ВІДГУК

Офіційного опонента, кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт Львівського державного університету безпеки життєдіяльності ДСНС України

ЛИНА Андрія Степановича

на дисертаційну роботу **ДОВГАНОВСЬКОГО Максима Олександровича**

на тему: «Екранування електромагнітних випромінювань інфрачервоного діапазону для забезпечення термоізоляції об'єктів»

1. Вступ

Успішне вирішення завдань забезпечення цивільної безпеки в сучасних умовах тісно пов'язане з пошуком та впровадженням інноваційних технологій захисту людини від екстремальних термічних впливів і розробкою надійних засобів камуфляжу технічних об'єктів. Динаміка сучасних техногенних і військових викликів зумовлює гостру потребу у створенні принципово нових ефективних екрануючих матеріалів, здатних локалізувати теплові потоки та блокувати інфрачервоне випромінювання без збільшення масогабаритних характеристик захисних конструкцій. Дисертаційна робота Довгановського Максима Олександровича, присвячена екрануванню електромагнітних випромінювань інфрачервоного діапазону для забезпечення термоізоляції об'єктів, є своєчасним, теоретично обґрунтованим і надзвичайно актуальним дослідженням. Вона має вагому практичну цінність для підрозділів ДСНС України, військових формувань та об'єктів критичної інфраструктури, дозволяючи суттєво підвищити рівень захисту особового складу та знизити теплові втрати.

2. Зв'язок роботи з науковими темами, планами

Дисертаційна робота виконана відповідно до «Концепції реформування системи управління охороною праці в Україні» та в межах держбюджетної науково-дослідної теми № 0121U111535 «Дослідження фізичних факторів техногенного походження виробничих ризиків та засоби їх зниження». Тематика дисертації тісно переплітається зі стратегічними завданнями забезпечення безпеки життєдіяльності.

3. Наукова новизна отриманих результатів

Наукова новизна роботи полягає у тому, що:

Вперше теоретично обґрунтовано застосування скловолокна для блокування ІЧ-випромінювання у діапазоні 8–10 мкм та експериментально доведено можливість повного блокування випромінювання шаром товщиною 1–2 мм (густина 200 г/м²) за температурних градієнтів 20–30 К.

Вдосконалено методичні засади проєктування захисного одягу шляхом визначення температурних режимів окремих шарів та підкостюмного простору.

Набули подальшого розвитку методичні підходи до моделювання проходження теплового потоку крізь шаруваті структури у просторі та часі з урахуванням повітряних прошарків.

4. Повнота викладення основних результатів у наукових публікаціях

Основні наукові результати повною мірою висвітлені у 8 наукових працях. Серед них 2 статті опубліковано у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз Scopus/Web of Science, 2 статті – у фахових виданнях України, матеріали апробовані на 3 міжнародних конференціях, отримано 1 патент України на корисну модель.

5. Загальнонаціональне та світове бачення дисертаційної роботи

На загальнонаціональному рівні робота має стратегічне значення для підвищення безпеки особового складу ДСНС України, військовослужбовців та

працівників критичної інфраструктури в умовах збройної агресії та відбудови держави. Застосування вітчизняних матеріалів (скло- та базальтотканини) дозволяє зменшити залежність від імпорту. У світовому контексті дослідження робить вагомий внесок у розвиток енергоефективного будівництва та пасивного термозахисту, відповідаючи сучасним світовим трендам створення мультиспектрального камуфляжу та екологічної безпеки.

6. Огляд змісту роботи

Вступ містить ґрунтовне обґрунтування актуальності обраної теми в контексті сучасних викликів і загроз цивільній безпеці, пов'язаних із необхідністю захисту персоналу та об'єктів від екстремальних термічних впливів. Чітко сформульовано мету дослідження – розробку й наукове обґрунтування матеріалів та конструктивних рішень для блокування інфрачервоного випромінювання та забезпечення термоізоляції; визначено об'єкт, предмет, наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів, а також наведено дані щодо апробації праці.

У *першому розділі* здійснено всебічний огляд існуючої нормативно-правової бази у сфері цивільного захисту, проаналізовано біологічну дію інфрачервоного випромінювання як активного чинника на організм людини та оцінено наявні технології термоізоляції. Автор переконливо доводить, що традиційні теплоізоляційні покриття мають надмірну масу та габарити, що ускладнює їх оперативне застосування. На основі цього науково обґрунтовано доцільність розробки легких тонкошарових волокнистих композицій на основі вітчизняної скло- та базальтосировини.

У *другому розділі* розроблено надійний фізико-математичний апарат для розрахунку складеного кондуктивно-радіаційного теплообміну в шаруватих середовищах із коректним заданням крайових та граничних умов. Детально описано експериментальний вимірювально-діагностичний комплекс на основі сертифікованих тепловізорів Testo 881-2 та UNI-T UTi120S, а також

спеціалізованих приладів для фіксації температурних полів і випромінювань, що забезпечило високу достовірність отриманих даних.

У *третьому розділі* подано результати розробки та масштабних випробувань багатошарових тканин із модифікуючими мікро- та нанодисперсними наповнювачами (магнетит, нітрид бору, оксид хрому, графіт). Експериментально доведено, що захисний шар завтовшки всього 1–2 мм із поверхневою густиною 200 г/м² забезпечує повне екранування інфрачервоного випромінювання при температурних градієнтах 20–30 К. Окремо висвітлено ефективність використання базальтових волокон для успішного розмиття теплової сигнатури об'єктів.

У *четвертому розділі* за допомогою сучасних обчислювальних середовищ *MATLAB* та *COMSOL* побудовано 2D та 3D графічні чисельні моделі поширення теплових потоків у шаруватих структурах із урахуванням повітряних зазорів. Проведено повну верифікацію математичних моделей з результатами натурних експериментів. Розділ завершується документальним підтвердженням практичного впровадження розробок у виробничу діяльність ТОВ НВП «Талан-Пожтех» та в освітній процес КНУБА.

7. Зауваження до дисертації

1. У висновках по розділу 1 треба більш розгорнуто окреслити невирішені питання щодо вдосконалення термоізоляції об'єктів.
2. На рисунку 3.1 необхідно було б надати колірні температурні шкали, як, наприклад, на рисунку 3.2. Це зменшує обсяги коментарів до малюнків і показує повну достовірність даних.
3. У роботі досліджувалася ефективність склотканини поверхневими густинами 100 та 200 г/м2. З яких міркувань це робилося? Чи можна застосовувати матеріали з іншими показниками?
4. Не наведено, з яких міркувань застосовувалося базальтове волокно, чи має воно переваги щодо скловолокна.

5. Не описано, чим обумовлена різниця температур, обрана для проєктування захисного одягу. Чи використані реальні параметри для кожного шару одягу.

6. Висновки по розділу 4, який є констатуючим, необхідно було доповнити кількісними даними щодо отриманих результатів.

7. Необхідно надати порівняння ефективності склотканини та базальтової тканини однакових поверхневих густин у п. 6 загальних висновків по роботі.

8. Висновки по дисертації

Узагальнюючи результати розгляду дисертаційної праці Довгановського Максима Олександровича «Екранування електромагнітних випромінювань інфрачервоного діапазону для забезпечення термоізоляції об'єктів», слід зазначити, що вона є грунтовним та практично спрямованим науковим дослідженням, у якому сформульовано та вирішено актуальне завдання галузі цивільної безпеки.

Висока аргументованість наукових положень підтверджується узгодженістю теоретичних моделювань тепломасопереносу та результатів натуральних тестувань. Особливої уваги заслуговує практична спрямованість результатів – впровадження розробок у виробничий процес ТОВ НВП «Талан-Пожтех» створює реальне підґрунтя для оснащення підрозділів ДСНС України та операторів об'єктів критичної інфраструктури сучасними високоефективними засобами захисту від інфрачервоного випромінювання та термічних уражень.

Сформульовані зауваження не применшують загальної високої цінності праці та мають виключно рекомендаційно-дискусійний характер для подальшої наукової діяльності автора.

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».

Офіційний опонент,
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри пожежної тактики
та аварійно-рятувальних робіт
Львівського державного університету
безпеки життєдіяльності ДСНС України Андрій ЛИН

Підпис А. Лина засвідчую

ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ:
Начальник відділу персоналу
"10" 11 2026р.
ВІДДІЛ ПЕРСОНАЛУ
08571340
ДСНС УКРАЇНИ