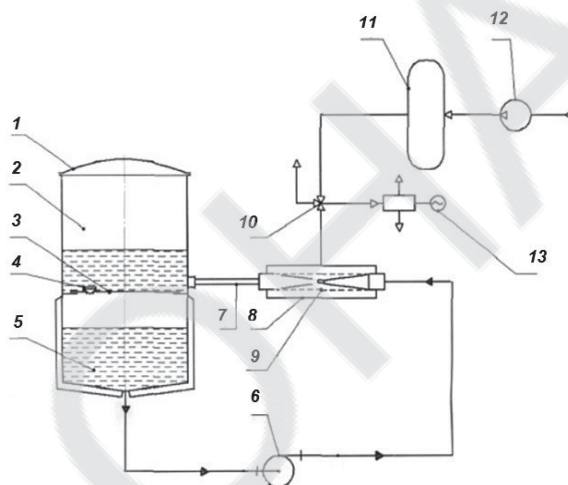
Стосовно екстракції з грубодисперсної сировини доцільно використання гідродинамічних апаратів пульсаційного типу [11], які разом зі скороченням тривалості процесу дозволяють підвищити вихід цільових речовин і які розглядаються як основа створення ефективних екстракційних технологій.

**Пульсаційні екстрактори.** До гідродинамічних кавітаційних пристроїв відносяться також створені в ІТТФ НАНУ пульсаційні апарати з активною мембраною різної модифікації, які знайшли застосування у виробництві в якості ефективних змішувачів, гомогенізаторів, екстракторів [12–15]. Ці апарати відрізняються високою зносостійкістю та відсутністю вузлів, які труться або обертаються, що дозволяє обробляти гетерогенні суміші з твердими частинками, незалежно від їх форми, розміру та абразивних властивостей. Створення достовірної математичної моделі пульсаційного апарата [12] дозволило обґрунтувати вибір раціональної конструкції та оптимальні режими роботи таких пристроїв. відповідно до сфери їх використання та поставлених технологічних задач [13,14].

На основі модифікації лабораторного зразка кавітаційного реактора пульсаційного типу [15] створено конструкцію екстрактора збільшеної продуктивності для застосування в промислових технологіях екстрагування. Принципову схему нової конструкції представлено на рис. 1.

В нижню частину 2 резервуара 1 при відкритому клапані скидання 3, що розташований в перегородці 4 завантажуються вихідна сировина з розчинником. Після чого клапан скидання 3 закривається і вмикається циркуляційний насос 5, який подає сировину через мембранний клапан 6 в трубу-пульсатор 7, а далі у верхню частину 8. За командою системи автоматичного керування 14 через керуючий клапан 9 стиснене повітря пульсаційно надходить з ресивера 10 від компресора 11 над мембраною 12 клапана 6. Режим роботи клапана 9 підбирається експериментальним шляхом. В результаті мембрана 12 з прискоренням виштовхує оброблювану сировину з об'єму клапана в трубу-пульсатор 7 з наступним миттєвим перекриттям вихідного отвору труби-пульсатора 7, де здійснюється наступна кавітаційна обробка в об'ємі труби-пульсатора 7. Прой-

шовши через пульсаційно-кавітаційну обробку в трубі-пульсаторі 7 сировина подається у верхню ємність 8 резервуара 1. Потім відкривається клапан скидання 3 в перегородці 4 і вся оброблювана сировина перетікає в нижню ємність 2 резервуара 1. Таким чином завершується перший етап обробки сировини. Такі цикли обробки проводяться повторно до отримання продукту заданої якості. Кількість циклів визначається експериментально для кожного типу сировини. Продуктивність насоса 5, об'єм труби-пульсатора 7, циклічність роботи клапана 9 та розміри клапана 6 підбираються виходячи із необхідних параметрів роботи екстрактора. Конструктивне розділення ємності на дві частини дозволяє забезпечити кращу циркуляцію сировини і досягти максимальної однорідності обробки. Процес обробки сировини з розчинником реалізується в трубі пульсаторі, де і створюються кавітаційно-гідродинамічні умови інтенсифікації процесу екстракції.



**Рис.1.** Схема кавітаційного екстрактора

1 - ємність; 2 - верхня частина ємності; 3 - клапан; 4 - перегородка; 5 - нижня частина ємності; 6 - насос; 7 - труба-пульсатор; 8 - робоча камера; 9 - мембрана; 10 - е/м клапан; 11 - ресивер стисненого повітря; 12 - компресор; 13 - система керування.

### Висновки

В результаті розробки нової конструкції кавітаційного екстрактора підвищеної продуктивності досягнуто скорочення часу екстракції, збільшення ступеня вилучення цільових компонентів з рослинної сировини, з урахуванням їх термолабільності, при зменшенні питомих енергетичних витрат. Позитивною якістю даного кавітаційного екстрактора пульсаційного типу є можливість одночасного проходження процесів змішування, екстракції, диспергування, гомогенізації, що дозволяє подальше його застосування в різних технологічних лініях одержання якісної цільової продукції. Пропонована конструкція може бути застосована для екстракції у багатьох галузях, зокрема, фармацевтичній, харчовій, хімічній промисловості та агропромислому комплексу.

## Література

1. Лысянский В.М., Гребенюк С.М. Экстрагирование в пищевой промышленности. – М.: Агропром, 1987.–182 с.
2. Natural product extraction: Principles and applications. Edited by M. Rocagno and J. Prado. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 2013.–500 p.
3. Benthin B, Danz H, Hamburger M. (1999). Pressurized liquid extraction of medicinal plants. J Chromatogr. A. .837(1/2), 211–219.
4. Parag R. Gogate P.R. Hydrodynamic Cavitation for Food and Water Processing //Food Bioprocess Technol.–2011. –Vol.4, No.6.–pp 996–1011.
5. Shirsath, S.R.; Sonawane, S.H.; Gogate, P.R. Intensification of extraction of natural products using ultrasonic irradiations.–A review of current status. Chem. Eng. Process. Process Intensif. 2012, 53, 10–23.
6. Потороко И.Ю., Калинина И.В. Перспективы использования ультразвукового воздействия в технологии экстракционных процессов // Прикл. биохимия и биотехнологии. 2014. Т. 2, № 1 С.42-47.
7. Sensoy I., Sastry S.K. Extraction using moderate electric fields. J. Food Sci.2004.–Vol.69, pp.7–13.
8. Вітенько Т.М. Гідродинамічна кавітація у масообмінних, хімічних і біологічних процесах. – Тернопіль: видавн. ТДТУ ім. І. Пулюя, 2009.–220 с.
9. Долинский А.А., Иваницкий Г.К. Тепломассообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах. –Киев: Наук. думка, 2008. –381 с.
10. Ivanitsky G.K, Avdeyeva L.Yu., Makarenko A. A. Using the effects of hydrodynamic cavitation for purposeful dynamical action on the supramolecular structures. //Physics of Aerodisperse systems.–2016.–№ 53.–pp. 142–151.
11. Малышев Р.М., Кутепов А.М., Золотников А.Н., Седов А.А., Бомштейн В.Е., Рябенко Е.А. Процессы пульсационной экстракции из растительного сырья. //ТОХТ. 2001. Т 35. №1. с. 57-60.
12. Иваницкий. Г.К., Корчинский А.А., Матюшкин М.В. Математическое моделирование процессов в пульсационном диспергаторе ударного типа //Пром.теплотехника.–2003.- Т.25, №1.–С.29–34.
13. Басок Б. И., Новицкая М. П., Чайка А. И. Гидродинамика и теплообмен при пневмо- пульсационном воздействии на жидкие системы.–К.: «Калита», 2014.–140 с.
14. Иваницкий Г.К., Гоженко Л.П. Анализ эффектов кавитации в пульсационном экстракторе // Междунар. н-т. конф. «Проблемы ресурсо- и энергосберегающих технологий в промышленности и АПК» (ПРЭТ–2014) / Иван. гос. хим.–технол. ун–т. –Иваново, 2014.–С.475–479.
15. Іваницький Г.К., Чайка О.І., Гоженко Л.П. Застосування кавітаційного реактора пульсаційного типу для екстрагування з рослинної сировини // Наукові праці ОНАХТ 2015. – Вип.47.–Т.2. С.138–142.

---

|  |    |
|--|----|
| ТОРФУ .....  |    |
| Демченко В.Г., Коник А.В. ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСІВ<br>ЗБЕРІГАННЯ ТЕПЛОТИ ..... | 29 |

### Секція 3

#### ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ. РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТА ЕКОЛОГІЧНО- БЕЗПЕЧНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ

|   |    |
|---|----|
| Бундюк А.М., Лихащенко К.О. УПРАВЛІННЯ МІЖНАРОДНОЮ<br>КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА .....   | 31 |
| Яровий І.І., Алі В.П. ВИКОРИСТАННЯ ДЖЕРЕЛ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ<br>ЕНЕРГЕТИКИ ДЛЯ КОМБІНОВАНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ<br>ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ..... | 35 |
| Перетяка С.М.ЗАГРОЗИ ПРИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ<br>ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ .....   | 37 |
| Ватренко О.В., Левтринська Ю.О. ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ<br>ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СУПУТНІХ<br>ТОВАРІВ ТА ПАКУВАННЯ .....                  | 39 |
| Воїнова С.А., Воїнов А.П. О КОМПЛЕКСНОМ УПРАВЛЕННІИ<br>ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА  | 43 |

### Секція 4

#### ІННОВАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ, ФАРМАЦЕВТИЧНИХ, ХІМІЧНИХ ТА ПАРФУМЕРНИХ ВИРОБНИЦТВ

|  |    |
|--|----|
| Целень Б.Я., Гоженко Л.П., Радченко Н.Л., Іваницький Г.К.<br>ЗАСТОСУВАННЯ КАВІТАЦІЙНИХ ПУЛЬСАТОРІВ ДЛЯ<br>ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВНУТРІШНЬОГО МАСОПЕРЕНОСУ В ПРОЦЕСАХ<br>ЕКСТРАГУВАННЯ З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ .....          | 50 |
| Беляновська О.А., Литовченко Р.Д., Сухий К.М., Сухий М.П., Губин-<br>ський М. В., Суха І.В. ЕКСПЛУАТАЦІЯ РЕГЕНЕРАТОРА ТЕПЛОТИ ТА<br>ВОЛОГИ НА ОСНОВІ КОМПОЗИТНИХ АДСОРБЕНТІВ «СИЛКАГЕЛЬ<br>– НАТРІЙ СУЛЬФАТ» ..... | 57 |
| Авдєєва Л.Ю., Жукотський Е.К., Декуша Г.В. ТЕХНОЛОГІЯ<br>БІОЛОГІЧНОЇ ДОБАВКИ З ГРИБА ШИЇТАКЕ З ПІДВИЩЕНИМ<br>ВМІСТОМ АКТИВОВАНОГО КОМПЛЕКСУ ПОЛІСАХАРИДІВ .....  | 58 |
| Янаков В. П. АНАЛІЗ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕОРИИ<br>ТЕСТОПРИГОТОВЛЕНИЯ .....   | 60 |
| Бунецкий В. А., Коринчук Д. Н. ВЫБОР ИННОВАЦИОННЫХ<br>ТЕХНОЛОГИЙ ГРАНУЛЯЦИИ БИОПОЛИМЕРОВ   | 62 |