

**Рішення разової спеціалізованої вченої ради PhD 12410
про присудження ступеня доктора філософії**

Разова спеціалізована вчена рада Хмельницького національного університету Міністерства освіти і науки України, м. Хмельницький, прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії Душенку Олександрю Сергійовичу на підставі прилюдного захисту дисертації «Обґрунтування параметрів кавітаційно-магнітного обладнання для водопідготовки котелень» з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

«12» травня 2026 року

Душенко Олександр Сергійович, 1980 року народження, громадянин України, освіта вища, у 2004 році закінчив Донецький національний технічний університет, де здобув кваліфікацію спеціаліста за спеціальністю «Енергомеханічні комплекси гірничого та гірничо-збагачувального обладнання» та отримав фах гірничого інженера-електромеханіка, з 2018 року по теперішній час – керівник комунального підприємства з експлуатації теплового господарства «Тепловик» Старокостянтинівської міської ради.

Дисертацію виконано у Хмельницькому національному університеті Міністерства освіти і науки України, м. Хмельницький.

Науковий керівник: Ткачук Віталій Павлович, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри технології машинобудування Хмельницького національного університету.

Дисертант має 12 наукових праць, в тому числі 4 статті в фахових наукових журналах переліку МОН України, 1 патент України на корисну модель, 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір, а також 6 праць апробаційного характеру в збірниках матеріалів міжнародних конференцій:

1. Душенко О. С., Ткачук В. П. Обладнання вхідної магнітно-кавітаційної підготовки води для тепломереж. *Вісник Хмельницького національного університету, Технічні науки*. №3, Т.2. 2024 С. 73-80.

2. Душенко О. С., Ткачук В. П. Обґрунтування параметрів продуктивності вібраційної машини зміни складу та властивостей води для тепломереж. *Вісник Хмельницького національного університету, Технічні науки*. №6, Т.1. 2024 С. 340-347.

3. Душенко О. С., Ткачук В. П. Дослідження впливу магнітного поля із змінною індукцією по довжині осі потоку на склад та властивості води для тепломереж. *Вісник Хмельницького національного університету, Технічні науки*.

науки. №6, Т.1. 2025 С. 272-280.

4. Душенко О. С., Ткачук В. П., Марченко М. В. Дослідження конструктивних параметрів кавітаційних насадків та режимів роботи обладнання водопідготовки для тепломереж у Solidworks і практичне використання. *Вісник Хмельницького національного університету, Технічні науки*. №6.2, 2025 С. 286-297.

5. Кавітаціо-магнітний пристрій зміни властивостей та складу води для котелень. №161692. МПК F25B 15/02 / Душенко О. С., Ткачук В. П. u202406294. Заявл.30.12.24. Опубл. 02.10.25.

6. Визначення параметрів продуктивності вібраційної машини зміни складу та властивостей води для тепломереж. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №140818, дата реєстрації: 13.11.2025 р.

7. Душенко О. С., Ткачук В. П. Обладнання зміни властивостей та складу води для тепломереж. Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference «X Ukrainian-Polish scientific dialogues» Actual problem of modern science. (June 11-15, 2024). Khmelnytsky-Bydgoszcz. С. 145-149.

8. Душенко О. С., Ткачук В. П. Обладнання зміни властивостей та складу води для тепломереж. Abstracts of the conference 10th International Scientific and Practical Conference «X Ukrainian-Polish scientific dialogues» Actual problem of modern science. (June 11-15, 2024). Khmelnytsky-Bydgoszcz. P. 26.

9. Ткачук В. П. Душенко О. С. Конструкція обладнання вхідної підготовки води для тепломереж. Proceedings of the IVth International Scientific and Practical Conference. «Diversity and inclusion in scientific area» (Marh 28-29, 2024). Warsaw. Poland. С. 417-422.

10. Душенко О. С., Ткачук В. П. Дослідження параметрів вібраційної машини для підготовки води для котелень. Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції: "Сучасні технології промислового комплексу" (17-19 вересня 2024 року). Херсон- Хмельницький. С. 143-148.

11. Душенко О. С., Ткачук В. П. Вплив магнітного поля змінної індукції по довжині осі потоку на склад та властивості води для тепломереж. II International scientific conference of students and young scientists «problems and innovations in the development of engineering, technologies and transport». : Collection of scientific works of the International Scientific Conference of Students and Young Scientists, April 24-26, 2025 – Khmelnytskyi: KhNU, 2025. С.135-146.

12. Душенко О. С., Ткачук В. П. Моделювання кавітаційних процесів у насадках в обладнанні водопідготовки для тепломереж у SolidWorks Flow Simulation. International Scientific and Practical Conference “Current Issues and Prospects for the Development of Science, Education, Technology and Society in

the Era of Digital Transformations”: Conference Proceedings (Austin, USA, July 31, 2025). Austin, USA: Golden Quill Publishing, 2025. P. 99-104.

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради:

Голова разової спеціалізованої вченої ради Харжевський В'ячеслав Олександрович, доктор технічних наук, професор кафедри галузевого машинобудування та агроінженерії Хмельницького національного університету. Без зауважень.

Рецензент Драч Ілона Володимирівна, доктор технічних наук, професор, професор кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства Хмельницького національного університету.

Зауваження:

1. Автором проводиться моделювання кавітаційних процесів у SolidWorks Flow Simulation (стор. 99–104). Цей програмний продукт використовує модель RNG k-epsilon для турбулентності та спрощений підхід до моделювання кавітації (модель Rayleigh- Plesset у спрощеній формі). Чи враховано обмеження цієї моделі? Використання SolidWorks Flow Simulation для кавітаційних течій є допустимим лише для попередньої оцінки та порівняльного аналізу геометрій, але не для точного розрахунку інтенсивності кавітації.

2. Автор стверджує, що «магнітне поле послаблює водневі зв'язки» та створює «мономолекулярну структуру з позитивно зарядженими молекулами». Це твердження є дискусійним у науковому середовищі. Ефект магнітної обробки води (магнітна зміна структури) є тимчасовим (реверсивним) та слабо відтворюваним у сліпих експериментах.

У дисертації бажано б надати переконливі докази саме синергії кавітаційного та магнітного впливу (чому сумарний ефект перевищує суму окремих ефектів), а не просто їх послідовного застосування.

3. Використання терміна «звукова гідрокавітація» у роботі (стор. 7) є незвичним. Зазвичай розрізняють: гідродинамічну кавітацію (створювану швидкістю потоку) та акустичну (ультразвукову) кавітацію (створювану звуковими хвилями). У цій роботі йдеться про гідродинамічну кавітацію у вібраційній машині. Автору варто уточнити термінологію, щоб уникнути плутанини з ультразвуковою кавітацією.

4. Дослідження проведено на лабораторних зразках (діаметр поршня 100 мм, насадка 6-10 мм). Чи надано методику перерахунку отриманих параметрів на промислові масштаби (продуктивність 10-100 м³/год для котельні)? Кавітаційне число та подібність процесів при масштабуванні потребують

обґрунтування через критерії подібності (число Рейнольдса, число кавітації).

5. В роботі згадується про «зменшення витрат енергії», але водночас вібраційна машина з частотою 19-21 Гц та магнітні системи споживають енергію. Доцільно було б виконати порівняльний енергетичний аналіз: чи не перевищує енергоспоживання обладнання економію від зменшення накипу?

Рецензент Гордєєв Анатолій Іванович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри технології машинобудування Хмельницького національного університету.

Зауваження:

1. Бажано було би провести моделювання кавітаційних процесів у SolidWorks, які виникають у насадках, з метою більш наближеного до реального стану вмісту розчинених газів у воді, зі зміною вмісту розчинених газів від 1 до 10%.

2. Перший розділ займає багато об'єму. Бажано було би навести більш лаконічний аналіз по пунктам.

3. На мою думку бажано було би проаналізувати запропоновану модель вібраційної машини на виникнення резонансних явищ та встановити чи вона працює у до резонансному режимі коливань чи за резонансному.

4. Результати моделювання (Рис. 4.2) зміни розрахункового максимального миттєвого тиску для ідеальної рідини у камері пульсації від частоти значно різняться від результатів (Рис. 4.3) експериментального визначення зміни тиску у камері пульсації від частоти. Чим це пояснюється?

5. Бажано більш чітко сформулювати висновки по розділах.

6. Виявлено наявні орфографічні помилки та недоречності у використанні розділових знаків.

Офіційний опонент Ланець Олексій Степанович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри авіаційної та виробничої інженерії Національного університету «Львівська політехніка».

Зауваження:

1. У роботі визначено раціональні межі роботи вібраційного приводу по частоті та амплітуді коливань. Чому здобувач рекомендує амплітуду коливань приводу 2 мм, а не більше? Збільшення її величини дало би більшу продуктивність оброблення.

2. Для більш узагальненої картини роботи обладнання бажано було би провести комплексне планування експерименту з включенням факторів зміни параметрів роботи приводу вібраційної машини на зміну параметра рН.

3. На мою думку, цікаво було би отримати відносне співвідношення у % домішок у вигляду осадів відносно об'єму обробленої води за часом оброблення.

4. Не зрозуміло, чому здобувач при моделюванні кавітаційних процесів у SolidWorks обмежився у дослідженнях вмістом розчинених газів у воді 1%, хоча за відомими дослідженнями його може бути у межах від 1 до 12%.

5. Деякі загальні висновки мають реферативний характер, їх треба більш чітко формулювати.

Офіційний опонент Роп'як Любомир Ярославович доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютеризованого машинобудування Івано-Франківського національного технічного університету нафти й газу.
Зауваження:

1. Під час моделювання кавітаційних процесів у насадках, різних за конструкцією, прийнято як найкращий насадок – ступеневий на вході та на виході. З обґрунтування цього технічного рішення не до кінця є зрозуміло якими критеріями користувався здобувач?

2. Здобувачем визначено, з проведених досліджень, діапазон частотних коливань приводу вібраційної машини, а не конкретну її величину. Чому це так запропоновано?

3. Деякі деталі окремих рисунків (у розділі 4: рис. 4.12, стор. 128 та рис. 4.15, стор. 130, складні для читання, через надто малий шрифт. Можливо варто було використати інші формати рисунків, щоб покращити сприйняття та розуміння інформації представленої на них.

4. У розділі 1 для підписів Рис 1.2 – Рис 1.5 слід було дати посилання у квадратних дужках на літературні джерела, звідки взяті ці рисунки.

5. На сторінках 80 та 81 у хімічних формулах відсутні знаки «мінус» та «плюс».

6. У тексті дисертації тричі використано однакові Рис. 1.26. (стор. 67), Рис. 3.6. (стор. 94) та Рис. 4.1. Принципова схема вібраційної машини кавітаційної підготовки води для тепломереж: А – амплітуда коливань приводу; f – частота коливань приводу; D – діаметр камери пульсації; d – діаметр насадка (стор. 117). Потрібно пояснити таке використання однотипних рисунків.

7. У дисертаційній роботі проведено планування експерименту, однак не представлені поверхні відгуку. Потрібно пояснити їх відсутність.

8. У дисертаційній роботі зустрічаються деякі граматичні та стилістичні помилки.

Результати відкритого голосування:

«За» – 5 (п'ять) членів ради,
«Проти» – немає членів ради,
недійсних бюлетенів – немає.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Душенку Олександрю Сергійовичу науковий ступінь доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

Голова разової спеціалізованої
Вченої ради PhD 12410



В'ячеслав

В'ячеслав ХАРЖЕВСЬКИЙ