

## **ВІГУК**

### **рецензента на дисертаційну роботу**

**Книша Івана Михайлович на тему «Обґрунтування параметрів каркасів легких фільтрувальних півмасок швидкого прилаштування», що представлена на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 26 – цивільна безпека за спеціальністю 263 – цивільна безпека**

Відгук складено на основі вивчення дисертації, опублікованих здобувачем наукових праць, а також документів, що свідчать про реалізацію та впровадження наукових досліджень.

### **1.Актуальність обраної теми досліджень**

Концентрація токсичних аеродисперсних частинок (АДЧ), газів і парів в повітрі робочої зони повинна бути меншою за ГДК, а у випадках перевищення ГДК необхідно забезпечити робітників ефективними респіраторами.

Вибір респіраторів здійснюється згідно з ДСТУ EN 529:2006. Проте навіть добросовісне виконання процедури цього стандарту не гарантує надійний захист органів дихання користувача, оскільки додатково треба враховувати умови експлуатації, технічні характеристики респіраторів та, особливо, антропометричні особливості обличчя і голови користувачів, оскільки при нещільному приляганні півмаски до обличчя, завжди відбувається підсмоктування аерозолів у підмасковий простір крізь наявні щілини між обличчям за смугою обтюраторії респіратора. До того ж, досі немає простих і надійних методів та засобів швидкої індикації щільності прилягання півмаски до обличчя і питомого тиску обтюратора на обличчя, придатних для застосування у виробничих умовах. Отже, створення легких фільтрувальних респіраторів або півмасок до них з урахуванням різноманітних антропометричних розмірів обличчя та голови користувачів, що забезпечить швидке прилаштування півмасок, щільне, комфортне та стійке їх положення на обличчі під час виконання службових обов'язків є актуальною задачею.

### **2.Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами і 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. Ступень обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність та наукова новизна**

Вважаю, що наукові положення, які виносяться на захист здобувачем, повною мірою відображають отримані наукові результати, мають достатню обґрунтованість, котру забезпечено завдяки коректній постановці дослідження, вирішення задач з використанням сучасного обладнання і достовірних експериментальних даних, застосуванню апробованого математичного апарату, а також підтвержені прийнятним збігом результатів теоретичних і експериментальних досліджень та досвідом експлуатації розроблених респіраторів і засобів індикації їх ефективності та надійності.

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

1. 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 засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) до обличчя з урахуванням сили натягу наголів'я, що дозволяє попередньо визначити коефіцієнт захисту ЗІЗОД.

2. Запропоновано метод з визначення коефіцієнта підсмоктування тест-аерозоллю на добровольцях за смугою обтюратора півмаски з урахуванням величини сили натягу стрічок наголів'я респіратору, за рахунок використання спеціального гнучкого датчику Conductive Rubber Cord Stretch Sensor, виконаного у вигляді еластичного шнура, електричний опір якого при розтягуванні змінюється лінійно.

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

4. Визначено основні антропометричні розміри обличчя користувачів, які найбільше впливають на щільність прилягання півмасок до обличчя; на їх основі були побудовані п'ять полігональних 3D-моделей голови, що охоплюють 95 % потенційних користувачів, виходячи із ключових координат 3D-моделей голови методом інтерполяції побудовано поверхню півмаски.

5 Показано, що у півмасок, в основі розрахунку поверхні яких були розміри довжини і ширини обличчя сумарна площа смуги обтюратора у 1,4 рази більша, ніж у півмасок, поверхня яких будувалась за довжиною обличчя і губ, що дозволило у першому варіанті покращити захисні властивості.

4. Розроблено нову конструкцію каркаса фільтрувальної легкої півмаски

зі змінною геометрією обтюратора, що дозволяє змінювати розмір смуги обтюраторії, 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.

5. Запропоновано алгоритм проектування наголів'я фільтрувальної півмаски на основі використання ключових антропометричних точок, що визначаються за даними цифрової 3D-моделі голови, який складається з трьох кроків: визначення розмірів зон обличчя, які характеризуються однаковою пружністю ділянок; встановлення параметрів сітки для деталізації областей дослідження, яка наноситься на моделі обличчя і півмаску та розрахунок площі контакту між півмаскою і обличчям для оцінки щільності прилягання через порівняння встановлених контактних плям; реалізація такого підходу дозволяє швидко перевіряти розподіл притискних зусиль у запропонованих моделях наголів'я та раціоналізувати конструкцію вже існуючих за площею прилягання півмаски до обличчя і величиною тиску на голову користувача.

6. Встановлено, що коефіцієнт підсмоктування АДЧ у 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.

7. Розроблені імпортозамінюючі імпрегновані волокнисті хемосорбенти (ІВХС), що забезпечують нормовані вимоги для протигазових фільтрів класу К1 (аміак); ІВХС основних газів з візуальною індикацією "спрацювання" динамічної поглинальної ємності (ІВХС-І). Вказані ІВХС та ІВХС-І впроваджені на практиці та використовуються для виготовлення протигазових елементів полегшених протигазових та газопилозахисних респіраторів.

8. Запропоновано для контролю розтягування стрічок наголів'я розміщення у спеціальній вставці шнура з еластомірного матеріалу із забарвленням відповідно до його зон різного кольору (червоний, помаранчевий, зелений), при розтягуванні якої в щілині спеціальної вставки буде відображатись те забарвлення, яке відповідає величині прикладеної сили натягу.

Відмічаю, що наведені результати досягнуті автором різноманітними теоретичними і прикладними методами, що включають математичне, фізичне моделювання, а також комп'ютерне 3D моделювання і термографування різних поверхонь, тобто виконані сучасними методами дослідження, якими він володіє на доволі високому рівні.

Наукова новизна отриманих результатів:

*удосконалено:*

– методичні підходи до оцінювання причин погіршення ефективності фільтрувальних протипилових і протигазових 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 тепловізора 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 респіратора.

Вважаю, що робота, хоч і не містить новизни за рівнем – «вперше», але автор суттєво удосконалює та оновлює відомі методики досліджень і випробувань ЗІЗОД, а також пропонує оригінальні способи створення високоефективних респіраторів, про що свідчать отримані ним чотири патенти на корисні моделі.

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

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.

Вважаю, що характер змісту дисертаційної роботи відповідає обраній темі і назві.

Текст дисертації викладено логічно, грамотною технічною мовою. Робота супроводжується значною кількістю пояснювальних рисунків та таблиць, додатками, що вказує на її цілісність та завершеність.

Розділ 1 присвячений аналізу можливостей з підвищення ефективності фільтрувальних респіраторів та постановці задач дослідження. Висвітлено суттєві недоліки з оцінки їх якості, коли ігнорується можливість проникання шкідливих аерозолів у підмасковий простір, необхідність законодавчо встановленої профілактики дихання шляхом використання респіраторів лише відповідного типу і класу, функціональне призначення яких відповідає умовам експлуатації, ергономічним та санітарно-гігієнічним вимогам. Показано, що загальноприйняті підходи щодо розробки ЗІЗОД і, зокрема, респіраторів –

довготривалий і дорогий процес, що потребує дослідження антропометричних розмірів обличчя з використанням 3D сканування; побудови цифрових моделей голови з визначеними координатами ключових параметрів (ширина і довжина обличчя, висота носа, довжина губ), за якими будується поверхня півмасок; побудови 3D поверхні півмаски з використанням NURBS – поверхонь, сплайнів або іншого цифрового інструментарію і відповідного програмного забезпечення; розробки і вибору фільтрувальних та хемосорбційних матеріалів відповідно до класу і умов експлуатації респіраторів; розробки відповідної проектно-конструкторської документації. Зазначено, що застосування означених вище підходів щодо розробки респіраторів дозволить зменшити термін проектних робіт, а також витрати на виготовлення оснащення, необхідного для засвоєння виробництва якісних виробів, проте не вирішує задач щодо вибору надійних і ефективних при експлуатації респіраторів, що відповідають ергономічним і санітарно-гігієнічним вимогам. Це дозволило автору сформулювати задачі подальшого дослідження.

Розділ 2 присвячений удосконаленню методів дослідження та покращення показників якості фільтрувальних респіраторів. Зокрема, запропоновано метод з визначення коефіцієнта підсмоктування тест-аерозолію на добровольцях за смугою обтюратору півмаски з урахуванням величини сили натягу стрічок наголів'я респіратору, за рахунок використання спеціального гнучкого датчику Conductive Rubber Cord Stretch Sensor, виконаного у вигляді еластичного шнура, електричний опір якого при розтягуванні змінюється лінійно. Запропонований також 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 обтюратору розрахувати коефіцієнт щільності прилягання півмаски до обличчя з урахуванням сили натягу її наголів'я та визначити коефіцієнт захисту указаних засобів індивідуального захисту органів дихання – ЗІЗОД. Для уникнення суб'єктивності при аналізі термограм запропонований швидкий метод оцінки щільності прилягання півмаски до обличчя з використанням термографування поверхні смуги обтюратору, який після відповідної обробки зображення і порівняння із заданими умовами, дозволяє засобами математичного програмного середовища Matlab розрахувати коефіцієнт щільності прилягання маски до обличчя з урахуванням сили натягу її наголів'я. Розроблено порядок перевірки відповідності ЗІЗОД вимогам їх Технічного регламенту в умовах виробництва, де склад шкідливих речовин в повітрі відповідає функціональному призначенню ЗІЗОД. Розроблено метод з визначення коефіцієнта проникання фільтрувальних матеріалів, який необхідний для організації їх правильного вибору та забезпечення відповідності запланованим показникам якості. Розроблено методику перевірки механічної міцності ЗІЗОД з метою подальшого визначення параметрів, які регламентуються стандартами України. Розроблено таблицю для підбору випробувачів з перевірки ЗІЗОД, що необхідна для підвищення достовірності результатів випробувань.

У розділі 3 виконувалася 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, яка відрізняється від відомих наявністю механізму побудови декількох 3D-моделей голови, які забезпечують допустиму щільність прилягання для 95% користувачів. Визначено основні антропометричні розміри обличч користувачів, які найбільше впливають на щільність прилягання півмасок до обличчя; на їх основі були побудовані п'ять полігональних 3D-моделей голови, що охоплюють 95% потенційних користувачів, а виходячи із ключових координат 3D-моделей голови методом інтерполяції побудовано поверхню півмаски; показано, що у півмасок, в основі розрахунку поверхні яких були розміри довжини і ширини обличчя, сумарна площа смуги обтюрації у 1,4 рази більша, ніж у півмасок, поверхня яких будувалась за довжиною обличчя і губ. Розроблено нову конструкцію каркаса фільтрувальної легкої півмаски зі змінною геометрією обтюратора, що дозволяє змінювати розмір смуги обтюрації, за рахунок наявності спеціальних точок кріплення, які спільно з розміщеним по периметру каркаса в спеціальному каналі гумовим шнуром, котрий закріплює фільтрувальний елемент, дозволяє змінювати розмір півмаски відповідно до розмірів особи користувача. Запропоновано алгоритм проектування наголів'я фільтрувальної півмаски на основі використання ключові антропометричні точки, що визначаються за даними цифрової 3D-моделі голови, що складається з трьох кроків: визначення розмірів зон обличчя, які характеризуються однаковою пружністю ділянок; встановлення параметрів сітки для деталізації областей дослідження, яка наноситься на моделі обличчя і півмаску та розрахунок площі контакту між півмаскою і обличчям для оцінки щільності прилягання через порівняння встановлених контактних плям.

Реалізація викладеного підходу дозволяє оперативно перевіряти розподіл притискних зусиль у запропонованих моделях наголів'я та раціоналізувати конструкцію вже існуючих за площею прилягання півмаски до обличчя і величиною тиску на голову користувача.

У розділ 4. розробка імпрегнованого волокнистого хемосорбенту, що забезпечує нормовані вимоги для протигазових фільтрів класу K1 (аміак) респіраторного призначення. Так, розроблені сорбенти – ІВХС основних газів, що забезпечують нормовані вимоги для протигазових фільтрів класу K1 (аміак) при вологості вдихуваного повітря  $\geq 30\%$ . Наявність “вільної” води забезпечує більш повне “спрацьовування” вказаного хемосорбенту по даному токсиканту. 135 2. Розроблено сорбенти – ІВХС-I основних газів, “момент спрацьовування” динамічної поглинальної ємності яких можливо візуально визначити за зміною забарвлення протигазових елементів під час “проскоку” сорбентиву. Указаними зразками ІВХС та ІВХС-I за п 1 та 2 споряджуються поглинальні елементи протигазових та газопилозахисних респіраторів.

У розділі 5 наведені методи і результати лабораторних досліджень запропонованих фільтрувальних респіраторів. Встановлено взаємозв'язок між ізолювальними властивостями півмасок та коефіцієнтом підсмоктування

аерозолів за смугою обтюраторії півмаски на обличчі з урахуванням різної сили натягу (СН) наголів'я. Підтверджено, що коефіцієнт підсосу респіратору зменшується зі збільшенням сили натягу, однак через нерівномірність притискних зусиль в певних областях півмаски утворюються зазори, які навпаки сприяють погіршенню захисних властивостей. Встановлено, що коефіцієнт підсмоктування аерозолів в підмасковий простір респіратору 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 з утворенням зазорів, через які аерозоль підсмоктується в підмасковий простір. Показано, що перші два процеси знімання і одягання півмаски не впливають на притискні зусилля, причому верхня СН чинить дещо більший тиск, ніж нижня. Запропоновано для контролю СН розміщувати у спеціальній вставці наголів'я шматка еластомірного матеріалу із забарвленням його зон різним кольором: червоним, помаранчевим, зеленим, відповідно до величини розтягування. Отже, при розтягуванні матеріалу в щілині спеціальної вставки буде відображатись те забарвлення, яке відповідає величині прикладеної сили натягу (СН).

У висновках указано, що дисертаційна робота є завершеною науковою роботою, в якій подано вирішення актуальної науково-прикладної задачі, що полягає у забезпеченні захисту органів дихання працівників від дії шкідливих аерозолів шляхом розробки і впровадження універсальної конструкції фільтрувального протипилового респіратору, півмаска якого придатна для використання працівниками з різними антропометричними особливостями обличчя, тобто забезпечується стійке і щільне прилягання респіраторів до обличчя по смугі обтюраторії під час їх експлуатації, а також у створенні засобів індикації щільного і рівномірного прилягання обтюратора до обличчя без утворення вм'ятин.

Наведені основні отримані автором наукові і практичні результати.

#### **4. Значення роботи для науки, практики та суспільства**

Значення одержаних наукових і практичних результатів дисертаційної роботи полягає в тому, що її теоретичні й методичні положення дозволили розробити алгоритм створення нового фільтрувального респіратору із застосуванням іонообмінних волокнистих фільтрувальних матеріалів, який ґрунтується на узагальнені (систематизації) комплексу послідовних дій, що дозволять звести характеристики конкретних елементів: цифрової моделі голови, поверхні півмаски і обтюратора зі змінною геометрією обтюратора побудованих на основі антропометричних характеристик працівників різного віку, національності та статі, вискоєфективних фільтрувальних матеріалів, індикаторів для контролю нормованого питомого тиску півмаски на обличчя за смугою обтюраторії, поверхні прилягання півмаски до обличчя в єдине ціле для забезпечення максимального коефіцієнта захисту працівників на різних промислових виробництвах. Запропоновано склади водних розчинів з використанням лимонної кислоти для отримання оригінальних сорбентів: ІВХС

NH<sub>3</sub>; ІВХС NH<sub>3</sub> з індикацією “спрацьовування” динамічної поглинальної ємності (ІВХС-І). Застосування ІВХС-І дозволило своєчасно візуально визначати момент “спрацьовування” динамічної поглинальної ємності – ПГЕ полегшених респіраторів, а отже, нормування використання ПГЕ або респіраторів. Вказаними ІВХС та ІВХС-І оснащуються протигазові та газопилозахисні респіратори «КЛЕН» та «ШАХТАР», що виготовляються Дослідним виробництвом ФХІЗНСІЛ МОН і НАН України (м. Одеса). Пріоритет та новизна запропонованих технічних рішень та їх практичне значення підтверджено чотирма патентами України на корисну модель.

Вважаю, що реалізація результатів роботи автора чітко орієнтована на реальне виробництво. Це посилює значимість роботи для суспільства.

## **6. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності**

За результатами вивчення дисертаційного дослідження, використаних джерел та посилань на них у тексті, порушень академічної доброчесності та її принципів не було виявлено. Результати роботи мають достатній рівень новизни та є оригінальними, що підкріплено чотирма патентами на корисну модель.

## **7. Дискусійні положення**

Зазначені нижче зауваження не знижують наукового рівня та загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

1. У розділі 1 (стор. 44) зазначено, що умовою щільного прилягання фільтрувальної півмаски до обличчя по смузї обтюраторії є однаковість перепаду тиску на ній, після правильної підгонки її до обличчя користувача при нормованому перепаді тиску на фільтрувальній поверхні півмаски при заданій витраті повітря. Проте при диханні указаний перепад тиску буде змінюватися з частотою дихання. Отже буде певне непогодження з умовою щільного прилягання, яке встановлюється при постійній нормованій витраті повітря. Виникає питання, як долати це протиріччя?

2. В розділі 2 автор аналізує розподіл температур по поверхні смуги обтюраторії, що несе інформацію про ефективність ізолювальних властивостей респіраторів. Виникає питання, чи взагалі можливо зняти достовірну термограму зони обтюраторії безпосередньо на обличчі випробувача, особливо за різних зовнішніх температурних умов? Та, як це вплине на кількість випробувачів, необхідних для забезпечення прийнятної достовірності?

3. Методика перевірки взаємодії елементів системи «голова-півмаска», що наведена у підрозділі 3.2, на мій погляд, мусить містити дії, пов'язані з оцінюванням впливу переміщенням наголів'я півмаски на голові, оскільки можлива спонтанна зміна положення наголів'я працівником під час експлуатації півмаски.

4. Вважаю, що застосування імпрегнованого волокнистого хемосорбенту, зокрема, у респіраторах сумісної дії (проти газу і пилу одночасно), може негативно вплинути на вловлювання пилу фільтром, оскільки нанесення,



вологого сорбенту може змінити структуру розташування волокон фільтрувального матеріалу та погіршити його ефективність.

5. Слід відмітити, що у розділах роботи зустрічається матеріал, загальновідомий фахівцям у обраній галузі, тобто є огріхи монографічного викладення, що можна вважати як певний недолік.

## **8. Загальний висновок щодо дисертаційної роботи**

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

Зазначені недоліки й 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 і результати є науково обґрунтованими, достовірними й корисними, як у теоретичному, так і в практичному аспектах.

Вважаю, що дисертаційна робота **Книша Івана Михайлович** на тему «Обґрунтування параметрів каркасів легких фільтрувальних півмасок швидкого прилаштування», 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, що полягає у забезпеченні захисту органів дихання працівників від дії небезпечних пило-газових аерозолів шляхом розробки і впровадження універсальної конструкції фільтрувального респіратора, півмаска якого придатна для використання працівниками з різними антропометричними особливостями обличчя, стійко і щільно прилягає до обличчя по смузі обтюрації під час експлуатації респіраторів та оснащена засобами індикації прилягання обтюратора до обличчя без утворення вм'ятин на шкірі працюючого, **Книш Іван Михайлович** заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 263 – цивільна безпека, галузь знань 26 – цивільна безпека.

Доктор технічних наук за спеціальністю  
05.26.01 – охорона праці, професор,  
професор кафедри екології та технологій  
захисту навколишнього середовища  
НТУ «Дніпровська політехніка»

В.Є. Колесник