

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Хміля Дмитра Петровича

на тему: «Теплообмін і просторова структура розподілу теплофізичних властивостей надкритичної води в трубах за умов змішаної конвекції»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 14 – Електрична інженерія
за спеціальністю 144 – Теплоенергетика

Актуальність теми дисертації.

Систематичні дослідження течії і теплообміну води в каналах при надкритичних тисках почалися в середині минулого сторіччя. На сьогодні актуальність цих досліджень пов'язана як з отриманням знань про властивості надкритичної води, так і з її практичним застосуванням. Зокрема, розглядаються можливості використання води надкритичного тиску в атомній енергетиці для охолодження активної зони ядерних реакторів IV покоління.

Реалізація переходу на надкритичні тиски теплоносія в атомній енергетиці потребує детального знання перебігу теплогідролічних процесів у надкритичних водяних реакторах. Це зумовлює важливість проведення відповідних теплофізичних досліджень. Так, заслуговують на увагу дослідження течії і теплообміну надкритичної води за умов змішаної конвекції.

Важливими є також дослідження структури просторового розподілу теплофізичних властивостей надкритичної води в каналах.

В останній період все більш застосовуваним інструментом дослідження течії і теплообміну при надкритичних тисках стає CFD моделювання. Такі дослідження дозволяють отримувати значний обсяг інформації щодо локальних характеристик процесів, які розглядаються.

Отже, тема дисертаційної роботи, що стосується досліджень на основі CFD моделювання гідродинаміки і теплообміну надкритичної води в каналах, є актуальною.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна отриманих результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. За результатами порівняльного аналізу моделювання конвективного теплообміну з врахуванням і без врахування архімедових сил для висхідних потоків надкритичної води у вертикальних гладких трубах виявлено ефект локального по довжині труби прояву помітного впливу архімедових сил на гідродинаміку течії та встановлено його залежність від визначальних факторів.

2. Встановлено наявність кореляції радіальних профілів осьової швидкості надкритичної води зі зміною по довжині каналу локального числа Річардсона.

3. Виявлено закономірності впливу величини густини теплового потоку на стінці труби на протяжність по довжині каналу зони змішаної конвекції, швидкість руху фронту псевдофазового переходу тощо.

4. Виявлено особливості структури просторових розподілів фізичних властивостей надкритичної води (коефіцієнта теплопровідності, питомої теплоємності, в'язкості та густини) при її висхідній течії в вертикальних каналах та встановлено закономірності впливу на вказані розподіли архімедових сил і густини теплового потоку, що підводиться до стінок каналу.

Обґрунтованість та достовірність наукових результатів базується на використанні сучасних методів математичного моделювання та зіставленні результатів розрахунків з даними експериментів.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Хміля Д.П. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 144–Теплоенергетика та напрямам досліджень відповідно до освітньої програми ІТТФ НАН України зі спеціальності 144 Теплоенергетика.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям проблеми атомної енергетики.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Хміля Дмитра Петровича 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.

Дисертація написана українською мовою з використанням загальноприйнятої термінології. Структурна побудова дисертації відповідає кваліфікаційним ознакам, стиль викладення та подача матеріалу досліджень є логічними, послідовними та зв'язаними єдиною цільовою спрямованістю. Дисертація містить достатню кількість таблиць, рисунків, які подаються безпосередньо в основній частині дисертації.

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг дисертації 148 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету і завдання досліджень, наведено наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, визначено особистий внесок здобувача, представлено інформацію щодо апробації, структури і обсягу дисертації.

Перший розділ дисертації присвячено аналізу фахових джерел, що стосуються дослідження закономірностей теплообміну в каналах при надкритичних тисках. Розглянуто особливості CFD моделювання досліджуваного фізичного явища. Наведено результати аналізу стану досліджень течії і теплообміну надкритичної води за умов змішаної конвекції. Певну увагу приділено розгляду робіт, пов'язаних з дослідженням розподілів у потоках теплофізичних властивостей надкритичних теплоносіїв. На основі

виконаного аналізу стану розглянутої проблеми сформульовано мету та основні завдання, що вирішуються у дисертаційній роботі.

У другому розділі висвітлюються особливості методики математичного і комп'ютерного моделювання відповідно до завдань роботи. Наводиться математична модель досліджуваного процесу, що відповідає осесиметричній нелінійній задачі течії і теплопереносу надкритичної води у вертикальних гладких нагріваних трубах. Представлено дані щодо верифікації моделі турбулентного переносу для досліджуваного фізичного явища.

Третій розділ присвячено дослідженню змішаної конвекції надкритичної води при висхідній течії у вертикальних нагріваних трубах за умов середніх значень масових швидкостей води і різних величин підведених до стінки теплових потоків.

У четвертому розділі висвітлюються результати виконаних досліджень з визначення просторових розподілів теплофізичних властивостей надкритичної води в каналах при різних значеннях підведеного до стінки теплового потоку за умов змішаної конвекції.

В додатку наведені публікації здобувача.

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.

Основні результати дисертаційної роботи представлені у 25 наукових працях, в тому числі 1 статті у виданні, що включено до міжнародної наукометричної бази даних Scopus, 1 розділі колективної монографії закордонного видання, 9 статтях у журналах, що входять до наукометричної бази Copernicus, а також 14 тезах доповідей у збірниках матеріалів міжнародних конференцій.

Усі публікації розкривають наукові здобутки, отримані під час роботи над дисертацією, та мають вагомий особистий внесок. Таким чином, наукові

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

Не зважаючи на високий науковий рівень дисертації, її практичну значущість та актуальність по роботі є певні зауваження, а її окремі положення потребують пояснення:

1. При формулюванні математичного опису процесу крім диференціальних рівнянь нерозривності, руху і енергії необхідно навести умови однозначності, які і визначають характерні особливості явища.

2. Потребує пояснення, яким чином корелюються між собою криві зміни коефіцієнта тепловіддачі, внутрішньої температури стінки і температури рідини по довжині дослідної ділянки, наведених на рис. 3.7 і 3.9.

3. Бажано навести більш детальні пояснення (рис.3.10) процесу згасання турбулентного переносу біля стінки труби. Як це явище пов'язано з теорією пограничного шару?

4. Яким чином визначалась область змішаного режиму течії і її межі?

5. В чисельних дослідах обґрунтовано використовувалась ділянка гідродинамічної стабілізації потоку, у роботі використано поняття початкової (теплової) ділянки. Бажано надати методи її визначення.

6. На рис. 4.4, 4.21 відсутні символи величин, відкладених по осях ОУ, а також вибрана чорно-біла кольорова гамма, що ускладнює аналіз отриманих результатів.

7. Потребує пояснення наявності екстремума значення теплоємності C_p у перерізі $x=2.18$ (рис.4.21).

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Хміля Дмитра Петровича на тему «Теплообмін і просторова структура розподілу теплофізичних властивостей надкритичної води в трубах за умов змішаної конвекції» 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 в 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.

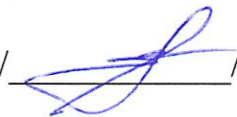
Здобувач Хміль Дмитро Петрович заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії в галузі знань 14 – Електрична інженерія за спеціальністю 144 – Теплоенергетика

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри атомної енергетики

д.т.н., професор

КПІ ім. Ігоря Сікорського

/  /

Валерій ТУЗ

« ____ » _____ 2024 року

Підпис Туза В.О. підтверджую



/Евген ШЕВЕЛЬ/