

## Секція 2

# Інженерія, Інфраструктура

### Віброрезонансні кавітатори для обробки води відкритих водойм

*Іван Афтаназів<sup>1</sup>, Оріся Строган<sup>2</sup>, Леся Струтинська<sup>3</sup>*

Національний університет «Львівська політехніка»

вул. Степана Бандери 12, Львів, Україна 79013

<sup>1</sup> [ivan.aftanaziv@gmail.com](mailto:ivan.aftanaziv@gmail.com), [orcid.org/0000-0003-3484-7966](https://orcid.org/0000-0003-3484-7966)

<sup>2</sup> [orestastrogan@gmail.com](mailto:orestastrogan@gmail.com), [orcid.org/0000-0002-1790-6736](https://orcid.org/0000-0002-1790-6736)

<sup>3</sup> [lesyastrutyn@gmail.com](mailto:lesyastrutyn@gmail.com), [orcid.org/0000-0002-0401-5475](https://orcid.org/0000-0002-0401-5475)

#### ВСТУП

У сьогоденні актуальними залишаються дослідження, що спрямовані на створення сучасних новітніх технологій кавітаційної обробки.

Типовим представником такого обладнання є автономний вібраційний кавітатор для аерації води відкритих водойм та інактивації її біологічних забруднень, зокрема і ціанобактеріями, що провокують “цвітіння” води.

Переважно вібраційний кавітатор для знезараження патогенної флори води із одночасною її аерацією призначений для застосування на водоймах риборозплідних фермерських господарств з метою ефективної боротьби із літніми заморами риби. Однак можливості використання кавітатора не обмежуються лише риборозплідними водоймами – із не меншою ефективністю вони можуть бути поширені на водойми для вирощування та відгодовування чутливих до якості води птиці, пушних звірів, молодняка у тваринництві. Перспективним видається і застосування віброкавітаторів цього типу для водопідготовки плодо- та овочепереробних сільськогосподарських підприємств, де якість використовуваної води не менш вагомий ніж якість продуктів чинник, і лише вдаль поєднання цих двох складових гарантує у результаті високі споживчі властивості готового продукту.

#### МЕТА

Мета дослідження полягає у розробці конструктивних схем вібраційний кавітаторів.

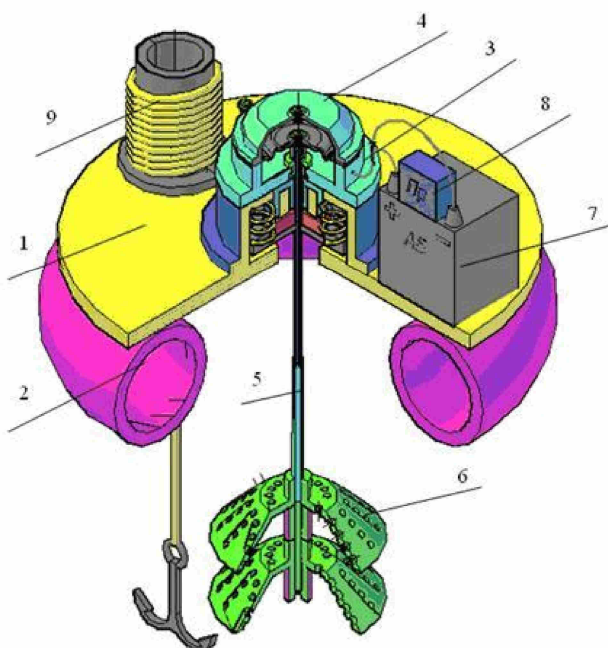
#### ОСНОВНА ЧАСТИНА

Відомо, що у результаті впливу кавітації відбувається знезараження води, її освітлення, а завдяки насиченню води розчиненими газами, що супроводжує кавітаційну обробку, покращуються її споживчі властивості.

Для наочності на Рис.1 зображено твердотільну модель автономного вібраційного кавітатора для інактивації ціанобактерій та аерації води відкритих водойм. Для відтворення конструктивних особливостей віброкавітатора твердотільну модель побудовано із відображенням четвертинного розрізу.

На верхній частині корпусу електромагнітного вібратора розміщено пневмокамеру, за допомогою якої атмосферне повітря всмоктується всередину пустотілої труби 5 і подається у воду. Основними конструктивними елементами пневмокамери аерації повітря є корпус повітрязабірника, пружна мембрана, впускний та випускний клапани та жорстко з'єднана із коливним якорем віброприводу верхня частина пустотілої труби 5 подачі повітря. Верхній кінець тру-

би 5 жорстко з'єднано із пружною мембраною, яку герметично защемлено між корпусом віброприводу та корпусом повітрязбірника.



**Рис.1.** Модель автономного вібраційного кавітатора для інактивації ціанобактерій та аерації води відкритих водойм: 1 – плавуча платформа; 2 – пневмобалон; 3 – електромагнітний вібратор; 4 – пневмокамера аерації повітря; 5 – труба; 6 – збурювачі кавітації; 7 – автономний блок живлення; 8 – перетворювач струму; 9 – бобіна із лінвою та якорем

Замкнений корпус повітрязбірника з одного боку обмежено пружною мембраною, а з іншого – розміщено кульковий впускний клапан із з'єднаним з атмосферою конічним отвором, підпружиненою пружиною, розміщеною в конічному отворі кулькою та регульовальним гвинтом. Аналогічний впускний клапан розміщено всередині корпусу повітрязбірника над мембраною і з'єднано із трубою 5. Отже, система подачі повітря містить встановлений на корпусі повітрязбірника впускний клапан, мембрану приводу коливних рухів, впускний клапан та занурену в оброблювану воду пустотілу трубу 5. Її впускний клапан з'єднано із атмосферою, впускний клапан – із трубою 5 і через її внутрішній отвір – із оброблюваною водою.

Електроживлення на обмотку котушки подається від встановленого на платформі 1 автономного блоку (АБ) живлення 7 (наприклад, потужного автомобільного акумулятора) із тиристорною схемою керування частотою живлення електромагніта та перетворювачем постійного струму на змінний (Пр), підживлюють який періодично або від стаціонарного зарядного пристрою, або від сонячної батареї. Для розміщення платформи 1 в належному для обробки води місці водойми слугує кріпильний якор, який утримується за дно водойми, а за потреби за допомогою кріпильної лінви, намотаної на бобіну 9, піднімається на платформу. Від потрапляння сторонніх предметів, намулу та бруду нижній кінець опущеної у воду труби 5 із конічними збурювачами кавітації 6 захищено захисною сіткою (на рисунку не відображено).

Кавітаційний процес у рідинах супроводжується одночасним потрійним впливом на оброблюване середовище, а саме: -- механічним, який проявляється імпульсними ударними хвилями;

- фізичним, якому притаманне миттєве формування у мікроскопічних об'ємах рідини іскрових мікророзрядів та магнітних полів, які їх супроводжують;

- хімічним, якому властиве із-поміж інших проявів утворення у водному середовищі хімічно активних радикалів  $\cdot\text{OH}$ ,  $\text{HO}^*$ .

Всі три прояви впливів на воду, що супроводжують кавітацію, не є відокремленими, а органічно поєднані між собою. Це у результаті і забезпечує синергійний ефект впливу кавітаційного поля на оброблюване середовище. Тому, очевидно, і прояв кавітаційного впливу на воду багатогранний і не зрівняний із жодним з інших відомих фізичних чи хімічних впливів. Поряд із знезаражувальною дією він проявляється реструктуризацією води.

Продуктивність та якість знезаражувальної обробки води при цьому залежать від амплітуди та частоти коливальних збурювачів кавітації 6, їх площі, кількості і площі розміщених на них перепускних отворів, кількості поданого в зону обробки повітрязбір-

ником повітря, потужності електромагніта приводу та часу обробки. Зміною цих параметрів і регулюють кількісні та якісні показники обробки води, тобто ступені її знезараження та аерації. Так, при амплітуді  $A = 2$  мм, частоті коливань  $f = 50$  Гц, площі кожного з двох збурювачів кавітації  $S_k = 0,05$  м<sup>2</sup>, площі кавітаційних отворів кожного з них  $S_0 = 0,01$  м<sup>2</sup> щохвилини крізь них перепомпується близько 100 літрів води, забезпечуючи загальну продуктивність знезараження в межах 6 м<sup>3</sup>/год. При збільшенні тиристорною схемою керування частоти живлення електромагніта до 100 Гц продуктивність зростає до 8...10 м<sup>3</sup>/год [1, 2].

Вібраційний кавітатор для знезараження та аерації води відкритих водойм завдяки збуренню інтенсивного кавітаційного поля у супроводі активної подачі в зону обробки води повітря забезпечує не лише її очищення від шкідливих мікроорганізмів, а й підвищення якості та споживчих властивостей води, сприяючи тим самим росту риби.

Завдяки відсутності в запропонованому кавітаторі обертових та перетворюючих механізмів, а також завдяки наявності автономного обладнання для подачі в зону обробки повітря, він не лише надійніший та довговічніший від відомих, а і значно енергоощадніший, а отже, і економічніший.

## ВИСНОВКИ

Розроблені нами конструкції віброелектромагнітних кавітаторів для водопідготовки і водоочистки басейнів, аквапарків та природних водойм базуються на резонансному збуренні кавітаційних полів у рідинах, володіють значно меншими енергозатратами у порівнянні з ультразвуковими пристроями, хімічними та фізичними методами активації води, а продуктивність очисної обробки води на порядок їх переважає.

Здатність кавітаційно обробленої води зберігати впродовж тривалого часу свої

покращені властивості має неабияке значення. Адже це відкриває перспективи тривалого нагромадження та зберігання води після її обробки із подальшим її використанням для великотонажних виробництв, наприклад, для виготовлення хімічних препаратів та речовин на основі води, для поливу рослин, консервування продуктів харчування тощо. Для порівняння зазначимо, що активована магнітним полем вода зберігає свої покращені властивості лише впродовж чотирьох годин.

Перевагою автономних віброкавітаторів є можливість їх відтранспортування на плавучих платформах до забруднених ділянок водойм, а стаціонарних віброкавітаторів – незначна енергоємність водопідготовки у поєднанні із високою продуктивністю. Продуктивність автономних віброкавітаторів – до 100м<sup>2</sup> водного плеса на добу, стаціонарних – 2-2,5м<sup>3</sup>/год. У випадках потреби нарощування продуктивності пропорційно збільшують кількість віброкавітаторів. Віброкавітатори високоефективні для водопідготовки і при відгодівлі тварин та птиць.

**Ключові слова:** вода, кавітація, ціанобактерії, віброкавітатор, електромагніт.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Шевчук Л.І., Афтаназів І.С., Строган О.І., Коваль І.З., 2012. Автономний кавітатор для знезараження ціанобактерій та аерації води відкритих водойм. Водне господарство України, 30-36.
2. Патент № 68549 України, МПК А61L 2/16(2006.01), В01J 19/16(2006.01). Віброкавітатор для знезараження та аерації води відкритих водойм. В.Л. Старчевський, Л.І. Шевчук, І.С. Афтаназів, О.І. Строган. u2011 11949, Заявл. 11.10.2011, Опубл. 26.03.2012.