РЕЦЕНЗІЯ

Офіційної рецензентки Кольчик Юлії Миколаївни, кандидатки технічних наук, доцентки, доцентки кафедри теплотехніки Київського національного університету будівництва і архітектури. на дисертаційну роботу Довгановського Максима Олександровича на тему: *«Екранування електромагнітних випромінювань інфрачервоного діапазону для забезпечення термоізоляції об'єктів»* подану на здобуття ступеня доктора філософії галузі знань 26 Цивільна безпека за спеціальністю 263 Цивільна безпека

1.Актуальність теми.

Актуальність теми дослідження зумовлена необхідністю забезпечення цивільної безпеки, збереження здоров'я людей від термічних впливів (високих та низьких температур) та підвищення енергоефективності будівель і споруд. В умовах сучасної нестабільності інфраструктури розробка матеріалів для надійної термоізоляції та блокування електромагнітних випромінювань інфрачервоного діапазону набуває стратегічного значення. Існуючі засоби часто є громіздкими, дорогими або недостатньо ефективними для створення так званого «інфрачервоного камуфляжу». Отже, пошук інноваційних матеріалів малої товщини та прийнятної вартості для термоізоляції є актуальною науково-практичною задачею.

2. Наукова новизна досліджень та практичне значення одержаних результатів.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що автором вперше теоретично обґрунтовано застосування скловолокна для блокування випромінювань усього інфрачервоного діапазону з урахуванням його поглинальних властивостей у діапазоні довжин хвиль 8–10 мкм.

Вдосконалено методичні засади проєктування одягу для захисту людей від термічних впливів через розрахунок температурних параметрів окремих шарів із врахуванням повітряних прошарків.

Практичне значення полягає у створенні матеріалу завтовшки всього 1–2 мм (щільність 200 г/м²), який забезпечує повне блокування інфрачервоного випромінювання за градієнтів температури 20–30 К. Результати впроваджено у виробництво ТОВ НВП «Талан-Пожтех» та у навчальний процес Київського національного університету будівництва і архітектури.

3. Відсутність академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації.

Дисертаційна робота містить 116 сторінок, з яких 101 сторінка основного тексту. У дисертаційній роботі відсутні випадки академічного плагіату, фабрикації та фальсифікації результатів дослідження. Усі наведені положення, висновки та отримані дані є результатом самостійно виконаної наукової роботи, використання ідей та результатів інших авторів має відповідні посилання на джерела.

4. Аналіз основного змісту роботи

У *вступі* автор ґрунтовно обґрунтовує актуальність обраної теми, пов'язуючи її з потребою захисту людей від екстремальних термічних впливів та підвищення енергоефективності об'єктів. Чітко визначено об'єкт, предмет, мету та комплекс завдань дослідження, які логічно випливають із сучасних викликів цивільної безпеки. Детально розкрито зв'язок дисертаційної роботи з державними науковими програмами та планами реформування системи охорони праці. Окремо виділено наукову новизну, яка полягає у теоретичному обґрунтуванні застосування скловолокна для блокування інфрачервоного випромінювання та вдосконаленні моделей тепломасопереносу. Також наведено переконливі дані щодо практичного значення отриманих результатів, особистого внеску здобувача та рівня апробації роботи на фахових наукових конференціях.

Перший розділ присвячений глибокому аналізу електромагнітних випромінювань інфрачервоного діапазону як біологічно активного фактора, що впливає на організм людини. Автором здійснено вичерпний огляд чинної вітчизняної та міжнародної нормативної бази щодо блокування ІЧ-випромінювання і забезпечення термоізоляції будівель та спецодягу. Критично проаналізовано сучасні підходи до розроблення захисних матеріалів, зокрема використання нанотехнологій, фазозмінних речовин та спеціальних багатошарових текстильних покриттів. Виявлено ключові недоліки існуючих рішень, такі як висока вартість, технологічна складність виробництва та надмірні масо габаритні параметри. На основі цього аналізу сформульовано наукові проблеми, що потребують вирішення, та визначено вектори подальших теоретичних та експериментальних досліджень у дисертації.

У другому розділі розроблено надійне методологічне підґрунтя для оцінювання ефективності інноваційних екрануючих матеріалів. Детально описується математичний апарат, заснований на диференційних рівняннях теплопровідності Фур'є-Кірхгофа, з акцентом на граничних умовах третього роду. Окремо обґрунтовано методику натурних вимірювань теплової сигнатури біологічних та технічних об'єктів із застосуванням сертифікованих тепловізорів. Описано процедури коректного відокремлення радіаційного, кондуктивного та конвективного механізмів теплопереносу під час проведення експериментів. Увагу приділено розробці критеріїв оцінки маскувального потенціалу тканини проти оптико-електронних засобів спостереження. Такий комплексний підхід гарантує високу точність, репрезентативність та достовірність отриманих експериментальних даних на наступних етапах роботи.

Третій розділ зосереджений на безпосередньому створенні та масштабних дослідженнях властивостей нових захисних матеріалів. Автор теоретично доводить та експериментально підтверджує високу ефективність застосування композицій на основі склотканини, нітриду бору, оксиду хрому та магнетиту. Проведено серію натурних випробувань, які продемонстрували здатність запропонованих тонкошарових композитів суттєво розмивати теплову сигнатуру людини та великогабаритної техніки. Доведено, що розроблені засоби здатні

одночасно забезпечувати інфрачервоний камуфляж та захист від шкідливих електромагнітних полів радіодіапазону. Досліджено використання базальтових волокон для просторового спотворення теплового контуру, що значно ускладнює ідентифікацію об'єкта. Загалом отримані результати підтвердили можливість створення легких, гнучких та недорогих матеріалів, що значно перевершують за ефективністю традиційні засоби.

Четвертий розділ має яскраво виражене прикладне спрямування і розкриває інженерні засади проєктування шаруватих термоізоляційних конструкцій. Автором розроблено комп'ютерні моделі поширення теплового потоку крізь багатошарові структури (шкіра, білизна, камуфляж, куртка) із врахуванням конвекції у повітряних проміжках. Здійснено успішну верифікацію математичних моделей шляхом прямого порівняння розрахункових даних із результатами натурних тепловізійних вимірювань. Доведено, що спроєктовані багатошарові конструкції забезпечують надійне підтримання теплового балансу людини за умов суттєвих перепадів температур. Надано рекомендації щодо раціонального вибору товщини та теплофізичних властивостей кожного шару для досягнення оптимального балансу між ергономікою та захистом. Розділ завершується підтвердженням практичної цінності роботи актами впровадження результатів у виробничий процес профільного підприємства та у навчальний процес.

5. Зауваження та дискусійні питання.

1. У розділі 2.1 не варто було надавати фундаментальні співвідношення щодо теплопередачі. Достатньо привести функції, які використовуються в роботі і власні напрацювання.
2. Дані таблиці 3.1 у розділі 3.2 стосуються методики проведення експерименту, тому їх краще було б розмістити у розділі 2.
3. Не вказано, з яких міркувань застосовувалося базальтове волокно для розмиття інфрачервоної сигнатури.
4. При визначенні базових засад виготовлення шаруватих матеріалів для термоізоляції об'єктів наведені тривимірні зображення результатів моделювання (рис. 4.3). Такі зображення мало інформативні. Достатньо навести результати теплопереносу у даній проекції, що добре уточнює результат.
5. Чим обумовлені значення фізичних навантажень 120 Вт та 400 Вт для визначення зміни температури у шарах захисного матеріалу?
6. У описі результатів впровадження результатів дослідження не вказано, чи визначалися різниці температур у захищеній зоні та ззовні у лабораторних умовах або у реальних умовах експлуатації.

6. Висновок по дисертаційному дослідженні

Дисертаційна робота Довгановського Максима Олександровича на тему «Екранування електромагнітних випромінювань інфрачервоного діапазону для забезпечення термоізоляції об'єктів» являє собою цілісну, завершену самостійну

науково-дослідну працю, у якій одержано нові обґрунтовані результати, що розв'язують важливе науково-прикладне завдання у галузі цивільної безпеки.

Оцінюючи дисертаційне дослідження загалом, слід підкреслити високий рівень теоретичного обґрунтування та експериментальної апробації. Автором розроблено нові тонкошарові композиційні матеріали на основі вітчизняних скловолокон та базальтових волокон із модифікованими поглинальними властивостями в діапазоні довжин хвиль 8–10 мкм, що забезпечують ефективний пасивний термозахист і суттєве зниження теплової сигнатури. Практичне значення результатів підтверджується створенням моделей теплопередачі в середовищах MATLAB та COMSOL, успішним впровадженням у виготовлення спецзасобів захисту в ТОВ НВП «Талан-Пожтех».

За актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю, рівнем та обсягом проведених досліджень, якістю оформлення, дисертаційна робота відповідає вимогам, що передбачені пп. 5-9 «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 12.01.2022 р. № 44, а її автор Довгановський Максим Олександрович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 26 Цивільна безпека за спеціальністю 263 Цивільна безпека.

Офіційна рецензентка, кандидатка технічних наук, доцентка,
доцентка кафедри теплотехніки Київського національного
університету будівництва і архітектури Юлія КОЛЬЧИК

Підпис Юлії КОЛЬЧИК засвідчую
секретар Вченої ради КНУБА Микола КЛИМЕНКО