

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора Шевченка Володимира Георгійовича на дисертаційну роботу Книша Івана Михайлович «Обґрунтування параметрів каркасів легких фільтрувальних півмасок швидкого прилаштування», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 26 – Цивільна безпека за спеціальністю 263 – Цивільна безпека,

Відгук складено на основі вивчення дисертаційної роботи, наукових праць, що опубліковані здобувачем та документів, які свідчать про реалізацію й впровадження результатів проведених досліджень.

1. Актуальність обраної теми досліджень

Проектування засобів індивідуального захисту органів дихання – це процес, який складається з розробки технічного завдання, ескізного та технічного проекту, конструкторської документації, робочої документації. Фільтрувальні респіратори відповідно до вимог Технічного регламенту засобів індивідуального захисту віднесено до третьої категорії складності, для якої вимагається оцінка відповідності. Процедура передбачає виконання внутрішнього контролю виробництва та контрольних перевірок засобів упродовж усього терміну використання та зберігання. Дослідне носіння та експериментальна перевірка захисних засобів займає досить багато часу і є коштовним. Виконання таких етапів є тривалим і вимагає високої фахової підготовки розробника. Скорочення такого процесу без втрати якості кінцевого продукту можна досягнути різними способами. Зокрема використання автоматизованих систем проектної розробки. Однак процес проектування засобів індивідуального захисту органів дихання не достатньо формалізовано і зазвичай базується на евристичних методах, які спираються переважно на фахові знання конструктора. Це може призводити до виникнення помилок і втрати часу на їх виправлення. Вважається, що найбільше часу при проектуванні ЗІЗ органів дихання припадає на розробка форми і конструкції лицьової півмаски. Особливість проектування респіраторів полягає у змінності у широкому діапазоні багатьох параметрів: антропометричних характеристик обличчя людини; мінливості показників умов праці; зміни у фізіологічному і психологічному станах людини, що

потребує відповідного дослідження для виготовлення якісного захисного пристрою. Існує певна кількість публікацій, де докладно досліджено дію того чи іншого чинника на якість і надійність респіратора. Однак, комплексного підходу до розробки конструкції одноразових півмасок, які б забезпечили відповідність антропометричним параметрам обличчя користувачів поки немає, тому дослідження в даному напрямку є доволі актуальними у всьому світі.

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

Дисертаційна робота виконувалась відповідно до пріоритетних напрямків науково-дослідних робіт Фізико-хімічного інституту захисту навколишнього середовища і людини МОН України та НАН України (ФХІЗНСІЛ МОН і НАН України) у відділі «Теоретичних основ розробки засобів індивідуального захисту органів дихання» в рамках держбюджетних тем «Розробка універсальних засобів індивідуального захисту пролонгованої дії подвійного призначення» (№ ДР 0117U000376, 2017-2018 рр.), «Теоретичні засади створення високоефективних сорбційно-фільтруючих матеріалів і респіраторів на їх основі» (№ ДР 0119U002103, 2019-2021 рр.) та «Наукові засади проектування і освоєння дослідного виробництва легких респіраторів подвійного призначення» (№ ДР 0122U000864, 2022-2023 рр.)

3. Аналіз змісту роботи, наукової новизни, практичної вагомості, вірогідності та обґрунтованості отримання результатів

Структура та обсяг дисертації

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел (121) та трьох додатків (А, Б). Загальний обсяг дисертації – (122) 142 сторінки, у тому числі 66 рисунків та 43 таблиць. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел (121) та трьох додатків (А–В). Загальний обсяг дисертації – (122) 142 сторінки, у тому числі 66 рисунків та 43 таблиць.

Зміст дисертації відповідає її назві.

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.

1. У першому розділі дисертації «АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФІЛЬТУВАЛЬНИХ РЕСПІРАТОРІВ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ» виконано аналіз літературних даних щодо розробки, освоєння виробництва, впровадження, експлуатації та зберігання респіраторів, а також встановлені суттєві недоліки з оцінки їх якості, зокрема, потенційну їх небезпеку для користувачів, коли ігнорується можливість проникання шкідливих аерозолів у підмасковий простір, а, точніше, необхідність законодавчо встановленої профілактики дихання шляхом використання лише респіраторів відповідного типу і класу, функціональне призначення яких відповідає умовам експлуатації, ергономічним та санітарно-гігієнічним вимогам.

У другому розділі дисертації «МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ РЕСПІРАТОРІВ» Запропонований швидкий метод оцінки щільності прилягання півмаски до обличчя з використанням термографування поверхні обтюратора який дозволяє за рахунок обробки і порівняння зображення з еталонним знімком смуги обтюратора за допомогою засобів математичного середовища Matlab, розрахувати коефіцієнт щільності прилягання ЗІЗОД до обличчя з урахуванням з урахуванням сили натягу наголів'я, що дозволяє попередньо визначити коефіцієнт захисту ЗІЗОД.

У третьому розділі дисертації «РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЙ ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ ПРОТИПИЛОВИХ ТА ПРОТИГАЗОВИХ ПІВМАСОК З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ» удосконалено метод проектування легких півмасок, який складається з чотирьох кроків: аналіз умов праці та вибір необхідного фільтрувального матеріалу; обробка антропометричних розмірів осіб потенційних користувачів; проектування 3D-моделі каркаса півмаски; лабораторна перевірка захисних властивостей готового виробу та внесення змін в конструкцію, який відрізняється від відомих наявністю механізму побудови

декількох 3Д моделей голови, які забезпечують допустиму щільність прилягання півмаски для 95 % потенційних користувачів.

Це дозволило здобувачу розробити нову конструкцію каркаса фільтрувальної легкої півмаски зі змінною геометрією обтюратора, що дозволяє змінювати розмір смуги обтюратора, за рахунок наявності спеціальних точок кріплення, які спільно з розміщеним по периметру каркаса в спеціальному каналі, гумовим шнуром, який закріплює фільтрувальний елемент, дозволяє змінювати розмір півмаски відповідно до розмірів особи користувача

У четвертому розділі «РОЗРОБКА ІМПРЕГНОВАНОГО ВОЛОКНИСТОГО ХЕМОСОРБЕНТУ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄ НОРМОВАНІ ВИМОГИ ДЛЯ ПРОТИГАЗОВИХ ФІЛЬТРІВ КЛАСУ К1 (АМІАК) РЕСПІРАТОРНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ» розроблені імпортозамінюючі імпрегновані волокнисті хемосорбенти основних газів, які забезпечують нормовані вимоги для протигазових фільтрів класу К1 (аміак) при вологості вдихуваного повітря $\geq 30\%$. Вказаному хемосорбенту надано функцію “спрацьовування” динамічної поглинальної ємності, яка візуально визначається за зміною забарвлення протигазових елементів під час “проскоку” токсиканту

У п'ятому розділі дисертації «ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ РЕСПІРАТОРІВ» на основі проведених лабораторних досліджень встановлено, що коефіцієнт підсмоктування аерозолів в підмасковий простір респіратора залежить від розміщення точок кріплення наголів'я та напряму утвореної ним притискної сили, від якої виникає обертальний момент, що діє на півмаску, та складається певне співвідношення дотичних та нормальних до обличчя сил. Ці сили під час руху півмаски призведуть до зсувів маски та утворенням зазорів, через які аерозоль підсмоктується в підмасковий простір.

У *додатках* наведено результати проведення експериментів та протокол з результатами лабораторних досліджень респіратора.

Робота викладена грамотно послідовно і логічно є завершеною науковою працею. Оформлення роботи відповідає вимогам ДСТУ 3008-95. Назва роботи відповідає її змісту. Обсяг дисертації відповідає встановленим нормам.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:
удосконалено:

– методичні підходи до оцінювання причин погіршення ефективності фільтрувальних протипилових півмасок при їх експлуатації на виробництві, за рахунок запровадження новітніх способів перевірки щільності прилягання півмасок, визначення раціональної кількості випробувань та статистичної обробки для зменшення невизначеності вимірювання;

– науково-методичний інструментарій для швидкої оцінки щільності прилягання півмаски до обличчя з використанням термографування поверхні обтюратора з урахуванням сили натягу наголів'я, що дозволяє попередньо визначити коефіцієнт захисту ЗІЗОД;

– концептуальні підходи до розробки та проектування нових конструкцій фільтрувальних півмасок на основі чотирьох кроків: аналіз умов праці; обробка антропометричних розмірів; проектування 3D-моделей півмасок; лабораторна перевірка захисних властивостей готового зразку, що відрізняється від відомих наявністю механізму побудови декількох 3D-моделей голови, які забезпечують допустиму щільність прилягання півмаски для 95 % потенційних користувачів;

– організаційний механізм контролю за захисною ефективністю півмасок під час її експлуатації за інтенсивністю теплового випромінювання поверхні у інфрачервоному діапазоні та відображення теплового поля поверхні обтюратора на дисплеї тепловізору у вигляді кольорової картинки;

набув подальшого розвитку:

– підхід до побудови цифрової моделі голови з одержанням тривимірних координат ключових точок за якими розраховуються параметри функції, що описує поверхню півмаски та швидкого визначення коефіцієнту захисту з проектованої півмаски шляхом поєднання цифрових зображень обличчя і респіратору.

Наукове значення роботи полягає у обґрунтуванні підходів щодо захисту органів дихання працівників від дії небезпечних аерозолів або токсичних газів шляхом розробки і впровадження універсальної конструкції фільтрувального протипилового і протигазового респіраторів зі змінною геометрією обтюратора, що

забезпечує щільність прилягання до обличчя працівників з різними антропометричними параметрами, що контролюється під час експлуатації засобами індикації.

Практичне значення роботи полягає розробці алгоритму створення нового фільтрувального респіратору, який включає побудову 3Д моделі голови потенційного користувача, яка відповідає параметричній таблиці з розподілу розмірів обличчя, побудови 3Д моделі півмаски респіратору, підбору або виготовлення нових фільтрувальних матеріалів, виходячи з умов експлуатації, онлайн перевірки захисних властивостей нової півмаски для внесення відповідних змін з покращення конструкції й лабораторної перевірки коефіцієнта захисту.

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі

Ступінь обґрунтованості забезпечено завдяки коректній постановці дослідження, вирішення задач з використанням сучасного обладнання і достовірних експериментальних даних, застосуванню апробованого математичного апарату, а також підтверджено збігом результатів теоретичних і експериментальних досліджень з невизначеністю вимірювань $\leq 15\%$, досвідом експлуатації розроблених респіраторів і засобів індикації їх ефективності та надійності.

5. Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях

Усього за результатами дисертаційних досліджень опубліковано 15 наукових праць (у міжнародних журналах з високим індексом цитування – 2, фахових журналах – 4 і тезах наукових конференцій – 4), а також одержано 4 патенти України на корисну модель.

Опубліковані наукові праці написані зрозуміло для фахівців в галузі засобів індивідуального захисту органів дихання. Стиль оформлення наукових праць відповідають вимогам до дисертації та демонструють вміння автора стисло, ясно і чітко викладати теоретичні результати наукової роботи

6. Зауваження до дисертаційної роботи та дискусійні положення

1. В розділі вступу «Зв'язок роботи з науковими планами програмами, темами» доцільно було б також навести тематику НТУ «Дніпровська політехніка» МОН України, в рамках якої одержано результати дисертаційної роботи.

2. В меті роботи необхідно відобразити формулювання наукового завдання, на вирішення якого спрямована робота – «встановлення закономірностей ... обґрунтування параметрів ... та вдосконалення методів ...». Також при викладенні наукової новизни потрібно було б навести нові отримані рішення – встановлені закономірності впливу досліджуваних чинників на захисні властивості ЗІЗОД та обґрунтовані раціональні параметри.

3. В підрозділі 2.4 детально викладається «Методика випробувань ЗІЗОД в умовах виробництва». Достатньо було б розмістити цю методику в додатках та дати на неї посилання.

4. В Додатку А наведено набір антропометричних розмірів учасників експерименту. В розділі 3.1 проводиться усереднення антропометричних розмірів цифрових моделей голів для побудови удосконаленої параметричної панелі. В той же час вік учасників експерименту коливався від 20 до 30 років. Чи можна розповсюдити отримані результати на людей інших вікових груп?

5. В кінці розділу 3.2. робиться висновок «В подальшому було запропоновано декілька типів конструкції наголів'я, раціональність конструкції яких визначалась площею прилягання і величиною тиску на голову користувача». В той же час самі дослідження впливу цих параметрів на вибір конструкції не наводяться.

6. В розділ 4 приведено дослідження з розробки імпрегнованого волокнистого хемосорбенту, одержані закономірності. В той же час викладення матеріалу носить здебільшого описовий характер. Хотілося б в цьому розділі побачити більш детальний аналіз отриманих результатів, розкриття фізичної сутності одержаних закономірностей тощо. Теж саме стосується висновків по розділу, наведених у вигляді анотацій.

7. В таблиці 5.2 наводяться значення загального коефіцієнта підсосу тест-аерозолію хлориду натрію при читанні вголос, ходьбі та ін. В той же час у виробничих умовах характерні більш енерговитратні робочі операції. Чи враховувалось це при визначенні результатів таких досліджень?

7. Відсутність наявності порушення академічної доброчесності

При вивченні результатів дисертаційної роботи порушень академічної доброчесності та її принципів не було виявлено

8. Загальний висновок по дисертаційній роботі

У дисертаційній роботі, що є завершеною науковою роботою, подано вирішення актуального науково-прикладного завдання, що полягає у забезпеченні захисту органів дихання працівників від дії АЕДЧ шляхом розробки і впровадження універсальної конструкції фільтрувального протипилового респіратору, півмаска котрого придатна для використання працівниками з антропометричними особливостями обличчя, тобто стійко і щільно прилягає до обличчя по смузі обтюраторії підчас експлуатації респіраторів, а також засобів індикації щільного і рівномірного прилягання обтюратора до обличчя без утворення вм'ятин та отримані наступні результати. Автор роботи Книш Іван Михайлович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 263 – «Цивільна безпека».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, проф.

учений секретар ІГТМ НАН України

В.Г. Шевченко