

Ефективність обробки компонентів полінаповнених епоксикомпозитних матеріалів у фізичних полях

Кашицький Віталій ^{1[0000-0003-2346-912X]}, Савчук Петро ^{2[0000-0002-5319-3913]},
Садова Оксана ^{1[0000-0002-6152-5447]}, Климовець Олександр ^{1[0009-0002-6889-1199]}

¹ Луцький національний технічний університет,
вул. Львівська, 75, Луцьк, 43018, Україна

² Волинська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН
(Національної академії аграрних наук), вул. Шкільна, 2, смт Рокині, 45626, Україна
v.kashytskyi@lntu.edu.ua

Анотація. Визначено покращення триботехнічних властивостей епоксикомпозитних матеріалів, які містять в своєму складі дискретні волокнисті наповнювачі та термостійкий кремнійорганічний модифікатор. Встановлено ефективність ультразвукової обробки волокнистих наповнювачів в середовищі розчинника та електромагнітної обробки кремнійорганічного лаку. Використання дискретних арамідних та скляних волокон забезпечує підвищення механічних характеристик та коефіцієнта тертя, що позитивно впливає на формування структури та властивості епоксикомпозитів фрикційного призначення.

Ключові слова: епоксикомпозит, зносостійкість, інтенсивність зношування, коефіцієнт тертя.

1. Вступ

Міцність полімеркомпозитних матеріалів визначається властивостями волокон, які перерозподіляють напруження в полімерній матриці [1, 2]. Жорсткі армувальні волокна здатні сприймати напруження, які виникають в процесі навантаження композиту, надаючи полімерній матриці додаткову міцність.

Технологічний процес суміщення компонентів полягає в якісному просоченні волокнистих матеріалів рідким зв'язуючим за рахунок заміщення повітря і вологи, що знаходиться в мікропорах волокон. Недостатнє просочення волокон знижує міцність і передчасно руйнує полімеркомпозитний виріб [3].

Одним із методів підвищення фізико-механічних характеристик композитних матеріалів є застосування попередньої обробки волокнистого наповнювача, що сприяє зниженню залишкових напружень. Також дослідження показують, що чим більша довжина волокон і менший діаметр, тим вищий ступінь зміцнення композитного матеріалу [4, 5].

2. Результати досліджень

Склад та технологію формування епоксикомпозитних матеріалів (табл. 1) для триботехнічних досліджень визначено згідно аналізу попередніх досліджень та оптимізації складу методом математичного планування експерименту [6]. Для формування епоксикомпозитних зразків використано дискретні скляні та арамідні волокна довжиною 3-4 мм, високодисперсний порошок алюмінію.

Таблиця 2. Склад та технологія формування епоксикомпозитів

№ зразка	Склад матеріалу	Обробка волокон	Обробка модифікатора
	Вміст наповнювачів		
1	1) дискретні скловолокна (10 мас. ч.) 2) дискретні арамідні волокна (1 мас. ч.) 3) порошок алюмінію (7 мас. ч.)	–	–
2		+	–
3		–	+
4		+	+

Примітки. 1. Матриця: 100 мас. ч. смоли ЕД-20, 12 мас. ч. твердника ПЕПА.
2. Вміст модифікатора 20 мас. ч.
3. Дискретні волокна обробляли ультразвуком в розчині ацетону протягом 5 хв.
4. Модифікатор КО-08 обробляли в електромагнітному полі потужністю 120 Вт протягом 10 хв.

Дослідження триботехнічних властивостей розроблених епоксикомпозитних матеріалів фрикційного призначення проводили в умовах сухого тертя. Швидкість ковзання становила 1,0 м/с. Питоме навантаження змінювалось в межах 0,5-1,5 МПа.

Експериментально встановлено, що інтенсивність вагового зношування епоксикомпозитів, які містять необроблені волокна та модифікатор (№ 1) становить 1,4-4,8 мг/км залежно від питомого навантаження. Визначено, що інтенсивність вагового зношування епоксикомпозитів (1,1-4,1 мг/км), які містять оброблені ультразвуком дискретні волокна (№ 2), є нижчою на 14,6-39,1 % порівняно з необробленими компонентами епоксикомпозитів № 1.

Інтенсивність вагового зношування епоксикомпозитів, що містять в складі оброблений в електромагнітному полі модифікатор та необроблені дискретні волокна (№ 3), становить 3 мг/км і поступово знижується до 1,5 мг/км із підвищенням питомого навантаження до $P = 1,5$ МПа. Це вказує на процесі самоорганізації, в результаті чого відбувається формування плівки переносу на трибоповерхнях, що стабілізує процес фрикційної взаємодії та знижує інтенсивність зношування трибопари. Додатково зниженню інтенсивності зношування також сприяє наявність замаслювача на поверхні арамідних волокон.

Інтенсивність вагового зношування епоксикомпозитів, що містять оброблені компоненти (№ 4) становить 1,4-2,8 мг/км, що є нижчою на 7% порівняно із епоксикомпозитами, які містять необроблені дискретні волокна. Це можна пояснити наявністю в складі епоксикомпозитного матеріалу оброблених волокон, на поверхні яких утворюються додаткові фізико-хімічні зв'язки з епоксиполімерною матрицею, та використанням обробленого в електромагнітному полі кремнійорганічного лаку.

Встановлено, що в результаті ультразвукової обробки дискретних волокон в середовищі розчинника відбувається ефективне очищення поверхні волокон від залишків замазювача, що сприяє формуванню нових фізико-хімічних зв'язків та призводить до підвищення механічних характеристик. Обробка кремнійорганічного лаку в електромагнітному полі призводить до видалення розчинника, який перешкоджає структуруванню та призводить до утворення макроскопічних дефектів структури епоксикомпозитів.

Список посилань

1. Чеботарева Е.А. Полимерные композиционные материалы: формирование структуры и влияние ее на свойства / Вишняков Л.Р. // Вісник інженерної академії України. – 2012. – Т. 25 – №2. – С. 157-163.
2. Щеголева Н.Е. Композиционные материалы, армированные волокнистым наполнителями / Щеголева Н.Е., Гращенков Д.В., Ваганова М.Л. // Перспективные материалы – 2014. – №8. – С. 22-30.
3. Вознесенський В.А. Современные методы оптимизации композиционных материалов / Вознесенський В.А. // Наукова думка – 2010. – 144 с.
4. Савчук П.П., Косторнов А.Г. Особливості впливу процесів модифікації на триботехнічні характеристики епоксидних композиційних матеріалів // Проблеми тертя та зношування: Наук.-техн.зб. – К.: НАУ. – 2010. – Вип. 48. – С. 135-148.
5. Буднік О. А. Підвищення фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей триботехнічних ПТФЕ композитів методами механічної активації / Буднік О.А., Берладір Х.В., Буднік А.Ф., Руденко П.В. // Проблеми тертя та зношування. – 2014. – Т. 4. – №6. – С. 130-139.
6. Люшук О.М. Оптимізація процесу модифікації епоксиполімерів кремнійорганічним лаком / О.М. Люшук, П.П.Савчук, В.П. Кашицький, Д.М. Матрунчик // Міжнародне періодичне наукове видання "International Scientific and Practical Conference "WORLD SCIENCE" № 4(20), Vol.2, April 2017, Dubai, UAE. – С. 27-32.