

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента

доктора технічних наук, професора, професора кафедри

теплогазопостачання і вентиляції

Київського національного університету будівництва і архітектури

МІЛЕЙКОВСЬКОГО ВІКТОРА ОЛЕКСАНДРОВИЧА

на дисертаційну роботу **Микитенка Максима Руслановича**

«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИСТКИ АСПІРАЦІЙНИХ

ВИКИДІВ ПІДВИЩЕНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ В СКРУБЕРАХ З

ДИСКОВИМИ РОЗПИЛЮВАЧАМИ»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора

філософії в галузі знань 19 «Архітектура та

будівництво»,

за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

1. Актуальність обраної теми

Підвищення екологічних стандартів і посилення вимог до чистоти атмосферного повітря роблять особливо актуальним удосконалення технологій очищення газопилових викидів, особливо у процесах аспірації. Значна частка таких викидів утворюється при механічній обробці сировини, транспортуванні сипких речовин і термічних операціях, що притаманно багатьом галузям промисловості — від харчової та деревообробної до хімічної й аграрної.

У ряді випадків ці викиди мають підвищену температуру, що ускладнює їхнє очищення традиційними пиловловлювачами через зниження ефективності осадження частинок, зміну їхніх властивостей та погіршення роботи фільтраційних систем. Проте саме високі температури можуть стати чинником інтенсифікації масообмінних процесів за рахунок зміни фізичних характеристик середовища та покращення умов взаємодії фаз.

Скруберні установки з дисковими розпилювачами мають низку переваг: вони забезпечують тонке диспергування зрошувальної рідини, надійно працюють при змінних витратах і температурі, потребують порівняно простого обслуговування. Водночас ефективність їх використання визначається правильним вибором конструктивних і режимних параметрів та врахуванням взаємозв'язку гідродинамічних і тепломасообмінних явищ.

Дослідження з урахуванням впливу температурного фактора на ефективність дискових скруберів обмежені, а наявні методики прогнозування пиловловлювання у виробничих умовах не забезпечують достатньої точності. Це обмежує можливості модернізації апаратів і знижує їхню ефективність. Отже, оптимізація конструкцій і режимів роботи таких скруберів для очищення гарячих аспіраційних викидів є важливою науковою проблемою, вирішення якої дасть змогу зменшити техногенний вплив і відповідати сучасним екологічним стандартам.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Виконання завдань, поставлених у межах даної роботи, здійснювалося на основі поєднання теоретичних і експериментальних досліджень. Створено комплексну математичну модель процесу очищення газу у скрубері з дисковим розпилювачем, що враховує рівняння масообміну між рідинною фазою та газом, а також механізми інерційного осадження частинок, гравітаційного стікання крапель, повторного випаровування і часткової рекомбінації аерозольних включень.

Моделювання взаємодії потоку з дисковим розпилювачем проводилося з використанням аналітичного опису утворення крапель та їхнього руху з урахуванням дії сили тяжіння, аеродинамічного опору та ефективного перерізу краплі. Отримані розрахункові результати були перевірені за допомогою експериментів на спеціально розробленій лабораторній установці, що забезпечило верифікацію математичної

моделі.

Експериментальні дослідження супроводжувалися застосуванням сучасних методів оброблення результатів – багатофакторного аналізу, статистичного оброблення та апроксимації отриманих залежностей. Порівняння із даними, наведеними у наукових публікаціях вітчизняних та іноземних авторів, підтвердило коректність прийнятих підходів.

3. Наукова новизна одержаних результатів

Уперше:

- встановлено закономірності впливу механічних домішок у зрошувальній рідині на дисперсність крапель, що дозволило уточнити умови ефективного пиловловлення;

Удосконалено:

- уявлення про вплив геометрії дискового розпилювача на стійкість факела розпилу та стабільність його параметрів при тривалій експлуатації;

Набули подальшого розвитку:

- підходи до комплексної оцінки енергоефективності пилогазоочисних установок.

4. Загальнонаціональне та світове значення роботи.

Поступове наближення екологічного законодавства України до стандартів ЄС, зокрема у сфері регулювання промислових викидів, робить вкрай актуальним питання зниження забруднення атмосфери гарячими аспіраційними газами. В Україні допустимі норми вмісту пилу у викидах значно перевищують європейські, що створює ризики для довкілля та перешкоджає інтеграційним процесам.

Запропоновані у роботі технічні рішення, зокрема вдосконалення конструкції скрубєрів із дисковими розпилювачами, забезпечують істотне зменшення концентрацій пилу у викидах до рівнів, сумісних із сучасними екологічними вимогами Європи. Це дозволяє підприємствам не лише досягати високої екологічної безпеки, а й випереджати майбутні

регуляторні зміни.

Використання енергоефективних рідинних апаратів сприяє оптимізації витрат теплової енергії та води, що особливо важливо в умовах дорожчання енергоресурсів. Запропоновані технології можуть стати основою для модернізації промислових систем очищення в Україні та викликати інтерес міжнародної спільноти як приклад ефективної відповіді на посилення екологічних вимог.

Отже, проведене дослідження має комплексну цінність — воно одночасно вирішує важливі національні екологічні завдання та підвищує конкурентоспроможність українських розробок на світовому рівні.

5. Повнота викладення здобувачем основних результатів у наукових публікаціях.

Матеріали даної роботи опубліковано у восьми друкованих роботах, серед яких одна стаття в закордонному виданні держави, яка входить до ОЕСР та ЄС, чотири статті в наукових фахових виданнях категорії «Б» (одноосібні або у співавторстві з науковим керівником) та три тези доповідей у матеріалах міжнародних конференцій.

6. Відсутність академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації

Академічного плагіату у виконаній роботі не виявлено. Усі використані результати, теоретичні положення та методики інших авторів мають посилання на відповідні джерела. Усі наукові здобутки та твердження, подані на захист, належать авторів. Фабрикації або фальсифікації даних у роботі не виявлено.

7. Оцінка мови, стилю та оформлення.

Робота має анотацію, вступ, чотири розділи, загальні висновки, список використаних джерел із 128 найменувань та два додатки. Робота викладена на 175 сторінках друкованого тексту, зокрема 148 сторінок основного тексту, 41 рисунки і 19 таблиць.

Робота викладена грамотною українською мовою, а застосована в роботі наукова термінологія є загальновизнаною, стиль викладення

результатів теоретичних і експериментальних досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їхнього сприйняття.

8. Аналіз основного змісту роботи.

Всі розділи роботи змістовно підпорядковані меті дослідження та логічно взаємопов'язані.

За актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю, рівнем та обсягом проведених досліджень, робота відповідає вимогам, що передбачені пп. 5-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44, освітньо-наукової програми «Будівництво та цивільна інженерія» третього рівня вищої освіти за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія», затвердженої Вченою радою КНУБА, протокол № 37 від 29 січня 2021 р.

У вступі подано обґрунтування актуальності теми, визначено мету та завдання досліджень, розкрито наукову новизну й практичну значимість роботи, наведено відомості про особистий внесок автора, апробацію отриманих результатів і наукові публікації.

Перший розділ присвячено огляду та аналізу конструкцій пиловловлювального обладнання з оцінкою доцільності використання мокрих апаратів для очищення аспіраційних газових потоків. Виявлено їхні сильні та слабкі сторони, узагальнено теоретичні основи осадження аерозолів краплями. Визначено напрям досліджень для вдосконалення роботи дискових пиловловлювачів у запилених потоках і при використанні зворотної води з домішками.

У другому розділі виконано теоретичне обґрунтування взаємодії крапель рідини з частинками пилу та досліджено закономірності їх утворення при диспергуванні. Доведено, що ефективність уловлювання

пилу залежить від розміру крапель, який визначається конструктивними особливостями розпилювача, властивостями рідини та кількістю домішок. Запропоновано формулу для розрахунку ефективності процесу. Обґрунтовано необхідність проведення експериментів для визначення оптимальних режимів зрошення при високих температурах і подальшого вдосконалення апаратів.

Третій розділ описує результати експериментальних досліджень циклонного пиловловлювача з дисковим розпилювачем, що працює з оборотною водою, насиченою механічними домішками. Визначено вплив гідродинамічних умов, конструктивних параметрів розпилювача та характеристик рідини на формування факела крапель. Побудовано математичну модель процесу та встановлено оптимальні умови експлуатації для підвищення ефективності очищення.

У четвертому розділі наведено результати експериментів та розрахунків для нового циклонного пиловловлювача з дисковим розпилювачем, призначеного для очищення високотемпературних аспіраційних викидів. Показано, що подача дрібнодисперсної рідини в обертовий пилогазовий потік активізує коагуляційні процеси та забезпечує ефективність очищення до 98,5%, навіть при наявності значних механічних домішок (до 2,5 кг/м³). Проаналізовано вплив домішок на розмір крапель, що сприяє покращенню пиловловлення. Розроблено математичну модель, яка враховує фізико-хімічні параметри рідини, розмір частинок пилу, вологість та гідродинамічні характеристики потоку. Ефективність запропонованих рішень підтверджено промисловими випробуваннями на Київському заводі скловиробів, де отримано економічний ефект.

9. Зауваження та дискусійні питання

1. У розділі 1 недостатньо докладно висвітлено вплив якості зрошувальної води (зокрема наявності механічних і хімічних домішок) на ефективність роботи мокрих пиловловлювачів.

2. Не уточнено діапазон застосовності математичних моделей, що

ускладнює їхнє застосування для інших типів пилу чи режимів роботи.

3. У формулах математичної моделі відсутні пояснення фізичного змісту окремих коефіцієнтів, що знижує зрозумілість для фахівців суміжних напрямів.

4. Не розглянуто вплив тиску подачі рідини на дисперсність розпилу в широкому діапазоні значень, хоча цей фактор може мати суттєве значення для промислових умов.

5. Рекомендації щодо впровадження запропонованої конструкції пиловловлювача у виробництво не містять аналізу можливих технологічних і експлуатаційних обмежень, які можуть виникнути при масштабуванні.

6. У роботі наявні друкарські помилки та мовні вади, зокрема у назві роботи вжито русизм «очистка».

Зроблені зауваження не знижують наукову та практичну значущість роботи.

ВИСНОВОК

Робота Микитенка Максима Руслановича «Підвищення ефективності очистки аспіраційних викидів підвищеної температури в скруберах з дисковими розпилювачами» є завершеною науковою роботою, що містить нові наукові положення та відповідає вимогам освітньо-наукової програми «Будівництво та цивільна інженерія» третього рівня вищої освіти за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Вона відповідає пп. 5-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам Міністерства освіти і науки України до дисертацій,

затверджених Наказом Міністерства освіти і науки від 12 січня 2017 р. №40 зі зміною згідно з Наказом від 31 травня 2019 р. №759. Її автор – Микитенко Максим Русланович – заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Офіційний рецензент,
доктор технічних наук,
професор, професор кафедри
теплогазопостачання і
вентиляції Київського
національного університету
будівництва і архітектури

Віктор МІЛЕЙКОВСЬКИЙ

Підпис професора
Віктора МІЛЕЙКОВСЬКОГО

ЗАСВІДЧУЮ

Секретар Вченої ради
Київського національного
університету будівництва
і архітектури



Микола КЛИМЕНКО