

ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХОНЬ  
МЕДИЧНОГО ОБЛАДНАННЯМанічева Н. В., к.т.н., доц., e-mail: [vmanichev@ukr.net](mailto:vmanichev@ukr.net)Тітова Н. В., д.т.н., проф., e-mail: [tnv.titova@gmail.com](mailto:tnv.titova@gmail.com)

Національний університет «Одеська політехніка»

**Актуальність дослідження.** Досліджено застосування інтенсивних пружних хвиль звукового і ультразвукового діапазону частот для процесів очищення поверхонь медичного обладнання від технологічних та експлуатаційних забруднень. Метод дозволяє мінімізувати ручну працю, замінити пожежонебезпечні й токсичні розчинники на водні розчини поверхнево активних речовин або на мінеральне масло.

**Метою дослідження** є оцінка залежності питомої ерозії та її інтенсивності від статичного тиску в рідині та аналіз застосування ультразвуку для прискорювання процесів очищення та отримання високої ступені чистоти медичного обладнання.

**Основні матеріали досліджень.** Ефективність ультразвукового очищення залежить від частоти та інтенсивності пружних хвиль; від фізико-хімічних властивостей рідини: щільність, в'язкість, вміст газу, поверхневий натяг, пружність насиченої пари; від зовнішніх факторів (температура, гідростатичний тиск); від характеру забруднень обладнання [1].

На цей час важливим є зниження концентрацій поверхнево активних речовин, перехід на дистильовану воду та на хімічно нейтральні рідини. Тоді робочі рідини також є діелектриками, і основну роль в руйнуванні плівок забруднювачів грає механічний вплив кавітації на поверхню твердого тіла. Однак в хімічно та електрично нейтральному середовищі необхідно підвищити ударну дію закриваються парових каверн. Цього можна досягти, якщо створювати надмірний статичний тиск в робочій ємності і одночасно збільшувати інтенсивність акустичного поля (в результаті можна істотно збільшити ерозійне вплив кавітації); інший спосіб – створення акустичних полів з двома або більше гармоніками різних частот, кратних або не кратних [2].

Перший спосіб має на увазі, що фізико-механічний процес відбувається в герметичній ємності. При цьому необхідно для виконання умови з підвищенням статичного тиску одночасно збільшувати рівень акустичного сигналу. Обмеженням першого способу є кінцева питома потужність широко застосовуваних електроакустичних перетворювачів. У другому способі в апаратурі використовуються кілька випромінювачів магнітострикційного або (і) п'єзоелектричного типу з різною резонансною частотою. При цьому кожен перетворювач збуджується індивідуальним генератором відповідної потужності і частотного діапазону. Це призводить на практиці до ряду технічних проблем і збільшує вартість апаратури, пропорційна кількості генераторів [2, 3].

Експериментальні дослідження залежності кавітаційної ерозії свинцевих зразків від осьової координати  $r$  проводилися в три етапи. На першому порівнювалися результати руйнування зразків у двох середовищах: трансформаторному маслі і відстояною протягом двох тижнів водопровідній воді. Зразки представляли собою свинцеві пластинки розмірами (18×12×1) мм і фіксувалися на відповідній відстані від активної зони звукоутворення за допомогою затиску. Вони орієнтовані щодо вторинного вихору таким чином, щоб руйнування піддавався торець пластинки. Оцінювався ступінь ерозії щодо зменшення маси зразків зважуванням на аналітичних вагах з чутливістю 0,01 мг. На другому етапі змінювалася тривалість пружних експоненціальних імпульсів. На третьому етапі проводилося дослідження ерозії зразків при наявності надлишкового статичного тиску в герметичній ємності [1, 2]. Залежність швидкості ерозії  $\mu = \Delta m / \Delta t$  (умовно за 1 сек. озвучування) від надлишкового тиску в робочій ємності представлено на рис. 1. Зі

збільшенням статичного тиску в рідині підвищується частота  $f_0$  основного тону генерованого звуку (рис. 1).

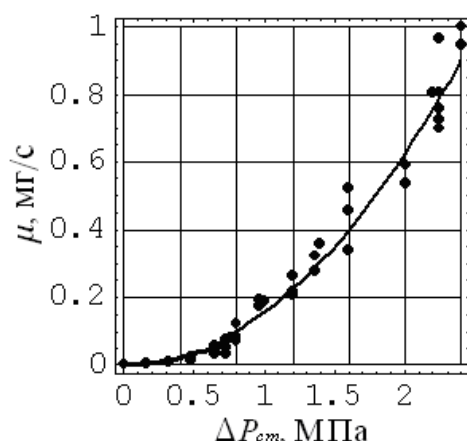


Рис. 1 – Залежність питомої ерозії від статичного тиску в рідині

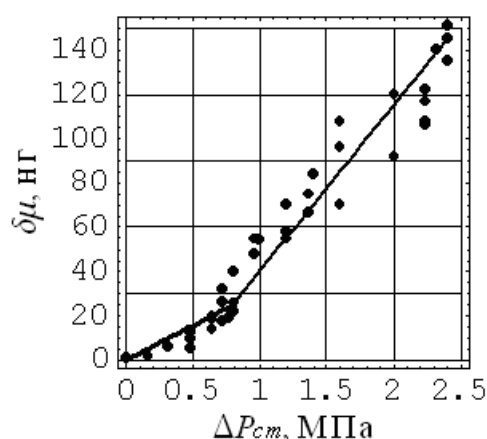


Рис. 2 – Залежність інтенсивності ерозії зразків від статичного тиску в рідині

Тому має сенс оцінити інтенсивність ерозії – зменшення маси зразка за один період хвилі  $\delta\mu = \mu/f_0$  (рис. 2). В діапазоні надлишкового статичного тиску від 0 до 2,5 МПа інтенсивність ерозії підвищується на два порядки [2-4].

По типу забруднення можна умовно виділити завдання первинної та вторинної очистки медичного обладнання. У першому випадку необхідно очистити поверхні від технологічних забруднень, наприклад, від притиральних паст при їх виготовленні або після капітального ремонту обладнання. У другому випадку мова йде про чищення медичного обладнання від експлуатаційних забруднень: нагар, асфальто-смолисті відкладення та інші. Для притирання робочих поверхонь деталей біомедичних приладів широко використовуються паста Гої, яка є суміш абразивних частинок і сполучних речовин – твердих і рідких.

**Висновок.** Спостерігається кореляція надлишкового статичного тиску з інтенсивністю ерозії зразків, це дає можливість оцінити зону найбільшої технологічної активності обладнання по очищенню біомедичного інструменту. В процесі притирання абразивні частинки можуть міцно закріплюватися в мікротріщинах та западинах оброблюваної поверхні. При експлуатації обладнання, вони можуть робити істотний вплив на знос медичного обладнання.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Манічева Н. В., Дьоміна А. С. Огляд методу очищення твердих поверхонь в рідинному середовищі ультразвуком. / Н. В. Манічева, А. С. Дьоміна // Матеріали VII Всеукраїнської науково-технічної конференції «Фізика та медицина у сучасному житті». 19-21 травня 2021 р., м. Одеса, Україна. С. 25-31.
2. Манічева Н. В. Струминні акустичні випромінювачі для біомедичної апаратури. / Н.В. Манічева. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.11.17–біологічні та медичні прилади і системи. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерство освіти і науки України, Київ, 2018. – С. 207.
3. Manicheva N., Dudzinskii Jr., Titova N., Zakharova A. Determination of the nonlinear parameter and internal pressure in a liquid by the acoustic method. / N. Manicheva, Jr. Dudzinskii, N. Titova, A. Zakharova. // Proceedings of Odessa Polytechnic University. – Odessa, Ukraine, 2021. Issue 1(63). P. 88-94.
4. Manicheva, N. V. Power Characteristics of the Uniflow Hydrodynamic Sound Source Under the Conditions of Hydrostatic Pressure / Y. M. Dudzinskii, A. O. Sukharkov, N. V. Manicheva // International Journal of Fluid Mechanics Research. – 2006. – V 33, N 3. – P. 278-285.