

ВІДГУК

офіційного опонента д. т. н., старшого наукового співробітника Горобця В.Г.
на дисертаційну роботу Сидоренка Віталія Володимировича
**"Особливості аерації і тепломасопереносу в культуральних середовищах
методом дискретно – імпульсного введення енергії "**,
що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних
наук за спеціальністю 05.14.06 - технічна теплофізика та промислова
теплоенергетика

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Структура та обсяг дисертації.

Роботу Сидоренка В.В. виконано в Інституті технічної теплофізики Національної академії наук України. Дисертація складається зі списку умовних позначень, вступу, п'яти розділів, висновків, двох додатків і списку використаної літератури. Обсяг основного тексту дисертаційної роботи становить 159 сторінок, 34 рисунка та 7 таблиць. Список використаних джерел містить 93 найменування. У додатках до дисертації наведені копії патентів на винахід та актів впровадження.

Оформлення дисертації. Дисертаційна робота оформлена відповідно до стандарту ДСТУ 3008-95 "Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення".

Матеріал дисертації викладено в послідовності, що відповідає поставленим задачам в роботі, викладений матеріал написаний грамотною технічною мовою.

Обсяг і структура роботи відповідає необхідним вимогам, які встановлено АК МОН України.

Зміст автореферату дисертації ідентичний змістові дисертації та відображає основні положення роботи.

Автореферат дисертації має обсяг 0,9 авторських аркуша, написаний українською мовою, розісланий 00 жовтня 2016 року.

Зміст дисертації, об'єкт і предмет дослідження відповідають паспорту спеціальності 05.14.06 «Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика» як за формулою спеціальності, так і за напрямками досліджень.

Зміст роботи.

Вступ дисертаційної роботи містить такі положення, як актуальність теми, зв'язок роботи з науковими програмами, темами, наукової новизни одержаних результатів, практичної цінності, особистий внесок здобувача, тощо.

У першому розділі Виконано огляд і аналіз літературних джерел щодо механізму розчинення слабозчинних газів в рідині, представлена класифікація основних видів та принципу дії масообмінного обладнання, яке застосовується в мікробіологічних виробництвах та при отриманні біомаси дріжджів. Дано загальне уявлення про біохімію дріжджів, роль кисню в метаболізмі дріжджових клітин, основних способів експериментального визначення параметрів масопереносу кисню.

Окрема увага була приділена автором методу ДІВЕ, його концепції, основних механізмів впливу на оброблюване середовище, обладнання, яке реалізує метод ДІВЕ. Наведені приклади застосування обладнання з ДІВЕ в технологіях, пов'язаних з масопереносом, зроблений короткий огляд наукових праць по даній темі.

В другому розділі наведені результати аналітичних досліджень залежності величин поверхневого і об'ємного коефіцієнтів масовіддачі, питомої поверхні контакту фаз і об'ємного газовмісту від розміру бульбашок, а також вивчення впливу цих параметрів на кінетику процесів культивування аеробних мікроорганізмів. Оцінка необхідної подачі кисню до клітин визначалось з рівняння рівності швидкості перенесення кисню з газової фази в рідину і швидкості споживання кисню клітинами. Отримано рівняння, яке пов'язує питому поверхню контакту газової та рідкої фаз з ефективним газовмістом та розміром бульбашки. На основі створеної математичної моделі проведений чисельний розрахунок параметрів абсорбції в залежності від розміру повітряної бульбашки.

Третій розділ містить опис розробленої дослідно – промислової установки для визначення масообмінних характеристик в процесі аерації культуральних середовищ та її принципу дії. Наведені методики визначення енергетичних показників роботи установки, концентрації розчиненого кисню, біомаси дріжджів, кількості дріжджових клітин, в'язкості культурального середовища.

В четвертому розділі роботи представлені результати експериментальних досліджень по впливу методу ДІВЕ на швидкість масоперенесення кисню в культуральних середовищах. В основі забезпечення ефективності роботи установки лежить оптимізація процесу формування газорідинної суміші в РПА. Визначені оптимальні співвідношення витрати повітря і витрати рідини. Знайдені оптимальні значення енергії на проведення процесу аерації. Експериментальним шляхом отримані дані по швидкості масопереносу кисню в культуральні середовища в процесі отримання біомаси дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* Л-1 та *Candida tropicalis* СК-4 на розчинах меляси та зерновій барді відповідно. Складений тепловий баланс процесу обробки отримання дріжджової біомаси в тепломасообмінній установці з ДІВЕ. Отримано рівняння, яке пов'язує кількість біологічного тепла із масовою витратою холодоагенту в

охолоджувальній сорочці. Отримані аналітичні залежності були підтвержені експериментальними даними.

П'ятий розділ роботи складається з опису технології та обладнання з ДІВЕ для отримання кормових дріжджів на зерновій барді. Перевагою вирощування кормових дріжджів є можливість отримання багатой протеїном кормової добавки для худоби і водночас вирощування кормових дріжджів є способом утилізації відходів ряду виробництв, зокрема спиртового. Проведено порівняння ефективності використання двох типів пристроїв з ДІВЕ для аерації культуральних середовищ.

Розроблена технологія та обладнання можуть бути використані в фермерських господарствах. Виходячи зі специфіки фермерського господарства був проведений попередній економічний розрахунок ефективності впровадження тепломасообмінної установки з ДІВЕ.

Висновки по дисертаційній роботі відповідають сформульованим задачам дослідження, структурі і положенням дисертаційної роботи і відображають результати теоретичних розробок і ефективність практичного застосування рекомендацій щодо впровадження.

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Роторно – пульсаційні апарати (РПА) є ефективним обладнанням для багатофакторного імпульсного впливу на гетерогенну рідину з метою одержання стабільних, високодисперсних емульсій і суспензій, інтенсифікації процесів розчинення та екстрагування речовин, зміни фізико-хімічних параметрів рідини, деструкції молекулярних сполук.

РПА використовуються для обробки таких систем як «рідина - рідина», «рідина - тверде тіло» і «газ - рідина» за рахунок широкого спектра факторів впливу, наприклад:

- механічна дія на частинки гетерогенного середовища, що полягає в ударних, зрізуючих і стираючих навантаженнях на контактах з робочими частинами РПА;
- гідродинамічний вплив, що виражається у великих зсувних напругах у рідині, розвиненій турбулентності, пульсаціях тиску і швидкості потоку ;
- гідроакустичний вплив на рідину здійснюється за рахунок дрібномасштабних пульсацій тиску, інтенсивної кавітації, ударних хвиль.

Саме РПА являються найвідомішим прикладом обладнання, яке реалізує метод дискретно – імпульсного введення енергії (ДІВЕ).

Експериментальні дослідження показали високу ефективність РПА для проведення процесів абсорбції діоксиду вуглецю та диспергування азоту у воді. Водночас досить поширеним абсорбційним процесом в технологіях є процес абсорбції кисню у рідкі середовища. Прикладами використання здатності кисню окислювати органічні і неорганічні сполуки, є видалення небажаних домішок в процесі отримання питної води, окислення вуглецевмісних сполук активним мулом в технології очищення стічних вод

та аеробних мікроорганізмів при накопиченні біомаси і т. ін. Таким чином, актуальність представленої роботи полягає в науковому обґрунтуванні використання ефективного обладнання та методу, який воно реалізує, в технології, в основі якої лежить процес аерації культуральних середовищ.

ЗВ'ЯЗОК РОБОТИ З НАУКОВИМИ ПРОГРАМАМИ, ПЛАНАМИ, ТЕМАМИ.

Дисертаційна робота є узагальненням результатів досліджень, проведених відповідно до тематиками науково-дослідних робіт: «Дослідження мікромасштабних теплофізичних процесів в складних гетерогенних системах при впливі механізмів дискретно – імпульсного введення енергії з метою розробки нових технологій и продуктів» (шифр 1.7.1.840), «Теоретичні и експериментальні дослідження тепломасообміну в технологічних процесах з використанням методу дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ)» (шифр 1.7.1.860).

СТУПІНЬ ОБґРУНТОВАНOSTІ НАУКОВИХ ПОЛОЖЕНЬ, ВИСНОВКІВ І РЕКОМЕНДАЦІЙ ТА ДОСТОВІРНІСТЬ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ.

Наукові положення, висновки і рекомендації базуються на фундаментальних термодинамічних та теплофізичних законах. Їхня обґрунтованість забезпечується продуманою логікою викладення матеріалу та широтою і різноманітністю опрацьованої джерельної бази.

Достовірність досліджень забезпечувалась використанням сучасних положень фізики масопереносу слаблорозчинних газів в газорідних середовищах, відповідала основним закономірностям процесу вирощування аеробних мікроорганізмів, застосуванню сучасних методів експериментальних досліджень. Отримані автором наукові результати у відповідності до поставлених задач досліджень є логічними, не суперечать фундаментальним фізичним та математичним закономірностям і також підтверджуються достатньою апробацією основних положень та висновків на міжнародних і всеукраїнських науково-технічних конференціях та семінарах.

НАУКОВА НОВИЗНА ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Наукова новизна полягає у наступних результатах:

- вивчено характер перебігу теплових процесів в тепломасообмінній установці та розроблено методіку визначення кількості виділеної біологічної теплоти в процесі вирощування дріжджів в тепломасообмінній установці з ДІВЕ ;
- обґрунтовано застосування РПА в якості аеруючого і перемішуючого пристрою при обробці культуральних середовищ;
- розроблено математичну модель масопереносу при обробці культуральних середовищ;

- розроблено методику для експериментального визначення коефіцієнту масовіддачі кисню при обробці культуральних середовищ методом ДІВЕ;
- визначені граничні параметри обробки культуральних середовищ в РПА;
- отримано рівняння для розрахунку об'ємного коефіцієнта масовіддачі.

ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Практична цінність роботи полягає в створенні дослідно-промислової тепломасообмінної установки з використанням методу ДІВЕ для ефективного оброблення культуральних середовищ; запропонуванні конструктивних та режимних параметрів роботи установки, які забезпечують інтенсивне розчинення кисню не призводячи до руйнування клітин, розробленні технології отримання біомаси кормових дріжджів на зерновій барді із застосуванням РПА в якості аеруючого і перемішуючого пристрою, порівнянні існуючих типів обладнання для визначення переваг та недоліків кожного з них, оцінка економічної обладнання, впровадження результатів роботи в промисловість.

ПОВНОТА ВИКЛАДЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ В ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЯХ

Матеріали дисертаційної роботи Сидоренка В.В. відображені у 9 наукових статтях у фахових виданнях, в 9 тезах доповідей на науково-технічних конференціях різних рівнів та 3 патентах України на корисні моделі.

Вказані роботи опубліковано у відкритому друку, в яких повністю розкрито суть дисертаційної роботи та відображені основні наукові результати, отримані в дисертаційній роботі.

ЗАУВАЖЕННЯ ДО ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Структура викладення результатів досліджень в дисертаційній роботі не зовсім коректна. Наприклад, в розділі 2 наведено опис експериментальної установки без результатів експериментальних досліджень. В розділі 3 викладено моделювання процесів абсорбції кисню в культуральному середовищі, а в розділі 4 вже наведені експериментальні результати. На мій погляд результати експериментальних досліджень слід подавати відразу після опису експериментальної установки.

2. В розділі 3 викладено аналітичні методи розрахунку процесів абсорбції кисню в рідинних середовищах, які базуються на теорії Хігбі. При цьому неясно як отримані результати можуть бути використані при розробці нової установки на базі ДІВЕ. Загальний висновок про необхідність збільшення площі поверхні контакту фаз за рахунок зменшення радіусу

повітряних бульбашок і збільшення їх кількості в одиниці об'єму здається очевидним. Викладена методика розрахунку не може бути використана для розрахунку процесів, що протікають в апаратах ДІВЕ враховуючи більш складні гідродинамічні і теплові умови переносу порівняно з процесами, що протікають в барботажних апаратах.

3. В науковій новизні в якості нових наукових результатів відзначено, що розроблена математична модель масопереносу при обробці культуральних середовищ, але з тексту дисертації неясно, що нового вніс автор порівняно з відомими моделями. Відсутнє порівняння результатів чисельного моделювання з експериментальними даними.

4. В переліку задач, які необхідно вирішити в дисертаційній роботі вказується на встановлення основних закономірностей процесів переносу кисню в культуральних середовищах, а в науковій новизні знайдені закономірності відсутні.

5. В дисертаційній роботі наявні помилки та неточності: на стор. 15 для замість позначення «А – поверхня тіла» слід писати «А – площа поверхні тіла»; в табл. 2.1 (стор. 46) в процентному складі зернової барди на основі жита для води замість 2,56% потрібно вказувати 92,56% та наявні інші неточності.

ВІДПОВІДНІСТЬ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ ВИМОГАМ ВАК УКРАЇНИ

В результаті вивчення представленої дисертаційної роботи, автореферату і наукових праць можна зробити наступні висновки:

1. Робота на тему **«Особливості аерації і тепломасопереносу в культуральних середовищах методом дискретно – імпульсного введення енергії»** є завершеною науковою роботою, в якій на підставі виконаних автором на сучасному рівні експериментальних і теоретичних досліджень вирішено важливі наукові і практичні задачі і отримано нові науково обґрунтовані результати, що у сукупності є суттєвим доробком для подальшого розвитку актуальних напрямків у галузі технічної теплофізики і промислової теплоенергетики, зокрема для розвитку енергозберігаючих теплотехнологій.

2. Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.14.06 «Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика».

3. За актуальністю, новизною, глибиною досліджень, достовірністю та практичною цінністю, об'ємом та змістом дисертаційна робота повністю відповідає встановленим вимогам «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника»,

затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 07.03.2007 № 423, а її автор, Сидоренко Віталій Володимирович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.06 – технічна теплофізика та промислова теплоенергетика.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук,
старший науковий співробітник,
завідувач кафедри теплоенергетики
Навчально-наукового інституту
енергетики, автоматизації і
енергозбереження Національного
університету біоресурсів і
природокористування України

В.Г. Горобець

«___» _____ 2016 р.

Підпис д.т.н. Горобця В. Г. засвідчую.

