

В І Д Г У К ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу **Набережної Ольги Олександрівни** на тему: **«Розробка та дослідження властивостей самоармованих органопластиків на основі термостійких ароматичних поліамідів»**, подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – матеріалознавство

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ДИСЕРТАЦІЇ

Дисертаційна робота присвячена розробці нових термостійких полімерних композиційних матеріалів для вузлів тертя машин та механізмів у різних галузях промисловості. Дослідження і розробка цих матеріалів триває безперервно, що призводить до появи нових матеріалів і до постійного прогресу в матеріалознавстві.

Прорив в області знань, технологій, створення виробів з необхідними властивостями, різке збільшення екологічних показників - все це можливо завдяки полімерним композиційним матеріалам. Особливе місце займають високоефективні полімерні композити армовані хімічними волокнами.

Створення нових конструкційних композитів, пошук нових видів армуючих наповнювачів, які дозволять формувати полімерні композиційні матеріали з низьким коефіцієнтом тертя і високою зносостійкістю при їх експлуатації в умовах високих температур та механічних навантажень представляє собою актуальну наукову задачу.

СТУПІНЬ ОБГРУНТОВАНOSTІ НАУКОВИХ ПОЛОЖЕНЬ, ВИСНОВКІВ І РЕКОМЕНДАЦІЙ

Обґрунтованість та достовірність наукових положень і результатів, вирішення поставлених задач забезпечено застосуванням сучасних методів, приладів та обладнання. Серед них: формування композитів методом компресійного пресування; ІЧ-спектроскопія (ІЧ-спектрометр Vertex 70), ДТА-аналіз, електронна мікроскопія (РЕМ JEOL JSM-6460 LV), методи дослідження теплофізичних (Netzsch LFA 457, дилатометр ДКВ-5АМ), фізико-механічних (маятниковий копер СЕАСТ 6545/00; УСВМ UIT STM) і трибологічних властивостей; математична і комп'ютерна обробка результатів експериментів, проведення стендових і натурних випробувань експериментальних деталей з ОП, в якості конструкційних матеріалів.

Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджена порівняльними лабораторними та виробничими випробуваннями, результати яких оброблялись з використанням теорії ймовірності та математичної статистики.

Таким чином, наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані в дисертації, є достовірними, а їх обґрунтування проведено з необхідною повнотою.

НАУКОВА НОВИЗНА ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Новизна результатів дисертаційної роботи полягає у розробленні самоармованих органопластиків на основі ароматичного поліаміду фенілон, хаотично армованого волокнами: фенілон, сульфон-Т і сумішшю різних за хімічною природою волокон – танлон та торейка, з використанням відомих принципів створення полімерних композиційних матеріалів.

Встановлено основні закономірності впливу вмісту хімічних волокон на перебіг фізичних процесів в структурі полімерної матриці, а саме трансформації вихідної глобулярної структури фенілону С-1 в більш складну – фібрилярну.

Результатами ІЧ-спектрального аналізу доведено вплив кількості і довжини волокон на механізм взаємодії структурних елементів органопластиків.

Визначено вміст хімічних волокон в полімерній матриці, що забезпечує оптимальний комплекс теплофізичних, фізико-механічних та трибологічних властивостей розробленого органопластика.

Удосконалено процес формування композитів за допомогою методу математичного планування експерименту та визначено оптимальний режим пресування органопластиків, з урахуванням впливу температури, вмісту та довжини волокна на їх характеристики.

ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

На основі теоретичних і експериментальних досліджень розроблено нові органополімерні композиційні матеріали, армовані дискретними хімічними волокнами, які характеризуються можливістю направлено регулювання їх властивостей.

Результати знайшли практичне застосування для формування органопластиків, які впроваджено на підприємствах в якості деталей рухомих з'єднань, що підтверджує перспективність і значимість дисертаційного дослідження. Підвищення довговічності вузлів тертя забезпечується при виготовленні підшипників ковзання з армованих органопластиків.

За даними технічної експертизи визначено, що експериментальні підшипники ковзання виготовлені з композиту, армованого гібридним наповнювачем, можуть успішно використовуватись для заміни серійних підшипників кочення UCSF 212 шнекової сушарки ШС-1.

Систематизовані методи досліджень та проведення експериментів увійшли до навчального посібнику «Методи досліджень властивостей полімерних композиційних матеріалів», який використовують в навчальному процесі підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія» Дніпровського державного технічного університету та при формулюванні тем і завдань науково-дослідних студентських, дипломних і магістерських робіт.

Отримані композити захищено патентами України на винахід (пат. № 113813, пат. № 112039) та корисну модель (пат. № 115220, пат. № 111024, пат. № 104723, пат. № 91680), що свідчать про їх переваги в порівнянні з існуючими світовими та вітчизняними аналогами.

ПОВНОТА ВИКЛАДУ РЕЗУЛЬТАТІВ В ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЯХ

Результати дисертації достатньо повно викладені здобувачем у 38 наукових працях: з них 12 статей у фахових виданнях України та закордонних виданнях, отримано 6 патентів України. Автореферат дисертації вірно відображає основні положення дисертаційної роботи.

Результати дисертації апробовані на 20 міжнародних наукових, науково-технічних та науково-практичних конференціях, що відбулися у різних містах та мають широку географію.

Публікації та автореферат в повній мірі відображають зміст дисертаційної роботи. Аналіз публікацій автора дозволяє зробити висновок про повноту викладу основних наукових положень дисертаційного дослідження. Кількість публікацій є достатньою для висвітлення результатів дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

ОЦІНКА ЗМІСТУ ДИСЕРТАЦІЇ

Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації складає 195 сторінок, з них 135 сторінок основного тексту (5,75 автор. арк.), включаючи 29 таблиць та 50 рисунків та 235 найменувань списку використаних джерел.

У вступі обґрунтовано актуальність вибраної теми дослідження, встановлено зв'язок роботи з науковими програмами, сформовано мету і завдання досліджень, вказано об'єкт та предмет дослідження, представлено методи досліджень властивостей та статистичної обробки результатів, визначено наукову новизну і практичне значення роботи. Вказано особистий внесок здобувача, дані про апробацію і публікацію результатів досліджень та структуру і обсяг дисертації.

В першому розділі здійснено аналіз науково-технічних та патентних джерел про історію походження, сучасний стан принципів та методів створення, типів та складових компонентів полімерних композиційних матеріалів. Розглянуто основні види полімерних композитів, армовані волокнистими наповнювачами, обґрунтовано доцільність використання органоволокон в якості наповнювачів для поліпшення теплофізичних, фізико-механічних та трибологічних властивостей. Незважаючи на значну кількість існуючих органопластиків, задача створення полімерних композиційних матеріалів із заданим комплексом властивостей, що здатні працювати при високих температурах та навантаженнях, характеризуються низьким коефіцієнтом тертя та високою зносостійкістю, залишається актуальною для галузі матеріалознавства. На підставі перспективності розвитку цього напрямку, сформульовано першочергові завдання досліджень.

У другому розділі наведено характеристику вихідних матеріалів, описано методи отримання та дослідження властивостей фенілону та органопластиків на його основі.

Дослідження властивостей отриманих органопластиків і гібридних композитів здійснювали за допомогою сучасних методів: мікроструктурного (РЕМ

JEOL JSM-6460 LV; електронний УЕМВ-100К та оптичний Біолам-М мікроскопи) та ІЧ-спектрального аналізів (ІЧ-спектометр Vertex 70), термогравіметричного аналізу (дериватограф Q-1500D), визначення теплофізичних показників (лазерним спалахом на приладі NETZSCH LFA 457 MicroFlash), температурного коефіцієнта лінійного розширення (ГОСТ 15173-70, дилатометр ДКВ-5АМ); густини зразків (ГОСТ 15139-69), міцнісних характеристик (ГОСТ 4651-78; ГОСТ 9550-81, універсальна сервопривідна випробувальна машина UIT STM, універсальні дослідні машини FP-100 і ІМ-4Р), руйнівного напруження одноразовим ударом на вигин (стандарт «ASTM D 256» - маятникова машина «СЕАСТ» 6545/000, ГОСТ 4647-80 - маятниковий копер КМ-0,4), твердості (ГОСТ 9013-59 і ГОСТ 4670-91- твердомір 2074 ТПР і БТШПСП відповідно), мікротвердості (ГОСТ 9450-76, мікротвердомір ПМТ-3М), триботехнічних характеристик (дисконна машина тертя за схемою диск (Ст 45 (ГОСТ 1050-74), термооброблена до твердості 45 - 48 HRC, шорсткість поверхні Ra = 0,16 – 0,32 мкм) – пальчик (ОП), МІ-1М за схемою ролик (Ст 45, HRC 45 - 48) – колодка (ОП) при змащуванні мінеральним мастилом І-50 А (ГОСТ 20799-88) й технічною водою (ГОСТ 17.1.1.04-80), шлях тертя - 3000 м і 400 м відповідно, при швидкості 1 м/с; Hecker (ГОСТ 11012-69)).

Оптимізацію складу та процесів формування органопластиків проведено методом застосування математичного планування експерименту. Для виявлення та виключення хибних значень використано статистичну обробку результатів досліджень. В результаті оптимізації визначено вміст наповнювача, температуру та тиск пресування, витримку під тиском.

У третьому розділі роботи розглядаються самоармовані органоластики на основі фенілону С-1, наповнені волокном фенілон. Волокно фенілон відрізняється термостійкістю та близькістю хімічної природи до полімерної матриці.

Вирішальне значення впливу на експлуатаційні характеристики органопластиків мають природа, вміст та довжина волокна, видозміни структури фенілону С-1.

В роботі показано вплив міжполімерної взаємодії між органоволоконном і матрицею залежно від довжини волокна і його масового вмісту на руйнування водневих зв'язків у волокна і матриці, на утворення нових Н-зв'язків, амідних зв'язків або N = N – зв'язків.

Встановлена залежність теплопровідності, температуропровідності, питомої теплоємності та температурного коефіцієнта лінійного розширення від температури та вмісту органічних волокон.

За результатами досліджень фізико-механічних властивостей встановлено, що введення органічних волокон в полімерну матрицю від 5 до 15 мас. % підвищує міцнісні характеристики, а саме ударної в'язкості, модуля поздовжньої пружності, межі текучості при стисненні в 1,3; 1,4; 1,7 рази відповідно, порівняно з вихідними показниками фенілону.

В четвертому розділі приведено дослідження органоластика на основі ароматичного поліаміду фенілон, армованого волокном сульфон-Т.

Визначено, що міжмолекулярна взаємодія на межі поділу полімер – волокно являється основним чинником впливу на експлуатаційні властивості вихідних матеріалів.

При дослідженні властивостей міцності встановлено, що введення волокна сульфон-Т в полімерну матрицю підвищує твердість і модуль Юнга в 1,7 і 1,9 рази відповідно, та збільшує коефіцієнт Пуассона на 30 % порівняно з вихідним полімером.

Аналіз мікроструктури зламу показав, що використання для армування органоволокон істотно впливає на формування надмолекулярної структури фенілону. Чітко видно, що при введенні у вихідний полімер органоволокна, злам композиції стає трансглобулярним. Волокна в процесі руйнування розтягуються (зафіксовано утворення шийки течії), а не висмикуються.

У процесі тертя фенілону С-1 та органопластика на його основі по сталі в режимі тертя без змащування виявлено підвищення зносостійкості і зниження коефіцієнта тертя в 1,6 раза, порівняно з фенілоном С-1.

Випробування розроблених органопластиків в металургійній промисловості в якості деталей рухомих з'єднань, що працюють в екстремальних умовах з високою запиленістю та при великих динамічних навантаженнях показали, що за 3000 годин роботи знос підшипників з фенілону склав 0,233 мм на діаметр. Бронзові підшипники в цих умовах повністю виходять з ладу за 900-1200 годин, при цьому знос їх складає до 5 мм та більше. Розроблені втулки з полімерних композитів пластинчатих ланцюгів шлепперів перевершують за довговічністю в 5 -6 разів серійну бронзу Бр О5- Ц5-С5.

У п'ятому розділі розглянута можливість армування фенілону С-1 сумішшю органічного та вуглецевого волокон та досліджено їхній вплив на властивості полімерного композиційного матеріалу.

Поєднання компонентів різної природи (органічні та вуглецеві волокна) та здатність полімеру їх просочувати - досить важка задача, в силу відмінної жорсткості та густини волокон. Аналіз мікроструктури отриманих зразків, показав, що обраний спосіб змішування та формування виробів не порушує рівномірний розподіл як органічних, так і вуглецевих волокон в полімерній матриці.

В результаті випробування фенілону та гібридних композитів на абразивний знос виявлено дві стадії його протікання. На першому етапі процесу зношування спостерігається значна втрата маси, яка відбувається на перших 40 - 80 м шляху (так зване припрацювання зразка), внаслідок чого підвищується міцність та жорсткість поверхні тертя композитів. Другий етап характеризується практично постійною і відносно низькою інтенсивністю зношування, яка сягає мінімальних значень в кінці шляху (320 м). За абразивною зносостійкістю гібридні композити К 2 – К 5 перевершують вихідний пластик в 1,2 – 1,7 рази відповідно.

Експериментальні деталі було встановлено на заміну серійним підшипникам кочення UCF 212 в опорні вузли шнекової сушарки ШС-1, яка працює в умовах тертя без змащування, підвищеної запиленості та високих температур (473-503 К). Протягом 800 годин роботи відхилень від норми роботи не виявлено.

ЗАУВАЖЕННЯ ДО ДИСЕРТАЦІЇ

1. В першому розділі багато уваги приділено історії створення полімерних композиційних матеріалів та його компонентів.

2. З аналізу літературного огляду не чітко показана мета та завдання дослідження.

3. В розділах 3 та 4 бажано було б провести об'єднання однотипних досліджень, зокрема інфрачервоних досліджень, дослідження теплофізичних та триботехнічних характеристик.

4. В роботі не чітко визначено механізми екстремальної поведінки мікротвердості, модулів пружності, інтенсивності зношування та коефіцієнтів тертя від вмісту армуючих волокон.

Зауваження, які зроблені до дисертаційної роботи не стосуються кваліфікаційних ознак і не знижують при цьому її наукового рівня.

ЗАКЛЮЧНА ОЦІНКА ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Дисертаційна робота Набережної Ольги Олександрівни є цілком завершеним, самостійним науковим дослідженням, що висвітлює актуальну тему і має вагомим теоретичне та практичне значення. Дисертаційна робота відповідає вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук. Тема роботи, об'єкт та предмет дослідження, її зміст, а також положення та висновки відповідають паспорту спеціальності 05.02.01 – «матеріалознавство». Результати дисертації достатньо апробовані. Автореферат дисертації вірно відображає її основні положення.

Отже, вважаю, що за актуальністю, науковою новизною, обсягом проведених експериментальних досліджень, їх науковою та практичною значимістю робота Набережної Ольги Олександрівни "Розробка та дослідження властивостей самоармованих органопластиків на основі термостійких ароматичних поліамідів" відповідає вимогам щодо дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата наук, зокрема пунктам 9, 11 і 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013р. №567, а автор дисертації Набережна Ольга Олександрівна - заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – матеріалознавство.

Офіційний опонент:

к.т.н., доцент кафедри металургії
Запорізької державної інженерної академії

 О.Р. Бережна



Бережної О.Р.

