

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Литвиненко Андрія Володимировича «**Класифікація та пневмозбагачення сипких сумішей у гравітаційному пневмокласифікаторі**», поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології

Детальний аналіз дисертації Литвиненко А.В. «Класифікація та пневмозбагачення сипких сумішей у гравітаційному пневмокласифікаторі» дозволяє сформулювати наступні висновки щодо актуальності, ступеня обґрунтованості основних наукових положень, наукової новизни, достовірності, висновків, рекомендацій, практичного значення та загальної оцінки роботи.

**Актуальність теми дисертації та її зв'язок з державними програмами.** Процес пневмокласифікації сипких порошкоподібних матеріалів певного гранулометричного складу використовується в більшості технологічних процесів хімічної технології та сумісних галузей промисловості. Тому підприємствами широко застосовуються різні конструкції пневмокласифікаторів для розділення сипких сумішей на фракції, з переважним виділенням дрібних або крупних частинок. Процес пневмокласифікації є достатньо ефективним з енергетичної точки зору, але конструкції пневмокласифікаторів, які на теперішній час використовуються, переважно працюють тільки в технологіях знепилення сипкого матеріалу, а при розділенні рівних за вмістом дрібною і крупною фракцій продуктів забезпечують чистоту отриманих фракцій лише в межах 75%. Зважаючи на те, що сучасні технології потребують отримання чистих продуктів з чистотою не менше як 95%, задача моделювання та дослідження процесів пневмокласифікації з метою розробки більш ефективних конструкцій обладнання для розділення дисперсних матеріалів є важливою і актуальною.

Актуальність теми дисертаційної роботи Литвиненко А.В. також підтверджується комплексом науково-дослідних робіт, що безпосередньо пов'язані з науковим напрямком кафедри процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв Сумського державного університету і

виконувалась в рамках держбюджетної тематики «Розробка та дослідження високоефективних апаратів для процесів масообміну, кристалізації та класифікації» (номер державної реєстрації 0110U001953), термін виконання – 2010–2014 рр., а також держбюджетної тематики «Дослідження гідродинаміки та процесів тепломасообміну в апаратах з дисперсною фазою» (номер державної реєстрації №0115U002551), термін виконання – 2015-2019 рр., замовник – Міністерство освіти і науки України та актами впровадження.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.** Наведені в дисертаційній роботі наукові положення, теоретичні висновки та практичні рекомендації викладені в логічній послідовності, є достатніми і належним чином обґрунтованими. Для їх отримання автором розроблена фізична модель процесу, здійснено математичне моделювання, розроблені методики досліджень та проведенні експериментальні дослідження, проаналізована відповідна кількість (159 позицій) вітчизняних і іноземних літературних джерел за останні роки.

#### **Наукова новизна дисертаційної роботи.**

Дисертантом отримані наступні основні наукові результати:

- вперше теоретично описано гідродинамічні умови та закономірності проведення процесу пневмокласифікації та пневмозбагачення у пневмокласифікаторі ромбічної форми;
- вперше отримано чисельний розв'язок нелінійної математичної моделі руху газодисперсного потоку, що дозволяє визначити швидкості газового потоку та твердих частинок з додатковим врахуванням сил тертя компонентів потоку та сил удару частинок о стінки вертикального каналу перемінного перерізу;
- вперше отримано залежність для визначення концентрації частинок твердої фази в потоці по висоті апарату перемінного перерізу з часом;
- вперше обґрунтовано використання двосторонньої циклічної подачі дисперсного потоку в робочу зону апарату з метою забезпечення чистоти дрібної та крупної фракції не менше 95%.

**Практичне значення роботи** полягає в наступному:

- отримані аналітичні та чисельні розв'язки стаціонарних задач, що описують гідродинаміку однофазних і двофазних потоків, а також самого процесу пневмокласифікації представляють практичну цінність у інженерному моделюванні газодисперсних систем, а також при розробці пневмокласифікаторів змінного перетину.
- на підставі отриманих результатів запропоновано новий спосіб розділення сумішей сипких матеріалів, а також запропонована конструкція «ромбічного» пневмокласифікатора, що захищені патентами України;
- науково-технічні результати дисертаційної роботи впроваджено при виконанні господарсько-договірної та держбюджетних тем, що підтверджено отриманим актом впровадження.

**Повнота викладу основних наукових положень дисертації в опублікованих працях.** Основні положення дисертаційної роботи опубліковані у наукових статтях фахових видань (7 статей), з них у міжнародних виданнях (1 стаття) та у виданні, що індексується базою Scopus (1 стаття). Практичні результати підтверджені 2 патентами України на корисну модель і 1 патентом України на винахід. Подано 11 тез доповідей за результатами роботи на наукових конференціях. Рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації відповідають вимогам Атестаційної колегії Міністерства освіти і науки України.

Обсяг друкованих робіт та їх кількість відповідають вимогам МОН України щодо публікації основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

**Ідентичність змісту автореферату і основних положень дисертації** підтверджується у повній мірі, автореферат містить тільки ті положення, які мають місце у тексті рукопису дисертації.

**Структура та зміст роботи.** Дисертаційна робота Литвиненко А.В. є завершеною науковою працею, і складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних літературних джерел з 159 найменувань, додатків. Загальний обсяг дисертації становить 169 сторінок, серед яких 129

сторінок основного тексту.

**У вступі** автором, Литвиненко А.В., обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовані мета і задачі досліджень, представлена новизна і практичне значення отриманих результатів досліджень, наведені дані про особистий внесок, публікації і апробацію наукових розробок.

**У першому розділі** проаналізовані сучасний стан та шляхи розвитку технологій і техніки пневмокласифікації, а також особливості конструкцій та роботи обладнання для пневмокласифікації. Проведена оцінка переваг і недоліків відомих конструкцій апаратів, а також зроблений критичний огляд різних підходів до класифікації даного обладнання. Наведено основні математичні моделі розрахунку процесів пневмокласифікації. Автором розглянуто і проаналізовано фізичні умови та механізм руху двофазних потоків в каналі пневмокласифікатора. Проаналізовані та представлені основні підходи до математичного моделювання руху двофазних систем. Наведені вихідні рівняння і залежності для моделювання гідродинаміки руху газу та твердих частинок при пневмокласифікації. Проаналізовані сили, які діють на тверду частинку в процесі пневмокласифікації.

Слід зазначити, що автором достатньо аргументовано розглянуті вище зазначені питання, практично кожне положення аналізу містить посилання на літературні джерела.

**В другому розділі** надано характеристики об'єкту досліджень та методик проведення експериментальних досліджень. У якості об'єкту дослідження обрана бінарна суміш кварцового піску. Визначені його основні фізико-механічні характеристики. У розділі також представлена розроблена автором схема дослідної установки для дослідження гідродинаміки і ефективності процесу пневмокласифікації та методики і основні методи експериментальних досліджень процесу пневмокласифікації, які проведено в лабораторних умовах кафедри.

**У третьому розділі** представлено розроблену фізичну модель гідродинаміки двофазного потоку та процесу пневмокласифікації. Також наведені результати експериментальних досліджень визначення швидкості

газового потоку в ненавантаженому матеріалом апараті і швидкості витання полідисперсних матеріалів. При дослідженні впливу витрати газового потоку на якість розділення сумішей матеріалу автором виявлено два режими: при першому з них відбувається процес пневмокласифікації, а другий характеризується зоною руйнування потоку матеріалу. Результати експериментальних досліджень циклічного процесу пневмокласифікації дозволили визначити вплив часу дозавантаження матеріалів, їх дисперсного складу на якість розділення. Проведена автором оцінка ефективності пневмокласифікації матеріалів показала, що дана конструкція апарату забезпечує достатню ефективність розділення полідисперсних сумішей сипких матеріалів.

**В четвертому розділі** представлена математична модель гідродинаміки руху однофазного і двофазного потоку в процесі пневмокласифікації сипкого матеріалу в «ромбічному» апараті. Отримані аналітичні залежності дають можливість визначити швидкість газового потоку в різних перетинах апарату по вертикальній та горизонтальній осям і траєкторії руху твердої частинки в робочому об'ємі пневмокласифікатора. Розроблена математична модель гідродинаміки двофазного потоку дозволяє отримати залежність зміни швидкості шару частинок по висоті і ширині робочого об'єму апарату під дією газового потоку.

**В п'ятому розділі** проведено аналіз та співставлення результатів теоретичних та експериментальних досліджень процесу пневмокласифікації. На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень, розроблено інженерну методичку розрахунку апаратів для пневмокласифікації. Представлене порівняння основних типів пневмокласифікаторів, які використовуються в промисловості, з розробленим «ромбічним» апаратом. Показано, що розроблена конструкція пневмокласифікатора має суттєві переваги у порівнянні з раніше відомими. Наведено практичне використання наукових результатів дисертаційної роботи, що підтверджено відповідним актом впровадження.

**Загальні висновки** по дисертації відповідають її змісту, конкретно і стисло висвітлюють основні наукові результати досліджень.

**Характеристика змісту та рукопису дисертації.** Дисертаційна робота Литвиненко А.В. по своєму змісту характеризується логічним та послідовним розв'язуванням комплексу питань, поставлених у задачах дослідження. Оформлення дисертаційної роботи в цілому відповідає вимогам, які пред'являються до текстової документації. Дисертація оформлена акуратно, малюнки та формули створені на комп'ютері, виправлення чорнилами вручну в тексті відсутні. Всі позиції списку використаних літературних джерел мають відповідні посилання у тексті рукопису. Запозичення чужих праць без відповідних посилань на ці наукові праці в тексті рукопису не виявлено.

**Дискусійні положення та зауваження щодо дисертаційної роботи:**

1. В розділі 1 при опису конструкцій пневмокласифікаторів і їх класифікації не наведені схеми обладнання, що ускладнює роботу з матеріалом.
2. На рис.2.2 не вказано місце знаходження полицки, вплив якої на газовий потік не є однозначним, а на рис.3.11-3.15 представлені результати досліджень з полицкою та без неї, що ускладнює аналіз гідродинаміки руху газового потоку.
3. При експериментальних та теоретичних дослідженнях розділів 3 та 4 вказано на циклічну подачу матеріалу та не вказана його кількість.
4. При порівнянні типів пневмокласифікаторів (таблиця 5.1), ефективність «ромбічного» апарата за показниками «гідравлічний опір» та «ефективність розділення фракцій» беззаперечна, разом з тим бажано доповнити таблицю значеннями продуктивності апаратів різних конструкцій.
5. В Додатку Г при інженерному розрахунку пневмокласифікатора не вказаний розрахунок розмірів апарата.
6. В дисертації присутні деякі незначні граматичні помилки та синтаксичні неточності.

Слід зазначити, що вказані зауваження не змінюють вище викладених положень відзиву та не зменшують позитивної оцінки дисертаційної роботи Литвиненко А.В, а є лише дорадчими, дискусійними чи технічними.

## Висновок:

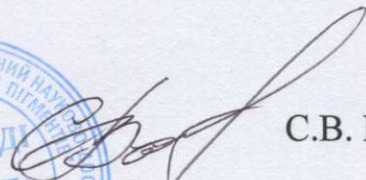
Дисертаційна робота Литвиненко Андрія Володимировича «Класифікація та пневмозбагачення сипких сумішей у гравітаційному пневмокласифікаторі» за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології; є завершеною науковою працею, у якій отримані нові науково обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати, які в сукупності є суттєвими для удосконалення конструкцій гравітаційних пневмокласифікаторів.


Дисертаційна робота Литвиненко А.В. відповідає вимогам п. 9, 11, 12 «Порядок присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань», які пред'являються до кандидатських дисертацій, а здобувач Литвиненко Андрій Володимирович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології.

Офіційний опонент,  
директор ДП "Сумський державний  
науково-дослідний інститут мінеральних  
добрих та пігментів", канд. техн. наук,  
ст. науковий співробітник

Підпис к.т.н. Вакала С. В. засвідчую,  
Заступник директора



  
С.В. Вакал

  
А.М. Зеленський