

УДК 620.193.16

В. В. Корницький

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ЗАСТОСУВАННЯ КАВІТАЦІЇ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

V. V. Kornytskyi

APPLICATION OF CAVITATION FOR WATER PURIFICATION

Інноваційні технології та розроблене обладнання для водоочищення мають повною мірою відповідати вимогам енерго- і ресурсозбереження, екологічної безпеки, бути конкурентоспроможними в сучасних умовах ринкової економіки. Це можливо, якщо в їх основі лежать прогресивні інноваційні ідеї. Одним з таких інноваційних напрямків є ефективне використання кавітаційних явищ.

Кавітація - (від лат. cavitas - порожнеча) - утворення в рідині порожнин (кавітаційних бульбашок, або каверн), заповнених газом, паром або їх сумішшю. Кавітація виникає в результаті місцевого пониження тиску в рідині, яке може відбуватися або при збільшенні її швидкості (гідродинамічна кавітація), або при проходженні акустичної хвилі великої інтенсивності під час напівперіоду розрідження (акустична кавітація).

При акустичній кавітації відносно низька середня щільність енергії звукового поля трансформується в дуже високу щільність енергії, пов'язану з радіально пульсуючою бульбашкою. Концентрація енергії в дуже малих обсягах і пояснює високу ефективність застосування акустичної кавітації для інтенсифікації процесів хімічної технології.

Гідродинамічна кавітація менш ефективна при впливі на оброблюване середовище, однак пристрої для її штучного збурення відрізняються простотою і надійністю. Вона може здійснюватися різними способами: утворенням потоку рідини при обтіканні перепони або високою швидкістю твердих тіл щодо рідини, швидким відривом поршня від рідини, ударним навантаженням тощо.

У промисловості для кавітаційного впливу на рідину використовують: гідродинамічні, електродинамічні, п'єзоелектричні, магнітострикційні і механічні генератори кавітації. У більшості установок для очищення води використовують п'єзоелектричні та магнітострикційні методи, тому що вони передають від 70 до 90% енергії, що надходить в рідину.

В даний час ультразвук (УЗ) - один з ефективних методів утворення кавітації. УЗ можна створювати різними способами, наприклад, використовуючи УЗ-свистки, сирени, іскрові розрядники, принципи п'єзоелектричного, електростатичного та електромагнітного перетворення. Для генерації УЗ хвиль і їх виявлення застосовуються також лазерні технології.

Ультразвукові коливання (УЗК) - це механічні коливання у твердому, рідкому і газоподібному середовищах з діапазоном частот коливань вище 15 кГц. УЗК поділяються на низькочастотні (від 16 до 80 кГц) і високочастотні (вище 80 кГц). Низькочастотний УЗ породжує великі бульбашки, і в результаті відбувається потужний колапс, виробляючи високі локалізовані температуру і тиск, а також сильні ударні хвилі. У той час як, на більш високих частотах (100 кГц-1 МГц), утворюється більше кавітаційних бульбашок за одиницю часу, але дрібніших, при колапсі яких досягаються більш низькі температура і тиск.

При поширенні в газах, рідинах і твердих тілах УЗ породжує унікальні явища, багато з яких знайшли практичне застосування в різних областях науки і техніки. Кавітація є одним з найважливіших факторів, що сприяють інтенсифікації різних

хіміко-технологічних процесів в хімічній, фармацевтичній і харчовій промисловостях. Застосуванням УЗ можна: ініціювати вільно-радикальні реакції; прискорювати хімічні реакції; підвищувати швидкість емульгування рідких компонентів; диспергування твердих компонентів реакції або каталізаторів; розчинення - дегазації; запобігання осадження або коагуляції речовин; отримання тонкодисперсних пігментів; інтенсивного перемішування; сприяти екстракції речовин; видаляти і руйнувати певні частинки, мікроорганізми тощо.

Обробка УЗ успішно застосовується в адсорбційних, хемосорбційних, ректифікаційних процесах і в озонаторних установках очищення стічних вод. До переваг використання УЗ очищення в промисловості відносяться: підвищена швидкість очищення як у водному середовищі, так і в розчиннику; менший потрібний простір і зменшення витрат праці; можливість застосування для очищення небезпечних речовин; високий рівень безпеки; спрощується конструкція реактора, підвищується його надійність і довговічність; покращується очищення води з одночасною її дезінфекцією, дезодорацією і знебарвленням; відсутність забруднення навколишнього середовища. Все це обумовлено різноманітністю кавітаційних ефектів, в основі яких лежить ряд механізмів.

Література

1. Некоз О. І., Литвиненко О. А., Логвінський Р. В. Кавітаційна технологія очищення стічних вод від токсичних речовин. Вібрації в техніці та технологіях. – 2012. - № 2(66).
2. Шевчук Л.І. Очищення води від органічних та біологічних забруднень в умовах кавітації: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 05.17.21 “Технологія водоочищення” / Л.І. Шевчук. – К., 2015. – 40 с.
3. Эпоян С.М. Анализ существующих методов очистки сточных вод молокозаводов / С.М. Эпоян, Н.С. Горбань, С.С. Фомин // Научный вестник строительства. - Харьков: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2010. - Вып.57. - С.393-398.
4. Ткаченко Т.Л. Інтенсифікація аеробної ферментації стічних вод підприємств молокопереробної галузі / Т.Л. Ткаченко, О.І. Семенова, Н.О. Бублієнко // Екологія / Ecology - 2009: II Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю, Вінниця, 23-26 вересня 2009. - С.66.
5. Хижняк О.О. Проблема знезаражування природної води / О.О. Хижняк // Наукові вісті. - 2007. - № 5. - С.129-135.
6. Благодарная Г.И. Анализ методов очищения высококонцентрированных сточных вод предприятий пищевой промышленности / Г.И. Благодарная, А.А. Шевченко, С.В. Лунин // Коммунальное хозяйство городов: науч. - техн. сб. - К.: Техніка, 2010. - Вып.93. - С.176-182.
7. Некоз О.І. Кавітаційна технологія очищення стічних вод від токсичних речовин / О.І. Некоз, О.А. Литвиненко, Р.В. Логвінський // Вібрації в техніці та технологіях. - 2012. - № 2 (66). - С.112-115.
8. Гащин О.Р. Гідродинамічна кавітація в процесах знезараження під дією хімічних окислювачів / О.Р. Гащин, Т.М. Вітенько // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. - Луганськ, 2007. - № 3 (109) - с.49-53.
9. Гащин О.Р. Інтенсифікація процесів знезараження води з використанням гідродинамічних кавітаційних пристроїв: автореф. к. техн. наук, спец.: 05.17.21 - технологія водоочищення / О.Р. Гащин. Нац. технічний ун-т "Київський політехнічний ін-т" - К., 2009. - 20 с.
10. Drozdziel, P.; Vitenko, T.; Voroshchuk, V.; Narizhnyy, S.; Snizhko, O. Discrete-ImpulseEnergy Supplyin Milk and Dairy Product Processing. Materials 2021, 14, 4181. <https://doi.org/10.3390/ma14154181>.