ВІДГУК

опонента на дисертацію Козачини Віталія Анатолійовича
«Розвиток наукових основ оцінювання ефективності захисних конструкцій для захисту робочих зон від пилового та термічного забруднення»,
поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – охорона праці

Актуальність теми дисертації

Актуальність теми пилового та термічного забруднення в робочих зонах зумовлена постійним розвитком промисловості, збільшенням інтенсивності виробничих процесів та впливом шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища на здоров'я працівників.

Пилове забруднення є однією з поширених проблем на підприємствах гірничодобувної, металургійної, будівельної, хімічної, деревообробної промисловості тощо. Під час виробничих процесів у повітря робочої зони потрапляють тверді частинки різного походження та розміру. Тривале вдихання виробничого пилу може спричиняти захворювання органів дихання, алергічні реакції, подразнення слизових оболонок, а за певних умов – розвиток професійних захворювань, зокрема пневмоконіозу, силікозу.

Не менш важливою проблемою є термічне навантаження, яке виникає внаслідок роботи промислового обладнання, печей, двигунів, технологічних установок та інших джерел тепловиділення. Але більш небезпечним є термічне навантаження на об'єкти критичної інфраструктури, що виникає в результаті аварійних, надзвичайних ситуацій (вибух, обстріл), через складність контролю над ними та прогнозування перебігу.

У зв'язку з цим важливого значення набувають дослідження, спрямовані на розробку, обґрунтування, моделювання роботи засобів захисту від пилового та термічного навантаження. З огляду на це, представлена дисертація

Вх. № 37-05/91
12.11.2026 р.

Козачини В. А. є актуальною та розв'язує сучасну проблему в галузі охорони праці.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Достовірність результатів дисертації забезпечується: використанням експерименту як основного методу досліджень; узгодженістю результатів теоретичних та експериментальних досліджень; застосуванням при теоретичному вирішенні поставлених задач сучасних методів чисельного моделювання, коректною постановкою крайових задач для багатовимірних рівнянь аеродинаміки та тепломасопереносу. Достовірність наукових положень, висновків, сформульованих в дисертації підтверджується валідацією результатів математичного моделювання шляхом їх співставлення з даними інших науковців.

Наукова новизна отриманих результатів

При проведенні досліджень та розв'язанні поставлених задач, автором дисертації були одержані такі основні наукові результати:

Вперше:

– експериментально встановлено закономірності аеродинаміки потоків при використанні на промислових майданчиках захисних бар'єрів з перфорацією;

– експериментально встановлено закономірності аеродинаміки потоків при використанні на промислових майданчиках захисних бар'єрів складної геометричної форми;

– експериментально і теоретично обґрунтовано застосування на промислових майданчиках захисних бар'єрів складної геометричної форми для захисту повітря від пилового забруднення;

– експериментально визначено кількість пилу, що «захоплює» крапля води при своєму русі в забрудненому середовищі;

– розроблено комплекс CFD моделей для оцінювання ефективності використання захисних бар'єрів з перфорацією; моделі дозволяють враховувати аеродинаміку потоків на промисловому майданчику, різний ступінь перфорації захисного бар'єру та його розміри, інтенсивність пилоутворення, різні метеорологічні умови;

– розроблено комплекс CFD моделей для оцінювання ефективності використання захисних бар'єрів складної геометричної форми; моделі дозволяють враховувати аеродинаміку потоків на промисловому майданчику, різну форму бар'єрів та їх розміри, інтенсивність пилоутворення, різні метеорологічні умови;

– розроблено математичну модель для експрес оцінювання ефективності використання габіонів для захисту об'єктів від метальної дії уламків, що утворюються при вибухах дронів;

– розроблено чисельну модель для експрес оцінювання ефективності використання системи «захисний бар'єр+вторинний вдув» для захисту від термічного ураження корпусу нафтосховища.

Дістали подальший розвиток:

– емпірична модель «захоплення» краплею води часток вугільного пилу, що дозволяє визначити масу пилу та час, за який проходить процес «захоплення» пилових часток;

– емпірична модель оцінювання інтенсивності пилоутворення від забрудненої ділянки, яка дає можливість швидко визначити цей важливий параметр при застосуванні моделей масопереносу пилу на промислових майданчиках;

– математична модель дифракції ударної хвилі на об'єктах, що дає можливість проводити розрахунки в багатозв'язних областях;

– математична модель випаровування води зі змоченої поверхні вугілля, що дозволяє, на відміну від існуючих моделей, враховувати вплив аеродинаміки повітряного потоку над областю випаровування на інтенсивність потрапляння парів в повітря.

Практичне значення отриманих результатів.

Проведені в дисертації експериментальні дослідження та розроблені чисельні моделі, пакети програм дозволяють розв'язувати складні, багатопараметричні прикладні задачі в галузі охорони праці, пов'язані з захистом робочих зон, об'єктів інфраструктури на промислових майданчиках, з урахуванням складної геометрії розрахункової області, тобто при наявності бар'єрів та різного роду поверхонь, що впливають на аеродинаміку повітряних потоків і, як результат, на перенос пилу та теплової енергії.

Створені емпіричні моделі, чисельні моделі та розроблені пакети прикладних програм дозволяють оперативно оцінювати ефективність використання бар'єрів для захисту робочих зон від пилового та термічного забруднення. Варто зазначити, що розв'язання задач даного класу є дуже важливим саме на етапі проєктування засобів захисту від пилового та термічного забруднення, при виборі необхідної форми, конструктивних особливостей захисних бар'єрів, габіонів.

Доцільно звернути увагу на важливі риси та переваги розроблених моделей. По-перше, розроблені емпіричні моделі є зручним інструментом для обґрунтування застосування захисних бар'єрів та визначати місце їх розташування для захисту від пилового та термічного забруднення. Також ряд емпіричних моделей, отриманих здобувачем, надає інформацію, необхідну для використання чисельних моделей, пакету програм, розроблених у роботі для дослідження переносу пилу в області дослідження. По-друге, розроблені в роботі CFD-моделі для визначення ефективності використання захисних бар'єрів є швидкорозрахунковими, ґрунтуються на класичних, фундаментальних рівняннях механіки суцільного середовища, мають широкий робочий діапазон. По-третє, розроблені CFD-моделі є багатофакторними, не втрачають стійкості при розв'язанні задач переносу пилу, теплопереносу в областях зі складною геометрією, тому належать до сучасного інструменту отримання науково обґрунтованої інформації щодо аналізу закономірностей формування пилового та термічного забруднення на промислових майданчиках.

Необхідно підкреслити, що дисертація виконувалась в рамках наукових робіт Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна «Моделювання процесів забруднення навколишнього середовища при надзвичайних ситуаціях та організованих викидах забруднюючих речовин» (№ держреєстрації 0115U007226), «Захист навколишнього середовища на об'єктах транспортної інфраструктури» (№ держреєстрації 0115U007227), а також Українського державного університету науки і технологій (УДУНТ) «Розробка теоретичних методів експрес оцінювання техногенного навантаження на навколишнє середовище» (№ держреєстрації 0123U105332), «Розробка математичних моделей оцінки ефективності систем захисту робочих зон в умовах техногенного навантаження» (№ держреєстрації 0123U105336). Результати роботи впроваджені у практиці Дніпровського відділення Філії «Проектно-вишукувальний інститут залізничного транспорту» АТ «Українська залізниця» та у навчальному процесі Українського державного університету науки і технологій, що підтверджується актами впровадження, наведеними у додатках.

Повнота викладу результатів в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації

Основні положення, результати, рекомендації та висновки дисертації відображено в 52 публікаціях, у тому числі: 1 статті в закордонному науковому періодичному виданні, проіндексованому в міжнародній наукометричній базі даних Scopus; 4 статтях у наукових періодичних виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України категорії А; 23 статтях у наукових періодичних виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України категорії Б; 9 тезах доповідей; 13 працях, які додатково відображають наукові результати

Вважаю, що результати дисертації в повному обсязі відображені в публікаціях автора.

Структура, оцінка мови, стилю та оформлення дисертації

Дисертація місить анотацію, вступ, шість розділів, висновки, додатки. Загальний обсяг дисертації 345 сторінок. Дисертація містить 186 рисунків, 18 таблиць. Список використаних джерел містить 148 найменувань. Мова дисертації – українська.

Дисертація оформлена згідно з вимогами до оформлення дисертації, затверджених Наказом Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 р. зі змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки № 759 від 31.05.2019.

Дисертація подана грамотною, технічною мовою. Автор демонструє вміння стисло і логічно викладати суть проблеми, інтерпретувати, узагальнювати результати експериментальних, теоретичних досліджень, на їх основі пропонувати рішення.

КОРОТКИЙ АНАЛІЗ ЗМІСТУ ДИСЕРТАЦІЇ

Вступ містить загальну характеристику дисертації, актуальність проблеми, мету та завдання дослідження, відомості про зв'язок дисертації з науковими програмами, темами. У вступі відзначена наукова новизна та практична цінність отриманих результатів, вказано особистий внесок здобувача в роботах у співавторстві та відомості про апробацію результатів дисертації.

В першому розділі дисертації було здійснено аналіз літературних джерел по проблемі пилового забруднення. Зроблено акцент на тому, що пил у робочій зоні є причиною багатьох захворювань працівників. Тому постає задача мінімізації шкоди працівникам від вугільного пилу шляхом створення ефективних засобів зниження рівня пилового забруднення робочих зон.

Аналіз наукових публікацій свідчить про те, що найбільш поширеним засобом зменшення рівня пилового забруднення на промислових майданчиках є захисні перфоровані бар'єри, бар'єри зі складною геометричною формою, перш за все з огляду на їх доступність, незначну економічну вартість (можливість виготовлення з відходів виробництва), простоту встановлення.

Другий розділ дисертації присвячено системному аналізу методів дослідження тепломасопереносу при розв'язанні важливої проблеми захисту робочих зон від пилового та термічного забруднення, а також наукового обґрунтування та розрахунку ефективності засобів захисту. Встановлено, що основним методом є метод чисельного моделювання. Це пов'язано з універсальністю чисельних моделей, їх широкими функціональними можливостями, багатопараметричністю. Автор відмітив, що в даний час в Україні існує певний дефіцит швидкорозрахункових чисельних моделей, які давали б можливість проводити велику кількість серійних розрахунків з варіюванням параметрів моделі, розрахункової області.

Здобувач зазначив, що емпіричні моделі, побудовані шляхом узагальнення результатів експериментальних досліджень, є важливими при дослідженні процесів тепломасопереносу з огляду на те, що вони дають закономірності різних фізичних процесів, що впливають на процес переносу пилу та тепла, а також можуть бути включені безпосередньо до багатофакторних чисельних моделей.

В третьому розділі на основі результатів фізичного експерименту побудовані емпіричні моделі для розрахунку інтенсивності емісії вугільного пилу від забрудненої поверхні. Експериментальним шляхом встановлено, що відокремлення частинок від поверхні вугілля (suspension) та їх перенесення потоком повітря починається при швидкості повітряного потоку порядку 4,5 м/с. Проведені експериментальні дослідження дозволили встановити залежність інтенсивності пилоутворення від вологості вугілля та швидкості повітряного потоку над поверхнею, що була змочена. Важливим результатом, представленим в даному розділі, є побудова емпіричної моделі для розрахунку зміни вологості вугілля з часом. Здобувач представив розроблену чисельну модель розсіювання водяної пари в повітрі при випаровуванні води зі змоченої поверхні вугілля, яка є ефективним сучасним інструментом дослідження складних процесів масопереносу в задачах охорони праці.

У четвертому розділі дисертації представлені результати експериментальних досліджень щодо обґрунтування використання

перфорованих бар'єрів та бар'єрів з додатковими елементами. Встановлено, що зазначені засоби сприяють зменшенню інтенсивності пилоутворення на промисловому майданчику. Отримані емпіричні моделі, що встановлюють залежність приземної швидкості повітряного потоку за бар'єром від його конфігурації та швидкості повітряного потоку перед ним. Отримані результати можуть використовуватись для обґрунтування місця розташування захисного бар'єру відносно області пилоутворення.

Для визначення закономірності розподілу концентрації пилу в робочих зонах на промислових майданчиках при використанні захисних перфорованих бар'єрів та бар'єрів з додатковими елементами були побудовані чисельні моделі. Перевагами розроблених чисельних моделей є можливість проведення розрахунків в областях, що мають складну геометричну форму, врахування геометричної форми бар'єрів, метеоумов, інтенсивності пилоутворення, швидкість та стійкість розрахунку

У п'ятому розділі дисертації представлені результати експериментальних досліджень щодо обґрунтування використання бар'єрів з різними конструктивними особливостями. Встановлено, що зазначені засоби сприяють зменшенню інтенсивності пилоутворення на промисловому майданчику. Отримані емпіричні моделі, що встановлюють залежність приземної швидкості повітряного потоку за бар'єром від його конфігурації та швидкості повітряного потоку перед ним. Отримані результати можуть використовуватись для обґрунтування місця розташування захисного бар'єру відносно області пилоутворення.

Для визначення закономірності розподілу концентрації пилу в робочих зонах на промислових майданчиках при використанні захисних бар'єрів складної геометричної форми були побудовані чисельні моделі. Перевагами розроблених чисельних моделей є можливість проведення розрахунків в областях, що мають складну геометричну форму, врахування геометричної форми бар'єрів, метеоумов, інтенсивності пилоутворення, швидкість та стійкість розрахунку. Адекватність розроблених моделей підтверджена їх широкою верифікацією.

У шостому розділі дисертації наведено результати рішення важливих прикладних задач, що пов'язані з оцінюванням рівня небезпеки на промислових майданчиках при вибуху дронів та виникненні пожеж. Наведені результати значної кількості обчислювальних експериментів та запропоновані методи зниження впливу теплової хвилі на об'єкти критичної інфраструктури.

Загальні висновки містять основні результати наукових досліджень здобувача і викладені достатньо повно.

В дисертації наведено значну кількість результатів щодо валідації розроблених чисельних моделей та запропонованих інженерних рішень. Ці результати підтверджують адекватність, працездатність та широкий робочий діапазон розробок здобувача.

У додатках наведені акти, що підтверджують впровадження отриманих результатів дисертації, а також список публікацій здобувача, в яких висвітлені результати проведених досліджень.

Матеріали дослідження викладено в логічній послідовності, добре ілюстровані, що дозволяє проводити їх швидкий аналіз.

У дисертації використовується сучасна наукова термінологія.

Дисертації не містить плагіату, відповідає вимогам академічної доброчесності. Дисертація виконана самостійно. До докторської дисертації не включено положення та дослідження, за якими була захищена кандидатська дисертація.

В контексті проведених досліджень та отриманих на їх основі результатів сформульовані наступні зауваження:

1. При розробці чисельних моделей слід було б вказати на зроблені припущення.

2. Частина матеріалів, що розглянуто у другому розділі, слід було б розмістити у додатках.

3. При розрахунку теплових потоків на промисловому майданчику не враховується константа Больцмана.

4. Не зрозуміло, чи можуть побудовані моделі враховувати залежність коефіцієнтів дифузії від локальної швидкості потоку.

5. Для кращого аналізу матеріалу слід було б навести порівняльну таблицю можливостей розроблених чисельних моделей, їх переваги, та існуючих пакетів програм, що використовуються у ЄС для рішення задач даного класу.

6. Здобувач не надав пояснення, чому в дослідженнях використовувались перфоровані захисні бар'єри, що мають різну конфігурацію отворів.

Втім, ці зауваження висловлені в межах наукової дискусії та не знижують значимість результатів представленої дисертації.

Загальні висновки

На підставі аналізу дисертації, реферату, наукових публікацій здобувача та актів впровадження можна зробити наступні висновки:

1. Дисертація Козачини Віталія Анатолійовича «Розвиток наукових основ оцінювання ефективності захисних конструкцій для захисту робочих зон від пилового та термічного забруднення», виконана здобувачем на актуальну тему. В дисертації наведено рішення важливої наукової проблеми в галузі охорони праці.

2. Мета дисертації, об'єкт та предмет дослідження, завдання досліджень, результати роботи відповідають формулі та паспорту спеціальності 05.26.01 – охорона праці.

3. Результати дисертації є новими, мають наукове значення та практичну цінність. Ці результати спрямовані на рішення важливої задачі в галузі охорони праці – мінімізації рівня пилового та теплового забруднення робочих зон на промислових майданчиках.

4. За актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю, рівнем та обсягом проведених досліджень, якістю оформлення дисертація відповідає вимогам пп. 7-9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук» МОН України, затвердженого постановою Кабінету Міністрів

України від 17 листопада 2021 р. № 1197, а її автор Козачина Віталій Анатолійович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – охорона праці.

Опонент
д.т.н., професор, завідувач кафедри
цивільної безпеки, охорони праці,
геодезії та землеустрою
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського Сергій СУКАЧ

