

14. ВИДИ КАВІТАЦІЇ І ОСОБЛИВОСТІ КАВІТАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

Т.В. Никитюк

Національний університет харчових технологій

Гідродинамічна кавітація — це явище утворення в рідині каверн (порожнеч), заповнених розчиненими в ній газами і парою. Каверни виникають за обтікаємим тілом (кавітатором) при обтіканні рідиною перешкоди або, навпаки, при переміщенні перешкоди (лопатки) щодо рідини.

Утворені в рідині каверни розпадаються на найдрібніші кавітаційні пухирці, які за певних умов лопаються. При їх лопанні розвивається локальний тиск до 10^3 Па, кумулятивні струмені зі швидкостями 700 – 800 м/с, питома локальна енергія доходить до 10^5 кВт/м³.

При жорстких режимах кавітації з попереднім вакуумуванням спостерігається рентгенівське і нейтронне випромінювання, люмінесцентне свічення середовища, реалізується її внутрішня енергія та відбуваються процеси на ядерному рівні.

Кавітація руйнує все, проти неї немає стійких матеріалів. Тому з мінімальними енерговитратами ведуться процеси диспергування, емульгування, активації, дроблення, розділення, змішення, отримання енергії, інтенсифікації будь-яких технологічних процесів.

Кавітаційні апарати, засновані на явищі гідродинамічної кавітації, представляють ефективне змішуюче, активуюче, диспергуюче і гомогенізуюче устаткування нового покоління, здатне значно інтенсифікувати, прискорювати технологічні процеси в рідких середовищах, значно знижуючи при цьому витрати енергії і ресурсів.

Ці апарати можна класифікувати досить повно, якщо за основу взяти розподіл за такими характерними ознаками як режим роботи, спосіб подачі або видалення газової фази, тип конструкції всього апарату та його робочих органів.

Відомо, що в кавітаційних апаратах можуть здійснюватись два режими кавітації — природний та штучний. Природна кавітація виникає в рідких середовищах, коли тиск в потоці рідини падає і досягає величини тиску насичених парів рідини при даній температурі. Виникає розрив рідкої фази з утворенням кавітаційних каверн та кавітаційних бульбашок, заповнених паром та дифундуючими газами, розчиненими в рідині.

Природна кавітація характеризується двома стадіями: початковою або бульбашковою, та розвиненою, так званою суперкавітацією.

Бульбашкова кавітація характеризується наявністю за кавітатором кавітаційного поля, що складається з зони зниженого тиску, заповненої окремими кавітаційними бульбашками та їх скупченнями, і зони підвищеного тиску, де відбувається розрив кавітаційних бульбашок з утворенням мікроструменів із швидкістю 50-1500 м/с і тиском в місцях розриву $(10 - 15) \cdot 10^2$ МПа.

Відмінною здатністю суперкавітації є утворення стійкої каверни, розміри якої перевищують розміри кавітатора в 1 – 5 разів і більше, а хвостова частина пульсує, періодично насичуючи потік кавітаційними бульбашками. Режим суперкавітації знайшов застосування в процесах змішування, дегазації, випарювання, контактному нагріванні.

Штучна кавітація виникає в потоці рідини при вентиляванні кавітаційної каверни газовою фазою. Подача газової фази може бути примусовою, під тиском, або шляхом самозасмоктування.

Штучна кавітація характеризується двома типами виносу газової фази з кавітаційної каверни: пульсаційним, при малих витратах газової фази, та безперервним винесенням по вихоровим шнурам при значних відносних витратах газу. Режим штучної кавітації застосовується при аерації стічних вод, змішуванні газу і рідини, контактному теплообміні, флотажі, а також в ежекційному обладнанні і таке інше.

Для природної кавітації тиск в каверні P_k дорівнює тиску насичених парів рідини $P_{н.п.}$ при даній температурі. Для штучної кавітації — це певний середній тиск, який утворюється в каверні у зв'язку з наявністю самозасмоктування чи нагнітання газової фази. Він завжди вищий за тиск насичених парів $P_{н.п.}$. Це дозволяє проводити моделювання кавітаційних процесів у більш широких межах, наприклад, коли збільшення швидкості потоку рідкої фази викликало б кавітацію на стінках робочої зони.

На межі розподілу газ-рідина в каверні відбувається дисоціація молекул води, розчинених речовин, утворення збуджених молекул та інше. Молекули води розщеплюються на радикали Н і ОН, які накопичуються всередині кавітаційної бульбашки. При розриві бульбашки у локальному об'ємі навколо виникають кумулятивні струмені та ударні хвилі.

Таким чином, кавітаційною обробкою стічної води в режимі природної кавітації можна знизити рівень органічних забруднень без вентилявання повітрям каверни, а тільки за рахунок змін структури молекул води і виникнення окислювальних радикалів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Федоткин И.М., Немчин А.Ф. Использование кавитации в технологических процессах. — М.: Вища школа/Изд-во при КГУ. 1984;

2. *Немчин А.Ф., Сергеев Г.И., Мачинський А.С.* Суперкавитирующие аппараты/Обзорная информация. — М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1991;

3. *Федоткин И.М., Шаповалюк В.Н., Вьюн В.И., Боровский В.В.* Эффективные методы очистки воды на предприятиях Украины. Изд. «ИТИ», г. Винница, 1994.

Наукові керівники: А.В. Копиленко, О.М. Тимонін