

УДК 532

А.В. Коваль, Т.М. Вітенько д.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ЗАСТОСУВАННЯ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ КАВІТАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ

A.V. Koval, T.M. Vitenko, Dr. Sci. (Engin.)

APPLICATION OF NUMERICAL MODELLING METHODS FOR IMPROVEMENT OF CAVITATION DEVICES

Кавітаційні апарати мають використовувати для вирішення проблеми очищення стічних вод [1]. Різні дослідження аналізували їх ефективність для підвищення якості очищення. Зокрема, Innocenzi та співавтори [2] провели лабораторні експерименти, досліджуючи можливість обробки розчину метилового оранжевого за допомогою кавітації в трубі Вентурі. Результати показали, що введення кавітації в процес окислення може значно підвищити ефективність деградації барвника за оптимальних робочих умов. Гідродинамічний кавітаційний апарат статичного типу створює кавітацію за рахунок перепаду тиску в рідині, що протікає через канали з змінним перерізом. Це дозволяє ефективно застосовувати кавітацію для знищення забруднень, таких як органічні сполуки, в стічних водах.

Математичне моделювання гідродинамічних кавітаційних апаратів статичного типу дозволяє глибше аналізувати і прогнозувати поведінку рідин та кавітаційних процесів у середині пристроїв. Це забезпечує можливість оптимізації конструкцій, підвищення ефективності роботи, зниження енергоспоживання та зменшення зносу обладнання. Моделювання за допомогою програмного забезпечення SolidWorks базується на вирішенні рівнянь гідродинаміки, термодинамічних підходах та чисельних методах для аналізу і симуляції кавітаційних явищ. Для детального опису конструктивних особливостей апаратів та їх елементів враховували основні характеристики, які наведено в табл. 1. Верхні та нижні кришки, а також фланці виконані з вуглецевої сталі. Дві циліндричні камери виготовлені зі скла, а діафрагма з нержавіючої сталі.

Таблиця 1. Вихідні дані.

Тиск на вході, Р	0,30975 МПа	0,30975 МПа	0,30975 МПа
Кількість рідини, Q	0,0003045 м ³ /с	0,0003045 м ³ /с	0,0003045 м ³ /с
Температура, t	20 °С	20 °С	20 °С
Діаметр отвору на виході, D	3 мм	5 мм	8 мм

Дослідження змінного тиску вздовж осі дозволили оцінити ймовірність виникнення кавітації та зміну гідродинаміки, яка впливає на об'єм кавітаційної ділянки. Зміна діаметра отвору діафрагми на виході з 3 мм до 8 мм створює різні умови для варіації швидкості потоку та локального зниження тиску, необхідного для ініціації кавітації. Такі параметри впливають на ефективність кавітаційного ефекту, який можна оцінити за допомогою

моделювання або експериментально, аналізуючи рівень деградації органічних сполук чи ефективність диспергування забруднень у рідині[6].

Висновок. На основі наведених даних наведених у таблиці 1, отримали результати, зображенні на Рис. 1., які засвідчили, що регулювання діаметра конфузора є одним із ключовим параметром для оптимізації роботи гідродинамічного кавітаційного апарата. Зменшення діаметра дозволяє досягти умов, необхідних для утворення кавітації. Таким чином, керування параметрами потоку, такими як діаметр отвору діафрагми на виході, дає можливість налаштувати процес для досягнення максимального ефекту впливу на технологічні середовища.

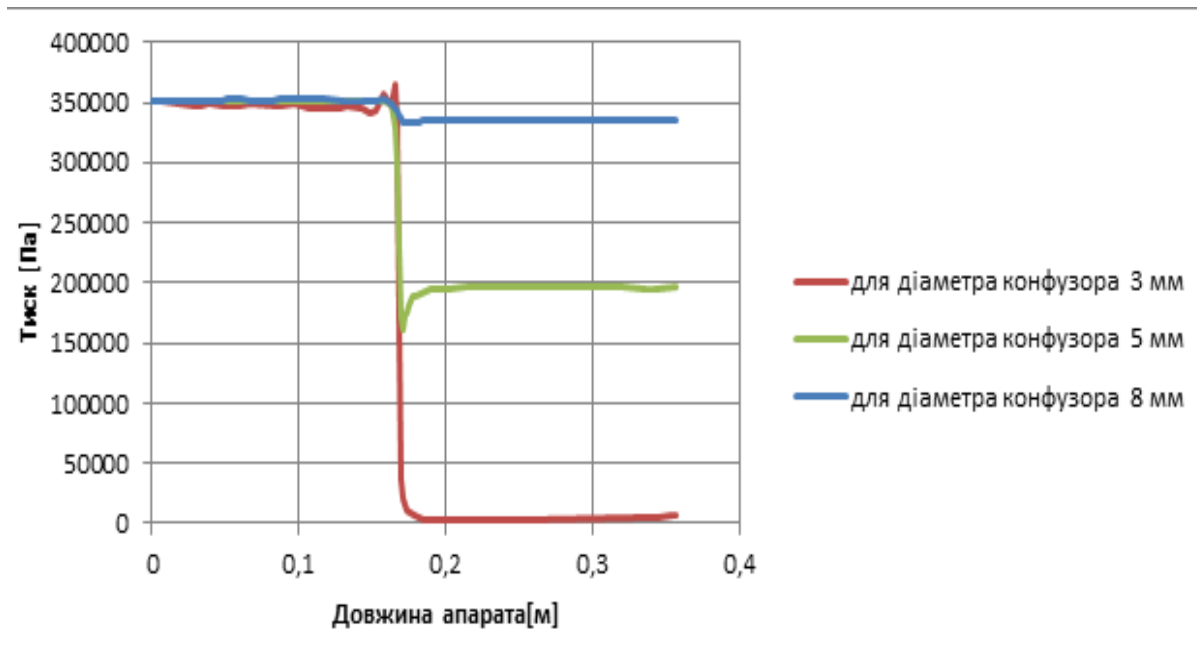


Рис. 1 – Змінна розподілу тиску вздовж гідродинамічного кавітаційного апарата статистичного типу.

Література

1. Liu Y., Li B. Numerical Investigation of the Cavitation Characteristics in Venturi Tubes: The Role of Converging and Diverging Sections. *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13, no. 13. P. 7476. URL: <https://doi.org/10.3390/app13137476> (date of access: 26.11.2024).
2. Innocenzi, V.; Prisciandaro, M.; Vegliò, F. Study of the effect of operative conditions on the decolourization of azo dye solutions by using hydrodynamic cavitation at the lab scale. *Can. J. Chem. Eng.* 2020, 98, 1980–1988.
3. Use of hydrodynamic cavitation in (waste)water treatment / M. Dular et al. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2016. Vol. 29. P. 577–588.
4. Д.О. Вітенько, Т.М. Вітенько. АНАЛІЗ ТА ПОРІВНЯННЯ ГІДРОДИНАМІКИ ПОТОКУ У КАВІТАЦІЙНИХ АПАРАТАХ. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2024. Т. 2, № 14. URL: <https://oj.tsatu.edu.ua/index.php/visnik/article/view/815/772>.
5. Horodyskyi N. I., Vitenko T. M. Hydrodynamics in cavitation device under tangential supply fluid. *Mechanics and Advanced Technologies*. 2018. Vol. 82, no. 1. P. 107–115. URL: <https://doi.org/10.20535/2521-1943.2018.82.128285>.
6. Вітенько Т. М., Гуцал О. Особливості використання кавітаційної техніки в процесах очистки промислових стоків від органічних забруднень. *SumDU Repository*. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/10934>.