

## ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Костюка Н. О. на тему «Обґрунтування параметрів вібраційної машини для знезаражування та зміни властивостей води» на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 131 Прикладна механіка

Фаховий семінар проведений на кафедрі технології машинобудування

«б» жовтня 2021 року, протокол № 1.

**1. Актуальність теми дослідження.** На теперішній час для знезаражування та зміни властивостей води з метою покращення її якості застосовують вібраційні гідромеханічні машини та пристрої. Для знезаражування та покращення властивостей оброблюваних рідинних субстанцій (РС) широко використовують явище кавітації, як ефективний засіб енергетичного впливу на оброблюване середовище, що активно застосовують у промисловості.

Останнім часом з'явився новий напрям – створення вібраційного обладнання для обробки води кавітацією, яке забезпечує надання воді нових властивостей і її знезараження. Однак цим установкам властиві деякі недоліки – незначний час одноразового перебування рідини в стані виникнення кавітаційної зони. Для збільшення кратності оброблення створено низку вібраційних машин поршневого типу з ексцентриковим приводом для кавітаційної обробки води з метою знезараження і зміни її властивостей, у яких вода піддається багаторазовому зворотно-поступальному проходженню (циклічній гідрокавітації) через отвір у поршні. Застосування такого приводу дає можливість здійснювати жорсткий керований вплив на процес виникнення кавітаційних порожнин з утворенням кавітаційних бульбашок шляхом підбору конструктивних параметрів машини і режимів роботи приводу.

Створення нових конструкцій вібраційних машин та обґрунтування їх конструктивних параметрів і режимів роботи приводу, в яких рідина виступає як об'єкт, що піддається керованим вібраційним впливам та дослідження динаміки процесу знезараження водного середовища з використанням кавітації при коливаннях рідини, є актуальним науково-технічним завданням.

## **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційна робота виконувалась у відповідності до державних і науково-технічних програм за пріоритетними напрямками розвитку науки та техніки України та відповідає положенням Закону України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні» від 08.09. 2011р. № 3715-VI та постанови Кабінету Міністрів України від 28.12.2016 р. №1056 «Деякі питання визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності галузевого рівня на 2017-2021 рр.».

Дисертаційна робота виконана у відповідності з планом кафедри технології машинобудування та тематикою держбюджетної теми «Обґрунтування конструктивних параметрів, режимів роботи приводу та дослідження працездатності вібраційної машини для знезаражування і зміни властивостей води» (№ державної реєстрації 0120U101484) де здобувач брав участь у якості безпосереднього виконавця роботи, а також в рамках науково-дослідних робіт Хмельницького національного університету.

**3. Наукова новизна отриманих результатів** полягає у створенні, теоретичному обґрунтуванні та експериментальному дослідженні нового різновиду вібраційних машин поршневого типу для кавітаційного знезаражування та зміни властивостей водного середовища і обґрунтуванні режимів роботи приводу, зокрема:

- вперше побудовано аналітичну модель коливального процесу робочого середовища у вібраційній машині поршневого типу та отримано

рівняння залежності максимального тиску у камері пульсації від конструктивних параметрів та режимів роботи приводу машини;

- вперше запропоновано критерій оптимальності параметра максимальної продуктивності вібраційної машини поршневого типу, а саме: наявності максимального тиску робочого тіла у камері пульсації при максимальному тиску рідини на виході з отвору у поршні;

- вперше експериментально обґрунтовано раціональні частотні границі роботи вібраційного приводу машини, які лежать у межах від 18 до 23Гц при амплітуді коливань 0,002м, та визначено співвідношення її конструктивних параметрів: при діаметрі поршня 0,1м рекомендовано застосовувати діаметр отвору у поршні від 0,006 до 0,008 м.;

- одержав подальший розвиток метод оцінки зміни основних властивостей води та експериментальне підтверджено, що кавітаційні процеси у вібраційній машині поршневого типу покращують основні характеристики водного середовища, а саме: зростає рН, зменшується коефіцієнт поверхневого натягу, зменшується вміст сольових домішок;

- експериментально досліджено процес інактивації патогенної флори води вібраційною кавітаційною обробкою та встановлено зниження росту колоній бактерій до 80%.

#### **4. Теоретичне та практичне значення результатів дисертації.**

Наукові положення та практичні здобутки, отримані в дисертаційному дослідженні мають важливе значення у галузі механічної інженерії для створення, теоретичного обґрунтування нового різновиду вібраційних машин поршневого типу для кавітаційного знезаражування та зміни властивостей водного середовища і обґрунтуванням режимів роботи їх приводу та підтверджуються документами, які засвідчують проведення таких досліджень, а також свідчать про особистий внесок здобувача в науку та характеризуються єдністю змісту. Побудовані математичні моделі та розроблена методика проектування вібраційних машин поршневого типу

можуть бути застосовані у проєктних організаціях, а також для підготовки магістрів і докторів філософії у матеріалах методичних розробок при викладанні дисципліни «Інженерне моделювання та проєктування технологічних процесів і конструкцій в машинобудуванні» спеціальності 131 Прикладна механіка. Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи Костюка Н.О. обґрунтовані коректним використанням математичного апарату, підкріплені успішною реалізацією технології кавітаційного знезаражування у конструкціях вібраційних машин, практичним впровадженням результатів дисертаційних досліджень. Наукова новизна та висновки, сформульовані в дисертації, логічно впливають із результатів, отриманих за допомогою чітких викладок з коректним використанням принципів системного аналізу, методів аналізу та моделювання процесів, принципів побудови баз знань та формування логічного висновку.

Практичне значення отриманих результатів полягає в доведенні теоретичних положень дисертації до реалізації, рекомендаціях розробнику та безпосередньому використанні на підприємстві.

## **5. Використання результатів роботи.**

Результати виконаних теоретичних і експериментальних досліджень реалізовані в нових технічних рішеннях і конструкціях вібраційних машин, що захищені патентами на корисні моделі України (№126495, №140291). При цьому найбільшу практичну цінність мають наступні одержані результати:

1) Розроблено концепцію побудови та методику інженерних розрахунків вібраційної машини поршневого типу для знезаражування і зміни властивостей РС, завдяки якій інженери та науковці, які працюють у цій галузі, матимуть можливість впроваджувати у виробництво високоефективні та надійні зразки вібраційних машин.

2) Запропоновано нові співвідношення конструктивних параметрів вібраційної машини поршневого типу та визначено раціональні частотні границі роботи вібраційного ексцентрикового приводу машини.

3) Для визначення та оцінки змін властивостей води запропоновано спосіб кристалооптичного аналізу структурної будови РС та ступеню його активації (пат. України № 128630), який дає можливість оперативно оцінювати енергетичний стан води та зміну її основних показників.

4) Технологію кавітаційної обробки водних середовищ низькочастотними коливаннями, конструктивні схеми вібраційних машин, оптимальні співвідношення конструктивних параметрів та рекомендації з вибору раціональних режимів роботи приводу передано Хмельницькому НДЕКЦ та Надвірнянському «Коопзаготпромторг» до впровадження.

## **6. Особиста участь автора в одержанні наукових та практичних результатів, що викладені в дисертаційній роботі.**

Всі основні наукові положення, результати, висновки і рекомендації дисертаційної роботи отримані автором особисто. Постановка задач досліджень, аналіз і трактування одержаних результатів виконані спільно з науковим керівником.

В одноосібній публікації [17] автору належать результати експериментального визначення впливу на максимальний тиск з отвору у поршні вібраційної машини її режимів, аналіз та оформлення результатів роботи.

У спільних публікаціях автору належить: [1] – побудова аналітичної моделі руху рідини у машині, експериментальні дослідження зміни максимального тиску у камері пульсації; [2] – розроблення конструктивної схеми і розрахунок конструкції пружної системи вібраційної машини; [3] – обґрунтування динамічних та конструктивних параметрів вібраційної машини; [4] – проведення експериментальних досліджень для визначення працездатності вібраційної машини; [5] – проведення експериментальних досліджень по визначенню розподілу енерговитрат приводу вібраційної машини, аналіз та оформлення результатів роботи; [6-8] – ідея розробки нових конструкцій вібраційних машин та опис їх конструкції, дослідження зразків та аналіз характеристик зміни властивостей води – частка кожного з авторів є рівною; [9] – експериментальне дослідження працездатності

вібраційної машини; [10] – розроблення конструкції вібраційної машини; [11] – побудова математичної моделі вібраційної машини; [12] – визначення силових параметрів при розрахунках пружної системи вібраційної машини; [13] – обґрунтування динамічних параметрів робочого органу вібраційної машини; [14] – аналітичний аналіз динамічних параметрів; [15] – експериментальне дослідження працездатності вібраційної машини; [16] – експериментальне дослідження зміни максимального тиску у камері пульсації від частоти.

Результати дисертації опубліковані в повному обсязі.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі технології машинобудування Хмельницького національного університету, науковий керівник д.т.н., професор, заслужений винахідник України, професор кафедри технології машинобудування Гордєєв А.І.

Розглянувши звіт подібності щодо перевірки на плагіат, рецензенти дійшли висновку, що дисертаційна робота Костюка Н.О. є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Дисертація характеризується єдністю змісту та відповідає вимогам щодо її оформлення.

## **7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.**

За результатами досліджень опубліковано 17 наукових праць, у тому числі 5 статей у наукових фахових виданнях (з них 1 стаття у періодичних наукових виданнях інших держав, що входять до наукометричної бази Scopus), 1 стаття в інших виданнях України, 6 статей у матеріалах конференцій, 3 патенти України, 2 тези доповідей в збірниках матеріалів конференцій.

*Публікації у періодичних виданнях, що індексуються в наукометричних базах Scopus:*

1. Dynamic processes in the pulsation chamber vibration machine for disinfection of water / Nazar Kostyuk, Anatoliy Hordieiev, Algimantas Bubulis, Oleksii Hordieiev. *Journal of Vibroengineering - Mechanical vibrations and applications*. Vol. 23. Is.4. 2021. 799-809 pp. (Scopus). *Особистий внесок здобувача: побудова аналітичної моделі руху рідини у машині, експериментальні дослідження зміни максимального тиску у камері пульсації.*

*Статті у журналах, що включені до переліку фахових видань України:*

2. Костюк Н. О., Гордєєв А. І., Урбанюк Є. А. Обґрунтування параметрів компенсаційної пружної системи вібраційної машини з ексцентриковим приводом. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2018. № 6. т. 2. С. 19-26. Особистий внесок здобувача: розроблення конструктивної схеми і розрахунок конструкції пружної системи вібраційної машини.*

3. Костюк Н. О., Гордєєв А. І., Гордєєв О. А. Обґрунтування динамічних та конструктивних параметрів вібраційної машини для знезаражування та зміни властивостей води. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2019. № 6. С. 40-48. Особистий внесок здобувача: обґрунтування динамічних та конструктивних параметрів вібраційної машини.*

4. Костюк Н. О., Гордєєв А. І., Нездоровін В.П. Експериментальні дослідження працездатності вібраційної машини для знезаражування і зміни властивостей води та етапи її проектування. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2020. № 4. С. 112-119. Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень для визначення працездатності вібраційної машини.*

5. Костюк Н. О., Гордєєв А. І., Гордєєв О. А. Дослідження розподілу енерговитрат приводу вібраційної машини поршневого типу для знезаражування та зміни властивостей води. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2020. №6. С. 73-78. Особистий*

*внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень по визначенню розподілу енерговитрат приводу вібраційної машини, аналіз та оформлення результатів роботи.*

*Патенти України на корисну модель:*

6. Патент України №126495 Вібраційна машина для знезаражування водних середовищ / Н.О. Костюк, А.І. Гордєєв. Заяв. 02.01.2018; реєстраційний номер заявки u 2018 00099 Опубл. 25.06.2018, Бюл. № 12. *Особистий внесок здобувача: ідея розробки нових конструкцій вібраційних машин та опис їх конструкції – частка кожного з авторів є рівною.*

7. Патент України №128630 Спосіб кристалооптичного аналізу структурної будови води та ступеня її активації і забруднення біологічними рештками / А.Л. Ганзюк, В.П. Олександренко, А.І. Гордєєв, Н.О. Костюк. Заяв. 20.04.2018; реєстраційний номер заявки u 2018 04393 Опубл. 25.09.2018, Бюл. № 18. *Особистий внесок здобувача: дослідження зразків та аналіз характеристик зміни властивостей води – частка кожного з авторів є рівною.*

8. Патент України №140291 Вібраційна машина для знезаражування води та її очистки / А.І. Гордєєв, А.Л. Ганзюк, О.В. Кравчук, В.В. Кравчук, В.П. Нездоровін, Н.О. Костюк,. Заяв. 17.07.2019; реєстраційний номер заявки u 2019 08456 Опубл. 10.02.2020, Бюл. № 3 *Особистий внесок здобувача: ідея розробки нових конструкцій вібраційних машин та опис їх конструкції – частка кожного з авторів є рівною.*

*Статті в інших виданнях України:*

9. Інноваційні технології активації і знезаражування води / А.І. Гордєєв, Н.О. Костюк, В.В. Кравчук, В.М. Кулик. *Енергозбереження поділля. Хмельницький центр нових технологій і інновацій.* 2018. №1 (65). С. 9-18. *Особистий внесок здобувача: експериментальне дослідження працездатності вібраційної машини.*

*Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:*

10. Костюк Н. О., Гордєєв А. І. Вібраційна машина для знезаражування водних середовищ. *Materialy XIV Międzynarodowej naukowii-praktycznej*

*konferencji. «Kluczowe aspekty naukowej działalności – 2018». 07 - 15 stycznia 2018 roku. Volume 9. Techniczne nauki. Przemysł. Nauka i studia. 2018. С. 10-13. Особистий внесок здобувача: розроблення конструкції вібраційної машини.*

11. Костюк Н. О., Гордєєв А. І., Урбанюк Є. А. Створення математичної моделі вібраційної машини для знезаражування водних середовищ. *Збірник наукових праць міжнар. конф. молод. наук. «Сучасні технології в механіці», 19-21 квітня 2018р. Хмельницький: ФОП Мельник А. А. 2018. С. 88-93. Особистий внесок здобувача: побудова математичної моделі вібраційної машини.*

12. Костюк Н. О., Гордєєв А. І. Обґрунтування силових параметрів при розрахунках пружної системи вібраційної машини для знезаражування води. *Тези доповідей XVII-ої Міжнародної науково-технічної конференції. «Вібрації в техніці та технологіях». 11-12 жовтня 2018р. Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2018. С. 60-61. Особистий внесок здобувача: визначення силових параметрів при розрахунках пружної системи вібраційної машини.*

13. Костюк Н. О., Гордєєв А. І. Обґрунтування динамічних параметрів робочого органу вібраційної машини для знезаражування та зміни властивостей води. *XIII Українсько-Польські наукові діалоги: Тези наукових праць міжнародної наукової конференції. 16-19 жовтня 2019 р. Хмельницький – Кам'янець-Подільський: ХНУ, 2019. С. 85-86. Особистий внесок здобувача: обґрунтування динамічних параметрів робочого органу вібраційної машини.*

14. Костюк Н. О., Гордєєв А. І., Гордєєв О. А. Аналітичний аналіз динамічних параметрів вібраційної машини для знезараження та зміни властивостей води. *Materiały XVI Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji. «Strategiczne pytania światowej nauki – 2020». 07 - 15 lutego 2020 roku. Volume 9. Techniczne nauki. Przemysł. Nauka i studia. 2020. С. 33-36. Особистий внесок здобувача: аналітичний аналіз динамічних параметрів.*

15. Дослідження працездатності вібраційної машини для знезаражування і зміни властивостей води / Н.О. Костюк, А.І. Гордєєв, О.А. Гордєєв, А.Л. Ганзюк. *Materiały XVI Międzynarodowej naukowo-praktycznej*

konferencji. «*Nauka i inowacja – 2020*». 07 - 15 października 2020 roku. Volume 8. Techniczne nauki. Przemysł. Nauka i studia. 2020. С. 96-101. *Особистий внесок здобувача: експериментальне дослідження працездатності вібраційної машини.*

16. Костюк Н. О., Гордєєв А. І., Гордєєв О. А. Визначення частотних параметрів роботи приводу вібраційної машини для знезаражування та зміни властивостей води. *Матеріали XVI міжнародна научна практична конференція «Динаміката на съвременната наука – 2020»*. 15 - 22 юли 2020 г. Vol. 4 София, «БялГРАД-БГ ОДД». 2020. С. 88-92. *Особистий внесок здобувача: експериментальне дослідження зміни максимального тиску у камері пульсації від частоти.*

17. Костюк Н. О. Експериментальні дослідження впливу конструктивних параметрів та режимів роботи вібраційного приводу машини на тиск пульсуючого струменю рідини з отвору у поршні. *Materiały XVII Mezinarodni vedecko-prakticka konference. «Dny vedy – 2021»*. 22 - 30 brezna 2021 roku. Vol. 3. Praha. Publishing House «Education and Science». 2021. С. 42-46.

**ВВАЖАТИ** що дисертаційна робота Костюка Н.О. «Обґрунтування параметрів вібраційної машини для знезаражування та зміни властивостей води», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, передбаченим пунктом 9, 10, 11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167, та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми Хмельницького національного університету зі спеціальності 131 Прикладна механіка.

