

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Ліпницького Леоніда Володимировича
на тему «Інтенсифікація процесів теплообміну в двофазних термосифонах при
використанні нарізних зон нагріву»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
з галузі знань 14 Електрична інженерія
за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування

Актуальність теми дисертації.

Актуальність представленого дослідження зумовлена необхідністю підвищення ефективності теплообмінних процесів в умовах зростаючих вимог до енергозбереження, економічності та екологічної безпеки промислових і енергетичних систем. Традиційні теплообмінники мають обмеження щодо інтенсивності теплопередачі та оптимізації теплових потоків, що знижує їх загальну ефективність. Застосування двофазних термосифонів із нарізними зонами нагріву є перспективним напрямом вирішення зазначених проблем завдяки використанню фазових переходів для покращення теплових характеристик систем. Дослідження конструктивних і теплотехнічних параметрів таких пристроїв має важливе практичне та наукове значення, оскільки сприяє розробці нових рішень для підвищення компактності, ефективності та надійності теплообмінних апаратів, що особливо актуально для мобільних і автономних енергетичних установок. Тематика роботи є сучасною, практично орієнтованою і відповідає стратегічним напрямам розвитку енергетики та промисловості.

Дисертація виконана в рамках науково-дослідної роботи кафедри атомної енергетики Навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", а саме «Дослідження теплофізичних характеристик тонких плоских теплових труб для модернізації існуючих та створення перспективних радіолокаційних станцій», номер держ. реєстрації №0123U101837. Крім того, представлені результати досліджень пов'язані з виконанням Національного фонду досліджень України № 2020.02/0357 «Розвиток теплофізичних та конструктивно-технологічних основ підвищення ефективності охолодження приймально-передавальних модулів радіолокаційних станцій».

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів, наведених у дисертаційній роботі, забезпечується коректністю припущень, які лежать в основі виконаних наукових досліджень, а також застосуванням сучасних наукових підходів та методів. Було використано вже підтверджені розрахункові та експериментальні методики та обробку експериментальних даних.

У процесі вирішення поставлених задач одержано наукові результати:

1. Вперше експериментально визначено вплив нарізної структури на внутрішній поверхні випарника у діапазоні від 0,1мм до 0,5мм на ефективність теплообміну.
2. Вперше отримані оптимальні параметри коефіцієнта заповнення для термосифона з нарізним випарником.
3. Визначено взаємозв'язок кута нахилу термосифона з нарізним випарником та ефективності тепловіддачі.
4. Досліджено гідродинамічні цикли роботи двофазного термосифону при постійному навантаженні для класичного випадку, а також у плоскому термосифоні з нарізним випарником.
5. Виконана візуалізація процесів пароутворення на нарізній поверхні у складі двофазної системи.
6. Досліджено стадії формування теплового пограничного шару в умовах функціонування двофазних термосифонів.
7. Вперше визначено оптимальне співвідношення висоти інтенсифікатора для відносно коротких зон нагріву для нарізних термосифонів.

Дисертація містить обґрунтовані результати. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, сформульованих у дисертації, підтверджується достатньою кількістю проведених теоретичних та експериментальних досліджень з використанням сучасних методів, які базуються на загальноприйнятих підходах щодо аналізу процесів теплопереносу. Отримані результати не суперечать висновкам відомих теорій. Результати досліджень пройшли апробацією на міжнародних наукових та науково-практичних конференціях. Достовірність результатів досліджень забезпечується коректною постановкою завдань і виконаних досліджень; застосуванням оригінальних експериментальних установок і сучасних приладів для вимірювання фізичних величин; використанням сучасних методів обробки отриманих експериментальних даних.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Ліпніцького Л.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти третього (освітньо-наукового рівня) вищої освіти зі спеціальності 142 Енергетичне машинобудування та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Енергетичне машинобудування

Практичне значення результатів дисертаційної роботи полягає у тому, що вони в подальшому можуть використовуватися:

- при проектуванні ефективних теплообмінників для промислових та енергетичних систем; отримані в дисертації результати розширюють та поглиблюють наукові знання про процеси теплообміну у випарно-конденсаційних системах з інтенсифікаторами в зоні нагріву;

- у навчальному процесі при підготовці спеціалістів за сп. 142 «Енергетичне машинобудування» та 143 «Атомна енергетика» при викладанні дисциплін професійної спрямованості, а також при виконанні кваліфікаційних робіт.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям енергозбереження та підвищення ефективності теплоенергетичних систем.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Ліпніцького Леоніда Володимировича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Зміст дисертації викладено послідовно, логічно та доступно. Дисертаційна робота написана коректною технічною мовою з використанням сучасної наукової термінології. Текст дисертації у достатньому для розуміння обсязі проілюстрований графічним матеріалом, таблицями тощо.

Дисертація складається зі вступу, 3 основних розділів, висновків, списку використаних джерел, який включає 48 наукових робіт. Повний обсяг становить 152 сторінки та включає 4 таблиці, 68 рисунків.

Кожний розділ присвячено окремому напрямку дослідження, літературний огляд проведено до кожної тематики дослідження окремо і висвітлено у відповідних розділах.

У вступі обґрунтована актуальність напрямку роботи, визначено об'єкт, предмет, мету та цілі дослідження. Наведені позиції наукової новизни

отриманих даних та висновки, а також особистий внесок здобувача наукового ступеня доктора філософії. Представлено інформацію щодо апробації результатів досліджень та напрямки їх потенційного використання. Описано загальний обсяг дисертаційної роботи та його структуру.

У першому розділі автором представлено загальні відомості про теплообмінне обладнання, їх основні функції, проведено аналіз основних конструкцій. Представлено літературний огляд по теплообмінним апаратам на основі термосифонів та теплових труб, що базуються на випарно-конденсаційному циклі роботи.

Серед існуючих типів інтенсифікаторів у зоні випаровування автор обрав використання внутрішньої гвинтової нарізі. Такий метод являється відносно простим і технологічним, при цьому, як показали результати досліджень, має високу ефективність.

Представлено конструкцію експериментального стенду, алгоритм випробувань, оцінку похибки дослідження, а також загальну інформацію щодо дослідних зразків.

Проведено дослідження і аналіз впливу кута нахилу двофазних термосифонів з нарізним випарником, визначено оптимальний коефіцієнт заповнення, а також визначено оптимальний крок гвинтової нарізі у діапазоні від 0,1 мм до 0,5 мм.

У другому розділі роботи розглянуто особливості гідродинаміки двофазних потоків у замкнених системах. Детально описано специфічний режим функціонування термосифонів, відомий як гейзер-ефект. Виконано комплекс досліджень, у ході яких визначено основні етапи роботи двофазного термосифону за різних кутів нахилу. Окрім того, проведено експериментальні дослідження з візуалізації гідродинамічних процесів на нарізній поверхні плаского термосифону.

Третій розділ роботи присвячено дослідженню процесів формування пограничних шарів. Наведено теоретичні положення щодо утворення пограничних шарів як при вимушеній, так і при природній конвекції у обмеженому просторі. Висунуто гіпотезу щодо особливостей формування теплового пограничного шару в умовах функціонування двофазних термосифонів, зокрема за наявності обмеження стінкою знизу та постійного підведення теплового потоку. Описано експериментальну установку, яка дозволяє досліджувати формування пограничного шару за допомогою непрямих вимірювань без порушення його структури. Основою досліджень є використання тіньового методу, що базується на оптичних явищах заломлення та огинання світла.

У висновках наведено опис отриманих у дисертаційній роботі наукових й практичних результатів.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 15 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 3 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 6 статей у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 5 статей у виданнях, віднесених до першого — третього квартилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports.

Також результати дисертації були апробовані на 6 наукових фахових конференціях.

Всі представлені публікації виконані на високому рівні з усіма необхідними складовими, згідно до умов видавництва. Статті пройшли рецензування.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

Незважаючи на загальне позитивне враження від розглянутої дисертаційної роботи, вона містить деякі зауваження та дискусійні твердження, які наведено нижче.

1. Основні результати експериментальних досліджень представлено для зовнішньої задачі при умовах охолодження вимушеною конвекцією, при цьому, дослідження коефіцієнту заповнення проводилось для умов охолодження вільною конвекцією

2. У третьому розділі представлено якісне зображення теплового пограничного шару, але не представлено жодних характеристик режиму (потужність, температура) для можливого порівняння з реальною роботою двофазних систем

3. В реальних умовах роботи термосифону підвід теплового потоку відбувається переважно по всьому периметру зони нагріву. В роботі не досліджено вплив зустрічного нагріву теплоносія, і як це впливає на формування теплового пограничного шару, оскільки змінюється гідродинаміка руху рідкої фази

4. У роботі дослідження виконані з коефіцієнтом заповнення 50%. Немає пояснень з яких міркувань обрано саме така величина. Оскільки КЗ має значний вплив на співвідношення оптимальної висоти інтенсифікатора.

5. Зазначено, що різьба збільшує ефективність, але не вказано фізичні причини цього ефекту – наприклад, покращення змочування, капілярне підведення рідини, збільшення площі поверхні тощо

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Ліпницького Леоніда Володимировича на тему «Інтенсифікація процесів теплообміну в двофазних термосифонах при використанні нарізних зон нагріву» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 14 Електрична інженерія. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені у п.6 – 9 «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.

Здобувач Ліпницький Леонід Володимирович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування.

Офіційний опонент:

заступник директора Інституту
технічної теплофізики НАН України
член-кор. НАН України, д.т.н., проф.

Андрій АВРАМЕНКО



«___» _____ 20__ року

