

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з навчальної роботи
Національного технічного
університету України
“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”



К.т.н., доц.
Тетяна ЖЕЛЯСКОВА

03 2025 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 21 від 20 березня 2025 р. розширеного засідання
кафедри атомної енергетики
Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри атомної енергетики голова засідання: завідувач кафедри, д.т.н., проф. Туз В.О., проф., д.т.н. Письменний Є.М., проф., д.т.н. Кравець В.Ю., проф., д.т.н. Хайрнасов С.М., проф., д.т.н. Сорокова Н.М., доц., к.т.н. Воробйов М.В., доц., к.т.н. Клевцов С.В., доц., к.т.н. Коньшин В.І., доц., к.т.н., Лебедь Н.Л., доц., к.т.н. Рогачов В.А., доц., к.т.н. Бібік Т.В., доц., к.т.н., Філатов В.І., асист. Остапенко І.А., пров.н.с., д.т.н. Ніколаєнко Ю.Є., с.н.с., к.т.н. Алексеїк Є.С.;
- з кафедри теплової та альтернативної енергетики завідувач кафедри, д.т.н., проф. Черноусенко О.Ю., доц., к.т.н. Соломаха А.С.

Запрошені з інших організацій: Одеський національний технологічний університет, д.т.н., проф. Косой Б.В.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри атомної енергетики Мане Кішор Вішванатх (Mane Kishor Vishwanath) за матеріалами дисертаційної роботи «Визначення параметрів ефективного застосування пульсаційних теплових труб в системах охолодження електронної техніки» (Determination of parameters of effective use of pulsation heat pipes in cooling systems of electronic equipment), поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 144 Теплоенергетика.

Освітньо-наукова програма Теплоенергетика.

Тему дисертаційної роботи «Визначення параметрів ефективного застосування пульсаційних теплових труб в системах охолодження електронної техніки» (Determination of parameters of effective use of pulsation heat pipes in cooling systems of electronic equipment) затверджено на засіданні Вченої ради Навчально-наукового інституту атомної і теплової енергетики (протокол № 6 від “25” листопада 2024 року).

Науковим керівником затверджений д.т.н., проф. Кравець В.Ю.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили:

д.т.н., с.н.с. Хайрнасов С.М., д.т.н., проф. Косой Б.В., д.т.н., с.н.с. Сорокова Н.М., к.т.н., доц., Соломаха А.С., д.т.н., проф. Туз В.О.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь:

д.т.н., с.н.с. Хайрнасов С.М., д.т.н., проф. Кравець В.Ю., д.т.н., с.н.с. Сорокова Н.М., д.т.н., проф. Туз В.О.

УХВАЛИЛИ:

ПРИЙНЯТИ такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

1. Актуальність теми дослідження

Зростаючий попит на ефективне терморегулювання в сучасній електроніці зумовив значний інтерес до пульсаційних теплових труб (ПТТ) завдяки їх компактним розмірам, простій конструкції та високій ефективності теплопередачі. Оскільки електронні пристрої продовжують розвиватися, збільшуючи питому потужність і зменшуючи форм-фактор, потреба в передових технологіях охолодження стає все більш нагальною. ПТТ є багатообіцяючою альтернативою традиційним методам охолодження, забезпечуючи високу теплопередачу без необхідності використання механічних насосів або складних конструкцій.

Критично важливим аспектом роботи ПТТ є її запуск і перехідні характеристики, які безпосередньо впливають на перехід до оптимального режиму роботи. Цей перехід має важливе значення для підтримання стабільного тепломасообміну та забезпечення високих характеристик теплопередачі. На пускові та перехідні характеристики впливає низка геометричних, фізичних та режимних факторів, і цей вплив вивчено недостатньо. Дана робота присвячена комплексному дослідженню впливу співвідношення довжин, фізичних властивостей теплоносія та кута нахилу на пускові та перехідні характеристики ПТТ.

Усуваючи недоліки попередніх досліджень і надаючи нові експериментальні дані про запуск і перехідні характеристики ПТТ, це дослідження сприяє розробці рішень для охолодження наступного покоління

для високопродуктивних електронних пристроїв. Очікується, що результати цього дослідження відіграватимуть вирішальну роль в оптимізації конструкцій ПТТ для практичного застосування, тим самим покращуючи енергоефективність, збільшуючи термін служби пристроїв і забезпечуючи загальну надійність електронних систем.

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

Тема дисертаційної роботи відповідає пріоритетному напрямку розвитку науки і техніки «Енергетика та енергоефективність» (Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки: Закон України №2623-III від 11.06.2001 р. зі змінами від 29.01.2021 р.) і пов'язана з дослідженням процесів теплообміну в двофазних теплопередавальних пристроях, а саме пульсаційних теплових трубах, з метою підвищення ефективності їх використання в практичних застосуваннях. Окремі матеріали дисертаційної роботи були частиною науково-дослідних програм і проектів, які виконувались на кафедрі атомної енергетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», а саме: «Процеси тепломасообміну і гідродинаміки у мініатюрних двофазних теплопередаючих системах» (номер державної реєстрації 0118U003539) та «Тепломасообмін і гідродинаміка в одно- та багатофазних середовищах новітніх теплоносіїв для створення теплообмінників криогенної техніки та радіолокаційних систем» (номер державної реєстрації 0121U109681).

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

1. Удосконалено класифікацію основних режимів роботи пульсаційних теплових труб.

2. Вперше проведено комплексне дослідження впливу геометричних, фізичних та режимних факторів на границі основних режимів роботи ПТТ. Показано і пояснено вплив співвідношення довжин, кута нахилу і типу теплоносія на існування і границі режимів роботи ПТТ, амплітуду пульсацій і межу осушення зони нагріву.

3. Вперше проведено комплексне дослідження впливу фізичних властивостей рідкої та парової фаз теплоносія на пускові та перехідні характеристики ПТТ. Отримані дані проаналізовано з точки зору їх впливу на механічну взаємодію між паровими і рідинними снарядами всередині ПТТ та на початок кипіння в зоні нагріву ПТТ. Ці процеси безпосередньо впливають на пускові та перехідні характеристики ПТТ.

4. Отримано нові дані про вплив геометричних та режимних факторів на пускові та перехідні характеристики ПТТ. Надано рекомендації щодо вибору співвідношення довжин ПТТ та теплоносія для різних умов роботи.

5. Вперше отримано емпіричну безрозмірну залежність для прогнозування пускової та перехідної густини теплового потоку ПТТ. Ця залежність враховує співвідношення довжин, фізичні властивості рідкої та парової фаз теплоносія, кут нахилу і може бути застосована для ПТТ з водою, спиртами та органічними рідинами в якості теплоносія.

6. Отримано нові дані про вплив співвідношення довжини, кута нахилу та типу теплоносія на теплопередавальні характеристики ПТТ (середню температуру зони нагріву, різницю температур, термічний опір). Показано зв'язок між запуском і режимами роботи ПТТ та її теплопередавальними характеристиками.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи, впровадження

Це дослідження направлене на вдосконалення конструкції та застосування пульсаційних теплових труб (ПТТ) для ефективного охолодження електроніки. Отримані результати дозволяють вибирати співвідношення довжини і теплоносії для різних умов роботи. Запропоновані співвідношення можуть бути використані в інженерних розрахунках ПТТ для прогнозування її пускових і перехідних характеристик. Матеріали дисертації можуть бути корисними для розробників нових ефективних систем охолодження електроніки на основі двофазних теплопередавальних пристроїв.

Матеріали дисертації використовуються в навчальному процесі при підготовці аспірантів за спеціальностями 142 Енергетичне машинобудування та 143 Атомна енергетика і включені до:

- дисципліни «Кінетика фазових перетворень в енергетичному обладнанні», лекцій «Звичайні теплові труби. Мініатюрні та мікротеплові труби. Конструкція. Особливості роботи. Газорегульовані теплові труби. Контурні теплові труби. Пульсаційні теплові труби. Конструкція. Особливості роботи» та «Теплопередавальні характеристики пульсаційних теплових труб в залежності від робочих параметрів».

Впровадження результатів досліджень у навчальний процес дозволило покращити знання студентів про процеси теплопередачі в пульсаційних теплових трубах.

5. Апробація результатів дисертації

Матеріали дисертації доповідалися та обговорювалися на конференціях:

- XIX Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених і студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики», м. Київ, 2021р.;

- XX Міжнародна науково-практична конференція аспірантів, магістрантів і студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики», м. Київ, 2023 р.;

- XXI Міжнародна науково-практична конференція аспірантів, магістрантів і студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики», м. Київ, 2024 р.;

- XXV Міжнародна науково-практична конференції «Сучасні інформаційні та електронні технології», м. Одеса, 2024 р.

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Мане Кішор Вішванатх (Mane Kishor Vishwanath) визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

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

За результатами досліджень опубліковано 6 наукових публікацій, у тому числі:

- 1 стаття у науковому фаховому виданні України за спеціальністю 144 Теплоенергетика, кількість співавторів якої не перевищує двох;
- 1 стаття у періодичному науковому фаховому виданні проіндексованому у базах Scopus (Q3) та Web of Science Core Collection (Q3);
- 4 тези виступів на наукових конференціях.

Статті:

1. Mane, K., & Alekseik, Y. The combined effect of heating zone length and inclination angle on start-up, transient, and operational characteristics of a pulsating heat pipe. Refrigeration Engineering and Technology, 2024, 60(3), p. 156-167. DOI: <https://doi.org/10.15673/ret.v60i3.2997> (фах. кат Б).

Особистий внесок здобувача: обробка та аналіз експериментальних даних, написання і підготовка статті.

2. Mane, K.V., Alekseik, Y. Comprehensive parametric and design review for reducing pulsating heat pipes dependence on space orientation. Archives of Thermodynamics, 2024, 45(2), p. 165-182. DOI: <https://doi.org/10.24425/ather.2024.150863> (SCOPUS Q3, Web of Science Q3).

Особистий внесок здобувача: пошук і аналіз літературних джерел, написання і підготовка статті.

Матеріали конференцій:

1. Mane K.V., Alekseik Y. Influence of PHP channel design on start-up and gravity: a review. Modern Problems of Scientific Support of Energy. Materials of the XIX Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students, Kyiv, April 20–23, 2021, Kyiv: KPI, Polytechnic Publishing House, 2021, Vol. 1, p. 125-126.

Особистий внесок здобувача: пошук і аналіз літературних джерел, написання тез, виконання доповіді.

2. Mane K., Alekseik Y. Influence of heating zone length on thermal performance of pulsating heat pipe. Modern Problems of Scientific Support for Energy. Proceedings of the XX International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students, Kyiv, April 25–28, 2023. Kyiv: KPI, Polytechnic Publishing House, 2023, Vol. 1, p. 107-108.

Особистий внесок здобувача: обробка та аналіз експериментальних даних, написання тез, виконання доповіді.

3. Mane K.V., Alekseik Y. Pulsating heat pipe sensitivity to space orientation: zone length and heat carrier influence. Modern Problems of Scientific Support for Energy. Proceedings of the XXI International Scientific and Practical

Conference of Young Scientists and Students, Kyiv, April 23–26, 2024. Kyiv: KPI, Polytechnic Publishing House, 2024, Vol.1, p. 70-72.

Особистий внесок здобувача: обробка та аналіз експериментальних даних, написання тез, виконання доповіді.

4. Alekseik Ye.S, Mane K.V. Influence of the heat carrier and the length of the heating zone of a pulsating heat pipe on the limits of the main operating modes at different inclination angles. Proceedings of the XXV International Scientific and Practical Conference of Modern Information and Electronic Technologies, May 27–29, 2024, Odessa, Ukraine, pp. 72-73.

Особистий внесок здобувача: обробка та аналіз експериментальних даних, написання базового варіанту тез.

Якість та кількість публікацій відповідають “Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії”, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44”.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Мане Кішор Вішванатх (Mane Kishor Vishwanath) «Визначення параметрів ефективного застосування пульсаційних теплових труб в системах охолодження електронної техніки» (Determination of parameters of effective use of pulsation heat pipes in cooling systems of electronic equipment), що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 144 Теплоенергетика за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред’являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КПІ ім. Ігоря Сікорського Теплофізика зі спеціальності 144 Теплоенергетика.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу «Визначення параметрів ефективного застосування пульсаційних теплових труб в системах охолодження електронної техніки» (Determination of parameters of effective use of pulsation heat pipes in cooling systems of electronic equipment), подану Мане Кішор Вішванатх (Mane Kishor Vishwanath) на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді КПІ ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

д.т.н., с.н.с., професор кафедри атомної енергетики КПІ ім. Ігоря Сікорського **Сорокова Наталія Миколаївна;**

Члени:

Рецензенти:

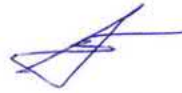
к.т.н., доц., доцент кафедри атомної енергетики КПІ ім. Ігоря Сікорського **Воробйов Микита Валерійович;**

к.т.н., доцент кафедри теплової та альтернативної енергетики КПІ ім. Ігоря Сікорського **Соломаха Андрій Сергійович**;

Офіційні опоненти:

д.т.н., проф. директор Навчально-наукового інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, Одеський національний технологічний університет **Косой Борис Володимирович**;
д.т.н. завідувач відділу тепломасообміну і гідродинаміки в елементах теплоенергетичного устаткування, заступник директора Інституту технічної теплофізики НАН України **Авраменко Андрій Олександрович**.

Головуючий на засіданні
д.т.н., проф, завідувач кафедри
атомної енергетики



Валерій ТУЗ

Вчений секретар
кафедри атомної енергетики
к.т.н., доц.



Микита ВОРОБІЙОВ