

ВІДГУК

офіційного опонента, д.т.н, проф. Гриценка Олександра Миколайовича

на дисертаційну роботу Пікули Івана Івановича

«Композити на основі фторполімерів та діоксиду кремнію для 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 роботи. Рецензована дисертаційна робота присвячена актуальному науково-технічному завданню – створенню нових полімерних композиційних матеріалів для використання у вузлах тертя технологічного обладнання. Автором здійснено комплексне дослідження процесів формування, фізико-механічних, теплофізичних та трибологічних властивостей композитів на основі фторполімерів та силікагелю. Враховуючи сучасні вимоги до підвищення енергоефективності обладнання та ресурсозбереження, робота викликає значний науковий та практичний інтерес.

Актуальність роботи зумовлена необхідністю зниження енергетичних витрат, пов'язаних із подоланням сил тертя в елементах технологічного обладнання. На сьогодні до 23% усієї енергії в промисловості витрачається саме на подолання тертя, що зумовлює гостру потребу в ефективних триботехнічних матеріалах нового покоління. Запропоновані в роботі полімерні композити на основі фторполімерів і силікагелю мають потенціал значно покращити характеристики вузлів тертя, зменшуючи споживання енергії, підвищуючи довговічність та надійність обладнання. Розроблена методика *in situ*- суміщення вихідних компонентів полімерних композицій не лише спрощує виробничий процес, а й підвищує однорідність структури композиту, що позитивно впливає на його експлуатаційні характеристики. Таким чином, тема дисертаційної роботи є своєчасною, важливою та відповідає сучасним викликам у галузі матеріалознавства й машинобудування.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Наукова новизна та наукові положення, викладені у дисертаційній роботі, є достатньо аргументованими і у повному обсязі підтверджені експериментальними і теоретичними дослідженнями. Доказом достовірності наукових положень і висновків є узгодження результатів досліджень з загальновідомими науковими положеннями та між собою, а також позитивні результати промислових випробувань одержаних композитів у вузлах тертя технологічного обладнання, зокрема, як ущільнення плунжера гідравлічного насоса технологічної лінії з виробництва металевих заготовок на ТОВ “ДНПРОПРЕС”. Обґрунтованість та вірогідність наукових результатів забезпечується застосуванням стандартних методик досліджень (фізико-механічних, трибологічних, теплофізичних властивостей) та сучасних фізико-хімічних методів аналізу: термогравіметричний, рентгеноструктурний.

Наукова новизна отриманих результатів дисертаційної роботи. Вагомим науковим результатом роботи є розвиток теоретичних уявлень про основні фізико-хімічні закономірності процесів одержання композитів на основі фторполімерів (кополімер тетрафторетилену з етиленом, поліфінілденфторид) із суміщенням стадій наповнення та одержання дрібнодисперсного силікагелю методом підкислення водяного розчину метасилікату натрію.

Розроблено методику *in situ* суміщення вихідних компонентів полімерних композицій на основі фторполімерів для отримання полімерних композитів з однорідним розподілення наповнювача-силікагелю в об’ємі.

Визначено оптимальні технологічні параметри (тиск та час витримки під тиском під час брикетування, температура та тиск пресування) на підготовчому та основному етапі переробки фторполімерів компресійним пресуванням у формах із підігрівом.

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 фторполімерів (політетрафторетилену, кополімеру тетрафторетилену з етиленом, полівініліденфториду), наповнених силікагелем, який полягає у суміщенні стадій наповнення та синтезу наповнювача *in situ*, а також технології одержання виробів на основі розроблених композитів компресійним пресуванням. Одержані матеріали характеризуються підвищеними фізико-механічними, теплофізичними та трибологічними характеристиками.

Встановлено, що деталі з розроблених композитів на основі наповнених силікагелем *in situ* фторполімерів під час експлуатації у конструкційних вузлах машин і механізмів зберігають міцність під дією навантажень до 70 МПа за температур до 400 °С.

Отримані результати були використані для розроблення та впровадження ущільнень з розроблених полімерних композиційних матеріалів у вузлі тертя та герметизації (манжетні ущільнення штоку) гідравлічного насоса моделі ДГ3739А3 на ТОВ ДНІПРОПРЕС.

Повнота викладу результатів в опублікованих працях. Основні положення дисертації у достатньо повному обсязі викладені у 12 наукових працях, з них – 4 статті у фахових виданнях України, з яких 3 статті у виданнях, які індексуються міжнародною НБД Scopus, 8 тез доповідей на наукових міжнародних конференціях.

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 93%, що свідчить про високий рівень самостійності при проведенні досліджень та написанні 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».

Оцінка змісту дисертації. Науково-кваліфікаційна робота Пікули Івана Івановича написана українською мовою, вирізняється логічною структурною організацією та цілісним науковим викладом. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку літератури і додатків. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 144 сторінки, до яких входять 59 рисунків, 6 таблиць, 141 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 проведено ґрунтовний аналіз сучасної наукової літератури, присвяченої актуальному стану наукових досліджень в напрямку створення матеріалів триботехнічного призначення для вузлів тертя технологічного обладнання. Обґрунтовано вибір вихідних компонентів (фторполімерів та силікагелю) для створення матеріалів із високим рівнем трибологічних властивостей та методів переробки їх у вироби.

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

У **третьому** розділі розроблено методику переробки досліджених фторполімерів та композитів на їх основі у вироби. Докладно описано новий метод *in situ* суміщення вихідних компонентів розроблених полімерних композицій. Обґрунтовані технологічні стадії процесу переробки фторполімерів. Описані операції підготовки вихідних компонентів полімерних композицій, а саме – просіювання, синтез наповнювача та його суміщення з полімерною

матрицею, брикетування. Встановлені оптимальні значення основних технологічних параметрів переробки одержаних композитів у виробі.

У **четвертому розділі** показано вплив складу розроблених полімерних композитів, методів та технологічних параметрів переробки на фізико-механічні та теплофізичні властивості виробів на їх основі. Приведено результати термогравіметричних досліджень, досліджень температури теплостійкості за Віка, густини, твердості за Брінеллем, граничного напруження за межі текучості та модуля пружності під час стискання розроблених полімерних композитів на основі наповнених фторполімерів.

П'ятий розділ присвячений дослідженню трибологічних властивостей розроблених полімерних композитів на основі фторполімерів та силікагелю. Відповідно до температури, яка виникає під час тертя визначені оптимальні режими притирання розроблених композитів. Встановлені значення коефіцієнтів тертя, температури на поверхні тертя та інтенсивності лінійного зношування досліджених фторполімерів та композитів на їх основі. Представлено порівняльну характеристику трибологічних властивостей матеріалів, одержаних за механічним та *in situ* методом суміщення вихідних компонентів полімерних композицій.

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 на прикладі ущільнень плунжерного гідравлічного насоса.

Дискусійні положення та зауваження до дисертаційної роботи.

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

1. На мій погляд, у підрозділі 1.4. «Методи переробки полімерів та композитів на їх основі у виробі» приведено велику кількість рисунків

загальновідомого обладнання для переробки полімерів, яке не є об'єктом дослідження.

2. У розділі 2. «Об'єкти та методи досліджень» також зайвими є зображення обладнання, яке використовувалося під час досліджень, особливо, яке не є унікальним (оптичний мікроскоп, аналітичні ваги тощо).

3. Відсутні деякі методики експериментів, наприклад, дослідження теплостійкості за Віка, поверхневої твердості, температури початку активної деструкції. Не вказано країну походження та виробника об'єктів досліджень – політетрафторетилену та силікагелю.

4. З роботи не зрозуміло методику розрахунку коефіцієнтів неоднорідності розподілення силікагелю у полімерній матриці.

5. Для кращого сприйняття роботи, бажано було б нумерацію рисунків робити не наскрізною, а з вказуванням розділу та порядкового номера рисунка в межах розділу.

6. Результати термомеханічних досліджень (рис. 37) наведені не зовсім коректно. На осі ординат прийнято вказувати не лінійне видовження, а відносну деформацію.

7. В роботі не обґрунтовано вибір використання лише однієї концентрації наповнювача (10 мас.%). Логічно, що різний вміст силікагелю впливає на властивості композитів.

8. Виходячи із тексту роботи не зовсім зрозуміло за яких температур проводили дослідження на тертя та зношування розроблених матеріалів.

9. У роботі присутня досить велика кількість граматичних та орфографічних помилок, зустрічаються неточності та механічні помилки.

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 «Композити на основі фторполімерів та діоксиду кремнію для 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 Пікула Іван Іванович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія в галузі знань 16 Хімічна 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