

УДК 539.3

**ВПЛИВ КАВІТАЦІЙНИХ ЯВИЩЬ НА ДИНАМІКУ ПРУЖНОЇ
СФЕРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ**

Шептилевський О.В., к.ф.-м.н., доцент кафедри Вищої та прикладної математики.

Миколаївський національний аграрний університет

В рамках внутрішньої задачі гідропружності, яка описує динаміку системи бульбашка-рідина-оболонка, виконано аналіз виникнення відриву на границі рідина-оболонка та утворення кавітаційної порожнини на границі розподілу середовищ. Досліджено вплив утвореного відриву на хвильові явища в рідині та на динаміку пульсацій оболонки.

Задачі взаємодії рідини з пружною поверхнею є досить поширеними в різних галузях науки і техніки. При дослідженні взаємодії рідини з твердою поверхнею важливу роль відіграє рухливість границі твердої поверхні. Для класичних контактних задач вводяться обмеження, які складаються з таких умов: не проникнення, рівності зусиль на границі, закону поверхневого тертя, граничні умови теплопередачі, умови електромагнітної взаємодії і т.п. [1,2].

У процесі взаємодії рідини з поверхнею твердого тіла можна виділити два основних випадки - це безвідривний рух системи і рух з відривом рідини від твердої поверхні. Відрив рідини і поява при цьому кавітаційної порожнини може виникати при інтенсивних динамічних навантаженнях на поверхню розділу як з боку рідини, так і з боку твердої поверхні. Відрив рідини може виникати, наприклад, при гідравлічному ударі, або ударі твердого тіла по поверхні рідини тощо [2,3,4].

Алгоритм взаємодії рідини з пружною оболонкою з урахуванням відриву рідини і утворення на границі зони пониженого тиску детально розроблений в роботі [5] і дозволяє враховувати утворення відриву $l(\theta, \varphi, t)$.

Розглянемо замкнену пружну сферичну оболонку $R=0,3\text{ м}$, яка заповнена водою, внутрішнім джерелом виведення системи з стану рівноваги є газова бульбашка в яку вводиться енергія. При вводі енергії в систему від її центра розповсюджується сферична хвиля тиску яка при досягненні оболонки викликає радіальне переміщення її серединної поверхні, після чого виникають пульсації вільної оболонки (Рис.1 щільна лінія).

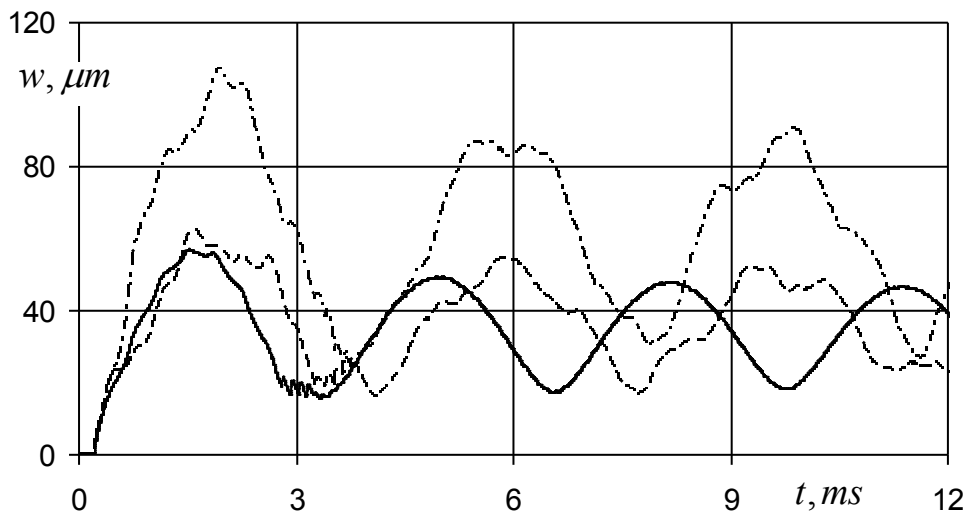


Рис.1

Товщина відриву рідини від оболонки залежить від кількості енергії, яка вводиться в систему та радіуса оболонки. Залежність максимальної товщини відриву від радіуса оболонки при різних значеннях енергії представлений на рисунку 2.

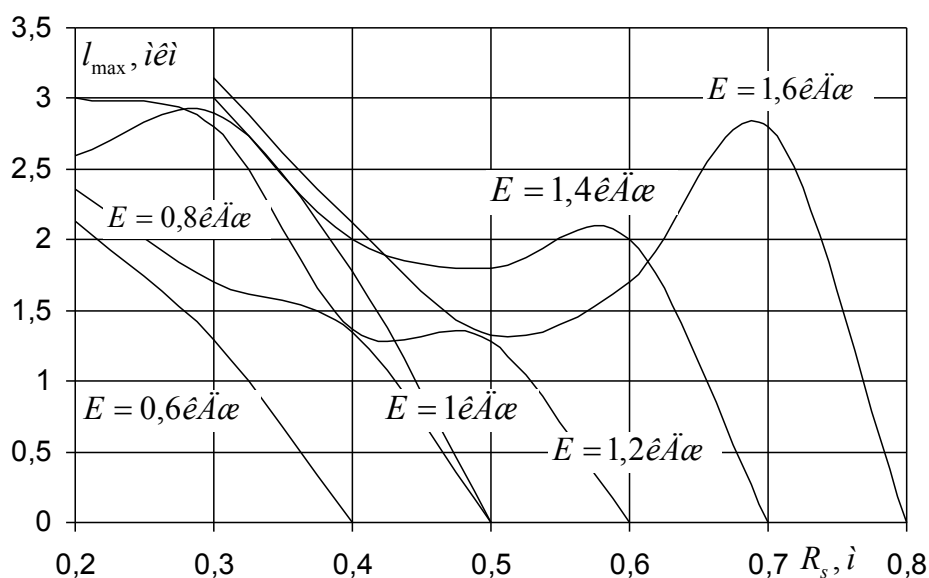


Рис2

При детальному дослідженні зв'язку товщини відриву з геометричними розмірами системи та кількістю енергії встановлено, що зі збільшенням радіусу оболонки товщина відриву зменшується. Однак, при досить великих значеннях енергії починаючи від $E = 1,2 \text{ кДж}$ після зменшення відриву спостерігається його збільшення при рості радіусу оболонки.

Таку закономірність можна пояснити наступним чином: формування відриву залежить від внутрішнього тиску системи та інтенсивності хвильових явищ в рідині. В кожному з випадків максимальний відрив спостерігається при мінімальних початкових значеннях радіусу, з ростом якого товщина відриву зменшується, але в подальшому (при збільшенні радіусу оболонки при сталій енергії) загальний тиск системи зменшується і це сприяє утворенню зон пониженого тиску на границі при відбитті хвиль тиску від оболонки.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гадияк Г.В.* О решении одной контактной задачи жидкость – упругая пластина. Труды Международной конференции RDAMM-2001 / Г.В. Гадияк, Ж.Л. Коробицина // 2001, - Том 6, Ч. 2, Спец. выпуск, С. 195 – 199.
2. *Huang P.* Contact algorithms for the material point method in impact and penetration simulation / P. Huang, X. Zhang, S. Ma // Int. J. Numer. Meth. Eng. – 2011. – 85, No 4, – P. 498 – 517.
3. *Гавриленко В.В.* Плоская симметричная задача удара тонкой упругой круговой цилиндрической оболочки о поверхность жидкости с учётом отрыва / В.В. Гавриленко // Акустичний вісник, - 1998, - Том 1, № 2, С. 34-40.
4. *Юдович В.И.* Однозначная разрешимость задачи об ударе с отрывом твёрдого тела о неоднородную жидкость / В.И. Юдович // Владикавказский математический журнал, - 2005. - Том 7, Вып. 3, - с. 79 – 91.
5. *Шептилевский А.В.* Динамическое контактное взаимодействие упругой сферической оболочки и заполняющей ее жидкости с учетом кавитации / А.В. Шептилевский, И.Т. Селезов, В.М. Косенков // Прикладна гідромеханіка, 2013р., Том 15, №2, С. 73 – 84.