

## **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  
в галузі знань 14 Електрична інженерія  
за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування

### **Актуальність теми дисертації.**

У контексті сучасних трендів розвитку енергетики, в тому числі відновлюваної, особливого значення набувають питання підвищення ефективності процесів теплопередачі, оскільки це безпосередньо впливає на раціональне використання енергетичних ресурсів, зменшення експлуатаційних витрат та покращення екологічних характеристик виробничих процесів.

Одним із перспективних напрямів удосконалення теплообмінних систем є впровадження двофазних термосифонів, що використовують переваги фазових переходів для інтенсифікації теплопередачі.

Дослідження конструктивних особливостей термосифонів має важливе наукове та практичне значення для пошуку енергоефективних рішень, спрямованих на створення компактних і надійних теплообмінних апаратів, що є актуальним для застосування у стаціонарних, мобільних та автономних енергетичних системах. Таким чином, обрана тематика дослідження є актуальною, відповідає сучасним науково-технічним викликам і має високий рівень практичної важливості.

### **Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає у наступному:

- Вперше експериментально визначено вплив нарізної структури на внутрішній поверхні випарника у діапазоні від 0,1мм до 0,5мм на ефективність теплообміну.
- Визначено взаємозв'язок кута нахилу термосифона з нарізним випарником та ефективності тепловіддачі.
- Досліджено гідродинамічні цикли роботи двофазного термосифону при постійному навантаженні для класичної конструкції, а також у плоскому термосифоні з нарізним випарником.
- Виконана візуалізація процесів пароутворення на внутрішній нарізній поверхні термосифону.
- Проаналізовано стадії формування теплового пограничного шару в умовах функціонування двофазних термосифонів.
- Визначено раціональне 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 експериментальних досліджень з використанням сучасних методів, які базуються на загальноприйнятих підходах щодо аналізу процесів теплопереносу. 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 вимірювань фізичних величин; використанням сучасних методів обробки отриманих експериментальних даних.

Отже, поставлене в дисертаційній роботі наукове завдання виконано повністю, а здобувач повною мірою оволодів методологією наукових досліджень.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Ліпницького Л.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти третього освітньо-наукового рівня вищої освіти зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування».

Практичне значення результатів дисертаційної роботи полягає у тому, що вони можуть бути використані:

- при проектуванні ефективних систем передачі та трансформації теплової енергії;
- у навчальному процесі при підготовці фахівців за спеціальностями 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 щодо дослідження перспективних теплообмінних систем на основі двофазних термосифонів.

Дисертаційна робота Ліпницького 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**

Зміст дисертації викладено послідовно, логічно та доступно. Дисертаційна робота написана коректною українською 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 для кожної задачі дослідження окремо і висвітлено у відповідних підрозділах.

У вступі визначено мету і завдання дослідження відповідно до предмету та об'єкту дослідження, обґрунтовано вибір теми дослідження. Обрано експериментальний метод дослідження. Означено наукову новизну отриманих результатів та надано інформацію щодо особистого внеску здобувача.

У першому розділі представлено загальні відомості про теплообмінне обладнання, проведено аналіз основних конструкцій, представлено літературний огляд теплообмінних апаратів на основі термосифонів та теплових труб, що базуються на випарно-конденсаційному циклі.

За результатами аналізу було визначено, що перспективним напрямком підвищення інтенсивності теплообміну в зонах двофазних термосифонів є використання внутрішньої гвинтової нарізі. Такий метод являється відносно простим і технологічним.

На основі проведених досліджень представлено аналіз впливу кута нахилу двофазних термосифонів з нарізним випарником, визначено оптимальний коефіцієнт заповнення, а також визначено оптимальний крок гвинтової нарізі у діапазоні кроку від 0,1 мм до 0,5 мм.

У другому розділі розглянуто процеси гідродинаміки двофазних потоків у замкнених системах. Вивчено специфічний для умов роботи термосифонів режим роботи - гейзер-ефект.

Представлено результати ряду досліджень і визначено основні стадії функціонування двофазного термосифону при різних кутах нахилу, а також представлено аналіз візуалізації гідродинамічних процесів на нарізній поверхні на прикладі плоского термосифону.

Третій розділ присвячено дослідженню пограничного шару. Описано теоретичні відомості щодо формування пограничного шару як при вимушеній конвекції, так і при природній. Висунуто гіпотезу про формування теплового пограничного шару в умовах функціонування двофазних термосифонів при обмеженні стінкою знизу, а також при постійному підведенні теплового потоку.

Описано експериментальний стенд, що дозволяє непрямыми вимірами, не втручаючись у формування пограничного шару, дослідити процес його формування.

У висновках наведено узагальнення 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 публікацій 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). Також результати дисертації були

апробовані на 6 наукових фахових конференціях. Всі представлені публікації 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 недоліки та дискусійні твердження, які наведено нижче.

- У першому розділі для виконання поставленої мети автором пропонується більш глибоко вивчити процеси теплообміну та гідродинаміки у двофазних термосифонах, але в основному представлено дані по впливу кута нахилу і кроку нарізі на термічний опір. Також потребує пояснення що розуміється під терміном *теплова ефективність термосифона*. Як відомо основними теплопередавальними характеристиками термосифонів і теплових труб є мінімальний термічний опір і максимальний тепловий потік, що передається.
- На стор. 54 автором невірно приведено формулу закону Ньютона-Ріхмана.
- На рисунку 1.18б наведено порівняння значення термічного опору термосифона і АГТТ із літератури [35]. Як розшифровується ця аббревіатура і з яким термосифоном це порівняння?
- В першому розділі наведені геометричні характеристики досліджуваних термосифонів, але не приведені зовнішній і внутрішній діаметри термосифонів. Від товщини стінки термосифона залежить більшість температурних показників при проведенні експериментів.
- У підрозділі 3.4.3 аналіз даних дослідження стадії формування теплового пограничного шару в умовах функціонування двофазних термосифонів за допомогою тіньового методу не відповідає класичному уявленню цього процесу. Результати дуже описові, відсутні кількісні параметри (наприклад, товщина пограничного шару, швидкість руху рідини, температурні градієнти), які дозволили б стверджувати про нові закономірності при передачі теплоти у двофазних термосифонах.
- У першому розділі не зазначено зв'язок між обраними геометричними параметрами досліджуваних термосифонів з реальними пристроями, що використовуються у теплообмінному обладнанні теплоенергетичних систем
- У висновках до першого розділу вказано рекомендований коефіцієнт заповнення рівний 0,5, при цьому, автор у тексті вказує на оптимальний 0,31. Відсутні обґрунтування такого висновку.
- У другому розділі не представлено візуальні порівняння процесу кипіння на нарізі та гладкій поверхні, хоча теплові характеристики при цьому порівнюються.
- Значна частина роботи (1 розділ, 3 розділ) присвячена дослідженню коефіцієнту тепловіддачі в зоні випаровування термосифона, при цьому

не розглядається вплив зони конденсації та коефіцієнти тепловіддачі в даній зоні на загальні теплопередаючі характеристики.

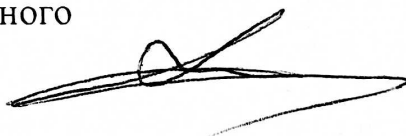
#### **Висновок про дисертаційну роботу**

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 енергетичного машинобудування у галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування.

#### **Офіційний опонент:**

директор Навчально-наукового інституту  
холоду, кріотехнологій та екоенергетики  
ім. В.С. Мартиновського  
Одеського національного технологічного  
університету, МОН України,  
доктор технічних наук, професор



Борис КОСОЙ



« 30 » травня 2025 року