

УДК 534.222.2 - 92.41%

Юрій ДУДЗІНСЬКИЙ, д.ф.-м.н., професор,

Наталя МАНІЧЕВА, к.т.н., доцент

Ігор ШАПОВАЛОВ, к.ф.-м.н., доцент

Національний університет «Одеська політехніка», Одеса, Україна, e-mail: dudzinyurij@gmail.com,
vmanichev@ukr.net, shapovalov@onu.edu.ua

ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКУ В МЕДИЦИНІ. АКУСТИЧНІ ТЕЧІЇ Й КАВІТАЦІЯ

Анотація. В доповіді розглядається явище кавітації в рідині. Проведено аналіз ймовірних шкідливих та корисних прояв цього явища. Розглянуто напрямки досліджень по зниженню руйнівної дії кавітації в гідромашинах і приладах в результаті ерозії деталей. Показано перспективи досліджень по використанню ефекту кавітаційної ерозії в медичних приладах і біотехнологіях.

Ключові слова: кавітація, кавітаційна ерозія, парові й і газові пухирці, шум, вібрація, ультразвук.

У роботі розглянута дія ультразвуку, вивчено всі типи УЗД, у яких є присутнім ультразвук, розглянута техніка роботи механізмів ультразвукових випромінювань.

Основним завданням даної роботи є вивчення явища кавітації, що супроводжується ерозією робочих поверхонь випромінювачів, ушкодженням клітин і т.п., а також вивчення використання ультразвуку в медицині.

У доповіді розглянуто такі питання:

- загальні відомості про кавітацію; параметри гідродинамічної кавітації;
- міцність рідини на розрив; прилади для вивчення кавітаційної ерозії;
- гіпотези про кавітаційну ерозію;
- методи захисту від кавітаційної ерозії;
- динаміка парових і газових пухирців;
- ерозія при газовій кавітації й при захопленні пухирців вдалині від зразка;
- шум і вібрація при кавітації.

Під кавітацією розуміють перехід рідини в стан, що характеризується тимчасовим порушенням її цілності внаслідок періодичного утворення парогазових каверн [1]. Кавітація відбувається в обмеженій області при зниженні в ній тиску до деякої критичної величини й супроводжується комплексом взаємозалежних процесів, що носять гідромеханічний, електромеханічний, хімічний, тепловий і акустичний характер. У результаті цих процесів, зокрема, знижується ККД гідромашин, їхні робочі органи передчасно руйнуються [2].

Кавітація в гідромашинах супроводжується різким збільшенням шуму й вібрації, які, як відомо, порушують нормальну діяльність центральної нервової системи й серцевих ритмів обслуговуючого персоналу. Тому зниження рівня кавітаційного шуму є актуальним завданням з точки зору безпеки життєдіяльності.

В області гідромашинобудування можна виділити три основних напрямки дослідницьких робіт

- збереження високого ККД машини при найменшому значенні критичного числа кавітації;
- усунення (або зниження) шуму й вібрації агрегатів на кавітаційних режимах;
- пошук матеріалів, здатних протистояти руйнівній дії кавітаційної ерозії.

Є підстави думати, що інтенсивність кавітаційної ерозії пов'язана з інтенсивністю кавітаційного шуму. Тому, якщо яким-небудь засобом зможуть знизити рівень акустичного сигналу, то повинна зменшитися (можливо, і припинитися) кавітаційна ерозія. Одним з відомих засобів зниження вібрації й шуму, пов'язаних з кавітацією, є впуск повітря в робочу зону гідромашин.

Дослідження кавітації пов'язане з вивченням супровідних її процесів. Цими питаннями займаються в багатьох країнах миру. При цьому, поряд з вивченням конкретних техніч-

них завдань, багато дослідників намагаються проникнути у фізичну сутність складного явища. Незважаючи на успіхи, досягнуті в цій області, у цей час ще не створено єдину теорію кавітації. Тому експериментальні дослідження, що розширюють і поглиблюють наявні математичні моделі, є тим фундаментом, на якому надалі може бути побудована єдина теорія кавітації.

Явище кавітації носить локальний характер і виникає тільки там, де є умови. Переміститися в середовищі виникнення кавітація не може. Кавітація руйнує поверхню гребних гвинтів, гідротурбін, акустичних випромінювачів, деталей амортизаторів, гідромуфти й ін. Кавітація також приносить користь – її застосовують у промисловості, медицині, військовій техніці й інших суміжних областях [3, 4].

Донедавна вважалося, що кавітація відбувається тільки у воді. До кінця ХХ сторіччя, у зв'язку з інтенсивним розвитком технологій та приладів атомної енергетики, ракетної техніки й матеріалознавства, біохімічних технологій і ін., кавітацію можна спостерігати в різноманітних мінеральних і органічних рідинах [4], у тому числі в розплавлених металах і сплавах. По медичних відомостях, контузія від вибухової хвилі – це результат того, що кавітація виникає у великих кровоносних судинах і навіть у серці.

Існує кілька способів класифікації кавітації:

- по стану речовини, що перебуває в каверні – парова й газова;
- по вигляду й структурі кавітаційних каверн – пухирцева (окремі пухирці), плівкова, відривна, вихрова (скупчення пухирців);
- по засобу порушення – проточна, гідродинамічна (виникає в рідині, що рухається) й ультразвукова (збуджується коливальним тілом).

Короткий огляд і аналіз літератури по темі роботи дозволяє зробити наступні висновки.

1. Кавітація, що широко зустрічається в техніці, являє собою складне явище, що важко піддається теоретичному й експериментальному дослідженню.
2. Ерозія, шум і вібрація, властиві кавітації, приносять суттєву шкоду народному господарству й здоров'ю обслуговуючого персоналу.
3. Усунення кавітаційної ерозії й шуму можливо тільки при ліквідації самої кавітації [5].
4. Можливості для зниження шуму, вібрації й ерозії при кавітації повністю не вивчені.
5. Широке практичне використання впуску повітря для демпфірування кавітації вимагає з'ясування впливу повітря на робочі характеристики кавітуючих насосів, гідротурбін, гідромоторів, гідротрансформаторів й тощо.

Ультразвук має величезну перевагу в майбутньому нашої медицини. Кавітація здатна вбивати ракові клітки й може стати особливим помічником хірургам. Тому можна сміло затверджувати, що ультразвукова кавітація – перспективний напрямок у медицині.

Література

1. Зарембо Л.К., Красильников В.А. Введение в нелинейную акустику. – М.: Наука, 1966. – 520 с.
2. Дудзінський Ю.М., Манічева Н.В., Жукова А.В. Струминні акустичні випромінювачі для біотехнологій. / Ю.М. Дудзінський, Н.В. Манічева, А.В. Жукова // Журнал «Біомедична інженерія». – м. Київ, Україна – №4, квітень 2017. С. 33–36.
3. Дудзінський Ю.М., Манічева Н.В., Бондарь А.А. Акустическое поле параметрической антенны с фазовым распределением по ее апертуре / Ю.М. Дудзінський, Н.В. Манічева, А.А. Бондарь // Акуст. вісн. – 2015. – 17, № 4. – С. 40–47.
4. Дудзінський Ю.М., Назаренко О. А., Манічева Н.В. Кавитационная эрозия при избыточном статическом давлении // Тр. Одес. политехн. ун-та. – Одесса, 2001. – Вып. 1(12). – С. 37–43.
5. Дудзінський Ю. М., Сухарьков О.В., Манічева Н.В. Энергетика прямогоного гидродинамического излучателя в условиях гидростатического давления // Акуст. вісник. – 2004. – Т. 7, № 1. – С. 40–45.