

В І Д Г У К

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Леонової Дарини Русланівни

на тему «Розробка технології виготовлення екрануючих трикотажних матеріалів щодо дії електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону»

представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 18 «Виробництво та технології»
за спеціальністю 182 «Технології легкої промисловості»

Актуальність теми дисертації

У сучасному цифровому світі джерела електромагнітних коливань оточують нас майже скрізь. За даними ВООЗ, електромагнітне забруднення навколишнього середовища є однією з основних проблем світового суспільства. Дослідження вчених довели, що «невидимі хвилі» набагато більше шкодять здоров'ю людини, ніж передбачалося до недавнього часу. Незважаючи на підвищену увагу світової медичної спільноти до питання канцерогенної природи такого випромінювання та широкий спектр досліджень з розробки сучасних засобів екранування питання розробки ефективних гнучких екранів щодо дії електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону не втрачає своєї актуальності. Нагальним також постає питання застосування екрануючих матеріалів не тільки у спеціальному одязі та засобах захисту, але й у повсякденному житті (одяг, домашній текстиль), що потребує розробки текстильних матеріалів, які поряд з функціональною властивістю екранування електромагнітних хвиль мають достатньо високі показники теплофізичного комфорту. Таким чином тема дисертації Дарини Леонової «Розробка технології виготовлення екрануючих трикотажних матеріалів щодо дії електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону» є безумовно актуальним напрямом досліджень як в Україні, так і на світовому рівні.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в розробці технології виготовлення трикотажного полотна, яке має функціональну властивість захисту від електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону та високі показники комфорту, що дозволяє застосовувати їх в одязі.

Для цього у дисертаційному дослідженні *уперше*:

– розроблено технологію виготовлення гібридних трикотажних матеріалів, екрануючі властивості яких базуються на механізмі відбиття електромагнітних хвиль, а отже, можуть бути використані як відбивачі таких

хвиль;

- встановлено, що найкращі екрануючі властивості має трикотаж, в якому металевий дріт пров'язаний у петельну структуру переплетенням напівміланський ластик, яка забезпечує двошарове розташування структурних елементів (петель) з металевого дроту та формування в одному з шарів подовжених петель з додатковими протяжками за ними;

- запропоновано чергування в структурі трикотажного матеріалу рядів з бавовняної пряжі та металевого дроту, що забезпечує не тільки функцію екранування, а й високий рівень показників комфортності.

Здобувачкою *уточнено*, що пров'язування сталевого дроту у петельну структуру переплетення напівміланський ластик забезпечує найкращі екрануючі властивості завдяки двошаровому розташуванню структурних елементів з металевого дроту.

Набули подальшого розвитку технологічні засади одержання трикотажних матеріалів з функцією захисту від електромагнітного випромінювання та високими показниками комфортності.

Достовірність наукових результатів підтверджується системним застосуванням стандартизованих методик визначення властивостей трикотажних матеріалів та сучасного дослідницького обладнання, зокрема векторного аналізатора Rohde & Schwarz ZNC3 при визначенні ефективності екранування та приладів ALAMBETA та PERMETEST при дослідженні показників комфортності.

Обґрунтованість отриманих наукових результатів забезпечується логічною структурою дисертації та послідовним переходом від постановки мети і завдань до комплексного аналізу масивів даних та отриманих результатів. Порівняння результатів експерименту з актуальними результатами провідних дослідників у даному напрямку підтверджує високу якість роботи та її відповідність рівню сучасної світової науки.

Отже, у дисертаційній роботі *Леонова Дарина Русланівна* виконала поставлене наукове завдання, отримані результати є новими, достовірними, достатньо обґрунтованими та мають наукову та практичну значимість. Здобувачка повного мірою оволоділа методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

Дисертація *Дарини Леонової* за змістом відповідає спеціальності 182 «Технології легкої промисловості» (галузь знань 18 «Виробництво та технології»). Загальний обсяг роботи - 131 сторінка, з них основного тексту - 112 сторінок (включаючи 35 рисунків і 8 таблиць). Дисертаційна робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел (156 найменувань на 19 сторінках) та 2 додатків (на 3 сторінках).

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету та задачі дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Наведено відомості щодо апробації роботи, особистого внеску здобувача та публікацій. Зазначено зв'язок роботи з науковим напрямом

"Технічні науки" Київського національного університету технологій та дизайну на 2025 рік (Державний реєстраційний номер: 0122U000138).

У *першому розділі* наведено огляд робіт за тематикою дисертаційної роботи, а саме: узагальнено результати досліджень щодо принципів дії захисних екранів від електромагнітного випромінювання; вивчено досвід науковців щодо способів надання текстильним матеріалам екрануючих властивостей, при цьому найбільша увага приділена аналізу технологій надання екрануючих властивостей трикотажним матеріалам; проаналізовано методи дослідження екрануючих властивостей матеріалів. Проведений глибокий аналіз науково-технічної літератури дозволив здобувачці чітко визначити прогалину у існуючих дослідженнях, а отже напрямок та основні задачі даної дисертації.

Другий розділ присвячений аналізу та пошуку структур трикотажних екранів, які зможуть забезпечити найкращі екрануючі властивості щодо дії електромагнітного випромінювання; характеристики запропонованих гібридних трикотажних матеріалів та використаних у роботі методів дослідження. Слід звернути увагу, що здобувачка застосувала не традиційний підхід у створенні трикотажних екранів, який полягає в одночасному пров'язуванні звичайної пряжі та дроту, а запропонувала принципово інший варіант: чергування ділянок з дроту та звичайної пряжі. Це свідчить про високий рівень наукової свідомості здобувачки та здатності продукувати нестандартні рішення.

У *третьому розділі* наведено результати дослідження ефективності екранування електромагнітного випромінювання гібридними трикотажними матеріалами та проведено їх детальний аналіз з визначенням факторів, що впливають на цю здатність. З'ясовано, що головним чинником є варіант розташування сталевих дроту в структурі полотна (петля, накид, протяжка). Окремо вивчені складові ефективності екранування, а саме, механізм відбиття та поглинання; встановлені закономірності зміни екрануючих властивостей полотен від їх сировинного складу, структурних характеристик та доведена ефективність використання сендвіч структур під час проектування текстильних екранів. Для усіх розроблених полотен на низьких частотах (до 600 МГц) переважає механізм відбиття хвиль, а отже доведено доцільність їх використання як відбивачів.

Четвертий розділ присвячено визначенню факторів, а саме, параметрів структури трикотажу, що впливають на екрануючі та споживчі властивості запропонованих полотен; встановлено рівень комфортності запропонованих полотен шляхом реалізації експериментальних досліджень теплофізичних та проникних їх властивостей. Проведені дослідження довели, що за своїми споживчими властивостями розроблені полотна можна застосовувати у виготовленні не тільки спеціального, а і повсякденного одягу. Здобувачкою запропоновано асортимент повсякденних виробів з функцією захисту від електромагнітного випромінювання. Ці результати знайшли практичне застосування в умовах виробництва ТОВ «Науково-виробниче об'єднання «ЕКМА-СТО», що підтверджено Актом про впровадження результатів дисертаційної роботи від 05.05.2025, №05/05-1. Таким чином продемонстровано, що результати, які отримані в процесі дослідження, мають

практичне значення та сприяють інтеграції наукових розробок у прикладні технології.

Основні положення та висновки дисертаційного дослідження сформульовані чітко та логічно, відповідають завданням і корелюються з новизною дослідження, що свідчить про досягнення мети і завершеність роботи. Отримані наукові та практичні результати дисертації є вагомим внеском у розвиток теоретичних знань з технології легкої промисловості та можуть бути використані у фаховій підготовці інженерних кадрів, а також підґрунтям для подальших наукових досліджень в текстильній галузі щодо розробки новітніх функціональних захисних матеріалів.

За своїм змістом дисертаційне дослідження здобувачки *Дарини Леонової* повністю відповідає восьмому рівню Національної рамки кваліфікацій, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1341, що зазначено у п. 5 «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.

Дисертація є завершеною науковою працею і свідчить про дотримання принципів академічної доброчесності. За результатами перевірки роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертація *Дарини Леонової* є результатом самостійних досліджень здобувачки і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладання результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою. Авторка дотримується загальноприйнятої наукової термінології та демонструє навички володіння науковим стилем написання тексту.

Текст дисертації написаний на професійному рівні, адекватно відображає зміст досліджуваної проблеми. У цілому текст дисертації вирізняється структурною чіткістю та послідовністю викладення матеріалу від постановки мети дослідження до формулювання висновків. Кожен розділ логічно впливає з попереднього, що сприяє цілісному сприйняттю інформації. Усі отримані результати обґрунтовані і узагальнені.

Текст лаконічний, інформативний, з дотриманням норм академічної доброчесності. Посилання на джерела інформації виконані коректно.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

За результатами досліджень опубліковано 8 наукових праць: 4 статті, 2 з яких у наукових фахових виданнях України категорії Б та 2 у періодичних наукових виданнях, що індексуються до науково метричної бази Scopus, при

цьому одне з них входить до Q2; 4 тези доповідей на міжнародних конференціях, одна з яких проводилась за кордоном. Тематика публікацій відповідає напрямку дослідження та демонструє поступовий розвиток наукової думки, від постановки проблеми до практичної реалізації результатів. У публікаціях простежується логічність викладення матеріалу, коректність посилання на джерела інформації, чіткість формулювання мети та завдань конкретних досліджень, а також аргументованість висновків.

Таким чином, наукові результати, викладені в дисертаційній роботі, порівняно висвітлені у наукових публікаціях здобувачки та відповідають вимогам п. 8-9 «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 січня 2022 р. № 44.

Недоліки, зауваження, дискусійні питання до дисертаційної роботи:

Дисертаційне дослідження *Леонової Дарини Русланівни* «Розробка технології виготовлення екрануючих трикотажних матеріалів щодо дії електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону» є безперечно, важливим науковим доробком, яке привертає до себе увагу, у першу чергу, актуальністю теми та необхідністю розвитку даного напрямку в Україні.

Відзначаючи високий рівень дисертаційного дослідження, звертаю увагу на окремі, *зауваження, дискусійні питання і пропозиції* :

1. В дисертації недостатньо обґрунтований вибір типу металевого дроту. Чому обрана саме нержавіюча сталь? Доцільно було би провести також дослідження, наприклад, з мідним дротом, якій також використовується для екранування, та визначити, якій матеріал дроту покращує екранування.
2. При вивченні властивостей гібридних трикотажних матеріалів приділено увагу пористості, паропроникності та теплофізичним характеристикам. В той же час, повітропроникність не була досліджена, хоча вона також є важливим показником, що визначає комфорт виробу з трикотажного матеріалу.
3. На стор. 92 дисертації автором вказано, що отримані експериментальні результати по ефективності екранування досліджуваних трикотажних полотен узгоджуються з результатами інших дослідників, згідно з якими поглинання електромагнітного випромінювання збільшується із збільшенням частоти. Однак, на графіку (рис. 3.9,б) поглинання практично не залежить від частоти.
4. Доцільно було би провести дослідження впливу діаметру металевого дроту на екрануючі властивості досліджуваних трикотажних полотен з урахуванням технологічних можливостей зміни його діаметру.
5. Недостатньо обґрунтовані переваги застосування методу коаксіальної лінії передачі у відповідності з ASTM D4935.
6. Не досліджено вплив кута падіння електромагнітної хвилі на екрануючі властивості досліджуваних трикотажних полотен.
7. В дисертації проведено дослідження екранування від електромагнітного

випромінювання однієї частоти в діапазоні частот. Доцільно було б провести дослідження екрануючих властивостей досліджуваних трикотажних полотен для імпульсного електромагнітного випромінювання, яке має широкий спектр частот.

8. Не наведені детальні результати опрацювання експериментальних досліджень: скільки дослідів проводилось, як визначались систематичні та випадкові складові похибки, довірчі інтервали.
9. В тексті дисертації зустрічаються помилки та одруки (стор. 27, 29. 91, 96, 103, 122).

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість отриманих автором результатів та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи

Висновок про дисертаційну роботу

Дисертаційна робота здобувачки ступеня доктора філософії *Леонової Дарини Русланівни* на тему «Розробка технології виготовлення екрануючих трикотажних матеріалів щодо дії електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 18 «Виробництво та технології».

Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6-9 «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 січня 2022 р. № 44.

Вважаю, що здобувачка *Леонова Дарина Русланівна* заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 182 «Технології легкої промисловості».

Офіційний опонент:

Доктор технічних наук, професор,
професор кафедри інформаційно-
вимірювальних технологій
Національного технічного
університету України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря
Сікорського»


Відділ кадрів
і архівної
справи
№ 6
Відп. гр.
Валерій ЗДОРЕНКО
