

Підвищення ефективності очищення води з використанням гідродинамічної кавітації

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропонована конструкція нової установки для очищення та знезараження води з імпульсним кавітаційним диспергатором.

Ключові слова:

Стічні води, методи очищення, гідродинамічна кавітація, знезараження води.

Abstract

The construction of new equipment for cleaning and disinfection of water with impulsive cavitation disperser was offered.

Keywords:

Wastewater, purification techniques, hydrodynamic cavitation, water disinfection.

Всім відома не перебільшена значимість води для людства в цілому. Забрудненість водної екосистеми є більш небезпечною ніж забрудненість атмосфери. Забруднення води призводить до зниження її якості: погіршення сукупності фізичних, хімічних, біологічних та бактеріологічних показників, які обумовлюють придатність води для використання у промисловому виробництві, побуті тощо. Природні джерела води поступово стають непридатними не тільки для побутових, але й для технічних цілей. Одним з головних джерел забруднення є недостатньо очищені та знезаражені стічні води (господарсько-побутові, сільськогосподарські, промислові тощо). Проведене дослідження відомих методів очищення стічних вод показало, що традиційно для обробки стоків застосовують коагулянти та флокулянти із наступним їх освітленням шляхом відстоювання чи флотації. Лише в окремих випадках виконують більш глибоке доочищення води, яке передбачає окислення остаточних фенолів із використанням АОП (Advance Oxidation Processes) процесів (озонування, окислення H_2O_2 у присутності іонів Fe^{2+} , окислення ультрафіолетом у поєднанні із O_3 чи H_2O_2 , окислення озоном чи пероксидом водню в умовах ультразвукової кавітації та інше.). Окрім позитивних сторін всі ці методи мають і ряд специфічних недоліків, це обумовлює необхідність подальшого пошуку економічно раціональних та ресурсозберігаючих методів і технологій очистки стічних вод.

На сьогодні багато наукових робіт присвячено дослідженню явища кавітації. Під час кавітації виникає низка гідродинамічних процесів: виникнення інтенсивних полів тиску (~1000 атм) та хвиль розрідження – стиснення під час пульсації та схлопування парогазових каверн і бульбашок; утворення кумулятивних мікроструменів (з діаметром 30 – 70 мкм та швидкістю 100 – 200 м/с і більше) в асиметричному полі тиску на кінцевій стадії захлопування каверни; виникнення турбулентних зон у потоці оброблюваної рідини, що заповнені вихорами та схлопуючими бульбашками в інфразвуковому й ультразвуковому діапазоні частот, відбувається локальне підвищення температури тощо. Крім того, у моменти утворення й зникнення кавітаційних бульбашок у парогазовій порожнині виникають умови до появи електричних зарядів, електричних і магнітних полів, тобто рідина піддається термобаричній й електромагнітній дії. Диспергуюча, гомогенізуюча та змішувальна здатність отриманих ефектів, що виникають у рідкому середовищі спонукають до широкого застосування явища кавітації для інтенсифікації багатьох технологічних процесів в будівельній, нафтопереробній, харчовій та інших галузях промисловості [1, 2, 3, 6].

Особливість кавітаційного очищення і знезараження води полягає у тому, що гідродинамічні процеси, що виникають при її створенні сприяють механічному знешкодженню присутніх у воді мікроорганізмів, бактерій і вірусів [6].

В НДЛ гідродинаміки Вінницького національного технічного університету проводяться дослідження з вивчення різних способів створення кавітації. Нами розроблено та досліджується

обладнання, в основу роботи якого покладено різні способи створення вимушеної регульованої гідродинамічної кавітації для різних видів оброблюваних текучих середовищ [4, 5].

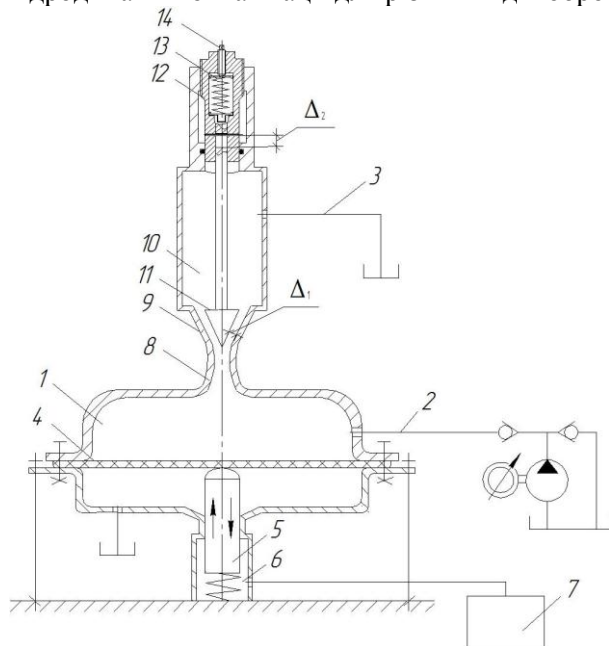


Рисунок - Конструктивне виконання установки для очищення та знезараження води

Для очищення та знезараження води була розроблена кавітаційна установка (рисунок), що складається з ємності 1, трубопроводів подачі 2 та відведення 3 води. В основі ємності 1 розташована еластична мембрана 4, що контактує з плунжером 5, який входить в робочу камеру 6, що гідравлічно зв'язана з гідро- чи пневмопультатором 7. Ємність 1 сполучена трубопроводом, що має конфузурну 8 та дифузурну частину 9 із циліндричним проточним корпусом 10. Окрім того, із регульованим зазором Δ_1 , відносно поверхні дифузурної частини 9 розташований конусоподібний робочий орган 11, який виконаний із можливістю встановлення цього зазору між його кінцевою поверхнею та внутрішньою поверхнею дифузурної частини 9. Регулювання зазору здійснюється рухомих шпинделем 12. Для підпружинення конусоподібний робочий орган 11 влаштована пружина 13, зусилля якої регулюється гвинтом 14.

Працює устаткування так. Вода по трубопроводу 2 поступає у ємність 1, при ввімкненому гідро- чи пневмопультаторі 7 плунжер 5 рухається періодично вгору та вниз піднімаючи та опускаючи еластичну мембрану 4. При русі еластичної мембрани 4 вгору тиск у ємності 1 збільшується і вода під тиском поступає у циліндричний проточний корпус 10 через конфузурну 8 та дифузурну 9 частини. Потік води при проходженні через зазор Δ_1 між поверхнею дифузурної частини 9 та конусоподібним робочим органом 11. Розмір зазору підібраний таким чином, щоб забезпечити створення необхідного режиму кавітації у циліндричному проточному корпусі 9. Окрім того, підпружинення конусоподібного робочого органу 11 додатково забезпечує створення вібраційного поля на потік рідини, яке сприяє інтенсифікації та якості очищення та знезараження води. Далі доочищена вода відводиться з циліндричного проточного корпусу 10 трубопроводом 3 до накопичувального резервуару.

Висновок. На підставі проведеного аналітичного дослідження відомих способів та технічних засобів для очищення та знезараження води розроблено експериментальне устаткування, що має, як показали попередні випробування, суттєві переваги у порівнянні з існуючим.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бауман К. В. Розроблення кавітаційної установки для приготування бітумних емульсій: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.02 / К. В. Бауман. – Кременчук, 2016. – 196 с.
2. Некоз О. І. Інтенсифікація технологічних процесів у гідродинамічних кавітаційних апаратах / О. І. Некоз, О. А. Литвиненко // Вібрації в техніці та технологіях. – 2009. – № 3 (55). – С. 114-116.
3. Прикладна гідроаеромеханіка і механотроніка : підручник / [О. М. Яхно, О. В. Узунов, О. Ф. Луговський та ін.] ; під ред. О. М. Яхно. - Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2015. - 698 с.
4. Розробка устаткування та технологій виготовлення бітумних емульсій і мастик для гідроізоляційних, покрівельних та інших видів робіт : звіт про НДР (заключний) 93/4. Вінницький національний технічний університет. – № держреєстрації 0110U001845. – Вінниця, 2010. – 100 с.
5. Пат. 37338 UA, МПК E01C 19/00. Установка для приготування бітумних емульсій / А. А. Борисенко, І. В. Коц, К. В. Бауман (Україна). - № u200807653 ; заявл. 04.06.2008 ; опубл. 25.11.2008, Бюл. № 22. - 3 с.
6. Силин Р.И. Кавитационно-магнитная обработка воды и вибрационное оборудование / Р.И. Силин, А.И. Гордеев // Вісн. Хмельницьк. нац. ун-ту. Техн. науки. – 2009. – № 1 – С. 50–56 .

Катерина Володимирівна Бауман – канд. техн. наук, асистент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: iekaterina@i.ua

Kateryna V. Bauman – Ph. D., assistant of department of Engineering system in building, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email: iekaterina@i.ua