

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Мохаммеда Абдуллах Джалал Мохаммеда «Гідравлічні характеристики вихрових розпилювальних протитечійних масообмінних апаратів», яку подано на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології

### Актуальність теми

Зростання останнім часом кількості малотоннажних виробництв з випуску високотехнологічних хімічних продуктів викликає значну зацікавленість у малогабаритних та високо інтенсивних масообмінних апаратах, зокрема, таких, що працюють в інтенсивних режимах розвиненої турбулентності з високими відносними швидкостями потоків газу і рідини та малим часом перебування оброблюваних фаз в робочій зоні апарата. Тому дисертаційна робота Мохаммеда Абдуллах Джалал Мохаммеда, що присвячена теоретичному обґрунтуванню та експериментальним дослідженням вихрових потоків, удосконаленню методів розрахунку гідродинаміки вихрових розпилювальних протитечійних масообмінних апаратів (ВРПМА) і розробці рекомендацій з проектування та вибору параметрів роботи таких апаратів є дуже актуальною.

### Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами

Дисертаційна робота виконувалася в Сумському державному університеті згідно з планом науково-дослідних робіт кафедри «Процеси та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв» відповідно до теми «Дослідження гідродинамічних та масотеплообмінних характеристик пристроїв із вихровими та високотурбулізованими одно- та двофазними потоками» (№ державної реєстрації 0110U002632).

### Наукова новизна одержаних результатів.

Наукова новизна отриманих автором результатів визначається, в першу чергу, новими експериментальними даними щодо основних параметрів роботи вихрового розпилювального протитечійного масообмінного апарату. До цих параметрів відносяться одержані вперше:



- масообмінні характеристики в процесах десорбції та ректифікації;
- гідродинамічні характеристики роботи розпилювачів та робочої камери;
- залежності інтенсивності бризковинесення від режимів роботи;

Подальший розвиток дістало моделювання гідродинамічного стану підчас руху вихрових потоків газу і крапель рідини, яке дає пояснення структурі потоків газу та крапельного потоку рідини і дає змогу сформулювати умови для сталої протитечії рідини та газу в робочій камері;

### **Практичне значення одержаних результатів**

Практичне значення одержаних здобувачем результатів полягає в створенні на основі нових експериментальних та теоретичних результатів дисертаційної роботи інженерної методики з проектування вихрових розпилювальних протитечійних масообмінних апаратів. Також у впровадженні наукових результатів роботи в навчальний процес кафедри «Процеси та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв» Сумського державного університету та кафедри «Процеси та апарати нафтопереробки» Багдадського технологічного університету.

### **Достовірність висновків та рекомендацій.**

Працюючи над дисертацією, здобувачеві вдалося на підставі докладного літературного огляду, що включає велику кількість джерел, коректно сформулювати мету і завдання дослідження. Стенд, на якому проводилося дослідження, є вдалим поєднанням традиційної конструкції, що довела свою надійність, з сучасним, приладовим обладнанням.

Результати проведених автором експериментальних досліджень, що дозволили отримати нові кількісні дані, не суперечать фундаментальним положенням гідродинаміки, та масопередачі.

Використання сучасних математичних методів обробки результатів експерименту, математичного моделювання та програмного забезпечення дозволили отримати опис експериментальних даних.

Таким чином, застосовані в дисертаційній роботі методи і методики дослідження, методи оцінки достовірності отриманих результатів дозволяють

стверджувати, що представлені на захист наукові положення, висновки та рекомендації є обґрунтованими і не викликають сумніву.

#### **Апробація результатів роботи.**

Основні положення і результати дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися на: First Scientific Conference on Modern Technologies in Oil & Gas Refining, Iraq, Baghdad (25 - 27 april 2011); I Всеукраїнській науково-технічній конференції «Хімічна технологія: наука та виробництво» (м. Шостка, Україна, 2011р.); науково-технічній конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів інженерного факультету Сумського державного університету, секція «Хімічна технологія та інженерія» (2011, 2012 рр.); 14-й Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційний Потенціал української науки - XXI сторіччя»; XV Всеукраїнській науково-технічній конференції «Технологія, 2012»; Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку нафтогазового комплексу» (м. Полтава. 26 - 28 вересня 2012 р.).

Апробацію роботи можна вважати достатньою.

#### **Повнота викладення основних положень дисертації в опублікованих працях.**

Основні наукові положення та результати дисертаційної роботи опубліковано в її наукових працях. З них 4 статті у наукових журналах, що входять до переліку МОН України, 1 - стаття у спеціалізованому зарубіжному виданні, 6 публікацій тез доповідей в матеріалах і працях конференцій.

Наведені публікації повністю віддзеркалюють зміст дисертації.

#### **Мова та стиль роботи.**

Стиль і виклад роботи логічний, послідовний і відповідає вимогам до друкованих праць. Зміст роботи подає результати теоретичних й експериментальних досліджень. При викладенні тексту застосовується, в основному, сучасна наукова і лексична термінологія. У тексті зустрічаються друкарські помилки, як стилістичні, так і синтаксичні. Є неточності щодо словосполучень, термінів, визначень тощо.

### Стислий зміст роботи.

Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

У **вступі** визначено актуальність і доцільність дисертації, сформульовано її мету і задачу, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, наукову новизну і практичну значущість роботи.

**Перший розділ** «Огляд літератури та вибір напрямку досліджень» присвячено аналізу основних напрямків у розвитку теоретичних і експериментальних досліджень гідродинаміки та масопередачі в розпилювальних і вихрових масообмінних апаратах. Наведено аналіз конструкцій устаткування й методів підвищення його продуктивності.

**Другий розділ** «Загальна методика та основні методи досліджень» присвячено опису лабораторних установок, методики проведення експерименту.

У **третьому розділі** «Теоретичні дослідження руху газокраплинного потоку в елементах ВРПМА» представлено фізичні та розроблені на їх основі математичні моделі, що описують процеси руху у вихровій масообмінній мері газового потоку, зокрема, при зрошенні її рідиною, руху крапельного потоку рідини та впливу гідродинамічних факторів на обертання краплі у вихровому газовому потоці.

Цей розділ, на мою думку, є найбільш цінним у роботі. Він визначається вдалим вибором припущень, що спрощують вирішення дуже складної задачі побудови аналітичної моделі взаємодії газу та рідини у вихровому потоці, що має місце у ВРПМА, та дозволяють отримати результати, що, з одного боку, відповідають (у всякому разі, якісно) експериментально визначеним параметрам процесу, а з іншого - надають змогу отримати нову інформацію щодо раціонального проектування апарату. Також слід відмітити професіоналізм постановки та вирішення математичних задач, та їх викладення.

У **четвертому розділі** «Експериментальні дослідження гідродинамічних та масообмінних характеристик ВРПМА» наведено результати вимірювання: складових швидкості газових потоків, бризковинесення при різних

режимах роботи та схемах розміщення розпилювачів, та масообмінних характеристик ВРПМА.

**У п'ятому розділі** «Розрахунки гідродинамічних характеристик елементів вихрових розпилювальних протитечійних масообмінних апаратів» на основі отриманих результатів експериментальних та теоретичних досліджень розроблено методику інженерного розрахунку апаратів вихрового типу.

У **додатках** наведено акти впровадження результатів дисертації в учбовий процес та таблиці з результатами експериментального дослідження процесів масопередачі.

**Список використаних джерел інформації** складається з 89 найменувань. У тому числі 5 на мовах, що використовують латиницю, та 17, виданих в останні 10 років.

### **Відповідність автореферату тексту дисертації**

Автореферат відповідає тексту дисертації та повністю віддзеркалює її зміст.

іа\важення іа лнскусіні положення

1. Підчас моделювання ВРПМА не розглядався вплив торцевих стінок на структуру потоків газорідної суміші. В апараті, висота якого значно менше діаметру, такий вплив може бути значущим.
2. Рівняння (3.1) для радіальної складової швидкості напрями витікає з рівняння суцільності (нерозривності) потоку без складних математичних викладок, до яких вдався автор.
3. У декількох місцях роботи автор використовує застарілий фізичний термін «відцентрова сила» для пояснення радіального руху крапель. Насправді такої сили не існує, вона не відповідає жодній взаємодії. Радіальна складова руху краплі виникає під впливом обертального руху газу за рахунок її інерції.
4. У роботі не наведено кількісних (статистичних) або, принаймні, графічних оцінок адекватності розроблених автором математичних моделей руху газорідного потоку та залежності коефіцієнту масопередачі від парамет-

- рів процесу. Запропоноване автором «...сравнение расчетной зависимости и полученной экспериментально (рис. 4.3 и 4.5)», з якого «можно увидеть сходство по типу кривой и по соотношению начальной и конечной скорости», дає чисто якісне та не наочне уявлення про адекватність.
5. Не зрозуміло чому для апроксимації залежності  $Nu$  від  $Re$  формула (4.10) автор обрав експонентну а не, як зазвичай, ступеневу функцію. Це тим більш дивно, що саме ступеневу залежність демонструє рис. 4.19, де представлено залежність об'ємного коефіцієнту масопередачі від навантаження по газу.
  6. Є редакційні помилки. Так після рівняння (3.16) написано, що «Отримані дані опубліковано в роботі [41]», однак серед авторів цієї публікації немає здобувача. Мабуть номер посилання [41] є помилковим. Є незрозумілі повтори. Так формула (3.23) повторює (3.7), а (3.27) повторює (3.26). Не зрозуміла різниця між рис. 3.4 та 4.11, рис. 3.5-3.7 та 4.12-4.14. На рис. 4.16, 4.17 лінії деяких графіків не відповідають експериментальним точкам. На стор. 84 автор пише: «Воспользуемся полученными ранее авторами работы выражениями... (рівняння (3.24))», але раніше вони не зустрічаються. Також невідоме походження формули (3.26). Якщо вона з літератури, то де посилання, якщо отримана автором, то як. Висновки по розділу 3 не виділено в окремий пункт.
  7. Після формул відсутні розшифровки умовних позначень, а їх список, що наведено на початку тексту роботи не є повним та до того ж позначення розташовано в ньому не за алфавітом. В індексах (наприклад, формула (3.25) та рис. 3.1) в основному тексті багато помилок, звідки вони перекочували і в автореферат. Це дуже утруднює аналіз роботи.

Слід, однак, зазначити, що наведені вище зауваження не змінюють цілком позитивного враження від дисертації бо не впливають на наукову новизну, практичну цінність та достовірність отриманих з добувачем результатів.

### Висновок

Дисертаційна робота Мохаммеда Абдуллах Джалал Мохаммеда є закінченою науково-дослідницькою працею, яка виконана автором самостійно на високому науковому рівні. Результатом роботи є вирішення актуального науково-практичного завдання розроблення уточненої методики визначення гідродинамічних та масообмінних характеристик вихрового розпилювально-протитечійного масообмінного апарату. Наведені результати можна класифікувати як нові, обґрунтовані і такі, що мають велике практичне і наукове значення. Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертації і в достатній мірі відтворює структуру та обсяг роботи.

Дисертація відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» МОН України. Зміст роботи відповідає паспорту спеціальності 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології.

На підставі цього вважаю, що Мохаммед Абдуллах Джалал Мохаммед заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології.

Офіційний опонент доктор технічних наук,  
професор, професор кафедри хімічної  
техніки та промислової екології  
Національного технічного університету  
«Харківський політехнічний інститут»

М.А. Цейтлін

« 20 » листопада 2014 р.

Підпис *проф. Цейтліна М.А.*  
ЗАСВІДЧУЮ  
ВЧЕННИЙ СЕКРЕТАР *[підпис]*

ЗАЙЦЕВ Ю.

