

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. Дисертаційне дослідження Булгакова Євгенія Сергійовича присвячене вирішенню важливого науково-технічного завдання, пов'язаного з розробкою нових композиційних волокнистих матеріалів спеціального призначення, які поєднують високі експлуатаційні характеристики з екологічною безпекою. У роботі комплексно розглянуто можливості створення матеріалів із підвищеною фільтрувальною ефективністю, покращеними механічними властивостями, а також функціональними характеристиками, такими як антистатичність, радіопоглинання та біорозкладність. Актуальність тематики посилюється глобальним трендом на зменшення використання синтетичних полімерів, зокрема поліпропілену, та необхідністю впровадження матеріалів, здатних до природного розкладу. Обґрунтованість поставленої мети, а також доцільність використання як традиційних, так і новітніх наповнювачів у матрицях на основі поліпропілену, полілактиду й термопластичного поліуретану, свідчать про високий рівень дослідницької задачі. Робота демонструє наукову та прикладну цінність і відповідає актуальним потребам у створенні матеріалів для фільтрування, індивідуального захисту і маскуванню в умовах підвищених технічних та екологічних вимог.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів, поданих у дисертації, полягає насамперед у тому, що вперше реалізовано технологію створення композиційних волокнистих матеріалів на основі термопластичного поліуретану із застосуванням методу аеродинамічного розпилення розплаву, який



традиційно не використовується для цього типу полімерів. Зокрема, автору вдалося адаптувати установку для перероблення поліпропілену до умов формування ТПУ-волокон, що вже є вагомим науково-технічним досягненням. Крім того, у дисертації вперше продемонстровано ефекти синергізму між вуглецевими нанотрубками та карбонільним залізом у складі волокнистих поліуретанових композицій, що дало змогу значно зменшити електричний опір матеріалів і суттєво покращити їх радіоекранувальні характеристики. Ці результати мають як прикладну, так і глибоку теоретичну цінність, оскільки розширюють розуміння міжфазної взаємодії функціоналізованих наповнювачів у матриці полімерів з високим ступенем еластичності, а також показують їх вплив на формування структури і функціональності волокон.

Щодо достовірності результатів, слід відзначити, що автор системно застосовував низку апробованих, нормативно стандартизованих методик для визначення ключових характеристик матеріалів – механічних, морфологічних, фільтрувальних, а також електричних. Проведення досліджень із використанням власноруч зібраної лабораторної установки для розпилення розплаву свідчить про високий рівень технічної підготовки здобувача, а статистична обробка даних підсилює аргументованість висновків і дозволяє вважати експериментальні результати стабільними та надійними.

Обґрунтованість отриманих наукових результатів підтверджується чіткою логікою побудови дисертаційного дослідження. Здобувач демонструє системне мислення та послідовність: від науково виваженого вибору сировини і постановки задач до всебічного аналізу впливу введених модифікаторів на морфологію, структуру та експлуатаційні властивості отриманих композицій. Зіставлення результатів з актуальними публікаціями провідних дослідників дозволяє стверджувати, що робота цілком відповідає рівню сучасної науки і містить вагомий внесок у розвиток технологій полімерних матеріалів спеціального призначення.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

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 вираженістю.

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

Вступна частина дисертаційної роботи пояснює важливість обраної наукової тематики, висвітлюючи як її наукове, так і практичне значення. У вступі вказано на наявність низки невирішених питань у сфері створення композиційних волокнистих матеріалів спеціального призначення, що дозволило коректно визначити мету, завдання та структуру дослідження.

У першому розділі дисертації здійснено розгорнутий аналіз сучасного стану розробок у галузі технологій формування нетканих полімерних матеріалів. Автором систематизовано підходи до виготовлення таких матеріалів, зокрема розглянуто методи аеродинамічного розпилення розплаву, спанбонд і електроспінінг, з акцентом на реологічні особливості полімерних розплавів, які визначають стабільність процесу волокноутворення. Значна увага приділена використанню як традиційних наповнювачів, так і нанорозмірних модифікаторів, таких як вуглецеві нанотрубки, для надання матеріалам спеціальних функціональних властивостей. На основі аналізу екологічних трендів чітко обґрунтовано доцільність використання біорозкладних полімерів, зокрема полілактиду, що забезпечує екологічну орієнтацію подальших експериментальних розробок.

Другий розділ присвячений опису об'єктів дослідження та методів, застосованих у роботі. Вичерпно подано характеристику полімерних матриць, функціональних наповнювачів і пластифікуючих компонентів, а також аргументовано їх вибір. Розділ містить докладний опис експериментальних методик оцінювання фізико-механічних властивостей, морфології, фільтрувальної здатності, електропровідності та радіоекранувальної ефективності. Використання сучасної експериментальної бази, включно з авторською лабораторною установкою для аеродинамічного розпилення, дозволило здобути достовірні результати, що мають високий рівень відтворюваності.

У третьому розділі представлено результати системних експериментів щодо впливу різних наповнювачів на властивості волокнистих композитів на основі поліпропілену та полілактиду. Досліджено композиції з включенням карбонату кальцію, еластомерних модифікаторів, бурякового та тростинного цукру, а також ПБАТ. Продемонстровано, що правильний підбір типу та вмісту наповнювачів дозволяє цілеспрямовано забезпечити необхідні фільтрувальні властивості, міцність, структуру пор та проникність полотна. Виділено композиції, які мають найкраще поєднання функціональних і механічних показників.

Четвертий розділ містить результати розробки матеріалів на основі термопластичного поліуретану, модифікованого функціональними наповнювачами – карбонільним залізом, нанотрубками, графітом, технічним вуглецем і алюмінієвою пудрою. У роботі вперше обґрунтовано доцільність використання технології аеродинамічного розпилення розплаву для формування волокон з ТПУ. Встановлено, що раціональне поєднання вуглецевих наноструктур і металовмісних частинок дозволяє досягти високої електропровідності при низьких концентраціях наповнювачів, що забезпечує ефективне екранування в діапазоні НВЧ. Результати розділу мають безпосереднє прикладне значення для оборонної промисловості.

У п'ятому розділі наведено приклади впровадження отриманих результатів у виробничих умовах ПП «Уніфільтр», а також у навчальному процесі КНУТД. Представлено позитивні результати тестування створених матеріалів у реальних умовах – для виробництва біофільтрів, демпферних прокладок та елементів електромагнітного захисту. Це підтверджує не лише наукову, а й технологічну значущість запропонованих рішень, їх адаптованість до масштабування та інтеграції в сучасні виробничі процеси.

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. Слід було б більше уваги звернути на класифікаційні ознаки розроблених матеріалів за функціональним призначенням, зокрема систематизувати матеріали за сферами застосування (фільтрувальні, радіоекранувальні, демпферні тощо).

2. В огляді літературних і патентних джерел недостатньо уваги приділено порівнянню властивостей, морфології і галузей використання полілактидних

матеріалів з іншими біодеградабельними полімерами (полібутиленсукцинатом, полігідроксилалкаонатами, крохмалем тощо).

3. Не зазначено токсикологічну оцінку матеріалів з додаванням технічного вуглецю та нанотрубок – хоча це поза межами основного напрямку роботи, інформація про потенційні ризики для виробника і споживача була б доцільною.

4. На рис. 3.3 б - вісь ординат не відповідає підпису рисунку.

5. Позначення кривих на рис. 3.10 і 3.11 дублюються, що утруднює сприйняття отриманих даних.

6. Твердження, що «наповнювач ймовірно діє як нуклеатор, сприяючи утворенню більшої кількості точок «зародження» волокон що приводить до їх більш рівномірного витягування та зменшення середнього діаметра волокна» (стор.109) потребує додаткових досліджень, які б підтверджували дане припущення.

7. Для ПЛА волокон у тексті згадуються результати оптичного аналізу, проте самі результати (мікрофотографії чи їх аналіз) наведені.

8. У роботі наведена методика розрахунку проникності розроблених матеріалів.

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:

Завідувач кафедри Хімічної технології
переробки пластмас Національного
університету «Львівська політехніка»
д.т.н., проф.

/  / Володимир ЛЕВИЦЬКИЙ

М.П.

«02» 06 2025 року

Підпис проф. Володимира ЛЕВИЦЬКОГО
засвідчую:

Вчений секретар

НУ „Львівська політехніка” Роман БРИЛІНСЬКИЙ

