

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор

Національного технічного університету
«Дніпровська політехніка»

Олександр АЗЮКОВСЬКИЙ

« 03 » 2024 р.



ВИСНОВОК

**Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»
про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів
дисертації Клімова Даниїла Геннадійовича «Підвищення ефективності
фільтрувальних засобів індивідуального захисту для умов надзвичайних
ситуацій», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 26
Цивільна безпека за спеціальністю 263 Цивільна безпека**

Витяг

з протоколу № 6 засідання кафедри охорони праці та цивільної безпеки
від «12» березня 2024 року

Присутні: Головуючий на засіданні д.т.н., професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки Чеберячко Ю.І., завідувач кафедри охорони праці та цивільної безпеки д.т.н., професор Голінько В.І., д.т.н. професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки Чеберячко С.І., д.т.н. професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки Цопа В.А., д.т.н. професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки Налиско М.М., д.т.н. професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Колесник В.Є., д.т.н. професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки Яворська О.О., к.т.н., доцент кафедри охорони праці та цивільної безпеки Муха О.А., к.т.н., доцент кафедри охорони праці та цивільної безпеки Лісовицька І.А., к.т.н., доцент кафедри охорони праці та цивільної безпеки Радчук Д.І., к.т.н., доцент кафедри охорони праці та цивільної безпеки Столбченко О.В., к.т.н., доцент кафедри охорони праці та цивільної безпеки Савельєв Д.В., доцент кафедри управління на транспорті Дерюгін О.В., доцент кафедри охорони праці та цивільної безпеки М.М. Наумов.

Серед присутніх 6 докторів технічних наук і 6 кандидатів технічних наук фахівці зі спеціальності, з якої виконувалась дисертація» та 2 кандидата технічних наук, які професіоналами в галузі виготовлення засобів індивідуального захисту органів дихання, які працюють на НВП «Стандарт».

Порядок денний: Обговорення дисертаційного дослідження аспіранта кафедри охорони праці та цивільної безпеки інституту природокористування Клімова Даниїла Геннадійовича «Підвищення ефективності фільтрувальних

засобів індивідуального захисту для умов надзвичайних ситуацій», поданого на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 26 Цивільна безпека за спеціальністю 263 Цивільна безпека

Наукові керівники – доктор технічних наук, професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки НТУ «Дніпровська політехніка» Чеберячко Сергій Іванович.

Дисертація виконувалась на кафедрі охорони праці та цивільної безпеки НТУ «Дніпровська політехніка» на основі розробки нової конструкції фільтрувального респіратора з примусовою подачею повітря з можливістю автоматичного регулювання об'єму повітряного потоку у відповідності до характеру фізичного навантаження користувача, протягом усього терміну експлуатації з підтриманням належного рівня захисних властивостей пристрою, через постійний моніторинг ключових параметрів.

Тема дисертації затверджена на засіданні Вченої ради Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» (протокол № 15 від 11 грудня 2018 року).

Виступили:

Здобувач Клімов Д.Г. представив презентацію за основними положеннями дисертації «Підвищення ефективності фільтрувальних засобів індивідуального захисту для умов надзвичайних ситуацій», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 26 Цивільна безпека за спеціальністю 263 Цивільна безпека.

Доброго дня. Шановний голову і шановні члени наукового семінару.

Вашій увазі представлена дисертаційна робота на тему Підвищення ефективності фільтрувальних засобів індивідуального захисту для умов надзвичайних ситуацій». Тема є актуальною для будь якої країни, особливо, для нашої, виходячи з тих умов, в яких ми живемо, коли НС стали нашою повсякденністю.

Більшість надзвичайних ситуацій характеризуються виникненням пожеж, під час яких відбувається викид великої кількості шкідливих речовин у повітря. На слайді 4 представлена оновлена актуальна статистика щодо кількості пожеж за останні 3 місяці у 22 та 23 роках. З слайду 5 ми можемо побачити, що хоча і кількість пожеж знизилась за ці періоди, але матеріальні втрати зросли. Кількість постраждалих та загиблих людей майже не змінилася. Попри війну, як ми бачимо з слайду 7, основними причинами є необережне поводження з вогнем та порушення правил ПБ (слайд 8) Під час пожежі виникає багато ризиків для людей, але як відомо, більшість страждає навіть не через вогонь або руйнування, а саме через утворення токсичних продуктів горіння, які потрапляють до організму людини через незахищені органи дихання (слайд 9) та можуть привести до смерті, якщо людина не зможе покинути зону НС. Склад же токсичних речовин залежить від того що горить, але в більшості випадків (слайд 10) це може бути вуглекислий газ, ціаністий водень, аміак, сірководень тощо.

Тому законодавством України в області цивільної безпеки встановлено, що усі громадські, адміністративні та інші будівлі, де перебуває цивільне населення повинні бути обладнані ЗІЗОД, які повинні використовуватись під час виникнення можливої небезпечної ситуації. Але існуючі законодавчі акти не встановлюють, які самі моделі ЗІЗОД та з якими характеристиками повинні використовуватись. Виходячи з того, що в цій роботі проводиться вдосконалення ЗІЗОД для використання саме цивільним населенням, він повинен задовольняти наступним вимогам:

- потрібно забезпечувати хоча б 30-40 хвилин терміну захисної дії з урахуванням того, що людина може витратити багато повітря під час фізичного навантаження та стресу. Цього часу повинно хватати для того, щоб людина могла покинути більшість видів будівель в нашій країні з запасом;
- фільтр повинен бути як можна більш універсальним, тому ще ми не адаптуємось під конкретне підприємство;
- ЗІЗОД в цілому повинен бути комфортним та простим, щоб людина без навичок змогла його використовувати;
- і останнє, він повинен також мати великий термін зберігання, щоб це було економічно вигідним.

Звідси для досягнення поставленої мети в дисертаційній роботі поставлено 5 задач. А саме, потрібно:

1. Провести аналіз поточного питання із захистом населення при виникненні надзвичайних ситуацій.
2. Провести аналіз теоретичних підходів до розрахунку терміну захисної дії протигазових фільтрувальних елементів
3. Розробити нову конструкцію ЗІЗОД з примусовою подачею повітря з автоматичним
4. Провести експериментальну лабораторну перевірку двох компонованих схем моторованих ЗІЗОД
5. Розробити інструкцію для користувача моторованого ЗІЗОД.

Для вирішення першої задачі було проаналізовано всі типи ЗІЗОД, які можна застосувати для евакуації населення. Їх можна поділити на фільтрувальні та ізолювальні ЗІЗ.

Перші рекомендуються для умов достатньої наявності кисню у повітрі (більше 17%). Це можуть бути як фільтрувальні протигazi, так і саморятівники. Вони характеризуються наявністю фільтрів за допомогою яких неочищене повітря завдяки самовсмоктуванню проходить через фільтр, очищається та попадає в підмасковий простір. Але протигazi доволі складні в процесі використання, а також можуть підсмоктувати шкідливі речовини з зовнішнього середовища через смугу обтюрації. Це відбувається тому оскільки неможливо забезпечити високу щільність прилягання маски\півмаски до обличчя людини через різні антропометричні особливості. (слайд 12) Фільтрувальні саморятівники (або каптури) частково лишені цієї проблеми, тому вони зараз доволі розповсюджені, як такий універсальний тип ЗІЗОД. Але через них може бути важко дихати під час активного фізичного навантаження та стресу. Також можуть виникати певні проблеми з комфортом під час використання.

Ізолювальні же ЗІЗОД мають незалежне джерело кисню, що є більш безпечним варіантом, але його використання потребує ще більш спеціальних навичок, тому зазвичай використовуються у різноманітних службах. А це суперечить нашим вимогам.

Як окреме направлення, вже деякий час розвиваються ЗІЗОД з примусовою подачею повітря. Вони більш безпечні ніж звичайні фільтрувальні протигази, завдяки тому що відчищене повітря попадає в підмасковий простір не завдяки процесу дихання, а завдяки нагнітаючому вентилятору, який створює зону підвищеного тиску в підмасковому просторі. Це майже виключає можливість попадання шкідливих речовин через смугу обтюрації між маскою та обличчям людини та робить дихання більш легким. Також можна встановити датчики та контролери зовнішньої середовища поряд з нагнітаючим вентилятором, використовуючи для цього енергію акумулятору, для збільшення терміну захисної дії та/або збільшення якості роботи вентилятора, щоб покращити умови для користувача та інформувати його про ключові параметри. Завдяки цим властивостям та гнучкості, саме цей тип ЗІЗОД був обраний як основний для подальшого аналізу.

В нашій країні відсутні зразки та моделі даного типу ЗІЗОД, тому були проаналізовані деякі моделі з західного ринку. На слайді 14 ви можете ознайомитись детально з оцінкою ризиків, описом можливих проблем, їх наслідками та з можливими шляхами їх вирішення. Я ж зазначу самі основні недоліки існуючих моторованих фільтрувальних засобів індивідуального захисту органів дихання, які ви бачите зараз на слайді 15.

- низьку ефективність вентилятора через значний опір потоку повітря, який виникає у повітропроводі через незначні розміри повітряних каналів;
- неефективну роботу системи управління, яка у випадках різкого підвищення витрати повітря (більше 300 л/хв.) при виконанні важкої роботи, вмикає вентилятор із запізненням;
- низьку усмоктувальну спроможність відцентрованого вентилятора, що не дозволяє його використання в атмосфері забрудненій декількома різними шкідливими речовинами.

В рамках другої задачі було опрацьовано матеріали для проектування ЗІЗОД. Алгоритм складається з чотирьох кроків:

- Аналіз умов експлуатації. Небезпека пожеж, вказує на необхідність універсального фільтра і на необхідність максимально можливого терміну зберігання ЗІЗОД, універсальність маски чи каптура, простота в експлуатації.
- Визначення конструктивних і експлуатаційних параметрів. Проводимо пошук складових повітродувки, а також системи її управління, яка б дозволила забезпечити максимальний контроль за терміном захисної дії.
- Розробка макетів ЗІЗОД. Пропонується декілька компоновочних схем з різним набором складових: вентилятора, акумулятора, платформи для програмування роботи, щоб розглянути варіанти, виходячи із заданих умов.
- Перевірка і доопрацювання ЗІЗОД. Проводимо лабораторні перевірки і коригуємо конструкцію для забезпечення відповідних показників.

Основною проблемою при вирішенні другої задачі було підібрати універсальний фільтр і забезпечити його контроль за для встановлення терміну захисної дії в умовах, аерозолів, вологості повітря. І друге: забезпечити таку кількість повітря, яку подає повітродувка, щоб під маскою був позитивний тиск. З обома задачами справились, виходячи з основних теоретичних моделей, які дозволяють виявити відповідні залежності зміни перепаду тиску від опору фільтрів. А також зміни терміну захисної дії фільтрів від накопичення вологи.

В результаті моделювання впливу вологості повітря на термін захисної дії протигазових фільтрів встановлено, що у відповідному програмному середовищі, найбільш вплив на кількість уловлювання небезпечних аерозолів залежить від швидкості фільтрування та нерівномірності завантаження адсорберу за площею фільтра через різницю у вхідному і вихідному отворах, що пропонується зменшити завдяки застосуванню різних конструкцій решіток, які розміщуються відразу після вхідного отвору.

В рамках вирішення третьої задачі було запропоновано нову конструкція ЗІЗОД з примусовою подачею повітря, який відрізняється від існуючих новий елементом - блоком контролю параметрів повітряного потоку (об'єм, швидкість, температура, вологість), який надходить у підмасковий простір. Це дозволяє, забезпечити відповідну кількість обертів вентилятора, виходячи з частоти та глибини дихання користувача в залежності від фізичного навантаження.

Основою розробки конструкції моторованого ЗІЗОД стало обґрунтування вибору його складових частин:

- вентилятора для забезпечення подачі необхідної кількості повітря у підмасковий простір з урахуванням опору фільтрів
- та ємності акумулятора для підтримки працездатності системи заданий термін
- контролю захисних властивостей ЗІЗОД

В рамках вирішення четвертої задачі на основі моделювання руху повітря через блок очищення ЗІЗОД встановлено, що об'ємом повітряного потоку, який потрапляє у підмасковий простір до органів дихання користувача лінійно залежність від частоти обертання крильчатки вентилятора, однак при досягненні опору повітряному потоку через фільтри більше 7-7,5 мБар залежність стає нелінійною, що пов'язано зі зміною характеру фізичного навантаження.

У результаті проведених імітаційних лабораторних випробувань з визначення захисної ефективності фільтрувальних ЗІЗОД з примусовою подачею повітря на випробувачах встановлено, що осереднений результат коефіцієнта захисту випробуваних зразків коливався в межах від 99,93 до 99,97, що відповідає вимогам стандарту.

Визначено, що витрата повітря підтримується для чистих фільтрів на рівні 165 і 215 дм³/хв для режимів роботи «Норма» і «Турбо» відповідно, та для забруднених – 131 і 185 дм³/хв. Встановлено, що надлишковий тиск в підмасковому просторі не перевищує 2,5 мбар, що цілком відповідає вимогам ДСТУ EN 12941:2004.

Визначено, що стабільність технічних показників пристрою очищення повітря підтримується в заданому діапазоні при заряді акумуляторної батареї марки «Dinogy Li-Pol 11000mAh 14.8V 4S 25C не нижче 12 В для забезпечення величини струму не нижче 1,6 А.

Досліджено вплив конструктивних параметрів фільтруючого коробки на опір диханню і час захисної дії протигазових фільтра насиченого гранульованим активованим вугіллям, що дозволило встановити той факт, що при постійній масі сорбенту збільшення площі фільтра істотно знижує опір диханню, проте зменшення товщини сорбенту, призводить до зниження часу захисної дії фільтра.

В рамках вирішення п'ятої задачі розроблено інструкцію до експлуатації ЗІЗОД.

Після закінчення презентації (ПБ здобувача) присутніми на захисті фахівцями були поставлені наступні запитання:

Доктор наук, професор Чеберячко Ю.І., д.т.н. за спеціальністю 05.26.01, професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки.

Розкрийте поняття коефіцієнту захисту фільтрувальних респіраторів. Як він залежить від коефіцієнта підсмоктування?

Здобувач Клімов Д.Г. Поняття коефіцієнта захисту є одним із головних. Це характеристика, якості фільтрувального респіратора. Визначається в лабораторних умовах через відношення концентрацій у навколишньому середовищі і підмасковому просторі. Коефіцієнт підсмоктування – це величина, яка характеризує проникнення аерозолію через нещільності за смугою обтюраторії респіратора. Її вплив на коефіцієнт захисту оцінюється через загальну витрату повітря, яка проходить крізь фільтр і додаткову – яка проходить через нещільності між обличчям і півмаскою.

Доктор наук, професор Чеберячко Ю.І., д.т.н. за спеціальністю 05.26.01, професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки

Тоді уточнення. Як визначаються витрати повітря, яка проходить через фільтр і через нещільності?

Здобувач Клімов Д.Г. Через різницю перепадів тиску між герметично закріпленим респіратором на обличчя – за рахунок, наприклад герметики і звичайним закріпленням півмаски. Ця різниця, як раз і зумовлена підсмоктуваннями, що і дозволяє оцінити вплив коефіцієнта підсмоктування на коефіцієнт захисту.

Доктор наук, професор Симанович Г.А. д.т.н., професор кафедри охорони праці та цивільної.

У мене є питання про статистичні дані, які наводяться у роботі. Як вони були отримані?

Здобувач Клімов Д.Г. У методиках випробувань передбачено розрахунок статистичних даних через коефіцієнт Стюдента, похибка вимірювань складала не більше 15 %, яку потім враховували за допомогою перерахунку відповідних даних.

Доктор наук, професор Налиско М.М., д.т.н. за спеціальністю 05.26.01, професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки.

На скільки більший термін експлуатації розроблених респіраторів, ніж у традиційних?

Здобувач Клімов Д.Г. Питання було не в терміні захисної дії, а в ступені захисту, розроблена конструкція респіратора має більший коефіцієнт захисту на 20 % ніж існуючі подібні аналоги, за рахунок щільного прилягання до обличчя.

Доктор наук, професор Налиско М.М., д.т.н., професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки за спеціальністю 05.26.01.

За рахунок, чого досягається високий коефіцієнт захисту?

Здобувач Клімов Д.Г. За рахунок утворення позитивного тиску в підмасковому просторі, який створюється повітродувкою.

Доктор наук, професор Голінько В.І., д.т.н. за спеціальністю 05.26.01, завідувач кафедри охорони праці та цивільної безпеки.

Наскільки у моторованих респіраторах комфортніше працювати?

Здобувач Клімов Д.Г. Завдяки створенню позитивного тиску у користувача відсутня потреба у подоланні опору фільтрів, а отже дихати легше, енергії витрачається менше.

Доктор наук, професор Голінько В.І., д.т.н. за спеціальністю 05.26.01, завідувач кафедри охорони праці та цивільної безпеки.

В чому полягає наукова новизна роботи

Здобувач Клімов Д.Г. у побудові імітаційної моделі для розрахунку терміну захисної дії протигазових фільтрів від шкідливих газів та уникнення з урахуванням впливу вологості навколишнього середовища, що дозволило підібрати параметри повітродувки для забезпечення моніторингу за терміном захисної дії.

Доктор наук, професор Колесник В.Є. д.т.н. за спеціальністю 05.26.01, професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища,.

Які фракції пилу є найбільш небезпечними для людини?

Здобувач Клімов Д.Г. Для людини найбільш небезпечною є респірабельна фракція пилу з розмірами частинок від 0,5 мкм до 3 мкм, яка потрапляючи в бронхіоли і альвеоли забиває їх і викликає погіршення насичення крові киснем. Середньодисперсна фракція здебільшого осідає в бронхах і викликає пилові бронхіти.

Доктор наук, професор Колесник В.Є. д.т.н. за спеціальністю 05.26.01, професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища,.

Скажіть, будь ласка, чи було розраховано вартість розроблених респіраторів, можливо їх впровадження буде більш коштовним ніж компенсаційні виплати пов'язані за ушкодженням здоров'я працівників?

Здобувач Клімов Д.Г. Собівартість моторованого респіратора, на сьогодні, знаходиться в межах 1200 – 1800 гривен. Навіть, якщо вони і ще подорожчають, все одно здоров'я людини відновити дуже складно і потребує значних матеріальних витрат.

Кандидат наук, доцент Радчук Д.І., к.т.н. за спеціальністю 05.26.01, доцент кафедри охорони праці та цивільної безпеки.

Скажіть, будь ласка, які Вам відомі дослідження з оцінки впливу респіраторів на продуктивність праці. І як опір респіратора вплине на працездатність гірників?

Здобувач Клімов Д.Г. У 2005 році на замовлення компанії ЗМ була проведена наукова робота з визначення впливу опору дихання на працездатність людини. В дослідженнях приймала участь значна кількість людей віком від 20 до 65 років, різної статі і фізичних можливостей. Висновки роботи виявились досить неочікуваними: при опорі фільтрів до 29 – 25 Па працездатність майже не змінюється, тоді як при опорі більше 50 Па спостерігається додаткові затрати енергії людини на пересилання такого перепаду тиску, яке в подальшому тільки погіршується.

Кандидат наук, доцент Наумов М.М., к.т.н. за спеціальністю 05.26.01, доцент кафедри охорони праці та цивільної безпеки.

Скажіть, чи є однією з головних причин знімання півмасок під час роботи саме високий опір диханню?

Здобувач Клімов Д.Г. Так, є. Це відмічено у багатьох дослідженнях.

Кандидат наук, доцент Наумов М.М., к.т.н. за спеціальністю 05.26.01, доцент кафедри охорони праці та цивільної безпеки.

Чи дозволяють проведені збільшити термін захисної дії?

Здобувач Клімов Д.Г. Так, дозволять, за рахунок використання гарних акумуляторної батареї та вентиляторів з мінімально можливою потужністю.

Після відповідей на запитання виступили:

Науковий керівник – доктор наук, професор, професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки НТУ «Дніпровська політехніка» Чеберячко Сергій Іванович.

Вибір теми дисертаційної роботи Клімова Д.Г. обумовлена необхідністю ефективного захисту населення в умовах надзвичайних ситуацій. Для цього запропоновано використання моторованих фільтрувальних респіраторів, основною перевагою, яких являється потрапляння очищеного повітря за допомогою повітродувки, яке нагнітається під лицьову частину, забезпечуючи підвищений тиск, що не дозволяє забрудненому повітрю із забрудненої зони потрапляти до легень користувача.

Дисертація Клімова Д.Г. присвячена розробці нової конструкції фільтрувального респіратора з примусовою подачею повітря з можливістю автоматичного регулювання об'єму повітряного потоку у відповідності до характеру фізичного навантаження користувача, протягом усього терміну експлуатації з підтриманням належного рівня захисних властивостей пристрою, через постійний моніторинг ключових параметрів.

В роботі виконано аналіз літературних джерел щодо кількості потенційно небезпечних об'єктів в Україні, небезпечних факторів для здоров'я людини при настанні надзвичайних ситуацій, наведені дані щодо джерел ураження цивільного населення та відомих засобів індивідуального захисту, які використовуються для порятунку населення. Проведений аналіз дозволив

визначити недоліки існуючих засобів індивідуального захисту органів дихання, як наявність підсмоктувань через нещільності смуги обтюраторів. Вирішення цієї задачі знаходиться в площині застосування моторованих фільтрувальних респіраторів, які створюють позитивний тиск у підмасковому просторі, що не дозволяє потрапляти з зовні небезпечним аерозолям. Разом з тим, існуючі моделі моторованих респіраторів мають теж низку недоліків: низьку ефективність вентилятора через значний опір потоку повітря; неефективну роботу системи управління, яка у випадках різкого підвищення витрати повітря призводить до вмикання вентилятора із запізненням, а також низький термін захисної дії. Для підвищення ефективності роботи моторованих респіраторів було визначено декілька задач дослідження, вирішення яких дозволило:

- удосконалити методичні підходи до розробки моторованих респіраторів на основі моделювання руху повітря через блок очищення;
- розробити науково-методичний інструментарій для розробки конструктивних параметрів фільтруючої коробки з гранульованим активованим вугіллям, на основі забезпечення рівномірного розподілу маси сорбенту з урахуванням вологості повітря і швидкості фільтрування;
- запропонувати імітаційну модель для розрахунку терміну захисної дії протигазових фільтрів від аміаку та уникнення, як отруєнь працівників через потрапляння шкідливих аерозолів у підмасковий простір маски.
- розвинути підхід до розробки та проектування нових конструкцій фільтрувальних моторованих респіраторів на основі обґрунтування вибору його складових частин

Результати роботи Клімова Д.Г. мають наукову новизну та практичну цінність, що полягає у обґрунтуванні параметрів моторованого засобу індивідуального захисту працівників на основі автоматичного регулювання об'єму повітряного потоку у відповідності до характеру фізичного навантаження користувача, протягом усього терміну експлуатації з підтриманням належного рівня захисних властивостей пристрою, через постійний моніторинг ключових параметрів оскільки її теоретичні й методичні положення дозволили розробити. Крім того, запропоновано шляхи удосконалення алгоритму проектування засобів індивідуального захисту органів дихання, за рахунок додавання додаткового кроку контролю захисних властивостей елементів конструкції респіратора на етапі розробки макету. Також відпрацьовані режими роботи моторованого респіратора які дозволяють контролювати об'єм і якість очищеного повітря, що вдихається з урахуванням частоти і глибини дихання користувача при виконанні фізичного навантаження, а також захисні властивості фільтрувальних елементів пристрою.

Оцінка змісту дисертаційного дослідження вказує на те, що воно є закінченою науково - дослідницькою роботою, виконаною автором на високому теоретичному рівні. Робота є результатом опрацювання і критичного аналізу значної кількості наукових праць вітчизняних і зарубіжних вчених, присвячених задачам розробки моторованим фільтрувальним респіраторам.

Сформульовані у дисертації наукові положення, висновки і рекомендації є достатньо аргументованими, теоретично обґрунтованими і достовірними, що визначає важливий внесок автора у розвиток наукових підходів з розробки теоретичних засад, методичних положень та практичних рекомендацій щодо удосконалення конструкцій моторованих фільтрувальних респіраторів.

Робота відрізняється стрункністю викладу, аргументованістю висновків і рекомендацій, розумінням поставлених завдань досліджень, глибоким аналізом літературних джерел і досліджень, проведених вченими відомих наукових шкіл.

Дисертант відрізняється цілеспрямованістю, його характеризує уміння правильно ставити і вирішувати наукові завдання.

Дисертаційні дослідження викладено грамотною мовою з використанням загальноприйнятої термінології. Зауважень до оформлення немає. За період підготовки дисертаційної роботи Клімова Д.Г. опублікував 14 наукових праць, з яких чотири опубліковані у фахових виданнях, одна у виданні, що входить до бази Scopus, де викладено наукові положення дисертації, що виносяться на захист і отримав 3 деклараційні патенти.

Клімов Д.Г. під час навчання в аспірантурі до виконання всіх як теоретичних так і практичних завдань ставиться відповідально. Під час проведення педагогічної практики мав добрий контакт з студентською аудиторією. Над дисертаційною роботою розпочав працювати з 2018 році у рамках держбюджетних тем «Розробка універсальних засобів індивідуального захисту пролонгованої дії подвійного призначення» (№ ДР 0117U000376, 2017-2018 рр.) та «Теоретичні засади створення вискоелективних сорбційно-фільтруючих матеріалів і респіраторів на їх основі» (№ ДР 0119U002103, 2019-2021 рр.).

Вважаю, що за науковим змістом та практичним значенням, внеском у методологію і практику вирішення важливих задач з підвищення захищеності працівників під час використання засобів індивідуального захисту органів дихання, дисертація відповідає вимогам, що пред'являються до дисертацій, а її автор, Клімов Даниїл Геннадійович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 263 «Цивільна безпека».

Рецензенти дисертаційної роботи, які наголосили на позитивних аспектах дослідження та висловили свої побажання й зауваження.

Доктор технічних наук, професор Колесник В.Є: викладається зміст виступу.

З кожним роком зростають вимоги до засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) користувачів на різного роду підприємствах, в організаціях, закладах або в місцях перебування значної кількості людей, особливо у надзвичайних ситуаціях, часто пов'язаних з пожежами, що обумовлює необхідність посилення контролю за захисними властивостями таких

засобів під час їх використання. Значною мірою це стосується сучасних фільтрувальних респіраторів з примусовою подачею повітря. Складна конструкція таких респіраторів потребує постійного моніторингу за роботою нагнітаючого вентилятора, через значний та мінливий опір потоку повітря, що суттєво впливає на ефективність фільтрації. Тому вважаю обрану здобувачем тему дисертаційної роботи цілком актуальною.

Вважаю, що наукові положення, які виносяться на захист здобувачем, повною мірою відображають отримані наукові результати, мають достатню обґрунтованість, котру забезпечено коректністю постановки і вирішення задач та використанням достовірних даних, що отримані за результатами теоретичних і експериментальних досліджень; використанням сучасного, апробованого математичного апарату; обґрунтованим коректним вибором використаних загальних показників і критеріїв математичних моделей; допустимою розбіжністю результатів теоретичних і експериментальних досліджень, обумовленої певною невизначеністю вимірювань, яка не перевищує 15 %; результатами дослідно-конструктивних розробок півмасок та фільтрувальних коробок до них; досвідом практичної реалізації пропозицій щодо удосконалення конструкцій півмасок; результатами експериментальних випробувань модернізованих та нових респіраторів, що пропонуються; наявністю зрозумілого фізичного трактування отриманих наукових і практичних результатів досліджень та їх впровадженням.

Наукові положення і результати, що виносяться на захист, сформульовані автором (з незначними правленнями мною під час рецензування) виглядають наступним чином.

удосконалено:

- методичні підходи до розробки моторованих респіраторів на основі моделювання руху повітря через блок очищення, що дозволяє виявляти і контролювати заданий об'єм повітряного потоку, який потрапляє у підмасковий простір до органів дихання користувача, на основі лінійної залежності від частоти обертання крильчатки вентилятора, яка забезпечується у діапазоні тисків від 1 до 7-7,5 мбар (гПа);

- науково-методичний інструментарій для розробки конструктивних параметрів фільтруючої коробки з гранульованим активованим вугіллям, на основі забезпечення рівномірного розподілу маси сорбенту з урахуванням вологості повітря і швидкості фільтрування;

- імітаційну модель для розрахунку терміну захисної дії протигазових фільтрів від аміаку та уникнення, як отруєнь працівників через потрапляння шкідливих аерозолів у підмасковий простір маски, так і збільшення опору диханню через накопичення зайвої вологи у фільтрі, з урахуванням концентрації шкідливої речовини й температури навколишнього середовища.

набув подальшого розвитку:

- підхід до розробки та проектування нових конструкцій фільтрувальних моторованих респіраторів на основі обґрунтування вибору їх складових частин: маски, яка забезпечує відповідну щільність прилягання до обличчя користувача та характеризується відповідним рівнем безпечності і комфорту; вентилятора

для забезпечення подачі необхідної кількості повітря у підмасковий простір з урахуванням опору фільтрів та ємності електричного акумулятора живлення для підтримки працездатності системи заданий термін експлуатації.

Наукова новизна отриманих результатів:

Новизна наукової роботи полягає у забезпеченні захисту органів дихання працівників при евакуації із небезпечних зон при виникненні надзвичайних ситуацій, пов'язаних з викидом значної кількості аміаку, шляхом удосконаленого методичного підходу до розробки та проектування нової конструкції та складових частин моторованого фільтрувального респіратора, а саме: маски, яка забезпечує задану щільність прилягання до обличчя користувача та характеризується відповідним рівнем безпечності і комфорту; вентилятора для забезпечення подачі необхідної кількості повітря у підмасковий простір, з урахуванням опору фільтрів та ємності акумулятора живлення для підтримки працездатності системи у заданий термін експлуатації, основною відмінністю якого від відомих конструкцій є введення включеного між блоком управління та, через стабілізатор напруги, блоком живлення, блоку контролю параметрів повітряного потоку і багатофункціональної системи датчиків, встановлених в корпусі респіратора, з можливістю регулювання основних параметрів повітряного потоку в підмасковому просторі, а також отримані результати, що відрізняються від відомих, сутність яких наведена нижче.

1. Визначено, що до основних недоліків моторованих фільтрувальних засобів індивідуального захисту органів дихання відносять: низьку ефективність вентилятора через значний опір потоку повітря, який виникає у повітропроводі через незначні розміри повітряних каналів; неефективну роботу системи управління, яка у випадках різкого підвищення витрати повітря (більше 300 л/хв.) при виконанні важкої роботи, вмикає вентилятор із запізненням; низьку всмоктувальну спроможність відцентрованого вентилятора, що не дозволяє його використання в атмосфері забрудненій декількома різними шкідливими речовинами, зокрема пил.

2. Доведено, що досягнення заданих показників коефіцієнта захисту фільтрувальних ЗІЗОД (респіраторів) забезпечується за рахунок додавання до відомого алгоритму з їх проектування двох кроків, які дозволять проводити контроль захисних властивостей макетів респіраторів на етапі їх розробки з подальшим виконанням коригувальних дій при їх відхиленні від запланованих технічних завдань показників.

3. Встановлено, що коефіцієнт ізолювання масок покращується за рахунок збільшення притискних зусиль обтюратора маски до обличчя користувача, що досягається не тільки за рахунок рівномірного розподілу притискних зусиль та підвищення еластичності матеріалу обтюратора, а й додаванням спеціальної роздільної смуги на обтюраторі, яка враховуватиме особливості антропометричної будови обличчя.

4. Встановлено, що у відповідному програмному середовищі, найбільший вплив на кількість уловлювання небезпечних аерозолів залежить від швидкості фільтрування та нерівномірності завантаження адсорберу за

площею фільтра через різницю у вхідному і вихідному отворах, що пропонується зменшити шляхом застосування різних конструкцій решіток, які розміщуються відразу після вхідного отвору.

5. Розроблена оригінальна конструкція фільтрувального респіратора з примусовою подачею повітря, в якому введений новий елемент - блок контролю параметрів повітряного потоку (об'єм, швидкість, температура, вологість), який надходить у підмасковий простір для забезпечення необхідного об'єму повітря у підмасковий простір фільтрувального респіратора за рахунок управління кількістю обертів вентилятора у заданому діапазоні, з урахуванням частоти та глибини дихання користувача в залежності від фізичного навантаження.

6. Обґрунтовано процедуру вибору складових частин респіратора: маски, яка забезпечує відповідну щільність прилягання до обличчя користувача та характеризується відповідним рівнем безпечності і комфорту; вентилятора для забезпечення подачі необхідної кількості повітря у підмасковий простір, з урахуванням опору фільтрів та ємності акумулятору, для підтримки працездатності системи на протязі заданого терміну у відповідності до четвертого кроку алгоритму розробки засобів індивідуального захисту органів дихання - контролю захисних властивостей елементів конструкції респіратора на етапі розробки макету.

7. У результаті моделювання руху повітря через блок очищення респіратора встановлено, що об'ємом повітряного потоку, який потрапляє у підмасковий простір до органів дихання користувача лінійно залежність від частоти обертання крильчатки вентилятора, однак при досягненні опору повітряному потоку через фільтри більше 7-7,5 мбар (гПа) залежність стає нелінійною, що пов'язано зі зміною характеру фізичного навантаження.

8. Визначено, що витрата повітря підтримується для чистих фільтрів на рівні 165 і 215 дм³/хв. для режимів роботи «Норма» і «Турбо» відповідно, та для забруднених – 131 і 185 дм³/хв. Встановлено, що надлишковий тиск в підмасковому просторі не перевищує 2,5 мбар (гПа), що цілком відповідає вимогам ДСТУ EN 12941:2004.

9. Показано, що збільшення площі фільтра, при однакових розмірах вихідного отвору фільтрувальної коробки з клапаном видиху призводить до нерівномірного розподілу швидкості фільтрації і відпрацювання ділянок фільтра. Найбільше навантаження по сорбції шкідливих газів припадає на ділянку фільтра, розміщену навпроти вихідного отвору. Чим більше діаметр фільтра зіставний з діаметром вихідного отвору, тим більше час захисної дії при одній і тій же товщині сорбенту. За умови рівномірної швидкості фільтрації визначити час захисної дії фільтра з гранулами активованого вугілля запропоновано виконувати за отриманим за участю автора рівнянням, що дозволяє проектувати респіратори, які відповідають конкретним вимогам.

Вважаю, що робота суттєво удосконалює та оновлює відомі методики досліджень і випробувань ЗІЗОД, а також пропонує оригінальні способи створення високоефективних протигазових моторованих ЗІЗОД, про що свідчать наведені вище результати з 9 позицій, публікації автора та патенти.

Дисертаційна робота написана грамотною технічною мовою та логічно побудована. Отримані в ході досліджень наукові результати мають достатній рівень новизни та є оригінальними.

Наведені дискусійні положення не носять принципового характеру та не впливають на позитивну оцінку дисертації, яка в цілому представляє самостійне, завершене наукове дослідження, а її основні положення і результати є науково обґрунтованими, достовірними й корисними, як у науковому, так і в практичному аспектах.

Вважаю, що дисертаційна робота **Клімова Даниїла Геннадійовича** на тему «Підвищення ефективності фільтрувальних засобів індивідуального захисту для умов надзвичайних ситуацій», задовольняє вимогам, що передбачені наказом Міністерства освіти та науки від 12.07.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Про затвердження порядку присудження ступеня доктора філософії...» (пункти 5, 6, 8).

За вирішення актуальної науково-прикладної задачі забезпечення захисту органів дихання працівників при евакуації із небезпечних зон при виникненні надзвичайних ситуацій, пов'язаних з викидом значної кількості аміаку, шляхом удосконаленого методичного підходу до розробки та проектування нової конструкції та складових частин моторованого фільтрувального респіратора, **Клімов Д. Г.** заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 263 – цивільна безпека, галузь знань 26 – цивільна безпека.

Кандидат технічних наук, доцент Шустов О.О.: викладається зміст виступу.

Професійна діяльність фахівців цивільної безпеки спрямовується на досить широку предметну область (об'єкти підвищеної небезпеки, потенційно-небезпечні об'єкти тощо), кожний елемент якої в більшій мірі потребує розв'язання комплексних проблем та розробки заходів щодо мінімізації загроз та зниження ризиків смерті і захворювання цивільного населення на певній території. Зважаючи на збільшення кількості пожеж як в адміністративних та і промислових будівлях, які характеризуються забрудненням повітря токсичними аеродисперсними частинками різного походження (пил, дим, туман), газоподібними сполуками, виникає потреба в забезпеченні надійних засобів індивідуального захисту органів дихання для евакуації населення. Вважається, що у ЗІЗОД відповідного типу просочування в підмасковий простір забрудненого повітря, що вміщує шкідливих речовини, можуть сягати до 20% від загального об'єму повітря, що вдихається. Тому захист органів дихання працівників підприємств зі шкідливими умовами виробництва, рятівників та цивільного населення під час виникнення надзвичайних ситуацій: техногенних аварій, розповсюдження небезпечних вірусних інфекцій, бойових дій, терористичних актів, пожеж різної етимології, особливо в умовах наявності невідомого складу токсикантів у повітрі - є надзвичайно важливою і актуальною задачею. Одним із шляхів її вирішення – розробка ефективних ЗІЗОД з примусовою подачею повітря, що відповідають наступним вимогам:

багатофункціональність, простота конструкції, мінімальний час підготовки пристрою і користувача до експлуатації, контроль експлуатаційних параметрів захисної роботи пристрою. Таким чином, обрана тема дисертаційного дослідження Клімовим Даниїлом Геннадійовичем є актуальною.

Тому, судячи по отриманим результатам, дисертація Книша Івана Михайловича має наукове та практичне значення, спрямована на забезпечення вимог щодо підвищення рівнів виробничої та цивільної безпеки, відповідає вимогам, що ставляться до кваліфікаційних робіт доктора філософії, а її автор заслуговує присудження відповідного наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 263 – цивільна безпека, галузь знань 26 – цивільна безпека.

Характеристика розділів дисертації.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, її зв'язок з науковими темами, сформульовано мету роботи, завдання та методи дослідження, висвітлено наукову новизну і практичне значення роботи, а також наведено відомості щодо апробації роботи її структури та обсягу публікацій.

У першому розділі дисертації «АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ» за інформаційними джерелами проведено дослідження проведено аналіз літературних джерел щодо кількості потенційно небезпечних об'єктів в Україні, небезпечних факторів для здоров'я людини при настанні надзвичайних ситуацій, наведені дані щодо джерел ураження цивільного населення та відомих засобів індивідуального захисту їх розробки, освоєння виробництва, впровадження та особливостей експлуатації фільтрувальних респіраторів, які використовуються при евакуації людей із зон надзвичайних ситуацій. Показано, що до основних недоліків моторованих фільтрувальних засобів індивідуального захисту органів дихання відносять: низьку ефективність вентилятора через значний опір потоку повітря, який виникає у повітропроводі через незначні розміри повітряних каналів; неефективну роботу системи управління, яка у випадках різкого підвищення витрати повітря (більше 300 л/хв.) при виконанні важкої роботи, вмикає вентилятор із запізненням; низьку усмоктувальну спроможність відцентрованого вентилятора, що не дозволяє його використання в атмосфері забрудненій декількома різними шкідливими речовинами

У другому розділі дисертації «ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПРОЕКТУВАННЯ ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ» обґрунтовано відповідний термін захисної дії протигазових фільтрів та уникнення отруєнь користувачів через потрапляння шкідливих аерозолів у підмасковий простір фільтрувального ЗІЗОД, так і надмірного фізичного виснаження через зростання перепаду тиску понад нормовані речовини за рахунок оснащення фільтрів спеціальними індикаторами для визначення забруднення повітря та величини перепаду тиску. В результаті моделювання впливу вологості повітря на термін захисної дії протигазових фільтрів встановлено, що у відповідному програмному середовищі, найбільш вплив на кількість уловлювання небезпечних аерозолів залежить від швидкості фільтрування та нерівномірності завантаження адсорберу за площею фільтра через різницю у вхідному і вихідному отворах, що пропонується зменшити

завдяки застосуванню різних конструкцій решіток, які розміщуються відразу після вхідного отвору.

У третьому розділі дисертації «РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ЗІЗОД З ПРИМУСОВОЮ ПОДАЧЕЮ ПОВІТРЯ» розроблено конструкцію фільтрувального респіратора з примусовою подачею повітря, який відрізняється від відомих аналогів наявністю блоку контролю об'єму і якості очищеного повітря, що вдихається з урахуванням частоти і глибини дихання користувача при виконанні фізичного навантаження. Встановлено, що об'ємом повітряного потоку, який потрапляє у підмасковий простір до органів дихання користувача лінійно залежить від частоти обертання крильчатки вентилятора, однак при досягненні опору повітряному потоку через фільтри більше 7-7,5 мБар залежність стає нелінійною, що пов'язано зі зміною характеру фізичного навантаження. Запропоновано алгоритм його роботи, який дозволяє контролювати об'єм і якість очищеного повітря, що вдихається з урахуванням частоти і глибини дихання користувача при виконанні фізичного навантаження, а також захисні властивості фільтрувальних елементів пристрою.

У четвертому розділі «ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗІЗОД З ПРИМУСОВОЮ ПОДАЧЕЮ ПОВІТРЯ» наведено результати проведених імітаційних лабораторних випробувань з визначення захисної ефективності фільтрувальних ЗІЗОД з примусовою подачею повітря на випробувачах. Встановлено, що осереднений результат коефіцієнта захисту випробуваних зразків коливався в межах від 99,93 до 99,97, що відповідає вимогам стандарту. Визначено, що витрата повітря підтримується для чистих фільтрів на рівні 165 і 215 дм³/хв для режимів роботи «Норма» і «Турбо» відповідно, та для забруднених – 131 і 185 дм³/хв. Встановлено, що надлишковий тиск в підмасковому просторі не перевищує 2,5 мбар, що цілком відповідає вимогам ДСТУ EN 12941:2004. Визначено, що стабільність технічних показників пристрою очищення повітря підтримується в заданому діапазоні при заряді акумуляторної батареї марки «Dinogy Li-Pol 11000mAh 14.8V 4S 25C» не нижче 12 В для забезпечення величини струму не нижче 1,6 А. Досліджено вплив конструктивних параметрів фільтруючої коробки на опір диханню і час захисної дії протигазових фільтра насиченого гранульованим активованим вугіллям, що дозволило встановити той факт, що при постійній масі сорбенту збільшення площі фільтра істотно знижує опір диханню, проте зменшення товщини сорбенту, призводить до зниження часу захисної дії фільтра.

У додатку наведено результати лабораторних випробувань ЗІЗОД.

Дисертаційна робота викладена грамотно, представлені в ній результати досліджень є коректним, експериментальна складова роботи виконана на високому рівні з використанням сучасного програмного забезпечення Mathlab, вона є послідовною і логічно завершеною. Оформлення роботи відповідає вимогам ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання». Назва роботи відповідає її змісту. Обсяг дисертації відповідає встановленим нормам.

У дисертаційній роботі, що є завершеною науковою роботою, подано вирішення актуального науково-прикладного завдання, що є завершеною науковою роботою, подано вирішення актуального науково-прикладного завдання, що полягає у забезпеченні захисту органів дихання користувачів за рахунок розробки нової конструкції фільтрувального ЗІЗОД з примусовою подачею повітря з можливістю автоматичного регулювання об'єму повітряного потоку у відповідності до характеру фізичного навантаження користувача, протягом усього терміну експлуатації з підтриманням належного рівня захисних властивостей пристрою, через постійний моніторинг ключових параметрів. Автор роботи Клімов Даниїл Геннадійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 263 – «Цивільна безпека».

В обговоренні дисертаційного дослідження взяли участь:

Доктор технічних наук, професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки Чеберячко Ю.І.

Сучасні виробничі умови характеризуються високим ступенем індустріалізації і урбанізації, внаслідок чого відбувається постійний контакт з різноманітними техногенними чинниками (пил, дим, туман або газ та пара), вміст яких у повітрі робочої зони перевищує гранично допустимі концентрації. Захворювання органів дихання асоційовані з інгаляційним мінеральним пилом, в першу чергу пневмоконіози, які є невиліковними і незворотні та становлять суттєву частку серед професійних хвороб.

За даними Реєстру професійних захворювань, який створено за допомогою Фонду соціального страхування України визначено, що основними причинами розвитку професійної патології є недосконалість технологій, машин і інструментів (50 – 60 %), неефективність і відсутність засобів індивідуального захисту (близько 25 %), а також недосконалість робочих місць (3 %), відсутність і несправність санітарно-технічних установок (4–5 %) і деякі інші.

Відповідно до ст. 13 Закону України «Про охорону праці» роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці. Якщо ж сучасний рівень розвитку науки і техніки не дозволяє це зробити, то для захисту повинні використовуватися засоби індивідуального захисту органів дихання ЗІЗОД. Для того, щоб засоби індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) знижували забрудненість вдихуваного повітря до допустимої величини необхідно виконати три умови: респіратор повинен бути якісним; респіратор повинен надійно прилягати; респіратор повинен постійно застосовуватись. На забезпечення останніх двох вимог і направлена дисертаційна робота Клімова Д.Г. в якій він за рахунок виготовлення моторованого респіратора забезпечується високий коефіцієнт захисту.

Вважаю, що за сукупністю професійних та моральних показників, а також за результатами одержаних при виконанні дисертації методологічних та практичних задач, її наукової новизни та практичної значущості, Клімов Д.Г.

заслугує присудження наукового ступеню доктора філософії за спеціальністю 263 – цивільна безпека.

Доктор технічних наук, професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки Наліско М.М. відзначив, що у роботі Клімова Д.Г. представлені наукова новизна та практична цінність, оскільки її теоретичні й методичні положення дозволили розробити нову конструкцію моторованого фільтрувального респіратора, що дозволяє контролювати термін захисної дії та забезпечити комфортні умови роботи.

Кандидат технічних наук, доцент кафедри охорони праці та цивільної безпеки Наумов М.М. відмітив, що представлена дисертаційна робота виконана на високому науковому рівні, і за науковим змістом та практичним значенням вона відповідає вимогам, що пред'являються до дисертаційних робіт і її можна рекомендувати до захисту на разовій спеціалізованій вченій раді.

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Клімова Даниїла Геннадійовича на тему: «Підвищення ефективності фільтрувальних засобів індивідуального захисту для умов надзвичайних ситуацій», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 26 Цивільна безпека за спеціальністю 263 Цивільна безпека

Обґрунтування вибору теми дослідження.

Вибір теми дисертаційної роботи Клімова Д.Г. обумовлений тим, що й досі немає простих підходів до розробки каркасних фільтрувальних півмасок, які б надійно захищали користувачів, а також засобів швидкої індикації щільності прилягання півмаски до обличчя з контролем питомого тиску на м'які тканини, придатних для застосування у виробничих умовах з швидкою перевіркою їх відповідності антропометричним параметрам користувача.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами.

згідно з тематичними планами 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» (№ держреєстрації 0117U006753, 2017 р.); «Розробка універсальних засобів індивідуального захисту пролонгованої дії подвійного призначення» (№ ДР 0117U000376, 2017-2018 рр.) у яких автор брав участь як виконавець.

Мета і завдання дослідження полягає в підвищенні ефективності засобів індивідуального захисту в умовах надзвичайних ситуацій

Об'єкт дослідження моторовані фільтрувальні засоби індивідуального захисту органів дихання.

Предмет дослідження - процес створення моторованих фільтрувальних протипилових півмасок, що відповідають концепції універсальності та вимогам

нормативних документів України щодо технічних, ергономічних і експлуатаційних характеристик.

Методи дослідження.

При виконанні дисертаційної роботи застосовано: системно-структурний підхід при аналізі наукових праць провідних світових учених щодо вимог нормативно-правових актів з охорони праці, державних стандартів в області застосування засобів індивідуального захисту органів дихання; перевірку адекватності запропонованої математичної моделі здійснювали методами математичної статистики при обрахунку натурних експериментів з визначення основних показників респіраторів, здійснених сучасними вимірювальними приладами за методиками, які відповідають чинним державним стандартам.

Наукова новизна дослідження полягає у обґрунтуванням параметрів моторованого засобу індивідуального захисту працівників на основі автоматичного регулювання об'єму повітряного потоку у відповідності до характеру фізичного навантаження користувача, протягом усього терміну експлуатації з підтриманням належного рівня захисних властивостей пристрою, через постійний моніторинг ключових параметрів.

Теоретичне значення полягає

одержаних результатів полягає у наступному:

удосконалено:

– методичні підходи до розробки моторованих респіраторів на основі моделювання руху повітря через блок очищення, що дозволяє виявляти і контролювати заданий об'єм повітряного потоку, який потрапляє у підмасковий простір до органів дихання користувача на основі лінійної залежності від частоти обертання крильчатки вентилятора, яка виконується у діапазоні від 1 до 7-7,5 мБар;

– науково-методичний інструментарій для розробки конструктивних параметрів фільтруючого коробки з гранульованим активованим вугіллям, на основі забезпечення рівномірного розподілу маси сорбенту з урахуванням вологості повітря і швидкості фільтрування;

– імітаційну модель для розрахунку терміну захисної дії протигазових фільтрів від шкідливих газів та уникнення з урахуванням впливу вологості навколишнього середовища, що дозволило підібрати параметри повітрорудовки для забезпечення моніторингу за зміною опору фільтрів.

набув подальшого розвитку:

– підхід до розробки та проектування нових конструкцій фільтрувальних моторованих респіраторів на основі обґрунтування вибору його складових частин: маски, яка забезпечує відповідну щільність прилягання до обличчя користувача та характеризується відповідним рівнем безпечності і комфорту; вентилятора для забезпечення подачі необхідної кількості повітря у підмасковий простір з урахуванням опору фільтрів та ємності акумулятору для підтримки працездатності системи заданий термін експлуатації.

Практичне значення полягає у розробці удосконаленої конструкції фільтрувального респіратора з примусовою подачею повітря, яка відрізняється від відомих що в пристрій очищення повітря введено включений між блоком

управління та через стабілізатор напруги з блоком живлення блок контролю за параметрами повітряного потоку, та багатофункціональною системою датчиків встановлених в корпусі пристрою, з можливістю регулювання основних параметрів повітряного потоку в підмасковому просторі. Крім того, запропоновано шляхи удосконалення алгоритму проектування засобів індивідуального захисту органів дихання, за рахунок додавання додаткового кроку контролю захисних властивостей елементів конструкції респіратора на етапі розробки макету. Також відпрацьовані режими роботи моторованого респіратора які дозволяють контролювати об'єм і якість очищеного повітря, що вдихається з урахуванням частоти і глибини дихання користувача при виконанні фізичного навантаження, а також захисні властивості фільтрувальних елементів пристрою. Пріоритет та новизна запропонованих технічних рішень та їх практичне значення підтверджено чотирма патентами України на корисну модель.

Особистий висновок здобувача.

Дисертація є самостійно виконаною науковою роботою, в якій викладено авторський підхід до обґрунтування конструкції моторованих фільтрувальних респіраторів в якому введено включений між блоком управління та через стабілізатор напруги з блоком живлення блок контролю за параметрами повітряного потоку, та багато функційною системою датчиків встановлених в корпусі пристрою, з можливістю регулювання основних параметрів повітряного потоку в підмасковому просторі. Внесок автора в роботи, опубліковані у співавторстві, конкретизовано в списку публікацій у встановлені закономірності процесу проходження повітряного потоку через пористий фільтрувальний матеріал [1], що дозволило визначити залежність перепаду тиску на фільтрах респіратора при змінній швидкості фільтрування з урахуванням об'єму і частоти дихання людини, а також від параметрів фільтру; розроблені рекомендації щодо вибору фільтрувальних засобів індивідуального захисту органів дихання з урахуванням кінцевого терміну захисної дії через утруднення дихання [2] у дослідженні захисних і ергономічних властивостей нових конструкцій респіраторів [3] у розробці методу дослідження [4]; перевірці працездатності конструкції та уточненні взаємопов'язаних елементів конструкції [5, 6].

Апробація результатів дослідження.

Основні наукові результати дисертаційної роботи було представлено на: V Міжнародна науково-практична конференція «Безпека життєдіяльності на транспорті та виробництві – освіта, наука, практика» (13-15 вересня 2018, м. Херсон); міжнародній науково-практичній конференції «Безпека життєдіяльності на транспорті та виробництві – освіта, наука, практика» (13-15 вересня 2018, м. Херсон); VI міжнародній науково-практичній конференції «Безпека життєдіяльності на транспорті та виробництві – освіта, наука, практика». 11-(14 вересня 2019 м. Херсон). Геотехнічні проблеми розробки родовищ: Матеріали XIX міжнародної конференції молодих вчених (28 жовтня 2021 року м. Дніпро). Міжнародний форум «Безпечна, комфортна, спроможна, територіальна громада» (11-13 жовтня 2023 року м. Дніпро).

Публікації. Усього за результатами дисертаційних досліджень опубліковано 14 робіт з них: 1 у міжнародному журналі з високим індексом цитування, 1 – у міжнародному журналі та 4 у фахових журналах, 2 – деклараційних патенти України, 4 у тезах наукових конференцій і 2 у інших виданнях.

Список опублікованих праць за темою дисертації

Статті у наукових фахових виданнях:

1. Дослідження ізольованих властивостей півмасок респіратора /С.І.Чеберячко, Ю.І.Чеберячко, Д.І.Радчук, О.В. Столбченко, Д.Г. Клімов// Геотехнічна механіка – 2019. – №149. – С. 223-232 doi.org/10.15407/geotm2019.149.223

2. Фільтрувальний респіратор з примусовою подачею повітря /С.І. Чеберячко, Ю.І.Чеберячко, О.В. Дерюгін, Д.В. Славінський, Д.Г. Клімов // Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Технічні науки». – 2020. – Вип. 41. - С. 155-171. doi:10.31498/2225-6733.41.2020.226205.

3. Study of protective efficiency of respirator with forced air suppl / N.Borodina, S.Cheberyachko, Yu. Cheberyachko, O.Deryugin, D.Radchuk, D.Klimov // Journal of scientific papers "Social development and security". – 2020. – 10(6). – P. 192-201. DOI:10.33445/sds.2020.10.6.18.

4. Засоби індивідуального захисту органів дихання: інновації щодо зниження ризику професійних захворювань /С.І. Чеберячко, Ю.І. Чеберячко, Д.І. Радчук, О.В. Дерюгін, Д.Г. Клімов, О.П. Шароватова, В.В. Грідяєв// Комунальне господарство міст. – 2023. – Т. 1. – В. 175. – С. 221-228. <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/6100/6017>

Статті у виданнях включених до бази SCOPUS:

5. Effect of filtering box parameters on the protective action of gas filters / S.I. Cheberiyachko; O.O. Yavorska; D.H. Klimov; A.V. Yavorskyi// Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu – 2020. - № 2. – P. 89 – 95. DOI: 10.33271/nvngu/2020-2/089

Статті у міжнародних журналах

6. New Powered Air Respirator / Cheberyachko S, Deryugin O, Tretyak O, Pustovoi D // Significances of Bioengineering & Biosciences. – 2021. - № 4(4). P. 400-403. DOI: 10.31031/SBV.2021.04.000594

Матеріали наукових конференцій:

7. Клімов Д.Г., Книш І.М., Чеберячко С.І., Чеберячко Ю.І. Щодо оцінки методу індивідуального підбору фільтрувальної півмаски до працівників. XIV Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, курсантів та студентів/ Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності Харків 2019 р. – С.286-287

8. Чеберячко С.І., Клімов Д.Г. Проектування фільтрувальних засобів індивідуального захисту органів дихання. Енергозбереження та промислова безпека : виклики та перспективи: наук.-техн. Зб. Матеріали II Міжнар. Наук. – пр.. конф. Київ 4-5 червня 2019 р. – С.328-334.

9. Славінський Д.В., Клімов Д.Г., Чеберячко Ю.І. Удосконалення роботи моторизованого фільтрувального респіратора Міжнародний форум

«Безпечна, комфортна, спроможна, територіальна громада» - 2023: матеріали міжнар. конф., 11-13 жовтня 2023 р., м. Дніпро. – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2023. – С. 150 - 151

Статті у інших виданнях

10. Голінько В.І., Чеберячко С.І, Клімов Д.Г. Про проблеми застосування евакуаційних апаратів (частина 1). Охорона праці і пожежна безпека. 2019. № 1. - С. 38-42.

11. Голінько В.І., Чеберячко С.І, Клімов Д.Г. Про проблеми застосування евакуаційних апаратів (частина 2). Охорона праці і пожежна безпека. 2019. № 2. - С. 50-55.

12. Хома Р.Є., Беньковська Т.С., Гельмбольдт В.О., Клімов Д.Г., Горліченко М.Г. Склад та відносна стійкість продуктів взаємодії оксиду сірки (IV) з водними розчинами таурату калію та моноетаноламонію. Хемосорбент пролонгованої дії. Вісник ОНУ. Хімія. 2023. Т. 28. № 3. С. 35-51. DOI: 10.18524/2304-0947.2023.3(86).297810

Патенти

13. Пат. № 147372 Україна, МПК А62В 23/00 А62В 18/00. Фільтрувальний дихальний апарат з примусовою подачею повітря / В. І. Голінько, С. І. Чеберячко, О. В. Дерюгін, Д. В. Славінський, Д. І. Радчук, Д.Г. Клімов// НТУ «Дніпровська політехніка» – № у 2020 06362; заяв. 01.10.2020; опубл. 05.05.2021, Бюл. № 18.

14. Пат. № 140878 Україна, МПК А62В 7/10. Протипиловий респіратор/ Д. Г. Клімов, В.І. Голінько, С.І. Чеберячко, Ю.І. Чеберячко, О.В. Дерюгін /НТУ «Дніпровська політехніка». № у 2019 09406; заяв. 15.08.2019; опубл. 10.03.2020, Бюл. № 5.

Структура та обсяг дисертації.

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел (196) на 147 сторінці. Загальний обсяг дисертації – 204 сторінок, у тому числі 53 рисунки та 42 таблиць.

Характеристика особистості здобувача.

Клімов Д.Г. навчався в аспірантурі на кафедрі охорони праці та цивільної безпеки до виконання всіх як теоретичних так і практичних завдань ставиться відповідально. Під час проведення педагогічної практики мав добрий контакт з студентською аудиторією.

Оцінка мови та стилю дисертації. Дисертація виконана фаховою українською мовою, текстове подання матеріалу відповідає стилю науково-дослідної літератури.

Відповідно до п.15 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 січня 2022 р. № 44, **пропонується такий склад разової ради:**

Голова ради: доктор технічних наук, професор, професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища, перший проректор

Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»
Павличенко А.В.

Рецензенти:

1. **Колесник В.Є.** доктор технічних наук, професор, професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»;

2. **Шустов О.О.** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри відкритих гірничих робіт Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

Офіційні опоненти:

1. **Шевченко В.Г.**, доктор технічних наук, професор, учений секретар, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України;

2. **Болібрух Б.В.** доктор технічних наук, доцент, професор кафедри цивільної безпеки, Національного університету «Львівська політехніка».

У результаті попередньої експертизи дисертації (Клімова Д.Г.) повноти публікації основних результатів дослідження

УХВАЛЕНО:

1. Затвердити висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Клімова Д.Г. на тему: «Підвищення ефективності фільтрувальних засобів індивідуального захисту для умов надзвичайних ситуацій».

2. Констатувати, що за актуальністю, ступенем наукової новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертація (ПІБ здобувача) відповідає спеціальності 263 Цивільна безпека та вимогам **Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)**, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р. № 261, пп. **6, 7, 8** **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 січня 2022 р. № 44.

3. Рекомендувати дисертацію Клімова Д.Г. на тему: «Підвищення ефективності фільтрувальних засобів індивідуального захисту для умов надзвичайних ситуацій» до захисту на здобуття ступеня доктора філософії у разовій спеціалізованій вченій раді за спеціальністю 263 Цивільна безпека.

4. Рекомендувати Вченій раді Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» затвердити склад разової спеціалізованої вченої ради:

Голова ради: доктор технічних наук, професор, перший проректор НТУ «Дніпровська політехніка» Павличенко А.В.

Рецензенти: 1. Колесник В.Є. доктор технічних наук, професор, професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»;

2. Шустов О.О. кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри відкритих гірничих робіт Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

Офіційні опоненти:

3. Шевченко В.Г., доктор технічних наук, професор, учений секретар, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України;

4. Болібрux Б.В. доктор технічних наук, доцент, професор кафедри цивільної безпеки, Національного університету «Львівська політехніка».

Результати голосування щодо рекомендації до захисту дисертації (ПІБ здобувача):

«За» – 14

«Проти» – немає

«Утримались» – немає

Презентація (ПІБ здобувача) на 28 стор. додається.

Директор ІІІ

доктор технічних наук, професор

Головуючий на засіданні

Доктор технічних наук, професор,

Секретар засідання

кандидат технічних наук, доцент

 В.І. Бузило

 Ю.І. Чеберячко

 О.А. Муха