

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Булгакова Євгенія Сергійовича

на тему «Технології виробництва композиційних волокнистих матеріалів

спеціального призначення»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія» за спеціальністю 161 «Хімічні

технології та інженерія»

Актуальність теми дисертації. Актуальність теми дисертаційної роботи Булгакова Євгенія Сергійовича є беззаперечною, оскільки вона відповідає актуальним науковим, технологічним та екологічним викликам сучасності. У роботі піднято комплексне питання створення композиційних волокнистих матеріалів спеціального призначення — зокрема біорозкладних, фільтрувальних, електропровідних та радіопоглинальних — що мають практичне застосування в таких критично важливих галузях, як захист довкілля, безпека, оборонна промисловість та енергетика.

У сучасному світі, де спостерігається як зростання рівня забруднення, так і потреба в електромагнітному захисті електронних систем, тема створення адаптивних, багатофункціональних, екологічно безпечних матеріалів є надзвичайно актуальною. Особливої значущості набуває перехід від традиційних синтетичних полімерів до біорозкладних систем на основі PLA, що відображає глобальні тенденції сталого розвитку та циркулярної економіки.

Дисертація також є актуальною в контексті потреб української промисловості, яка потребує імпортозаміщення критичних матеріалів, впровадження нових технологій та підвищення рівня технологічної безпеки. Таким чином, вибір теми є своєчасним, науково й соціально обґрунтованим, а також має безпосереднє прикладне значення в умовах воєнного часу, енергетичних трансформацій та екологічних ризиків.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна дисертаційної роботи Булгакова Євгенія Сергійовича полягає у створенні принципово нових композиційних волокнистих матеріалів, які поєднують високу функціональність, технологічну адаптивність та екологічну безпеку. Зокрема, вперше запропоновано використання тростинного та бурякового цукру як біоактивних модифікаторів полілактиду, що дозволило підвищити затримуючу здатність фільтрувальних матеріалів на 9–12%

порівняно з аналогами на основі поліпропілену. Крім того, виявлено синергетичний ефект одночасного введення вуглецевих нанотрубок та карбонільного заліза до поліуретанової матриці, внаслідок чого значно знижено питомий опір композиції та підвищено її радіоекранувальні властивості.

Достовірність отриманих результатів забезпечується комплексним використанням сертифікованих методик досліджень, що охоплюють фізико-механічні випробування, морфологічний аналіз, електрофізичні тести та вимірювання фільтрувальних параметрів. Експериментальні дослідження проводилися на сучасному лабораторному обладнанні, зокрема із використанням власноруч адаптованої установки для аеродинамічного розпилення розплаву, що забезпечило високу відтворюваність та точність результатів. Статистична обробка даних підтверджує їхню репрезентативність.

Обґрунтованість результатів підсилено логічною послідовністю виконання роботи — від формування гіпотез і вибору матеріалів до їх системного випробування, аналізу та порівняння з аналогами. Встановлені залежності між складом композицій, структурою волокон та експлуатаційними характеристиками демонструють високий рівень наукової аргументації та володіння автором методологією прикладного інженерного дослідження.

Отже, в дисертаційній роботі наукове завдання виконано повністю, а здобувач продемонстрував глибоке розуміння предмету дослідження та високий рівень методологічної підготовки.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Булгакова Є. С. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Хімічні технології та інженерія.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Хімічні технології та інженерія».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Булгакова Євгенія Сергійовича є результатом самостійних досліджень здобувача 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 викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Матеріал викладено послідовно та логічно, із чітким дотриманням структури наукової роботи: від постановки мети дослідження до формулювання висновків. Кожен розділ логічно впливає з попереднього, що сприяє цілісному сприйняттю інформації.

Стиль мовлення відповідає вимогам наукового стилю: використано об'єктивну, нейтральну лексику, уникається емоційність та суб'єктивні оцінки. Текст лаконічний, інформативний, з дотриманням норм академічної доброчесності.

Інформація подається доступною мовою, зрозумілою для фахівців відповідної галузі. Разом із тим, автор дотримується загальноприйнятої наукової термінології, що свідчить про професійний рівень викладення та орієнтацію на академічну аудиторію.

Використання ілюстративного матеріалу (таблиць, графіків, схем) додатково підсилює зміст тексту та робить його більш наочним. Обґрунтування гіпотез, аналіз результатів і формулювання висновків виконано чітко та аргументовано.

Загалом, текст відзначається високим рівнем академічної культури, науковою коректністю та стилістичною виваженістю.

Дисертація складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації 250 сторінок.

У першому розділі представлено огляд сучасного стану наукових досліджень у сфері створення полімерних нетканих матеріалів спеціального призначення. Розглянуто основні технології формування волокнистих структур, їх переваги та обмеження. Особливу увагу приділено ролі реологічних властивостей полімерного розплаву, впливу мінеральних і нанорозмірних наповнювачів, а також перспективам використання біорозкладних полімерів. На основі аналізу визначено ключові науково-технічні проблеми, які потребують вирішення.

Другий розділ присвячено обґрунтуванню вибору матеріалів, модифікаторів і наповнювачів, а також опису методів дослідження. Подано технічні характеристики поліпропілену, полілактиду, термопластичного поліуретану та функціональних добавок (карбонат кальцію, вуглецеві нанотрубки, цукор, ПБАТ, залізо, графіт тощо). Докладно описано методи визначення фільтрувальних, електричних, механічних і морфологічних властивостей, а також методику підготовки зразків. Автор використав сертифіковане обладнання та власну лабораторну установку.

У третьому розділі розглянуто вплив мінеральних і органічних модифікаторів на властивості поліпропіленових і полілактидних фільтрувальних матеріалів. Проведено дослідження впливу карбонату кальцію, бурякового та тростинного цукру, ПБАТ та пропіленових еластомерів на

структуру волокон, затримуючу здатність, проникність та механічну міцність нетканих полотен. Визначено оптимальні концентрації наповнювачів, які забезпечують збалансовані експлуатаційні характеристики. Результати дозволили сформулювати рекомендації щодо ефективного підбору рецептур для фільтраційних застосувань.

Четвертий розділ присвячено розробці композиційних волокнистих матеріалів на основі термопластичного поліуретану для спеціального призначення — демпферного, маскувального та екранувального. Розглянуто формування провідних структур за рахунок введення вуглецевих нанотрубок, технічного вуглецю, карбонільного заліза, графіту й алюмінію. Показано, що комбінація нанотрубок із феритними частинками призводить до синергічного зниження питомого опору та зростання радіопоглинальної здатності. Проведено аналіз перколяційного переходу, електрофізичних характеристик і морфології композитів.

У п'ятому розділі представлено приклади практичного впровадження результатів. Наведено технологічні схеми виробництва матеріалів, описано їх апробацію. Демонструється успішне використання PLA-фільтрів для очищення води, поліуретанових підкладок у бронепластинах, антистатичних підкладок для електроніки. Окремо відзначено впровадження елементів дисертації в освітній процес у КНУТД.

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

Наукові результати дисертації висвітлені у 11 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України. Також результати дисертації були апробовані на 6 наукових фахових конференціях.

Наукові публікації свідчать про високий рівень теоретичної підготовки, володіння сучасними методами дослідження та глибоке розуміння актуальних проблем у сфері хімічних технологій та інженерії. Тематика публікацій відповідає напрямку дослідження та демонструє поступовий розвиток наукової думки, від постановки проблеми до практичної реалізації результатів.

У публікаціях простежується самостійність викладення матеріалу, аргументованість наукових висновків, коректне посилання на джерела інформації. Автор дотримується загальноприйнятої наукової термінології, чітко формулює мету та завдання досліджень, логічно структурує текст та обґрунтовує результати.

Здобувач дотримується принципів академічної доброчесності, зокрема, коректно використовує джерела та посилання на праці інших дослідників, не

виявлено фактів плагіату або самоплагіату, дотримується етичних норм у поданні результатів.

Публікації охоплюють як фахові видання, так і матеріали конференцій, що підтверджує активну наукову діяльність та зацікавленість у професійному зростанні.

Загалом, науковий доробок здобувача характеризується високим рівнем академічної якості та повною відповідністю вимогам до наукових публікацій у вищій освіті та науці. Наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Обмежене теоретичне обґрунтування впливу цукрів на полімерну матрицю. У роботі добре показано експериментальний ефект модифікації PLA цукром, однак бракує глибшого пояснення на молекулярному рівні
2. Дослідження механічних властивостей обмежене лише розривним навантаженням. Не проводилось оцінювання опору розшаровуванню, стійкості до зминання, циклічної тривалості навантаження, що було б важливим для демпферних і підкладкових матеріалів.
3. Не проаналізовано вплив товщини полотна та щільності структури на фільтрувальні властивості. Хоча фіксується діаметр волокон і затримуюча здатність, взаємозв'язок із масою на одиницю площі або пористістю подано побічно.
4. У розділах про електропровідні композиції недостатньо проаналізовано перколяційний поріг — варто було б представити графіки залежності питомого опору від концентрації наповнювачів і визначити критичну точку, особливо для ТПУ + ВНТ систем.

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

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Булгакова Євгенія Сергійовича на тему «Технології виробництва композиційних волокнистих матеріалів спеціального призначення» 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 16 «Хімічна та біоінженерія».

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.

Здобувач Булгаков Євгеній Сергійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія» за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія».

Офіційний опонент:

доцентка кафедри екологічного
менеджменту та підприємництва
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка
к.т.н., доц.

/  / Наталія БЕРЕЗНЕНКО

М.П.

«__» _____ 2025 року

ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР
КАРАУЛЬНА Н.
29.05.2025

