

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Власенко Ольги Володимирівни

на тему: “Методи визначення інтенсивності теплообміну в багатofазних та багатокомпонентних середовищах”,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
в галузі знань 14 "Електрична інженерія"
за спеціальністю 144 "Теплоенергетика"

Актуальність теми дисертації.

Створення більш вдосконаленого та високопродуктивного біотехнологічного обладнання залежить від ряду факторів, в тому числі і від знання реологічних властивостей субстратів, які дозволяють проводити розрахунки і правильно вибирати обладнання. Інформація по реологічним характеристикам субстратів на сьогодні частково або повністю відсутня. Реологічні характеристики субстратів необхідні для визначення кінематичних, динамічних, геометричних, конструктивних та інших параметрів обладнання. Знання закономірностей зміни реологічних характеристик дозволяє впливати на структуру і якість субстрату, шляхом додавання води чи ко-ферментів. Субстрати являють собою складні багатокомпонентні багатofазні колоїдні системи, що володіють внутрішньою структурою і специфічними фізико-хімічними властивостями. Багато субстратів відноситься до структурованих дисперсних систем, в яких змінюються структурно-механічні властивості. Дані зміни можуть бути вагомими і давати помітний вплив, як на теплотехнологічні процеси, так і на роботу біотехнологічного обладнання.

Біогаз – газ, який одержують водневим або метановим зброджуванням біомаси. Біогазові установки застосовуються для отримання біопалива першого покоління. Їх перевага – можливість корисної утилізації органічних відходів тваринництва, рослинництва, побутових відходів, стічних вод, тощо із позитивним енергетичним, екологічним, соціальним та економічним ефектом. Біогазові технології належним чином вписуються в доктрину ООН сталого розвитку суспільства. Згідно цієї доктрини відходи і побічні продукти одного виробництва (тваринництва, рослинництва тощо) є вхідними для біогазової установки (БГУ). А відходи БГУ використовуються як високоякісні добрива в сільському господарстві.

Таким чином, для вирішення проблеми на сучасному науковому рівні треба узгодити теплотехнологічні та біотехнологічні процеси. Для розв’язання цієї спряженої задачі на сьогодні явно недостатньо досліджень закономірностей тепло-і масообміну в складних рідинних середовищах.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірність та новизна.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- **Вперше** встановлено існування регулярного теплового режиму в об'ємі рідини обмеженою тонкою металевою стінкою кінцевих розмірів.
- **Вперше** застосовано методи регулярного теплового режиму для визначення інтенсивності теплообміну між твердою металевою стінкою і рідиною за умов нестационарного теплообміну.

В результаті виконання дисертаційного дослідження проведено замкнення математичної моделі теплотехнологічної системи БГУ шляхом розробки методів прогнозування інтенсивності теплообміну в складних рідинних середовищах (трифазне рідинне середовище), які, наприклад, мають місце в біогазових технологіях і змінюють свої теплофізичні властивості і реологічне поведіння в процесі теплогідродинамічної обробки і в часі, в середовищах, яких велике різноманіття по складу в реальних теплогідродинамічних процесах біогазових установках.

Запропоновані методи прогнозування інтенсивності теплообміну дозволяють істотно зменшити обсяг дорогих експериментальних досліджень в складних багатофазних рідинних середовищах, схильних до зміни теплофізичних властивостей і реологічного поведіння в залежності від теплогідродинамічного впливу і часу перебування під цим теплогідродинамічним впливом.

Наукові дослідження були виконані здобувачкою на кафедрі теплоенергетики Вінницького національного технічного університету і на кафедрі теплової та альтернативної енергетики КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках НДР Теплоенергетика. Наукові керівники: д.т.н., професор Ткаченко С.Й. к.т.н., доцент, Серeda В. В.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання визначення інтенсивності теплообміну до багатофазних та багатокомпонентних середовищ виконано повністю, здобувачка повною мірою оволодла методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

За своїм змістом дисертаційна робота здобувачки Власенко О.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 144 Теплоенергетика та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Теплоенергетика.

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

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна

робота Власенко Ольги Володимирівни є результатом самостійних досліджень здобувачки 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.

Матеріал викладено послідовно та доступно, у науковому стилі мовлення із дотриманням сучасної загальноприйнятої термінології.

Дисертаційна робота складається зі вступу, написаний українською та англійською мовами п'ятьох розділів, висновків, списку використаних джерел (112 найменувань) і додатків. Загальний обсяг роботи 96 сторінок основного тексту, містить 37 рисунків, 20 таблиць.

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету та перераховано задачі дослідження, описано методи дослідження, надана інформація про наукову новизну та практичне значення одержаних результатів. Надано інформацію про висвітлення результатів роботи в періодичних наукових виданнях та про апробацію на наукових конференціях. Показано зв'язок отриманих результатів з планами застосування у освітньому процесі, а також особистий внесок здобувачки.

В першому розділі відображено актуальність даної тематики. Проаналізовані результати попередніх досліджень теплообміну в системі «субстрат – тверде тіло». Методи узагальнення теплопереносу в субстратах і складових субстрату – одержані результати дійшли до представлення результатів у вигляді критеріальних рівнянь.

В другому розділі відпрацьована методика проведення і обробки фізичних експериментів з визначенням темпу охолодження (нагрівання). Запропоновані і обґрунтовані методи визначення середньооб'ємної температури тіла II. Коефіцієнт тепловіддачі між тілом II і навколишнім середовищем (водою) визначається розрахунковим методом із застосуванням критеріального рівняння за умов вільної конвекції. Температура циліндричної металевої стінки визначалась розрахунковим методом.

В третьому розділі Експериментально встановлено, що в дослідній системі мають місце ознаки регулярного теплового режиму, тобто, темп охолодження (нагрівання) тіла II $m = \text{const}$; коефіцієнт тепловіддачі між водою (I-4) і зовнішньою поверхнею тонкостінного металевого циліндра II-3 в процесі регулярного теплового режиму практично сталий $\overline{\alpha}_1 \approx \text{const}$; коефіцієнт нерівномірності розподілу температур в тілі II практично сталий $\overline{\Psi} \approx \text{const}$.

В четвертому розділі експериментально обґрунтовано застосування методів регулярного теплового режиму для прогнозування коефіцієнтів тепловіддачі між внутрішньою поверхнею тонкостінного металевого циліндра II-3 і досліджуваним рідинним середовищем за умов вимушеної конвекції. Отримані екс-

периментальні результати тепловіддачі між внутрішньою поверхнею тонкого металевго циліндра і досліджуваним рідинним середовищем в обмеженому просторі для системи “навколишнє середовище I – тіло II” дають уявлення про механізм теплообміну у досліджуваних рідинних середовищах в обмеженому об’ємі при різних напрямках теплообміну.

В п’ятому розділі встановлено існування регулярного теплового режиму за умов охолодження (нагрівання) «багатофазного середовища» в тонкій металевій циліндричній оболонці. На основі регулярного теплового режиму та масиву експериментальних даних з використанням програми *Statistica 6* виводиться критеріальне рівняння, що описує теплообмін у тонкостінному металевому циліндрі. Для замикання математичної моделі по тепловому розрахунку в теплообміннику термостабілізації біогазового реактора наводиться алгоритм для використання коефіцієнта тепловіддачі $\bar{\alpha}_2^{\text{прр}}$ для визначення коефіцієнта тепловіддачі в круглій трубі $\bar{\alpha}_{2\text{т}}$.

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

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 6 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базі даних Scopus, з яких 1 статей у виданнях, віднесених до першого - третього квартилів (Q1-Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports; 1 патент України на корисну модель.

Також результати дисертації були апробовані на 11 наукових фахових конференціях.

Усі публікації здобувачки мають високий науковий рівень, в них достатньо повно та всебічно описані головні наукові здобутки, що представлені у 3, 4 та 5 розділах дисертації. Особистий внесок здобувачки до всіх наукових публікацій, опублікованих у співавторстві та зарахованих за темою дисертації, є вагомим. В усіх публікаціях дотримуються принципи академічної доброчесності.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Власенко Ольги Володимирівни відповідає зазначеній спеціальності 144 "Теплоенергетика". Разом із тим, можна зробити певні зауваження:

1. У роботі наведені схеми експериментальної установки, але відсутній опис методики завантаження та нагріву досліджуваних рідин в процесі виконання досліджень.

2. В таблиці 2.2 приведені значення коефіцієнта теплопровідності визначені з високою точністю, при цьому не представлено порівняння отриманих значень з даними інших авторів.

3. При описі експериментальної установки не приводиться методика вибору координат розташування термодатчиків в шарі рідин I та II по вертикальній осі. Було б доцільно навести пояснення суттєвої різниці в регулярності їх розміщення.

4. Поняття «частково-модельна», «віртуально-модельна», «тарувальна» рідина» зазначаються в описі запропонованого експериментально-розрахункового методу, але не наводиться прив'язка цих понять до досліджуваних у роботі рідин.

5. У таблиці 3.11 стовпчик «n –кількість обертів мішалки», очевидно, містить помилкові значення, оскільки такі діапазони частоти обертання в тексті роботи не наводяться.

6. При підстановці у формулу 4.1 зазначених розмірностей використаних фізичних величин не дотримується розмірність коефіцієнту тепловіддачі.

7. В тексті роботи наводяться переваги запропонованого методу «ЕРМ-ТП-РТР» у порівнянні з традиційними методами вимірюваннями теплопередачі, але недостатньо інформації щодо точності результатів, яку забезпечує цей метод.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними 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 Власенко Ольги Володимирівни на тему “Методи визначення інтенсивності теплообміну в багатофазних та багатокомпонентних середовищах” 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 Теплоенергетики.

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.

Здобувачка Власенко Ольга Володимирівна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 14 "Електрична інженерія" за спеціальністю 144 "Теплоенергетика".

Рецензент

доцент кафедри теплової та
альтернативної енергетики
КПІ ім. Ігоря Сікорського
к.т.н., доцент.

