

## ВІДГУК

доктора технічних наук, професора Шапорева Валерія Павловича,  
офіційного опонента на дисертаційну роботу

**Настенко Ольги Вікторівни**

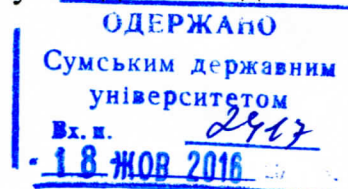
### **«МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ІНЕРЦІЙНО-ФІЛЬТРУЮЧОЇ СЕПАРАЦІЇ ГАЗОРІДНИХ СУМІШЕЙ»,**

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
за спеціальністю 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології

#### **Актуальність теми дисертації та її зв'язок з державними програмами.**

Підприємства хімічної та суміжних галузей промисловості є виробництвами зі складними технологічними лініями та комплексами, в обслуговуванні яких використовуються теплообмінні, механічні або хімічні процеси, що супроводжуються утворенням та розділенням газорідних сумішей, а отже одним з найпоширеніших процесів хімічної технології є сепарація газодисперсних сумішей. Дисертаційна робота присвячена моделюванню інерційно-фільтруючої сепарації, яка дозволяє не тільки очищати технологічні викиди, а й уловлювати цінні цільові компоненти, які в газорідному потоці можуть бути присутні в сконденсованому стані.

Відмінною особливістю процесу інерційно-фільтруючої сепарації є одночасність протікання процесів інерційного осадження та фільтрування, за рахунок встановлення фільтруючих елементів в зонах потенційного вторинного унесення бризок з інерційних сепараційних каналів, що дозволяє забезпечити ефективність розділення до 99,99%. Також, при розділенні сумішей з дисперсною фазою у вигляді конденсаційного туману, автор даної роботи пропонує додатково охолоджувати сепараційний простір, що призводить до конденсації пароподібної вологи, а також коагуляції дрібних крапель в газорідному потоці, але в свою чергу, ускладнює моделювання та дослідження процесу супутнім теплообміном.



Дисертаційна робота виконувалась на кафедрі процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв Сумського державного університету в межах державної тематики «Дослідження гідродинамічних та масо теплообмінних характеристик пристроїв з вихровим та високотурбулізованими одно- та двофазними потоками» (номер державної реєстрації 0110U002551), термін виконання – 2015-2019рр. Замовник – Міністерство освіти і науки України.

**Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.**

Наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі, викладені в логічній послідовності та є достатньо обґрунтованими.

Достовірність результатів не викликає сумнівів, оскільки здобувачем розроблена математична модель, здійснено фізичне моделювання, розробленні методики та проведенні експериментальні дослідження. Основні наукові положення і висновки дисертації добре узгоджуються з наявними результатами вітчизняних та закордонних авторів.

**Наукова новизна дисертаційних досліджень.**

Дисертантом проведено фізичне та математичне моделювання, а також експериментальні дослідження процесів інерційно-фільтруючої сепарації. Розроблена математична модель процесу, що дозволяє визначити складові швидкостей руху суцільної фази та дисперсних частинок, а також потенційні зони інерційно-фільтруючої сепарації та зони вторинного унесення бризок; описує взаємодію турбулентного газового потоку, що рухається вздовж криволінійного каналу та ламінарного потоку плівки вловленої рідини, яка стікає по поверхні стінок каналу; дозволяє визначити розподіл температури в плівці вловленої рідини. Достовірність теоретичних розрахунків перевірена експериментальними дослідженнями.

**Практичне значення результатів дослідження.**



Автором розроблено рекомендації щодо інженерного моделювання процесів інерційно-фільтруючої сепарації за допомогою САЕ-систем обчислювальної гідродинаміки.

Актами у додатках до дисертації підтверджено, що результати досліджень використано у виробничій діяльності ТОВ «Сумифітофармація», у проектній діяльності ПАТ «Укрхімпроект» та у виробничій діяльності ТОВ «Агросервіс», а також при виконанні міжкафедрального/міжфакультетського проекту між кафедрою ПОХНВ факультету ТеСЕТ та кафедрою комп'ютерних наук факультету ЕЛіТ СумДУ.

Дисертантом отримано 4 патенти України на корисні моделі, де запропоновано нові способи розділення газорідних сумішей, а також вдосконалені конструкції інерційно-фільтруючих сепараторів.

#### **Завершеність дисертації в цілому.**

Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел на 14 сторінках, що охоплює 125 найменувань, та додатків. матеріали дисертації викладені на 133 сторінках основного тексту, включаючи 6 таблиць, 40 ілюстрацій, і додатки на 15 сторінках.

Розділ перший – огляд літератури, нараховує 36 сторінок і складається з трьох підрозділів. У розділі розглядаються: сучасний стан і шляхи розвитку технологій і техніки газоочищення, особливості роботи жалюзійних інерційних та інерційно-фільтруючих сепараторів; гідродинаміка та механізм сепарації газорідних сумішей.

Другий розділ присвячено фізичній моделі процесу інерційно-фільтруючої сепарації, а саме описано рух газового та рідинного потоків криволінійними каналами та їх взаємодія, проникнення крапель рідини в фільтруючі секції, утворення та відведення плівки вловленої рідини до дренажних каналів. Також наведені методика та основні методи експериментальних досліджень процесів сепарації, які було проведено в лабораторних умовах кафедри. Для проведення досліджень сконструйовано

експериментальний стенд, який дозволив провести серію експериментальних досліджень.

Третій розділ містить результати теоретичних досліджень процесів інерційно-фільтруючої сепарації, наведено розроблену математичну модель гідродинаміки руху з супутнім теплообміном газорідної суміші криволінійними каналами інерційно-фільтруючого сепаратора. При математичному моделюванні застосовано диференціальні методи математичного аналізу та інтегрального обчислення, для роз'язання диференціальних рівнянь використовували аналітичні та чисельні методи.

Четвертий розділ містить результати експериментальних досліджень гідродинаміки та ефективності розділення газодисперсних сумішей, які підтверджують проведені теоретичні дослідження та дозволяють проводити оптимізаційне проектування сепараційного обладнання.

П'ятий розділ присвячено узагальненню результатів досліджень процесів інерційно-фільтруючої сепарації. Проведено порівняння та співставлення отриманих результатів теоретичних та експериментальних досліджень, на основі чого, розроблено та видано рекомендації до інженерного проектування інерційно-фільтруючого сепараційного обладнання за допомогою систем моделювання методами обчислювальної гідродинаміки.

У висновках викладено основні результати досліджень.

#### **Повнота публікації результатів дисертації.**

Матеріали дисертації викладено достатньо повно у 30 наукових працях, із них 10 статей – у наукових журналах ( у т.ч. 6 – у наукових фахових виданнях, затверджених МОН України, 4 статті – в міжнародних журналах, з них 1 стаття в виданні, що індексується базою Scopus), 16 публікацій тез доповідей у матеріалах і працях конференцій та 4 патентах України на корисну модель.



**Автореферат** ідентичний за змістом з основними положеннями дисертації і повно відображає основні її наукові результати, що отримані здобувачем.

**Зауваження щодо змісту та оформлення дисертації та автореферату:**

1. В пункті 2.3 (Методика проведення експериментальних досліджень) описано методику експериментальних досліджень числа на півхвиль криволінійних каналів інерційно-фільтруючих газосепараторів, але результати досліджень не наведені.

2. В описі методик експериментальних досліджень не наведено дані з урахування похибок вимірювань.

3. До розділу 3.1. Математичне моделювання гідродинаміки руху суміші у криволінійному каналі.

В розділі фактично не розглянуто структуру потоку. При русі частинок газу по криволінійному каналу (траєкторіям) тиск на вогнутій стінці і випуклій стінці каналу є різним і змінюється в напрямку руху. У зв'язку з цим виникають вторинні течії, які є замкнутими у перерізі каналу. Вказані течії складаються з двох потоків, які біля плоских стінок направлені до випуклої поверхні, а в центрі каналу – до вогнутої поверхні і мають симетрично-гвинтовий характер. Таке явище приводить до замкнутих вихрових областей у всьому перетині потоку.

Інтенсивність цього явища залежить від форми перетину, радіусів кривизни випуклої та вогнутої стінок та енергетичних характеристик потоку. Тому модель руху газу (в тому числі і структури потоку) залежать від значення коефіцієнта втрат, який визначається відношенням різниці повних енергій потоку на вході і на виході каналу до швидкісного напору. Було би раціонально навести лінії току (як на мал. 3.6) в залежності від коефіцієнту втрат та порівняти з відомими даними з робіт М.Е. Дейча та Л.Г. Григоряна.

4. До розділу 3.2. У зв'язку з вихроутворенням при русі потоку, мабуть не зовсім коректно при моделюванні руху потоку приймати, що газорідина

суміш є ~~моєю~~ дисперсною а густина крапель є постійною. При вихрових потоках краплі можуть збільшуватися або утворювати дисперсію по розмірам, крім цього вказане буде впливати на процеси конденсації, утворення і рух рідинної плівки. Тому таке спрощення не дає реальної картини процесу, який є нестационарним.

5. В дисертації (особливо це відноситься до розділу 3) не наведені повністю умовні позначення, присутні також синтаксичні недоліки.

Вказані зауваження не стосуються принципових положень дисертаційної роботи, а тому не зменшують її науково-практичної цінності.

### **Висновок.**

Дисертаційна робота Настенко Ольги Вікторівни на тему «Модельовання процесів інерційно-фільтруючої сепарації газорідинних сумішей» є закінченою науковою працею, яка за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології.

Дисертаційна робота Настенко О.В. за актуальністю, новизною отриманих результатів та практичною значимістю відповідає пункту 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника, а здобувач Настенко Ольга Вікторівна заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.08 - процеси та обладнання хімічної технології.

Офіційний опонент,  
завідувач кафедри «Хімічної техніки  
та промислової екології» Національного  
технічного університету «ХПІ»  
д.т.н., проф.



Підпис В.П. Шаповрева засвідчую  
Вчений секретар НУ «ХПІ» проф.

Шаповрев В.П.

Зайцев Ю.І.