

УДК 667.64

П. П. Савчук, докт. техн. наук, професор,

В. П. Кашицький, канд. техн. наук, професор,

І. А. Мороз, канд. хім. наук, доцент,

О. Л. Садова, канд. техн. наук,

І. В. Боярська, канд. техн. наук, доцент

Луцький національний технічний університет

ВПЛИВ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ОБРОБКИ НА АДГЕЗІЙНУ МІЦНІСТЬ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ З ВМІСТОМ ПОРОШКУ ДИОКСИДУ ТИТАНУ

Розробка сучасних полімеркомпозитних матеріалів передбачає формування багатокомпонентних систем із заданими властивостями. Одним із способів керування властивостями матеріалів є зміна хімічного складу полімерів та обробка композицій у фізичних полях, яка призводить до модифікації структури і, відповідно, властивостей полімеру на різних рівнях технологічного процесу. Найбільш технологічними є фізичні методи модифікації: термічна обробка, радіаційне опромінення, циклічна деформація, обробка полімерів в електричних і магнітних полях.

Серед широкого спектру існуючих полімерів значне місце займають епоксидні смоли, які завдяки високій адгезійній міцності та технологічності широко використовують в техніці для формування епоксикомпозитних виробів або нанесення захисних покриттів [1].

Покращення властивостей епоксикомпозитів відбувається в результаті трансформації надмолекулярної структури за рахунок обробки композиції ультразвуком [2]. Під впливом ультразвуку змінюються умови гомогенізації композиції, її в'язкість, час релаксації і кінетика структурування епоксикомпозитів. Ультразвукова обробка дозволяє підвищити деформаційно-міцнісні і адгезійні характеристики епоксикомпозитів, знизити рівень залишкових напружень, збільшити довговічність та значно скоротити час структурування системи [3].

Введення порошку диоксиду титану (TiO_2) забезпечує підвищення механічних та експлуатаційних характеристик епоксикомпозитних покриттів, однак виникають проблеми із

рівномірним розподілом наповнювача в об'ємі полімерної матриці та підвищенням адгезійної міцності, оскільки складно забезпечити високу взаємодію епоксидного в'язучого з поверхнею високодисперсних частинок.

Приготування композиції полягало у поетапному введенні дозованого вмісту компонентів та механічного вимішування суміші. Обробку композиції ультразвуком проводили у полімерному контейнері в середовищі води протягом 5-10 хв. Твердження епоксикомполімерів за нормальних умов відбувалося протягом 24 год з наступною термічною обробкою за ступінчастим режимом: витримка протягом 1 год за температури 50 °С, 1 год – 100 °С, 4 год – 140 °С.

Встановлено, що епоксикомполімери з невисоким вмістом порошку діоксиду титану (4 мас. ч.) та тривалістю ультразвукової обробки композиції протягом 5 хв мають високу адгезійну міцність, оскільки даний вміст наповнювача забезпечує формування однорідної системи. При цьому рівень залишкових напружень є низький через рівномірний розподіл частинок наповнювача та відсутність концентраторів напружень на межі розділу фаз. Збільшення тривалості ультразвукової обробки композиції до 10 хв призводить до зниження адгезійної міцності за рахунок інтенсивного структурування системи через підвищення швидкості реакції утворення хімічних зв'язків між макромолекулами епоксидної смоли та поліетиленполіаміну.

У випадку збільшення вмісту наповнювача діоксиду титану в системі до 8 мас. ч. за тривалості ультразвукової обробки 5 хв відбувається зниження адгезійної міцності епоксикомполімерів, оскільки тривалість обробки 5 хв є недостатньою для руйнування агрегатів наповнювача і забезпечення високого ступеня однорідності системи. При цьому обробка ультразвуком композиції протягом 10 хв призводить до редиспергування та рівномірного розподілу високодисперсних частинок в епоксиполімерній матриці в результаті чого підвищуються адгезійні характеристики епоксикомполімеру.

Висновки. Експериментально встановлено, що підвищення адгезійної міцності відбувається за рахунок введення оптимального вмісту порошку діоксиду титану в кількості 8 мас. ч. і тривалості ультразвукової обробки 10 хв. Високо-частотні ультразвукові коливання забезпечують рівномірний розподіл частинок та підвищують ліофільність поверхні

наповнювача. Також в процесі ультразвукової обробки відбувається інтенсивне видалення повітряних включень з композиції, в результаті чого формується менш дефектна структура.

Список використаних джерел:

1. Kolosova O.P. Ultrazvukova obrobka texnologichnoyi syrovyny polimernykh kompozycijnykh materialiv: navchalnyj posibnyk [elektronne vydannya] dlya pidgotovky aspirantiv, yaki navchayutsya za specialnistyu «Galuzeve mashynobuduvannya» / O.P. Kolosova, V.V. Vanin, O.Ye. Kolosov, V.I. Sivecckyj. – K.: KPI imeni Igorya Sikorskogo, 2017. – 188 p.

2. Buketov A.V., Stukhlyak P.D., Kalba Ye.M. Fyzyko-khimichni procesiyi pry formuvanni epoksykompozytnykh materialiv. – Ternopil: Zbruch. 2005 – 182 p.

3. Examining the effect of physical fields on the adhesive strength of protective epoxy composite coatings / V. Kashytskyi, P. Savchuk, V. Malets, Y. Herasymiuk, S. Shcheglov. – Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774 3/12 (87) 2017.