

ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КАВІТАЦІЙНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто фізику та основні переваги застосування кавітаційної обробки стічних вод. Запропоновані установки для очищення та знезараження води, які здійснюють обробку води у кавітаційному та вібраційному полі.

Ключові слова: *стічні води, методи очищення, гідродинамічна кавітація, знезараження.*

Abstract

Physics and basic advantages of cavitation's treatment are considered. The equipment's for cleaning and disinfection of water was offered. In it water is processed in cavitation and oscillation field.

Keywords: *wastewater, purification techniques, hydrodynamic cavitation, water disinfection.*

Вступ

Антропогенне забруднення природніх водойм зумовлене недостатньою ефективністю та застарілістю методів очищення стічних вод, що в них скидають. Забруднені стоки перед скиданням у водойми обов'язково знезаражують, так з цією метою, як правило, застосовують реагентне знезараження, шляхом додавання у воду різних хімічних препаратів. Але існують жорсткі обмеження на залишковий вміст реагентів, шкідливих та небезпечних речовин [1]. Перспективним на сьогодні є застосування безреагентних методів знезараження, які дозволяють частково або повністю відмовитися від хімічних реагентів.

Результати дослідження

Серед нетрадиційних безреагентних методів очищення води ультрафіолетове опромінення, електрокоагуляція, озонування, електророзрядна, магнітна, радіаційна, кавітаційна та інші методи фізичної обробки води [1].

У порівнянні з іншими методами застосування кавітаційної технології очищення води є найбільш економічно доцільним, оскільки, наприклад, фінансові затрати на очищення за допомогою ультрафіолетового опромінення в 1,6 разів дорожче, озонування – в 10 разів дорожче [2].

Явище кавітації відоме вже досить давно. Раніше воно вважалось негативним, яке перешкоджає нормальній роботі гідравлічних пристроїв та пошкоджує їх робочі органи. Увага науковців при дослідженні кавітації приділялася її запобіганню та усуненню. Глибоке дослідження ефектів та явищ, які виникають в зоні кавітації та в рідинах після її дії, зацікавило науковий світ можливістю застосування руйнівної сили кавітації для інтенсифікації багатьох технологічних процесів в різних галузях промисловості.

Кавітація – це розрив суцільності рідини обумовлений зміною характеристик поля швидкостей та тиску. У рідині утворюються бульбашки та порожнини заповнені парою, або газом, або парою та газом одночасно. Кавітація відбувається у тому випадку коли тиск у рідині досягає деякого критичного значення. Критичний тиск залежить від багатьох факторів, серед яких: чистота рідини, вміст повітря (газу). У випадку ідеально чистої рідини, яка не вміщує в собі ніякого газу, значення критичного тиску відповідає значенню тиску насиченої пари для цієї рідини. Чим більший вміст домішок у рідині, тим більшого тиску у порівнянні із тиском насиченої пари, достатнього досягти для виникнення кавітації.

Утворені кавітаційні бульбашки та каверни в зоні пониженого тиску при потраплянні в зону підвищеного тиску схлопують, що супроводжується [3]:

– виникненням інтенсивних полів тиску (~1000 атм) та хвиль розрідження – стиснення під час

пульсації та захоплення парогазових каверн і бульбашок;

- утворенням кумулятивних мікроструменів (діаметром 30 – 70 мкм, зі швидкістю 100 – 200 м/с та більше) в асиметричному полі тиску на кінцевій стадії захоплення каверни;
- виникненням турбулентних зон у потоці оброблюваної рідини, що заповнені вихорами та лопаючими бульбашками інфразвукового й ультразвукового діапазону частот;
- локальним підвищенням температури майже до 1000 °С та електричними розрядами.

В області кавітації повільно накопичена енергія звільняється протягом дуже короткого часу. Цієї енергії достатньо для збудження, іонізації та дисоціації молекул води, газів та речовин з високою пружністю пара всередині кавітаційної каверни. Схлопування кавітаційної бульбашки у розчин переходять радикали Н, ОН, іони та електрони малої енергії, що утворилися у газовому середовищі при розщепленні молекули води і речовин з високою пружністю пара, продукти їх взаємодії та часткових рекомбінацій, а також метастабільні молекули води. Кавітація впливає на фізико-хімічні властивості води: підвищується рН, електропровідність тощо[2]. Кавітація спричиняє дисоціацію молекул води, утворені при цьому пероксид водню та радикали ОН⁰ сприяють бактерицидній дії на мікрофлору води.

Отже, органічні домішки, бактерії, які залишаються у стічній воді після проходження всіх етапів очищення, при кавітаційній обробці піддаються механічному, термічному руйнуванню та кінцевій дезінфекції реагентами, які утворюються безпосередньо під час кавітації.

НДЛ гідродинаміки ВНТУ займається дослідженням явища кавітації у гідравлічних системах та розробкою кавітаційного обладнання для інтенсифікації технологічних процесів в різних галузях промисловості. Для очищення та знезараження води було розроблено декілька варіантів установок, в основу роботи яких покладено створення гідродинамічної кавітації в потоці рідини із можливістю регулювання інтенсивності кавітаційної обробки води. Це дає можливість раціоналізувати енергозатрати на знезараження води в залежності від ступеня забрудненості рідини. Додатково для інтенсифікації процесу пропонується комбінувати кавітаційне та вібраційне поле, яке сприяє інтенсифікації та якості очищення та знезараження води.

Висновки

Низка переваг серед яких можливість очищення та знезараження води без застосування додаткових хімічних компонентів, висока якість, практичність та відносна економічність кавітаційного методу знезараження води доводить перспективність застосування даного методу для обробки стічних вод перед викидом у водойми. Запропоноване устаткування яке здійснює оброблення стічних вод у регульованому кавітаційному та додатково у вібраційному полі, яке має суттєві переваги порівняно з існуючим устаткуванням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шиян Л. Н. Химия воды. Водоподготовка: учеб. Пособие / Л. Н. Шиян. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 72 с.
2. Промтов М. А. Обеззараживание сточных вод кавитационной обработкой / Промтов М. А., Алешин А. В., Колесникова М. М., Карпов Д. С. // Весник ТГТУ. – 2015. – Том 21. – №1. – С. 105-111.
3. Бауман К. В. Розроблення кавітаційної установки для приготування бітумних емульсій: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.02 / К. В. Бауман. – Кременчук, 2016. – 196 с.
4. Гордеев А. І. Особливості розрахунку конструктивних параметрів вібраційного обладнання для впливу на властивості води та її знезараження // Гордеев А. І. – Режим доступу: http://www.rusnauka.com/36_PWMN_2010/Tecnic/76861.doc.htm.

Бауман Катерина Володимирівна — канд. техн. наук, асистент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет

Kateryna V. Bauman — Ph. D., assistant of department of Engineering system in building, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia