

ВІДГУК

офіційного опонента, д.т.н, проф. Гриценка Олександра Миколайовича
на дисертаційну роботу Бойко Юлії Володимирівни
«Термостійкі композити на основі ароматичного поліаміду та гібридного
органічно- неорганічного наповнювача для важконавантажених вузлів тертя
технологічного обладнання», яка представлена на здобуття наукового ступеня
доктора філософії в галузі знань 16 Хімічна та біоінженерія за спеціальністю
161 Хімічні технології та інженерія

Актуальність теми. На сучасному етапі розвитку техніки однією з ключових проблем є пошук нових ефективних, економічно вигідних та екологічно безпечних замінників традиційних металевих матеріалів (сталі, чавуну, бабіту, бронзи тощо) для вузлів триботехнічного призначення. Статистичні дані свідчать, що від 85% до 90% вузлів тертя ковзання, які містять стандартні металеві деталі, передчасно виходять з ладу через недостатню зносостійкість, що спричиняє значні матеріальні збитки внаслідок простою обладнання та високих витрат на ремонт. У зв'язку з цим, створення нових антифрикційних композиційних матеріалів на основі термостійких полімерних матриць є стратегічно важливим завданням таких галузей, як хімічна технологія, зокрема переробки полімерних та композиційних матеріалів, матеріалознавство та машинобудування. Полімерні композити поєднують високу питому міцність, корозійну та хімічну стійкість з низькою густиною та, порівняно, низькою собівартістю виробництва. Особливий науковий та практичний інтерес у цьому контексті представляють термостійкі полімери поліамідного ряду. Використання поліамідної матриці для створення антифрикційних композитів дозволяє суттєво розширити можливості застосування полімерних матеріалів у важконавантажених вузлах технологічного обладнання.

В рецензованій дисертаційній роботі виконано комплексне дослідження закономірностей формування структури композитів на основі ароматичного

поліаміду, армованого арамідним волокном та модифікованого силікагелем, а також детально проаналізовано їх фізико-механічні та трибологічні характеристики. Запропонована методика *in situ* суміщення вихідних компонентів полімерної композиції забезпечує не лише оптимізацію технологічного процесу виготовлення, але й формування більш однорідної структури розроблених композитів, що, відповідно, позитивно впливає на їх експлуатаційні характеристики.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Наукова новизна, представлена у дисертаційній роботі, є логічно обґрунтованою та в достатньому обсязі підтвердженою результатами теоретичних узагальнень і експериментальних досліджень. Достовірність сформульованих наукових положень і зроблених висновків підтверджується узгодженістю отриманих результатів як між собою, так і з відомими науковими концепціями, а також позитивними результатами промислових випробувань розроблених композитних матеріалів у вузлах тертя технологічного обладнання. Зокрема, ефективність композитів була підтверджена під час їх випробувань у підшипниках опорного колеса та прикотного катка культиватора «Шилінг КЛД-2» на виробничій базі ДП «Національ-Плюс».

Обґрунтованість і надійність отриманих наукових результатів забезпечена використанням апробованих стандартизованих методик досліджень (фізико-механічних, трибологічних і теплофізичних властивостей) та сучасних інструментальних методів аналізу, зокрема інфрачервоної спектроскопії та термогравіметричного аналізу.

Достовірність одержаних результатів

Достовірність і наукова обґрунтованість результатів, отриманих у дисертаційній роботі, забезпечуються коректною та логічно вибудованою постановкою дослідницьких завдань, якісним виконанням експериментальних досліджень із застосуванням стандартизованих методик випробувань і сертифікованого вимірювального обладнання, підтвердженням працездатності

розроблених виробів у виробничих умовах, а також обробкою експериментальних даних із використанням сучасних САПР.

Наукова новизна отриманих результатів дисертаційної роботи. Вагомим науковим результатом роботи є поглиблення та уточнення теоретичних положень щодо фізико-хімічних закономірностей формування композиційних полімерних конструкційних матеріалів на основі ароматичного поліаміду за умови поєднання процесів наповнення та синтезу дрібнодисперсного силікагелю, одержаного шляхом підкислення водного розчину силікату натрію. У межах дослідження запропоновано та обґрунтовано методику *in situ* суміщення вихідних компонентів полімерних композицій на основі ароматичних поліамідів, яка забезпечує формування композитів із високою якістю розподілу наповнювача у об'ємі полімеру.

Експериментально встановлено оптимальні технологічні параметри переробки ароматичних поліамідів, армованих арамідним волокном, зокрема тиск та тривалість витримки під час брикетування, тиск та температура формування на основній стадії переробки розроблених композитів. За результатами ІЧ-спектроскопічних досліджень підтверджено утворення водневих зв'язків між структурними фрагментами силікагелю та макромолекулами ароматичних поліамідів, присутність яких позитивно впливає на властивості композитів.

Вивчено вплив складу розроблених полімерних композитів, методів та технологічних параметрів переробки на фізико-механічні, теплофізичні та триботехнічні властивості виробів на їх основі з можливістю прогнозованого регулювання.

Практичне значення дисертаційної роботи полягає у розробленні ефективного методу одержання композитів на основі ароматичного поліаміду, арамідного волокна та силікагелю, який полягає у суміщенні стадій наповнення та синтезу наповнювача *in situ*, а також технології одержання виробів на основі розроблених композитів.

Одержані матеріали характеризуються підвищеними фізико-

механічними, теплофізичними та трибологічними характеристиками, що забезпечує можливість їх ефективного використання у важконавантажених вузлах тертя технологічного обладнання, зокрема в умовах інтенсивних механічних і теплових навантажень.

Практичну доцільність і ефективність отриманих результатів підтверджено актами виробничих випробувань, проведених у реальних умовах експлуатації. Зокрема, розроблені полімерні композити були апробовані як матеріал підшипників опорного колеса та підшипника прикотного катка культиватора марки «Шилінг КЛД-2» на виробничій базі ДП «Національ-Плюс», де продемонстрували стабільну працездатність, високий рівень зносостійкості та відповідність вимогам, що висуваються до елементів важконавантажених вузлів тертя технологічного обладнання.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях

Основні положення дисертації у достатньо повному обсязі викладені у 13 наукових працях, з яких три статті – у виданнях, які індексуються міжнародною НБД Scopus, 2 статті опубліковані у фахових наукових виданнях України, віднесених до категорії Б, розділ монографії та 7 тез доповідей на наукових міжнародних конференціях. Особистий внесок здобувачки під час підготовки наукових праць, виконаних у співавторстві, чітко окреслено та належним чином відображено у тексті дисертаційної роботи.

Оцінка змісту дисертаційної роботи

Науково-кваліфікаційна робота Бойко Юлії Володимирівни написана українською мовою, вирізняється логічною структурною організацією та цілісним науковим викладом. Дисертація складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку літератури і додатків. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 147 сторінок, до яких входять 28 рисунків, 7 таблиць, 134 посилання на роботи вітчизняних та зарубіжних авторів, а також 2 додатки. Анотація представлена українською та англійською мовами і відображає основні положення дисертаційної роботи. Структура дисертації відповідає стандартним вимогам до науково-кваліфікаційних праць.

У вступі обґрунтовано важливість та актуальність теми дослідження дисертаційної роботи, сформульовано мету та задачі досліджень, викладено наукову новизну, практичне значення одержаних результатів, подано відомості про структуру та обсяг дисертації, публікації та апробації результатів, описано особистий внесок здобувача.

У першому розділі здійснено системний критичний огляд сучасного стану проблеми створення триботехнічних матеріалів, призначених для експлуатації у важконавантажених вузлах тертя технологічного обладнання. Наведено порівняльний аналіз полімерних матеріалів, які використовуються як матричні системи та наповнювачі, і на основі узагальнення літературних даних обґрунтовано вибір полімерної матриці та типів наповнювачів для подальших експериментальних досліджень.

Другий розділ присвячено опису вихідних компонентів, використаних для створення полімерних композитів. Представлено методики досліджень, а також наведено перелік використаного обладнання.

У третьому розділі за допомогою квантово-хімічних розрахунків визначено енергії зв'язку та механізми формування водневих зв'язків між активними центрами полімерної матриці та наповнювача. Експериментально підтверджено формування силікагелю в полімерній матриці. Досліджено морфологію отриманих систем за допомогою електронної мікроскопії та ІЧ-спектроскопії. Показано, що застосування підходу *in situ* суміщення компонентів сприяє формуванню більшої кількості водневих зв'язків у структурі композитів порівняно з матеріалами, отриманими традиційними технологічними методами.

Четвертий розділ присвячено дослідженню технологічних аспектів одержання композитних матеріалів на основі ароматичних поліамідів. Проаналізовано основні методи переробки поліамідів у готові вироби. Обґрунтовані та дослідним методом встановлені основні технологічні параметри, які визначають перебіг технологічних процесів переробки наповнених поліамідних композицій у вироби.

У п'ятому розділі наведено результати дослідження структурних, фізико-механічних і теплофізичних властивостей одержаних поліамідних композитів – проведено термогравіметричний аналіз, досліджено мікроструктуру, визначено твердість за Брінеллем, межу текучості та модуль пружності при стисканні, оцінено зміну температури розм'якшення за Віка та температури початку інтенсивної термічної деструкції. Встановлено, що композити, одержані методом *in situ* суміщення компонентів, характеризуються на 5–10% вищими фізико-механічними та теплофізичними показниками, порівняно з вихідним ароматичним поліамідом, що зумовлено особливостями морфології силікагелевого наповнювача.

Шостий розділ присвячено аналізу трибологічних властивостей розроблених полімерних композитів. Показано, що вихідний ароматичний поліамід має стабільний, але відносно високий коефіцієнт тертя, величина якого зростає зі збільшенням навантаження. Доведено, що введення силікагелю до композитів на основі ароматичного поліаміду, армованого арамідним волокном, суттєво змінює та покращує їх триботехнічні характеристики.

Висновки дисертації є ґрунтовними і базуються на результатах, одержаних здобувачем особисто, та висвітлюють наукову новизну і практичне значення роботи.

У додатках автор наводить перелік опублікованих праць за темою дисертації та акт промислових випробувань розроблених композитів.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. Детально ознайомившись із текстом дисертаційної роботи та основних наукових публікацій, можна зробити висновок про унікальність виконаних досліджень, які не містять плагіату.

Відповідно до акту перевірки на плагіат дисертація має оригінальність 88%, що свідчить про високий рівень самостійності під час проведення досліджень та написання роботи. На основі аналізу дисертаційної роботи можна стверджувати про дотримання дисертантом вимог академічної доброчесності, оскільки ідеї, результати і тексти інших авторів

супроводжуються посиланнями на відповідні джерела, що відповідає положенням статті 42 Закону України «Про освіту».

Дискусійні положення та зауваження до дисертаційної роботи.

Незважаючи на високий науковий рівень дисертаційної роботи, слід висловити деякі зауваження та побажання:

1. У теоретичній частині відсутня інформація щодо сучасних методів переробки полімерних композитів, що було б доречно, зважаючи на те, що галузь полімерних композитів розвивається інтенсивно на даний час і в роботі представлено новий енергозберігаючий метод переробки розроблених полімерних композитів у виробі.

2. На мій погляд, у розділі 3 «Квантово-хімічні та експериментальні дослідження особливостей міжмолекулярних взаємодій у комплексних системах ароматичний поліамід-арамідне волокно-силікагель» потрібно більш детально описати представлені ІЧ-спектри.

3. У роботі досліджено наповнений поліамід з постійним вмістом арамідного волокна та силікагелю, що не дає можливості оцінити вплив вмісту наповнювачів на властивості одержаних композитів. Вибраний для роботи склад композиції необхідно було обґрунтувати в розділі 2 «Об'єкти та методики досліджень».

4. На мою думку, краще було б представити в роботі дослідження з визначення межі міцності під час розтягу чи згину, які є більш показовими для характеристики експлуатаційних властивостей розроблених композитів.

5. Також, бажано було б здійснити дослідження якості та впливу розподілення арамідних волокон та силікагелю у полімерній матриці на властивості композитів, одержаних розробленим методом, та порівняти з композитами, одержаними стандартними методами.

6. У роботі присутня досить велика кількість граматичних та орфографічних помилок, неточностей та механічних помилок.

Слід відзначити, що зроблені зауваження не знижують цінності досягнутих результатів і наукового рівня дисертаційної роботи.

Відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам. На підставі викладеного вище вважаю, що дисертаційна робота «Термостійкі композити на основі ароматичного поліаміду та гібридного органічно-неорганічного наповнювача для важконавантажених вузлів тертя технологічного обладнання» є завершеним науковим дослідженням, яке за актуальністю, новизною, достовірністю результатів і висновків, теоретичним і практичним значенням, публікаціями у фахових виданнях, за рівнем виконання і впровадження відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», постанові Кабінету Міністрів України №44 від 12.01.2022 р. «Порядок присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», зі змінами, внесеними згідно Постанови КМ №341 від 21.03.2022 р., а її автор Бойко Юлія Володимирівна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія в галузі знань 16 Хімічна інженерія та біоінженерія.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри хімічної
технології переробки пластмас

Національного університету
«Львівська політехніка»



Олександр ГРИЦЕНКО

Підпис проф. Гриценка О.М.

засвідчую

Вчений секретар

НУ «Львівська політехніка»



Роман БРИЛИНСЬКИЙ

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 09:17:35 04.02.2026

Назва файлу з підписом: Відгук Гриценко О.М..pdf.p7s
Розмір файлу з підписом: 756.6 КБ

Перевірені файли:
Назва файлу без підпису: Відгук Гриценко О.М..pdf
Розмір файлу без підпису: 737.4 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: Гриценко Олександр Миколайович
П.І.Б.: Гриценко Олександр Миколайович
Країна: Україна
РНОКПП: 2744509331
Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 09:17:23 04.02.2026
Сертифікат виданий: "Дія". Кваліфікований надавач електронних довірчих послуг
Серійний номер: 382367105294AF9704000000BFDEFA00C2A2AF04
Тип носія особистого ключа: ЗНКІ криптомодуль ІІТ Гряда-301
Алгоритм підпису: ДСТУ 4145
Тип підпису: Кваліфікований
Тип контейнера: Підпис та дані в одному файлі (CAAdES enveloped)
Формат підпису: З повними даними ЦСК для перевірки (CAAdES-X Long)
Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2025.08.25 13:00