

ВІДГУК
офіційного опонента доктора технічних наук, професора
ГЛИВИ Валентина Анатолійовича
на дисертаційну роботу Радчука Дмитра Ігоровича
на тему «Наукове обґрунтування та вдосконалення конструкцій засобів
індивідуального захисту органів дихання з капюшоном», що представлена на
здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю
05.26.01 – охорона праці

1. Актуальність обраної теми досліджень

В умовах зростання техногенних ризиків, підвищеної аварійності інфраструктурних об'єктів і ймовірності надзвичайних ситуацій (НС) різної природи питання збереження життя та працездатності людей у забрудненому повітряному середовищі набуває визначального значення для охорони праці та цивільної безпеки. Інгаляційний шлях ураження є одним із найшвидших і найнебезпечніших: вплив диму, продуктів горіння, токсичних газів і парів, пилу та вторинних аерозолів може спричиняти гострі отруєння, порушення дихання, дезорієнтацію, втрату працездатності та різке підвищення ризику травмування. У реальних сценаріях НС характерна саме комбінована небезпека, коли одночасно присутні аерозолі, газопарові домішки, подразнювальні речовини та дефіцит кисню з погіршенням видимості. Тому ефективність захисту органів дихання має оцінюватися не лише за паспортними показниками фільтрації, а насамперед за здатністю забезпечувати реальну безпеку та функціональну придатність у стресових, динамічних і часто непередбачуваних умовах.

Критично важливим для охорони праці є факт, що під час НС необхідність у захисті органів дихання виникає не тільки у фахівців-рятувальників, а й у великій групі осіб із різним рівнем підготовки: допоміжного персоналу, працівників суміжних служб, технічних працівників об'єкта, а також цивільного населення, яке опинилося в зоні впливу небезпечних факторів. Для цих категорій вирішальними стають швидкість приведення засобу в готовність, простота користування, зменшення помилок при надяганні, прогнозована ефективність без «тонких» налаштувань та мінімальна залежність від індивідуальних особливостей обличчя. Саме тут традиційні рішення на основі півмасок і повнолицевих масок виявляють суттєві обмеження: потребу у стабільному герметичному приляганні, чутливість до помилок користувача, зростання опору диханню у процесі роботи, а також виражене фізіологічне навантаження під час зростання ритму дихання і фізичної активності. У результаті знижується уважність та ефективність користувача, зростає імовірність передчасного припинення використання, що прямо суперечить цілям безпеки праці.

На цьому тлі моторові фільтрувальні респіратори (МФР) з капюшоном розглядаються як найбільш перспективний клас універсальних засобів захисту для умов НС, оскільки поєднують комплексність захисту з мінімізацією навантаження на користувача. Подавання очищеного повітря моторовим блоком знижує опір диханню, підтримує позитивний тиск у підкапюшонному просторі та зменшує залежність рівня захисту від якості прилягання, що принципово важливо для непередбачених користувачів і допоміжного персоналу. Капюшонна конструкція, окрім захисту органів дихання, одночасно створює бар'єр для очей та шкіри обличчя, підвищує сумісність із іншими засобами індивідуального захисту і може забезпечити кращу реакцію користувача на респіратор при тривалій роботі. Таким чином, МФР з капюшоном здатні виступати практично універсальним рішенням, що підвищує практичну ефективність захисту за рахунок поєднання технічної надійності та людського фактора.

Водночас широке впровадження капюшонних МФР стримується низкою недоліків: вищою вартістю за фільтрувальні маски, складнішою конструкцією, потребою в сервісному обслуговуванні, контролі стану фільтрів та акумуляторів, а також вимогами до організації експлуатації й підготовки користувачів. Однак у сценаріях НС ці обмеження часто поступаються за значущістю виграшу у безпеці, швидкості готовності та зниженні фізіологічного навантаження, особливо коли необхідно захистити значну кількість людей різної підготовки. Саме тому наукове обґрунтування та вдосконалення конструкцій МФР з капюшоном є актуальним завданням охорони праці, оскільки дозволяє зменшити загальні ризики ураження в умовах комбінованих небезпек, підвищити надійність та практичну ефективність використання засобів захисту, а також сформувати раціональні вимоги до конструкції, експлуатаційних параметрів і критеріїв оцінювання.

Отже, актуальність теми визначається потребою створення та наукового обґрунтування універсальних капюшонних МФР, які забезпечують високий рівень захисту за мінімального навантаження на користувача, зберігають працездатність і керованість дій в умовах НС, та є придатними для застосування не лише професійними підрозділами, а й допоміжним персоналом і цивільними особами в зоні надзвичайної події.

2. Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами та темами

Дисертаційна робота виконувалась відповідно до пріоритетних напрямків наукових досліджень, пов'язаних із Концепцією реформування системи управління охороною праці в Україні, схваленою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 12 грудня 2018 р. № 989-р., а також в рамках виконання науково-дослідних робіт НТУ «Дніпровська політехніка» та Фізико-хімічного інституту захисту навколишнього середовища і людини за темами: «Ресурсозберігаюча геотехнологічна і гідродинамічна параметризація видобутку

малопотужних запасів мінеральної сировини у техногенно навантаженому середовищі» (№ ДР 0117U006753, 2017 р.); «Розробка універсальних засобів індивідуального захисту пролонгованої дії подвійного призначення» (№ ДР 0117U000376, 2017-2018 рр.), «Розробка процесу керування ризиками шляхом удосконалення засобів індивідуального захисту та систем моніторингу безпеки техногенних об'єктів» (№ ДР 0125U002025 з 2025 року), у яких автор брав участь як виконавець.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність та наукова новизна

Наукові положення, які виносяться на захист здобувачем, у повній мірі відображають отримані наукові результати та є достатньо обґрунтованими.

Наукові положення, що виносяться на захист, сформульовані автором наступним чином.

1. Для моторових фільтрувальних респіраторів з капюшоном збільшення швидкості повітряного потоку з 60 до 200 $\text{дм}^3/\text{хв}$. зумовлює скорочення коливань внутрішнього тиску ($P_{\text{max}}/P_{\text{min}}$) залежно від типорозміру лицевої частини, а саме: від 1,22 до 1,16 для типорозміру М і від 1,11 до 1,108 для типорозміру L, водночас підвищуючи амплітуду коливань швидкості ($V_{\text{max}}/V_{\text{min}}$) в 1,2 рази. При цьому час очищення скорочується у в 3,3 рази незалежно від типу капюшону, що дозволяє прогнозувати інтенсивність навантаження та енерговитрати користувача.

2. Ефективний час об'ємного оновлення повітря у капюшоні моторового фільтрувального респіратора описується теоретично обґрунтованою зворотно пропорційною залежністю від витрати повітря з урахуванням експериментально отриманого коригувального коефіцієнту, що дозволяє врахувати не лише геометричні параметри лицевої частини, а й динаміку масообміну, що зумовлена вентиляцією легень, при чому, що за об'ємної витрати повітря до 30 $\text{дм}^3/\text{хв}$ коригувальний коефіцієнт перевищує 1, тоді як при збільшенні об'ємної витрати до діапазону 30–60 $\text{дм}^3/\text{хв}$ його значення стає меншим за 1.

3. Експериментально доведено, що аеродинамічний опір на протиаерозольному фільтрі є функцією не тільки геометричних параметрів самого фільтра і властивостей фільтрувального середовища, а й експериментально визначеного коефіцієнту конфігурації складчастого фільтра, який знаходиться в межах від 0,2 до 0,7, та визначає характер потоку і, тим самим, дозволяє прогнозувати ергономічні характеристики складчастого фільтра ще на етапі проектування.

Результати, що покладені в основу трьох наукових положень, досить широко опубліковані автором в періодичних виданнях і обговорені на наукових конференціях.

Наукова новизна отриманих результатів:

- розроблено нову концепцію конструкції моторового фільтрувального респіратора з автоматичним регулюванням повітряного потоку, сенсорною системою моніторингу та інтеграцією капюшона з каскою, що забезпечує високий рівень захисту й надійності.

- розроблено нову математичну модель функціонування моторового фільтрувального респіратора, яка описує зміну тиску та витрати повітря в системі «фільтр – вентилятор – повітропровід – капюшон» для оцінювання стабільності й ефективності функціонування моторового респіратора за різних режимів вентиляції на основі передавальної функції системи.

- виявлено нелінійну залежність між енерговитратами користувача, концентрацією шкідливих речовин та ефективністю роботи фільтрів, що визначає зниження часу захисної дії при підвищених фізичних навантаженнях.

- уточнено аналітичні залежності між енерговитратами користувача та часом захисної дії, які можуть бути використані при розробленні нормативів експлуатації респіраторів у різних виробничих умовах.

- визначено закономірність зміни коефіцієнта конфігурації фільтрувальних матеріалів від щільності упакування волокон та відношення відстані між гофрами (Wф) до їх висоти, що дозволяє обґрунтувати зростання початкового перепаду тиску складчатого фільтра по відношенню до плоского, що дозволяє встановити раціональна геометричні параметри фільтрувальних коробок.

- сформовано уточнену модель розподілу повітряного потоку на поверхні складчатого фільтра, яка поєднує не тільки геометричні форми фільтрів з кількістю повітря, що надходить, а й розташування вхідних і вихідних отворів фільтрувальних коробок, що дозволяє забезпечити максимальне використання площі фільтрувального матеріалу.

Новизна результатів дослідження не викликає сумнівів.

4. Оцінка змісту роботи та повнота викладення положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях

Дисертація складається з вступу, 5 розділів зі списком літератури та висновків за кожним розділом, а також висновків за усією дисертаційною роботою. Робота містить 251 сторінка основного тексту, 119 рисунків, 75 таблиць та 6 додатків. Вважаю, що характер змісту дисертаційної роботи відповідає її обраній назві.

Текст дисертаційної роботи викладено логічно, грамотною технічною мовою. Робота супроводжується значною кількістю пояснювальних рисунків та таблиць. Присутні додатки, що розкривають зміст роботи, вказують на її цілісність та завершеність.

Перший розділ дисертаційної роботи присвячено огляду сучасного рівня розвитку та практики застосування фільтрувальних засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД). Проаналізовано етапи вдосконалення конструкцій фільтрувальних респіраторів, принципи формування аеродинамічних каналів, підходи до добору фільтрувальних матеріалів, а також методи моделювання руху повітряних потоків усередині фільтрувальних елементів. Виконано порівняльний аналіз традиційних і сучасних концепцій проєктування ЗІЗОД та узагальнено вимоги чинних стандартів, які визначають основні критерії їх ефективності, зокрема ступінь проникнення шкідливих домішок, опір диханню, герметичність прилягання і ергономічні характеристики.

Особливу увагу приділено аналізу функціонування фільтрувальних півмасок, масок і капюшонів, зокрема впливу геометричних параметрів та властивостей ущільнювальних елементів на рівень захисної дії. Розглянуто конструктивні рішення моторових фільтрувальних респіраторів (МФР) провідних світових виробників 3M Versaflo TR-600, Honeywell North Primair PA7000, Scott Safety Duraflow SRS, що дало змогу сформулювати комплекс технічних вимог до перспективної конструкції МФР.

Узагальнено характеристики основних типів фільтрувальних матеріалів - волокнистих, вугільних, композитних і наноструктурних, проаналізовано їх адсорбційну здатність та стійкість до дії агресивних середовищ. Систематизовано методи оцінювання часу захисної дії ЗІЗОД і визначено обмеження традиційних підходів. Установлено, що суттєве зниження ефективності фільтрувальних елементів зумовлюється утворенням «мертвих зон», які призводять до неповного використання фільтрувального матеріалу та зростання опору диханню. На підставі проведеного аналізу обґрунтовано доцільність удосконалення конструкцій фільтрувальних коробок шляхом урахування аеродинамічних чинників, геометрії корпусу та забезпечення рівномірного розподілу швидкості повітряного потоку.

Зроблено висновки за даним розділом та подано 133 посилання на літературні джерела.

У другому розділі наведено результати досліджень, спрямованих на вдосконалення лицевої частини респіратора. Проаналізовано вплив носіння респіратора та захисного капюшона на когнітивні функції користувачів – швидкість реакції, увагу та точність дій. Показано, що короткочасне використання не погіршує психофізіологічний стан, тоді як тривале носіння без перерв сприяє зростанню втоми внаслідок змін мікроклімату.

Запропоновано нову конструкцію лицевої частини універсального респіратора з гнучкого багатопарового матеріалу та удосконаленою системою кріплення. Обґрунтовано доцільність капюшонного виконання, яке забезпечує рівномірний розподіл навантаження на голову, підвищує комфорт і зменшує ризик подразнень під час тривалої експлуатації. Виконано розрахунок параметрів

повітропровідного шланга та проведено гідродинамічний аналіз для оптимізації повітропостачання.

Досліджено умови мовної комунікації та встановлено, що удосконалена конструкція капюшона зберігає природну розбірливість мовлення. Оцінка впливу конструкції на працездатність показала зниження теплового навантаження, покращення вентиляції та підвищення стійкості до втоми на 10-15 %. У цілому доведено, що капюшонна лицева частина забезпечує комплексне покращення ергономічних і функціональних показників.

Зроблено висновки за даним розділом та подано 56 посилань на літературні джерела.

У третьому розділі представлено розробку моторового фільтрувального респіратора з капюшоном. Запропонована концепція передбачає інтегрований фільтрувальний модуль із вентилятором, блок керування з сенсорним моніторингом параметрів повітря та капюшон, поєднаний із захисною каскою, що забезпечує комплексний захист голови, шиї й органів дихання та підвищує зручність використання.

Проведено FMEA-аналіз конструкції, визначено потенційні ризики та заходи щодо їх мінімізації. Розроблено комплект конструкторської документації для основних вузлів, а саме капюшону, моторового блоку та шланга. Капюшон виконано з багат шарового матеріалу з прозорою панеллю й вентиляційними каналами, а моторовий блок містить вентилятор, електродвигун, акумулятор високої ємності та систему самодіагностики.

Експериментальні випробування відповідно до нормативних вимог підтвердили необхідну захисну ефективність, низький рівень шуму, ергономічність і герметичність, що свідчить про можливість сертифікації виробу для використання в умовах хімічних, біологічних і техногенних загроз.

Окремо досліджено вплив дихальної активності користувача на масообмін у внутрішньому об'ємі капюшона з використанням дихальної машини. Розроблено математичну модель МФР, яка пов'язує параметри вентилятора, опір фільтра, геометрію шланга та витрату повітря і дає змогу визначати оптимальні режими роботи залежно від рівня фізичної активності користувача.

Зроблено висновки за даним розділом та подано 30 посилань на літературні джерела.

У четвертому розділі подано результати теоретичних і експериментальних досліджень скомбінованих фільтрів для універсальних респіраторів. Проаналізовано вплив умов експлуатації на процес насичення адсорбентів і встановлено, що за інтенсивних фізичних навантажень час захисної дії може зменшуватися до 40 %. Визначено раціональні геометричні параметри корпусу фільтрів та показано переваги циліндричних конструкцій із модифікованим входом, які забезпечують більш рівномірний розподіл повітряного потоку.

Сформульовано принципи поєднання механічного та хімічного очищення повітря і визначено оптимальне співвідношення фільтрувальних шарів. Запропоновано ароматичний індикатор у хлоридно-натрієвій капсулі для сигналізації про вичерпання ресурсу фільтра.

Розроблено програмне забезпечення для прогнозування часу захисної дії фільтрів з урахуванням параметрів дихання, режимів роботи та геометрії фільтра, що дає змогу планувати їх використання в конкретних умовах експлуатації.

Зроблено висновки за даним розділом та подано 64 посилання на літературні джерела.

У п'ятому розділі виконано комплексне моделювання конструкції універсального фільтрувального респіратора. Досліджено вплив геометрії фільтрувальної коробки на перепад тиску та встановлено, що плавні контури й круглі отвори забезпечують мінімальний опір повітряному потоку. Моделювання в середовищі SolidWorks дало змогу виявити «мертві зони» у нераціональних конструкціях і обґрунтувати вибір оптимальної геометрії.

Визначено залежності між параметрами конфігурації фільтрів (товщиною, площею, кутом нахилу складок) та їх ефективністю. Оптимізація конструкції забезпечила підвищення фільтрувальної здатності без зростання опору диханню. Також розроблено систему контролю ресурсу фільтра на основі сенсорного блока та механічного індикатора накопичення шкідливих речовин.

Узагальнення результатів підтвердило, що оптимізація геометрії фільтрувальної коробки, конфігурації фільтра та системи контролю ресурсу дає змогу створити універсальний респіратор із підвищеною ефективністю очищення, зниженим опором диханню та високим рівнем ергономічності.

Зроблено висновки за даним розділом та подано 45 посилань на літературні джерела.

Основні результати дисертаційних досліджень опубліковані у 57 роботах з них: 3 навчальні посібники, 45 статей у наукових фахових виданнях, з них 7 у міжнародних та вітчизняних виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз, 8 у збірниках матеріалів міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференцій; 2 патенти на корисну модель, та 7 публікацій в інших виданнях, не включених до переліку фахових видань.

Основні положення за результатами дисертаційної роботи доповідалися на всеукраїнських і міжнародних конференціях: Українська школа гірничої інженерії з 2018 по 2024 роки; 8th International Scientific Conference «Problems and prospects of territories' socio-economic development» (The Academy of Management and Administration in Opole, May 10, Opole, 2019); 9th International Symposium on Occupational Health and Safety SESAM 2019 Scientific Event (University of Petroșani, 3 October 2019, Petroșani, Romania); 9th international youth science forum «litteris et artibus» (Lviv Polytechnic National University, November 21–23, 2019); 3rd

International Webinar on Physical Health, Nursing Care and COVID-19 Management (23-24 липня 2021, Kington, UK); XVIII конференції молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ» (29 жовтня 2020 року, ІГТМ, м. Дніпро); 13th SAFETY GALA virtual workshop (13-14 April 2021, Cyprus); XIX міжнародна конференція молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ» (28 жовтня 2021 року, ІГТМ, м. Дніпро); Міжнародна науково-практична конференція «OSHAgro – 2021 (м. Київ); Охорона праці: освіта і практика у Львівському університеті БЖД (м. Львів 2021, 2022 роки); Online 4th SAFETY GALA VIRTUAL WORKSHOP (5&6 APRIL 2022, ERA Ltd, Athens, Greece); X Міжнародна науково-технічної конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь: наука та інновації» (23–25 листопада 2022 року, НТУ «ДП», Дніпро); X Міжнародна науково-практична конференція «Безпека життєдіяльності в ХХІ столітті» (17–18 листопада 2022, НТУ «ДП», м. Дніпро); Міжнародний форум «Безпечна, комфортна, спроможна, територіальна громада» (11-13 жовтня 2023 року, НТУ «ДП», м. Дніпро); 6nd International Scientific and Technical Internet Conference “Innovative development of resource-saving technologies and sustainable use of natural resources (Petroșani, Romania, 2023); XIII Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Наукова весна 2023» (1-3 березня 2023 року, НТУ «ДП», м. Дніпро); XI Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь: наука та інновації» (22–24 листопада 2023 року, НТУ «ДП», м. Дніпро); THE FIRST INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE “CIVIL PROTECTION IN TIMES OF WAR” (квітень 2025, ЛДУ БЖД, м. Львів).

5. Значення роботи для науки, практики та суспільства

Наукове значення дисертаційної роботи полягає в розвитку теоретичних положень, методів і моделей проектування засобів індивідуального захисту органів дихання з примусовою подачею повітря, а також у розв’язанні науково-прикладної проблеми підвищення ефективності, надійності та ергономічності моторових фільтрувальних респіраторів. Отримані в роботі результати полягають у встановленні впливу геометрії фільтрувальних коробок та характеру вхідного повітряного потоку на утворення «мертвих зон» у фільтрувальному матеріалі, що дозволило теоретично обґрунтувати шляхи підвищення ступеня використання активного об’єму фільтра; дістали подальшого розвитку методи оцінювання часу захисної дії фільтрів шляхом урахування динамічних змін режимів дихання користувача, що забезпечує більш достовірне прогнозування ресурсу фільтрувальних елементів у реальних умовах експлуатації; удосконалено наукові підходи до моделювання аеродинамічних процесів у системі фільтрувальний елемент – повітропровід – лицева частина, що дозволило інтегрувати геометричні, гідродинамічні та експлуатаційні параметри в єдину розрахункову схему;

сформульовано науково обґрунтовані принципи оптимізації конструктивних параметрів моторових фільтрувальних респіраторів, які можуть бути використані як методологічна основа при створенні засобів індивідуального захисту нового покоління.

Практичне значення одержаних результатів дисертаційної роботи полягає у формуванні науково-методичного підґрунтя для створення сучасних фільтрувальних засобів індивідуального захисту органів дихання. Зокрема, розроблено алгоритм розрахунку коефіцієнта конфігурації, який може бути застосований під час проектування фільтрів різних типів з метою забезпечення раціональних параметрів повітропроникності. Створено програмний комплекс для прогнозування часу захисної дії фільтрів, що враховує розподіл повітряного потоку, режими дихання та енерговитрати користувача і забезпечує похибку прогнозу не більше 10 % від експериментальних даних. Запропоновано систему контролю перепаду тиску та залишкового ресурсу фільтра, яка дозволяє своєчасно визначати момент заміни фільтрувальних елементів і підвищує рівень безпеки користувачів. Також розроблено методику оцінювання розбірливості мовлення під час використання респіраторів, що може бути використана в процесі сертифікаційних випробувань нових моделей засобів індивідуального захисту.

У межах роботи створено моторовий фільтрувальний респіратор, який відрізняється від існуючих зразків конструкцією капюшона, інтегрованого з ударозахисною каскою, а також моторовим блоком, виготовленим із сучасних матеріалів (ABS+), оснащеним безколекторним електродвигуном і сенсорною системою на основі мікроконтролера Arduino. Обґрунтовано вибір раціонального діаметра повітропроводу (32 мм), що забезпечує оптимальну подачу повітря відповідно до режиму дихання та рівня енерговитрат користувача.

Експериментальними дослідженнями підтверджено, що ефективний час захисної дії протигазових фільтрів визначається не лише концентрацією та природою шкідливої речовини, кліматичними умовами, аеродинамічними характеристиками фільтрувальної коробки, типом і об'ємом сорбенту та фізичним навантаженням користувача. Установлено, що зазначені чинники є визначальними за концентрацій шкідливих речовин понад 300 ppm, тоді як у діапазоні до 300 ppm вирішальну роль відіграє саме концентрація небезпечного компонента. Це дало змогу більш точно прогнозувати ефективний час роботи фільтрів з урахуванням режимів дихання та повітрообміну в підмасковому просторі, які істотно впливають на реальні умови експлуатації ЗІЗОД.

Теоретичні та практичні результати дисертаційного дослідження впроваджені в навчальний процес кафедри охорони праці та цивільної безпеки НТУ «Дніпровська політехніка» при підготовці здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальностей 263 Цивільна безпека за освітньою програмою «Цивільна безпека» та 184 Гірництво за освітньою програмою «Охорона праці»

під час вивчення дисциплін «Проектування засобів колективного та індивідуального захисту працюючих», «Сучасні засоби індивідуального захисту працюючих» та «Проектування технічних засобів та заходів безпеки», в тому числі навчальний посібник «Засоби індивідуального захисту для надзвичайних ситуацій» (протокол Вченої ради №6 НТУ «Дніпровська політехніка» від 31.05.2023 р.).

Результати роботи впроваджено на виробництві засобів індивідуального захисту органів дихання у ТОВ НВП «СТАНДАРТ», а також при виконанні державної теми «Розробка універсальних засобів індивідуального захисту пролонгованої дії подвійного призначення» (№ ДР 0117U000376, 2017 р.), у яких автор брав участь як виконавець на базі Фізико-хімічного інституту захисту навколишнього середовища і людини. Отримано позитивну оцінку від ДВГРЗ ДСНС України (м. Кривий Ріг) за результатами розгляду матеріалів та аналізу технічної документації щодо розробленої конструкції моторового фільтрувального респіратора з капюшоном, яка продемонструвала потенціал для практичного застосування у виробничих умовах.

Результати розробки використано при підготовці навчального посібника «Проектування засобів колективного та індивідуального захисту працюючих», призначеного для студентів вищих навчальних закладів, зокрема кафедри охорони праці та охорони праці НТУ «Дніпровська політехніка», а також при виконанні студентами кваліфікаційних робіт за другим (магістерським) рівнем вищої освіти.

6. Відсутність (наявність) порушень академічної доброчесності

За результатами вивчення дисертаційного дослідження, порушень академічної доброчесності та її принципів не було виявлено.

7. Дискусійні положення

Загалом дисертаційна робота Д.І. Радчука виконана на високому науковому рівні, характеризується системністю, актуальністю та чіткою практичною спрямованістю. Водночас, дотримуючись принципів об'єктивного та конструктивного рецензування, вважаємо за доцільне висловити кілька зауважень і пропозицій, які можуть стати предметом наукової дискусії та подальшого розвитку дослідження.

- у п.1 «наукових положень» доцільно стисло уточнити, яким саме алгоритмом/моделлю здійснюється прогнозування інтенсивності навантаження та енерговитрат користувача за параметрами потоку (коливання тиску/швидкості, час очищення), які вхідні параметри використовуються та як враховується вплив типорозміру капюшона й зміни опору фільтра. Також бажано навести межі застосовності (діапазони витрат/режимів) і оцінку точності прогнозу (похибка/невизначеність) за результатами валідації.

- доцільно коротко конкретизувати статистичну частину, оскільки наведено лише факт $p > 0,05$ (Stroop, PVT, NASA-TLX) та обсяги вибірок (15; 25; 412 осіб), але не вказано: які саме нульові/альтернативні гіпотези перевірялись, які статистичні критерії застосовано (параметричні/непараметричні), чи проводився розрахунок потужності вибірки/обґрунтування n , а також чи застосовувалась корекція на множинні порівняння (за потреби). Бажано доповнити інформацією з описом підходу (критерій, рівень значущості α , метрики ефекту/довірчі інтервали) для підвищення відтворюваності та переконливості результатів.

- в роботі наведено передавальну функцію 1-го порядку та аргументацію щодо «відкритої/негерметичної» системи й зниження енерговитрат, однак для переконливості доцільно стисло подати припущення та межі застосовності моделі (лінійність/стаціонарність, діапазони витрат і тиску), граничні умови моделювання, а також ключові результати верифікації (метрика похибки, критерій відповідності експерименту, 1-2 ілюстративні порівняння «модель-експеримент»). Це дозволить краще обґрунтувати тезу про коректність переходу до моделі 1-го порядку.

8. Загальний висновок щодо дисертаційної роботи

Дисертаційна робота написана грамотною технічною мовою, логічно побудована та викладена. Отримані в ході досліджень наукові результати є новими та оригінальними.

Загальні недоліки та зауваження щодо дисертаційної роботи не носять принципового характеру та не впливають на її позитивну оцінку. В цілому робота представляє самостійне, завершене наукове дослідження, а її основні положення є науково обґрунтованими, достовірними та корисними в теоретичному й практичному аспектах.

Вважаю, що дисертаційна робота Радчука Дмитра Ігоровича «Наукове обґрунтування та вдосконалення конструкцій засобів індивідуального захисту органів дихання з капюшоном» представлена на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – «охорона праці» задовольняє всім вимогам, що передбачені положенням нової редакції Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 19 травня 2023 року № 502 (зі змінами), постановою Кабінету Міністрів України від 17.11.2021 р. № 1197 «Деякі питання присудження (позбавлення) наукових ступенів», затвердженому «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», а також наказу Міністерства освіти і науки України від 23.09.2019 року № 1220 «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора та кандидата наук», зареєстрованого у Міністерстві юстиції України 08.10.2019 р. за № 1086/34057.

За розкриття нових закономірностей аеродинамічної стабільності та масообміну у внутрішньому об'ємі моторових фільтрувальних респіраторів з

капюшоном, теоретичне обґрунтування й експериментальне підтвердження впливу витрати повітря на коливання тиску та час об'ємного оновлення повітря, а також за створення наукових основ вибору раціональних режимів вентиляції з урахуванням геометрії лицевої частини і динаміки легеневої вентиляції користувача Радчук Дмитро Ігорович заслуговує на присудження ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – охорона праці.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри фізики
Київського національного університету
будівництва і архітектури

Валентин ГЛИВА

Підпис Гливи В.О.

"Засвідчую"

*Проректор
роботи та
розвитку*



[Signature]

*Олександр
Ковальчук*

Відрук отриманий 25.05.2024
Земель секретар 08.08.2024

Д. Заруба

