

## ВІДГУК

офіційного опонента Атаманюка В.М., д.т.н., професора на дисертаційну роботу **Скиданенко Максима Сергійовича** «Гідромеханічні показники пристроїв для отримання монодисперсних крапель та гранул», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології

**Актуальність теми досліджень.** Для подальшого розвитку виробництв хімічної промисловості, які використовують монодисперсні частинки (краплі та гранули) виникає потреба у використанні обладнання, що забезпечить найменші втрати продукту та зведе до мінімуму утворення браку кінцевого продукту, дасть змогу автоматизувати виробництво.

В хімічному виробництві системи для диспергування та отримання монодисперсних крапель реалізовані у виробництві азотних мінеральних добрив, що одержуються баштовим способом. Для диспергування розплаву в грануляційних вежах пріоритет віддають вібраційним грануляторам, що генерують дисперсні системи методом вимушеного розпаду струменів.

На світовому ринку зростає попит на азотні добрива, що змушує будувати нові підприємства або підвищувати продуктивність існуючих, без будівництва нових веж, а також підвищувати якість продукції для конкурентоспроможності на ринку збуту.

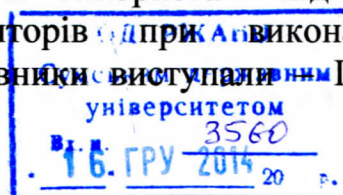
Підвищення монодисперсності гранульованого продукту є актуальним, оскільки зменшує кількість пилу в продукті та у відпрацьованому повітрі, підвищуючи екологічну безпеку одночасно зменшуючи необхідність в кількості обладнання для очищення повітря.

Тому актуальним є дослідження процесу диспергування розплаву методом вимушеного розпаду струменів рідини, що дає змогу аналізувати режими їх розпаду, модернізувати конструкцію вібраційного гранулятора для отримання гранул у вузькому фракційному діапазоні та розробляти рекомендації з автоматичного керування процесом.

Саме розв'язанню цих проблем і присвячується представлена дисертаційна робота, яка в даний час є своєчасною і актуальною, бо вирішує одну із важливих задач, яка постає перед хімічною промисловістю на сучасному етапі.

Тема дисертаційної роботи Скиданенко М.С. безпосередньо пов'язана з науковим напрямком кафедри процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв Сумського державного університету і виконувалась відповідно державної тематики «Дослідження гідродинамічних та масотеплообмінних характеристик пристроїв з вихровим та високотурбулізованими одно- та двофазними потоками» (номер державної реєстрації 0110U002632) на замовлення МОН України.

Результати дисертаційної роботи також були використані під час виготовлення обертових вібраційних грануляторів підприємством ПАТ «Сумський хімічний завод».



«Концерн Стирол» Ostchem та ПрАТ «Сєверодонецьке об'єднання азот».

**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 математична модель, здійснено фізичне моделювання, розроблені методики досліджень та проведенні експериментальні дослідження, проаналізовано відповідна кількість (100 позицій) вітчизняних та іноземних літературних джерел за останні роки.

Науковою новизною дисертаційної роботи є аналітичний розв'язок рівнянь, які описують витікання струменя з отвору вібраційного гранулятора у стаціонарному режимі та з накладанням вібрації коливань тиску, що дає змогу проводити теоретичний аналіз формування величини крапель та впливу початкових і граничних умов із використанням вібраційних впливів на параметри струменя та утворювальних крапель; дослідження впливу параметрів сигналу генератора низьких частот на режими розпаду струменя з урахуванням рівня рідини у кошику вібраційного гранулятора; дослідження гідродинаміки рідини в об'ємі обертового віброгранулятора.

**Повнота викладу основних наукових положень дисертації в опублікованих працях.** Основні положення дисертаційної роботи опубліковані у 4 статтях наукових фахових видань та 2 статті у міжнародних виданнях. Апробація результатів роботи проводилась на 11 наукових конференціях. Рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації відповідають вимогам Атестаційної колегії Міністерства освіти і науки України.

**Ідентичність змісту автореферату і основних положень дисертації** Автореферат є стислим викладом основних положень дисертаційної роботи і не містить інформації, яка є відсутньою в дисертації, послідовність викладення в ньому матеріалу відповідає змісту дисертації.

**Структура та зміст роботи.** Дисертаційна робота Скиданенко М. С. є завершеною науковою працею, і складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних літературних джерел з 100 найменувань та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 144 сторінки, серед яких 110 сторінок основного тексту.

**У першому розділі** наведений критичний аналіз джерел літератури щодо сучасного стану та перспектив використання монодисперсних гранул, диспергування розплавів методом вимушеного розпаду струменя та

апаратури для здійснення вказаних процесів, особливості розпаду струменя та теоретичні основи гідродинаміки процесу диспергування.

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

На підставі аналізу, автором зроблено висновок, що процес диспергування методом вимушеного розпаду струменя є багатofакторними, тому й спостерігається значна кількість результатів досліджень різних авторів. Крім цього автором проаналізовано існуючі на сьогодні конструкції грануляторів і вказані їх недоліки. На основі критичного аналізу джерел літератури автором сформульовані мета і задачі досліджень та логічно поставлені задачі дослідження процесу диспергування рідини методом вимушеного розпаду струменя.

**У другому розділі** запропонована фізична модель витікання струменя рідини з отвору з подальшим його розпадом на краплі. Висвітлені результати теоретичних досліджень гідродинаміки струменя під час його розпаду та зміни тиску вздовж струменю до його розпаду на краплі і вплив накладання на нього вимушених коливань.

Для проведення досліджень автором аналітичним способом розв'язані класичні рівняння гідродинаміки, що дало змогу оцінити та спрогнозувати вплив дії різних параметрів на режим монодисперсного розпаду струменя.

В результаті теоретичних досліджень автором отримані залежності складових повної швидкості витікання рідини з отвору за умов хаотичного розпаду від розмірів отвору, початкових умов і фізичних властивостей рідини. Також отримана нова залежність зміни тиску вздовж струменю під час накладання на нього вимушених коливань від гідромеханічних показників апарату, що є певним вкладом у загальну теорію диспергування рідини методом накладання вимушених коливань на струмінь.

**Третій розділ** висвітлює результати експериментальних досліджень, впливу різної величини імпульсу на струмені рідини, що призводять до зміни режиму її розпаду і діаметрів одержуваних крапель. Автор також дослідив вплив швидкості, фізичних властивостей рідини та діаметрів отворів витікання рідини на процес розпаду струменя.

Для проведення досліджень автором сконструйовано дві експериментальні установки, які дали змогу достатньо вірогідно провести серію експериментальних підтверджень.

В результаті експериментальних досліджень автором отримані константи системи рівнянь, які дають змогу проводити розрахунки параметрів вимушеного сигналу для отримання монодисперсного продукту з заданими розмірами. Автором також досліджено вплив частоти та амплітуди сигналу залежно від рівня розплаву в корпусі гранулятора для створення монодисперсного розпаду струменів на краплі.

**Четвертий розділ** висвітлює технічні рішення та методику розрахунку гідромеханічних параметрів гранулятора для умов утворення крапель монодисперсного складу. Наведені у розділі порівняння теоретичних і експериментальних результатів показують їх хорошу збіжність. Це свідчить про те, що розроблену автором математичну модель можна використовувати для практичних розрахунків процесу диспергування розплаву азотних добрив за допомогою обертового вібраційного гранулятора.

У **п'ятому розділі** наведені результати промислових випробувань обертових вібраційних грануляторів на грануляційних вежах та їх аналіз. У розділі автором проведено порівняльний аналіз роботи відомих грануляторів з модернізованим, обґрунтовується перспективність використання покращеної конструкції гранулятора. Запропоновано рекомендації щодо автоматичного керування параметрами генератора низьких частот для отримання необхідних розмірів гранул залежно від висоти рівня розплаву в грануляторі.

Наведений автором економічний ефект отримано за рахунок зниження втрат продукту з пилом, що викидається в атмосферу з відпрацьованим повітрям, що підтверджує рентабельність впровадження модернізованого вібраційного гранулятора у виробництво.

**Загальні висновки роботи** характеризуються конкретністю викладення і підсумовують теоретичні та практичні положення дисертації.

У **додатках** наведено блок-схему розрахунку гідромеханічних параметрів гранулятора для умов створення крапель монодисперсного складу та його інженерного розрахунку, а також акти промислових впроваджень результатів дисертаційної роботи згідно із госпдоговірними науково-дослідними роботами та результати промислових випробувань.

**Характеристика змісту та рукопису дисертації.** Дисертаційна робота Скиданенко М. С. за своїм змістом 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 у відповідних редакторах прикладних комп'ютерних програмних пакетів, виправлення чорнилами вручну в тексті відсутні. Всі позиції списку використаних літературних джерел мають відповідні посилання у тексті рукопису.

**Важливість отриманих результатів дисертаційної роботи для науки та практики.** Чисельне моделювання особливостей розпаду струменя на краплі та проведені експериментальні дослідження у лабораторних умовах

мають наукове значення, бо вони дають змогу створити фізичну та математичну модель самовільного та вимушеного розпаду струменя, і відповідно генератор низьких частот, який дає змогу автоматично управляти параметрами сигналу залежно від технологічних умов та необхідного гранулометричного складу готової продукції.

Результати дисертаційної роботи Скиданенко М. С. мають також практичне значення, бо вирішують питання не тільки підвищення якості гранульованого продукту, а й зменшення викидів пилу в атмосферу що поліпшує екологічну ситуацію навколо підприємства.

Необхідно також зазначити, що Євроінтеграція України супроводжується жорсткими зобов'язаннями до екологічної безпеки разом із цим, вітчизняне виробництво ще не готове до нових вимог і дана дисертаційна робота, дає змогу подолати ці труднощі, шляхом модернізації обертового вібраційного гранулятора.

#### **По дисертаційній роботі виникли наступні зауваження:**

1. В дисертаційній роботі не зазначені параметри розрахункової сітки, її характеристики і якість, а також кількість елементів яку вона містить, що впливає на розмір чисельної похибки.

2. Не вказано кількість ітерацій необхідних для досягнення значень середньоквадратичних відхилень за основними параметрами на рівні  $1 \cdot 10^{-5} \div 1 \cdot 10^{-6}$ , та загальна кількість часу затрачених на один чисельний розрахунок.

3. Незрозуміло, яким чином проводилися заміри утворених крапель під час проведення експериментів з дослідження гідродинамічних характеристик процесу диспергування струменя.

4. З тексту дисертації не зрозуміло, яким чином враховується вплив частоти обертання вібраційного гранулятора на розпад струменя розплаву аміачної селітри.

5. У розділі 5 під час аналізу результатів промислових випробувань модернізованого гранулятора не вказано чи спостерігалось утворення сателітів у рекомендованому діапазоні частот.

6. У розділі 5 дисертаційної роботи відсутні відомості про дослідження лопатевої системи обертового вібраційного гранулятора під час проведення досліджень у промислових умовах.

Вказані зауваження не мають принципового характеру та не знижують загальної цінності роботи.

Аналізуючи позитивний науковий доробок автора і недоліки дисертаційної роботи вважаю за необхідне зробити наступний висновок:

#### **ВИСНОВОК**

Представлена до захисту дисертаційна робота Скиданенко Максима Сергійовича «Гідромеханічні показники пристроїв для отримання

монодисперсних крапель та гранул», за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.17.08 - процеси та обладнання хімічної технології. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка у розв'язує важливу наукову задачу, суть якої полягає у створенні наукового підґрунтя теорії розрахунку та чисельного моделювання гідродинаміки витікання струменя рідини з тонкостінного отвору, динаміки збурення його поверхні та визначення оптимальних параметрів для отримання монодисперсних гранул в обертовому вібраційному грануляторі.

Дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника", затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 567, а здобувач Скиданенко Максим Сергійович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології.

Офіційний опонент  
завідувач кафедри хімічної інженерії  
Національного університету  
«Львівська політехніка»  
доктор технічних наук, професор

Атаманюк В.М.

Підпис проф. Атаманюка В.М.  
засвідчую:  
Вчений секретар  
Національного університету  
«Львівська політехніка»



Брилінський Р.Б.