

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

VI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІННОВАЦІЙНІ
ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ»**



ОДЕСА

2017

Публікуються доповіді, представлені на VI Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні енерготехнології» (4 – 8 вересня 2017 р.) і присвячені актуальним проблемам підвищення енергоефективності в сфері АПК, харчових та хімічних виробництвах, розробки та впровадження ресурсо-та енергоефективних технологій та обладнання, альтернативних джерел енергії.

Редакційна колегія:

доктор техн. наук, професор

О.Г. Бурдо

Ю.О. Левтринська

Е.Ю. Ананійчук

О.В. Катасонов

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

- Єгоров**
Богдан Вікторович - голова, Одеська національна академія харчових технологій, ректор, д.т.н., професор
- Бурдо**
Олег Григорович - вчений секретар, Одеська національна академія харчових технологій, д.т.н., професор
- Атаманюк**
Володимир Михайлович – Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор
- Васильєв**
Леонард Леонідович – Інститут тепло- і масообміну ім. А.В. Ликова, Республіка Білорусь, д.т.н, професор
- Гавва**
Олександр Миколайович – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Гумницький**
Ярослав Михайлович – Національний університет „Львівська політехніка”, д.т.н., професор
- Долинський**
Анатолій Андрійович –Інститут технічної теплофізики, почесний директор, д.т.н., академік НАНУ
- Зав’ялов**
Владимир Леонідович – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Керш**
Владимир Яковлевич – Одеська державна академія будівництва та архітектури, д.т.н., професор
- Колтун**
Павло Семенович – Technident Pty. Ltd., Australia, Dr.
- Корнієнко**
Ярослав Микитович – Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- 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 – Вінницький національний аграрний університет, д.т.н., професор
- Снежкін**
Юрій Федорович –Інститут технічної теплофізики, директор, д.т.н., член-кор. НАНУ
- Сорока**
Петро Гнатович – Український державний хіміко-технологічний університет, д.т.н., почесний 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
- Ткаченко**
Станіслав Йосифович – Вінницький національний технічний університет, г. Вінниця, д.т.н., професор
- Ульєв**
Леонід Михайлович – Національний технічний університет Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Черевко**
Олександр Іванович – Харківський державний університет харчування та торгівлі, ректор, д.т.н, професор
- Шит**
Михайл Львович – Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с.

ВПЛИВ ЕФЕКТІВ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ НА ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДИ

Авдєєва Л.Ю. д-р техн. наук, с.н.с., Макаренко А.А.
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

THE INFLUENCE OF CAVITATION EFFECTS ON ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF WATER

Lesya Y. Avdeeva, Andrey A. Makarenko
Institute of Engineering Thermophysics of
the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

Анотація: В статті розглянуті питання, пов'язані із виникненням і розвитком явища гідродинамічної кавітації при обробленні рідких гетерогенних систем. Показана актуальність і практична значимість використання ефектів, що супроводжують гідродинамічну кавітацію. Проаналізовано механізм інтенсифікуючого впливу дії ефектів кавітації в тепломасообмінних процесах. Виявлено недостатність існуючих результатів досліджень, стосовно дії ефектів, пов'язаних із її виникненням при різних гідродинамічних режимах руху рідин. На основі експериментальних досліджень показано залежність впливу гідродинамічних характеристик потоку на розвиток гідродинамічної кавітації і інтенсивність змін властивостей водопровідної води. Встановлено закономірності впливу кавітаційних ефектів, що виникають в проточному гідродинамічному змішувачі статичного типу на основні електрохімічні показники водопровідної води в залежності від геометричних характеристик кавітаційного реактора пристрою. Показано, що використання додаткового місцевого опору у вигляді діафрагми дозволяє посилити кавітаційний вплив на дослідні зразки, покращити гідродинамічні умови проведення процесу і підвищити інтенсивність змін електрохімічних показників. Встановлено, що збільшення тривалості кавітаційного впливу поглиблює зміни властивостей водопровідної води. Визначено поведінку електрохімічних властивостей активованої (катованої) води при витриманні впродовж 24 годин. Отримані результати дають певну інформацію про електрохімічні властивості водопровідної води.

Abstract: The article deals with issues related to the emergence and development of hydrodynamic cavitation phenomena in the processing of liquid heterogeneous systems. Relevance and practical importance of the use of effects that accompany the hydrodynamic cavitation is shown. The mechanism of influence intensification of cavitation effects in heat and mass transfer processes is analyzed. The lack of existing research results concerning action effects associated with its origin at different hydrodynamic regimes of the fluid is revealed. Based on experimental studies, the impact of the dependence of hydrodynamic flow characteristics at developing the hydrodynamic cavitation intensity and changes in the properties of water is shown. The regularities of influence of cavitation effects, arising in a flow hydrodynamic static mixers, on basic electrochemical performance of water depending on the geometrical characteristics of cavitation reactor uni, are determined. It is shown that the use of additional local support in the form of a diaphragm allows to enhance cavitation effect on prototypes, improve hydrodynamic conditions of the process and increase the intensity changes of the electrochemical performance. It is established that increasing the duration of exposure aggravates cavitation change the properties of water. Conduct electrochemical properties of activated (tortured) of water in the holding within 24 hours is determined. The results give some information about the electrochemical properties of water.

Ключові слова: гідродинамічна кавітація, інтенсифікація масообмінних процесів, гідродинамічний змішувач статичного типу, електрохімічні властивості

Keywords: hydrodynamic cavitation, intensification of mass transfer processes, static hydrodynamic mixer, electrochemical properties

Одним з ефективних методів інтенсифікації масообмінних і гідромеханічних процесів у технологіях для різних галузей промисловості є використання ефектів кавітації. Кавітація – явище розриву суцільності рідини під впливом розтягуючих напружень і утворення заповнених парою і газом порожнин або бульбашок. В результаті різкого зниження тиску нижче за деяке критичне значення $P_{\text{кав}}$ в окремих точках системи або навколо них виникають умови для розриву суцільності рідини і формування каверн, заповнених парою або газом. При різкому підвищенні тиску створюється велика різниця тисків між рідкою і паровою фазами, каверни рухаються із зони низького в зону високого тиску, в результаті чого відбувається їх зростання і зхлопування. Різниця тисків визначає рівень акумульованої в системі потенційної енергії, яка перетворюється в кінетичну енергію радіального руху рідини бульбашки, яка стискається, а при повторній трансформації - в короткочасний імпульс, що поширюється у формі ударної сферичної хвилі. При зхлопуванні каверни безпосередньо поблизу твердих частинок кінетична енергія радіального руху рідини

перетворюється на механічну енергію рідкого кумулятивного мікроструменя з великою інтенсивністю впливу. Викид кумулятивного мікроструменя супроводжується виникненням аномально високих локальних тисків, температур, швидкостей і прискорень. Така трансформація енергії сприяє значному підвищенню ефективності динамічного впливу на складні гетерогенні системи [1-4].

Значення кавітації визначається її проявами, які можна розділити на небажані і позитивні. Некерована кавітація може призвести до серйозних змін роботи обладнання і навіть руйнування конструкції [3, 5, 6]. Однак, в той же час, використання кавітаційних ефектів дозволяє вирішити питання інтенсифікації багатьох технологічних процесів, збільшити їх продуктивність, забезпечити значну економію енерговитрат і високу якість обробки дисперсних систем. Інтенсифікуючий вплив кавітації обумовлений виникненням ряду супутніх ефектів, до них можна віднести ті, що призводять до зміни властивостей і структури матеріалу: механічне руйнування; дифузія, зміна електропровідності і електричного потенціалу, окиснення, відновлення та ін. [7].

На сьогодні вже накопичений значний досвід по використанню гідродинамічної кавітації для інтенсифікації процесів масообміну - перемішування, розчинення, диспергування, емульгування та ін., які відносяться до енерговитратних. Інтенсивність кавітаційного впливу залежить від властивостей середовищ і гідродинамічних умов в потоці, які розрізняються для різних типів місцевих опорів, їх конструктивних особливостей і геометричних характеристик. [1, 2, 4].

При гідродинамічній кавітації в результаті зхлопування бульбашки утворюються іонізовані молекули і вільні радикали, що призводить до активації води, зміни її фізико-хімічних і електрохімічних властивостей. Ці властивості визначають умови проходження багатьох технологічних і біологічних процесів, а також кінцеву якість матеріалу [8, 9]. Через велику різноманітність пристроїв, в яких реалізуються умови для виникнення і розвитку гідродинамічної кавітації існуючі результати, стосовно змін властивостей водних середовищ є неоднозначними.

Мета досліджень – експериментальні дослідження впливу кавітаційних ефектів, що виникають в проточному гідродинамічному змішувачі статичного типу на основні електрохімічні показники водопровідної води в залежності від геометричних характеристик профілю пристрою. Під час виконання досліджень визначались: водневий показник (рН), окислювально-відновний потенціал (ОВП), електропровідність. В дослідженнях використовувалась свіжовідібрана відфільтрована водопровідна вода.

Для проведення досліджень був створений експериментальний стенд на робочій ділянці якого створювався потік рідини певної швидкості і тиску. Стенд змонтований на пересувній платформі і складається з пульту управління, системи відцентрових одноступеневих насосів із запірною арматурою, змінного кавітаційного реактора, діафрагми, манометрів, витратоміра, термометра з виносним датчиком, циліндричної ємності, з'єднувального трубопроводу та вивідного патрубку.

Кавітаційний реактор представляє собою сопло з геометричними розмірами: діаметр вхідного і вихідного каналу 0,042 м, кут розкриття конфузора 90°, кут розкриття дифузора 120°, довжина горловини сопла 0,020 м. Дослідження проводились при діаметрах горловини сопла кавітаційного реактора 0,004 м, 0,008 м, 0,012 м і 0,016 м. В потоці після соплового пристрою встановлювалась діафрагма, що перекриває перетин потоку на 75% площі.

Водневий показник (рН) характеризує концентрацію вільних іонів водню у воді. Величина рН визначається кількісним співвідношенням у воді іонів H^+ і OH^- , що утворюються при дисоціації води. При розчиненні у воді хімічних речовин або під дією різних видів фізичних впливів співвідношення іонів може бути порушено, що приводить до зміни значень рН.

Результати досліджень визначення рівня рН водопровідної води після обробки в кавітаційному змішувачі зі змінними реакторами при поступовому збільшенні тривалості наведені на рис.1.

Одержані результати показують (рис.1), що збільшення тривалості обробки призводить до поступового підвищення рівня рН води на 0,2-0,4 одиниці. Для всіх дослідних зразків найбільші зміни значень відбуваються в результаті першого циклу диспергування, що свідчить про найбільшу ефективність процесу. При збільшенні кількості циклів обробки інтенсивність зростання значень рН поступово знижується. Так, в результаті одного циклу обробки для першого дослідного зразка значення зросло на 2,3%, а в результаті одинадцяти - ще на 3,5%. Одержані дані пояснюються особливостями кавітаційного диспергування в апаратах періодичної дії при якому при кожному послідовному циклі прокачування матеріалу через активну зону рівень кумулятивного впливу кавітаційних бульбашок знижується.

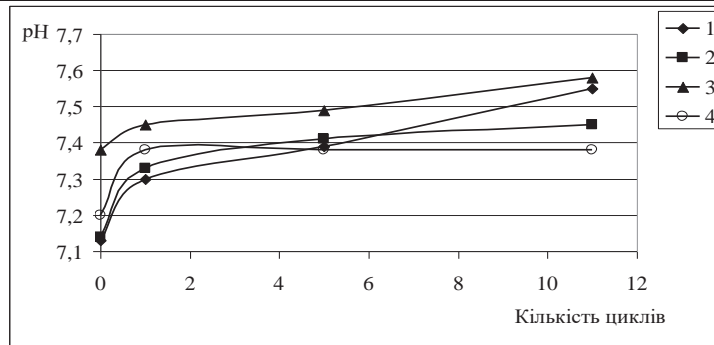


Рис. 1. Залежність значень pH водопровідної води від кількості циклів кавітаційної обробки при діаметрі горловини змінного кавітаційного реактора: 1 - 0,004 м; 2 - 0,008 м; 3 - 0,012 м; 4 - 0,016 м

Аналіз одержаних даних висвітлює взаємозв'язок геометричних параметрів кавітаційного реактора, гідродинамічною характеристикою течії і ефектами кавітації. Так, збільшення діаметра сопла з 0,004 м до 0,016 м зменшує швидкість потоку в соплі, збільшує витрати рідини і продуктивність процесу, але зменшує кавітаційний вплив на середовище. Найбільше зростання pH (на 0,4-0,5 одиниць після 11 циклів) спостерігається у зразка, отриманого в результаті обробки в кавітаційному реакторі з діаметром горловини сопла 0,004 м. Зі збільшенням розміру прохідного діаметру горловини сопла реактора кавітаційний вплив послаблюється. Внаслідок цього найменші зміни значень pH відбулися для зразка, отриманого в результаті обробки в реакторі з діаметром горловини сопла 0,016 м. Для цього зразка рівень pH води після 1 циклу і до кінця обробки залишається майже незмінним.

Результати досліджень по визначенню впливу використання діафрагми, що перекриває площу потоку на 75% на зміну рівня pH водопровідної води після обробки в кавітаційному змішувачі при поступовому збільшенні тривалості наведені на рис. 2. Результати порівнювались з одночасно відібраною контрольною пробєю води, що не проходила обробку.

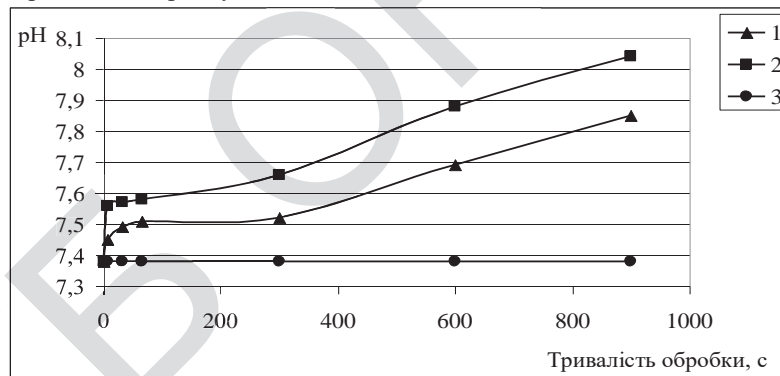


Рис. 2. Залежність значень pH водопровідної води від тривалості кавітаційної обробки в кавітаційному змішувачі при діаметрі горловини змінного кавітаційного реактора 0,012 м: 1 – без діафрагми; 2 – з діафрагмою; 3 – контрольний зразок без обробки

Результати досліджень (рис. 2) показали, що встановлення діафрагми викликає посилення кумулятивних впливів і зміну властивостей середовища, в т.ч. зміну значень pH дослідних зразків, отриманих в результаті запропонованої обробки. В результаті кавітаційного впливу на дослідний зразок (1) значення pH збільшились на 0,5 одиниць за 900 с обробки. Встановлення діафрагми призводить до покращення умов диспергування і значення pH додатково підвищуються ще на 0,2 одиниці при тій же тривалості впливу на зразок. Збільшення тривалості обробки посилює інтенсивність впливу кавітаційних ефектів на цей показник. Таким чином, наявність регулюючої діафрагми дозволяє суттєво впливати на умови виникнення і розвитку кавітаційних ефектів.

Інший показник, що дозволяє охарактеризувати електрохімічні зміни у воді під впливом кавітаційної обробки – окислювально-відновний потенціал (ОВП). Він характеризує ступінь активності електронів в окислювально-відновних реакціях і має значний вплив на функціонування електроактивних компонентів клітин біологічних систем. Найбільшою окислювальною здатністю характеризується кисень, а відновною – водень. В організмі людини ОВП внутрішнього середовища клітин в нормі завжди менше нуля і значення знаходяться в межах від - 60 мВ до - 200 мВ. У природній воді значення ОВП коливаються від - 400 мВ до

+700 мВ, середньому від +100 до +500 мВ. Для її засвоєння організмом людини необхідно витратити енергію на корекцію активності електронів.

Результати досліджень ОВП водопровідної води після обробки в кавітаційному змішувачі при різних діаметрах горловини сопла наведені на рис.3.

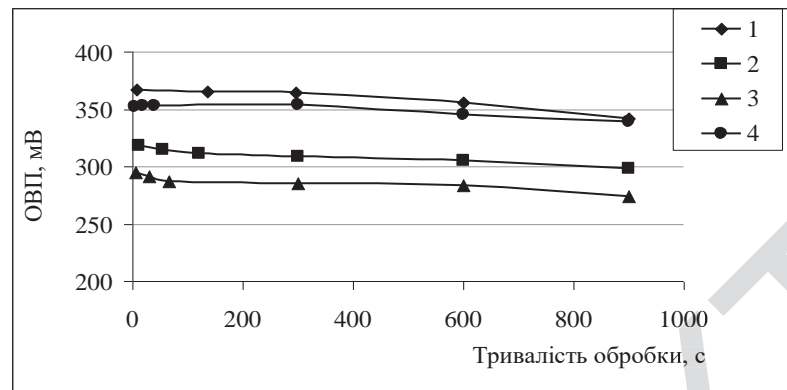


Рис. 3. Залежність значень ОВП водопровідної води від тривалості кавітаційної обробки при діаметрі горловини змінного кавітаційного реактора: 1 – 0,004 м; 2 – 0,008 м; 3 – 0,012 м; 4 – 0,016 м

Отримані результати (рис.3) дозволили охарактеризувати вплив кавітаційних ефектів, що виникають під час запропонованої обробки на ОВП води. Вже в результаті короткочасного впливу при першому циклі оброблення води спостерігається зниження рівня ОВП для всіх дослідних зразків. Посилення кавітаційного впливу за рахунок збільшення тривалості обробки призводить до поступового зниження значень цього показника. Так, за 15 хв. обробки значення знизились на 6,5-7%. В той же час, наведені залежності показали, що зміна діаметра горловини сопла реактора даної конструкції змішувача не впливає на інтенсивність зміни значень ОВП. Таким чином, було встановлено, що ефекти викликані дією гідродинамічної кавітації дозволяють знизити показники ОВП, що в свою чергу призводить до покращення біоенергетичних, метаболічних і імуностимулюючих властивостей води.

На рис. 4 наведені результати досліджень по визначенню впливу діафрагми, що перекриває площу потоку на 75% на ОВП водопровідної води після обробки в кавітаційному змішувачі при поступовому збільшенні тривалості впливу. Одержані результати порівнювались з контрольною пробою води, що не проходила обробку.

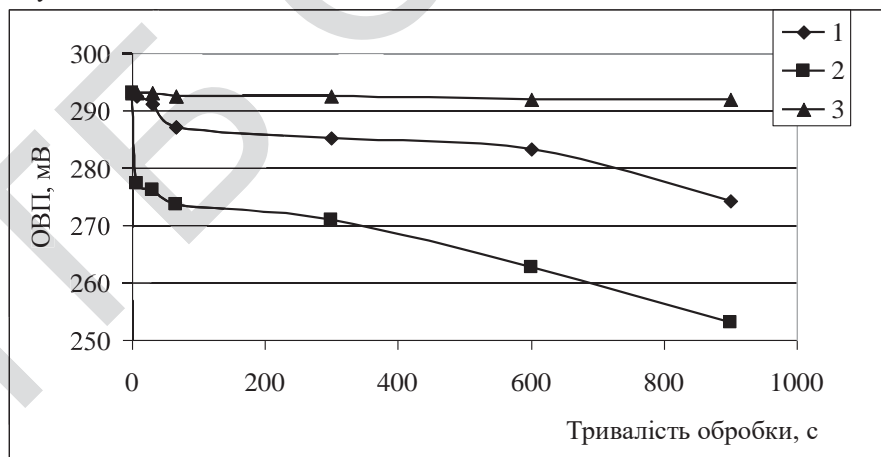


Рис. 4. Залежність ОВП водопровідної води від тривалості кавітаційної обробки в кавітаційному змішувачі при діаметрі горловини сопла змінного кавітаційного реактора 0,012 м: 1 – без діафрагми; 2 – з діафрагмою; 3 – контрольний зразок без обробки

Аналіз одержаних даних (рис.4) підтверджує висновки попередніх досліджень про значний вплив діаметра горловини сопла на зміну гідродинамічних умов проведення процесу, виникнення явища кавітації і дію супутніх ефектів на властивості дослідних систем. Порівняння значень ОВП зразків води, отриманих в результаті обробки в кавітаційному апараті з використанням діафрагми і без неї, показало сприяння її встановлення протіканню кавітаційних ефектів. Використання діафрагми посилює вплив на дисперсійне середовище, що призводить до більш інтенсивної зміни значень ОВП. Обробка зразка без діафрагми зменшує значення ОВП на 20 одиниць, а її використання зменшує ці значення ще у 2 рази, порівняно до

контрольного. Посиленню впливу кавітаційних ефектів на дослідні зразки також сприяє збільшення тривалості обробки. Так, при обробці впродовж 66 с спостерігається зменшення значень ОВП на 2%, а в результаті оброблення впродовж 900 с - ще на 4,5%. Таким чином, доведено позитивний вплив гідродинамічної кавітації на ОВП води.

Для визначення тривалості збереження електрохімічних властивостей дослідних зразків активованої води були проведені дослідження з визначення зміни їх значень при витриманні після кавітаційної обробки впродовж 24 год. Результати вимірювань порівнювались з одночасно відібраною контрольною пробою, що не проходила обробку. Отримані результати показали, що активована (кавітована) вода, одержана на експериментальному кавітаційному апараті, зберігає свої властивості впродовж не більше 24 год. Збільшення тривалості кавітаційної обробки сприяє підвищенню значень рН і накопиченню груп ОН⁻. Наявність діафрагми дозволяє збільшити ефективність кавітаційного впливу під час процесу обробки, а також сприяє більш повільному зниженню інтенсивності зміни показника рН впродовж зберігання. Причому, чим більше енергії витрачається в процесі обробки, тим менше змінюються його властивості в подальшому в процесі витримки.

Результати досліджень ОВП після витримки дослідних зразків впродовж 24 год, підтвердив висновки попередніх досліджень і показав, що збільшення тривалості знаходження дослідних зразків в зоні гідродинамічної кавітації посилює активний вплив на середовище, в т.ч. призводить до зменшення значень ОВП і збільшення активності електронів. Визначення показника ОВП через 24 год. показали, що витримка всіх зразків призводить до подальшого зменшення показників ОВП у всіх зразках. Причому, чим більше енергії витрачається в процесі обробки за рахунок збільшення тривалості процесу, тим більші зміни властивостей відбуваються зі зразком під час обробки і тим менше він змінюється в подальшому в процесі витримки. Так, найменші зміни під час витримки відбулися зі зразком, який був оброблений в апараті з діафрагмою впродовж 900 с. Значення ОВП дослідного зразка, одержаного при обробленні впродовж 300 с через 24 год. витримування наближаються до значень контрольного зразка води, що не проходив обробку, на відміну від значень інших дослідних зразків.

Висновки.

Проведеними дослідженнями доведений взаємозв'язок між характеристиками гідродинаміки потоку, виникненням і розвитком гідродинамічної кавітації і впливом викликаних ефектів, що викликає ту чи іншу інтенсивність зміни властивостей, в т.ч. значень електрохімічних показників водопровідної води. Показано, що використання додаткового місцевого опору у вигляді діафрагми, що перебиває потік на 75% дозволяє посилити кавітаційний вплив на дослідні зразки, покращити гідродинамічні умови проведення процесу і підвищити інтенсивність змін електрохімічних показників. Встановлено, що збільшення тривалості обробки поглиблює зміни властивостей водопровідної води і впливає на зміну значень при витриманні впродовж 24 годин.

Література

1. Перник А.Д. Проблемы кавитации / А.Д. Перник.- М., Судостроение, 1966. - 439 с.
2. Gogate P. A A review and assessment of hydrodynamic cavitation as a technology for the future/ P.R. Gogate, A.V. Pandit Ultrasonics Sonochemistry – 2005. - №12. – P. 21–27.
3. Young F.R. Cavitation/ London, U.K. : Imperial College Press, 1999. – 418 p.
4. Braeutigam P. Role of Different Parameters in the Optimization of Hydrodynamic Cavitation/ P. Braeutigam, M. Franke, Zhi-Lin Wu, B. Ondruschka - Chem. Eng. Technol. – 2010,33. – No. 6 – P. 932–940.
5. Вітенько Т.М. Гідродинамічна кавітація у масообмінних, хімічних і біологічних процесах/ Т.М.Вітенько. - Тернопіль: ТДТУ ім.І.Пулня, 2009. - 220 с.
6. Карелин В.Я. Кавитационные явления в центробежных и осевых насосах / В. Я. Карелин. М., Машгиз. – 1963. 2-е изд. 1975. – 336 с.
7. Саркисов Г.Н. Структурные модели воды / Г.Н.Саркисов// УФН, 2006, Т.176, №8.-С.833-845.
8. Долинский А.А., Басок Б.И. Наномасштабные эффекты при дискретно-импульсной трансформации энергии / Микро- и наноразмерные процессы в технологиях ДИВЭ: темат. зб. статей / под общ. Ред..А.А.Долинского; И-т технической теплофизики НАН Украины.-К.: Академперіодика, 2015.- С. 422-437.
9. Долинский А.А., Шурчкова Ю.А. Вода в условиях обработки ДИВЭ / Микро- и наноразмерные процессы в технологиях ДИВЭ: темат. зб. статей / под общ. Ред..А.А.Долинского; И-т технической теплофизики НАН Украины.-К.: Академперіодика, 2015.- С.292-299.

ЗМІСТ

ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

НЕЙТРАЛІЗАЦІЯ КОНДЕНСАТУ ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ З ЗАСТОСУВАННЯМ СПОСОБУ ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ	
Долінський А.А., Целень Б.Я., Іваницький Г.К., Коник А.В., Радченко Н.Л., Гартвіг А.П	4
ЕКОНОМІЯ ВОДИ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ	
Ткаченко С. Й., Іщенко К. О.	9
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МОНИТОРИНГ ОЛІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА	
Бурдо О.Г., Бандура В.М., Маренченко О. І., Пилипенко Є. О.	13
ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ СОРБЦІЙНОГО АКУМУЛЯТОРА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ВІДКРИТОГО ТИПУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В СИСТЕМАХ	
Беляновська О.А., Сухий К.М., Коломісць О.В., Сухий М.П.	23
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКОГО МОТОРНОГО ТОПЛИВА ИЗ УГЛЯ ПАРОПЛАЗМЕННОЙ ГАЗИФИКАЦИЕЙ	
Холявченко Л.Т., Опарин С.А., Давыдов С.Л.	28
ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ	
Селихов Ю.А., Коцаренко В.А., Давыдов В.А.	32
ДИНАМІКА ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ ПОДРІБНЕНОГО МІСКАНТУСА	
Атаманиук В.М., проф., Мосюк М.І., Гнатів З.Я.	37
ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГОТЕЛЬНО РЕСТОРАННИХ КОМПЛЕКСІВ	
І.М.Ощипок	41
ВИЛУЧЕННЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ТЕПЛОТИ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕРМОСИФОНІВ	
Морозов Ю.П., Чаласв Д.М., Величко В.В.	47
О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛУБОКИХ СКВАЖИН ДЛЯ ТЕПЛОНАСОСНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В УКРАИНЕ	
Уланов Н.М., Уланов М.Н, Чалаев Д.М.	51
ВПЛИВ ЕФЕКТИВ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ НА ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДИ	
Авдєєва Л.Ю., Макаренко А.А.	57
ЕНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНОЛОГИЙ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ	
Бурдо О.Г., Давар Ростами Пур	62
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕПЛОНАДХОДЖЕННЯ ГЕЛОПАНЕЛІ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ	
Козін В. М., Винниченко Б. О.	67
УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	
Книш О.І., Беспалова А.В., Дашковська О.П., Файзуліна О.А.	72
АНАЛІЗ ПОВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ТЕСТОПРИГОТОВЛЕННЯ	
Янаков В.П.	79
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА КОНЦЕНТРИРОВАННОГО ГРАНАТОВОГО СОКА	
Давар Ростами Пур, Войтенко А.К., Светличный П.И., Мордынский В.П.	84
ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ЭНЕРГОЭФЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
Керш В.Я., Колесников А.В., Гедулян С.И., Твердохлеб С.А.	91
ЕНЕРГЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ТЕПЛОВА МОДЕРНІЗАЦІЯ ГІМНАЗІЇ №5, М. ОДЕСА	
Безбах І. В., Чабанюк В.Р., Воронко О. Ю., Супрунець Є. М.	93
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ КРУП'ЯНОГО ВИРОБНИЦТВА ЯК СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА АГРОПЕЛЕТ	
Хоренжий Н.В., Лапінська А.П., Перетяка С.М., Дєтков Г.Г.	96