

ВПЛИВ МОДИФІКОВАНОГО КРЕМНІЙОРГАНІЧНОГО ЛАКУ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИПОЛІМЕРІВ ДЛЯ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ ВОДНОГО ТРАСПОРТУ

Савчук П.П., Кашицький В.П., Садова О.Л., Орловський І.В., Наливайко О.О.

Луцький національний технічний університет

(Україна)

Вступ. Композитні матеріали на основі епоксидних смол широко застосовують в транспортній галузі для виготовлення виробів триботехнічного призначення та захисних покриттів, оскільки мають оптимальну волого- та атмосферостійкість, а також високу адгезію до більшості матеріалів. Суттєвим недоліком, який значно обмежує застосування епоксиполімерів як матриці для трибовиробів є недостатня їх тепло- та термостійкість [1, 2]. Дану проблему можна вирішити шляхом введення термостійких модифікаторів, зокрема кремнійорганічних сполук. Під час структурування модифікованих епоксиполімерів формується структура, яка забезпечує підвищену тепло- та термостійкість матеріалу, а також високу міцність, ударну в'язкість та хімічну стійкість виробів в агресивних умовах експлуатації. Це дозволить застосувати дані композитні матеріали для виготовлення трибовиробів, а також як покриття для захисту деталей вузлів машин та механізмів технологічного устаткування [3, 4]. Однак значним недоліком кремнійорганічних сполук є наявність в їх складі толуолу, який додають для покращення реологічних властивостей розчину. Наявність в композиції толуолу значно знижує фізико-механічні характеристики епоксиполімерів, оскільки під час структурування розчинник нерідко сприяє формуванню дефектної структури [5].

Результати досліджень. Експериментально встановлено, що збільшення вмісту кремнійорганічного лаку марки КО-08 від 5 мас. ч. до 15 мас. ч. підвищує на 7 % адгезійну міцність епоксиполімерів. Незначне зростання показника пояснюється наявністю толуолу в складі кремнійорганічного лаку, який перешкоджає утворенню максимально кількості фізико-хімічних зв'язків під час структурування епоксиполімерів. Для модифікованих епоксиполімерів оптимальним вміст кремнійорганічного лаку марки КО-08 становить 20 мас. ч, оскільки отримано найвищу адгезійну міцність матеріалу (19,3 МПа). При збільшенні вмісту модифікатора до 25 мас. ч. зафіксовано зниження в 1,5 раз адгезійної міцності, що пояснюється підвищеним вмістом в епоксиполімерній системі толуолу, який залишається після структурування.

Досліджено, що збільшення вмісту кремнійорганічного лаку від 5 мас. ч. до 15 мас.ч. майже не підвищує міцність при стисканні, що пояснюється пластифікацією структури епоксиполімеру за невисокого вмісту модифікатора. Підвищення вмісту кремнійорганічного лаку до 20 мас. ч. та 25 мас. ч. призводить до зниження в 1,3 рази міцності при стисканні порівняно із епоксиполімерами з вмістом кремнійорганічного лаку 10 мас. ч. Зниження міцності при стисканні пов'язане із високим вмістом кремнійорганічного лаку та толуолу зокрема, який виділяється під час термічної обробки та створює високі залишкові напруження в епоксисистемі [5].

За низького вмісту кремнійорганічного лаку 5-10 мас. ч. ударна в'язкість епоксиполімерів становить 6,1-6,2 кДж/м². Однак у випадку введення модифікатора в кількості 15 мас. ч. ударна в'язкість епоксиполімерів підвищується на 18 % (7,4 кДж/м²), що пояснюється збільшенням пластичності матеріалів за рахунок вищого вмісту кремнійорганічного лаку, який є пластифікуючою добавкою [2, 5]. Підвищення вмісту кремнійорганічного лаку в епоксиполімерах до 20 мас. ч. призводить до зниження ударної в'язкості в 1,3 рази, а до 25 мас.ч. – в 2,7 раз, що пояснюється низьким ступенем структурування епоксиполімерної системи через високий вміст модифікатора, який містить більше толуолу.

З метою видалення толуолу з кремнійорганічного лаку марки КО-08 проведено обробку модифікатора в електромагнітному полі. Максимальні значення адгезійної міцності (25,4 МПа) отримано для модифікованих епоксиполімерів, що містять оброблений в електромагнітному полі протягом 5 хв кремнійорганічний лак. У випадку збільшення тривалості обробки кремнійорганічного лаку в електромагнітному полі до 10 хв адгезійна міцність епоксиполімерів знижується в 1,5 раз, що пов'язано з зниженням в'язкості та однорідності композиції через видалення розчинника.

Експериментально встановлено, що найвищу межу міцності при стисканні за вмісту модифікатора 20 мас. ч. мають епоксиполімери, які модифіковані обробленим в електромагнітному полі протягом 5 хв кремнійорганічним лаком. Збільшення тривалості електромагнітної обробки кремнійорганічного лаку до 10 хв призводить до зменшення міцності при стисканні на 10 %, а обробка тривалістю 15 хв знижує міцність на 20 %. Тривала обробка кремнійорганічного лаку підвищує його в'язкість, що ускладнює формування однорідної структури епоксиполімеру з утворенням максимальної кількості хімічних зв'язків між реакційноздатними групами компонентів.

Експериментально встановлено, що збільшення тривалості електромагнітної обробки модифікатора до 10 хв підвищує в 1,8 раз ударну в'язкість епоксиполімерів, що пов'язано із підвищенням пластичності епоксиполімерної сітки. Зі збільшенням тривалості електромагнітної обробки до 15 хв ударна в'язкість знижується на 3 %, а у випадку обробки 20 хв відбувається різке зниження ударної в'язкості епоксиполімерів, оскільки знижується ступінь однорідності композиції.

Висновки. Оптимальний вміст кремнійорганічного лаку в епоксиполімерах становить 15 мас. ч., що забезпечує підвищення на 7 % адгезійної міцності та 18 % ударної в'язкості епоксикремнійорганічного полімеру за рахунок пластифікації епоксиполімерної сітки. При цьому відбувається формування однорідної структури, яка містить макромолекули кремнійорганічного лаку, в результаті чого підвищується стійкість до впливу динамічних навантажень. Встановлено, що обробка кремнійорганічного лаку в електромагнітному полі протягом 5 хв забезпечує підвищення стійкості епоксиполімерів до статичних навантажень за рахунок видалення розчинника з композиції та формування структури з меншою кількістю дефектів. Обробка кремнійорганічного лаку в електромагнітному полі протягом 10 хв суттєво підвищує ударну в'язкість модифікованих епоксикомпозитів за рахунок формування структури з підвищеним вмістом макромолекул кремнійорганічної складової, яка здатна ефективно поглинати енергію динамічних навантажень при створенні захисних покриттів для водного транспорту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Levytskyj V., Kochubei V., Gancho A. Influence of the Silicate Modifier Nature on the Structure and Properties of Polycapromamide. *Chemistry and Chemical Technology*. 2013. No. 2, Vol. 7. P.169-172.
2. Люшук О.М., Савчук П.П., Кашицький В.П., Матрунчик Д.М. Оптимізація процесу модифікації епоксиполімерів кремнійорганічним лаком. Міжнародне періодичне наукове видання "International Scientific and Practical Conference "WORLD SCIENCE". № 4 (20), Vol. 2, April 2017, Dubai, UAE. С. 27-32.
3. Мережко Н.В. Властивості та структура наповнених кремнійорганічних покриттів: монографія. К. : КНТЕУ, 2000. 257 с.
4. Стухляк П.Д., Карташов В.В. Фізико-механічні властивості епоксикомпозитів, оброблених змінним магнітним полем низької частоти. Тернопіль, 2001. 210 с.
5. Савчук П.П., Косторнов А.Г. Особливості впливу процесів модифікації на триботехнічні характеристики епоксидних композиційних матеріалів // Проблеми тертя та зношування. К.: НАУ. 2010. Вип. 48. С. 135-148.