УДК 621.763

[1]І.В. Боярська, В.П.Кашицький, к.т.н., доц., [2]Л.А.Савчук, к.х.н., доц.
[1]Луцький національний технічний університет, Україна
[2]Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, Україна

ПРОЦЕС СТРУКТУРУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ПІД ВПЛИВОМ ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ

[1]I.V. Boyarska, V.P. Kashytskyi, Ph.D., Assoc. Prof., [2]L.A. Savchuk, Ph.D., Assoc. Prof.

THE PROCESS OF STRUCTURING POLIMER COMPOSITE MATERIALS UNDER THE INFLUENCE OF THERMAL FIELD

Розвиток сучасної техніки не можливий без застосування матеріалів з високими фізико-механічними та експлуатаційними властивостями. Важливе місце серед сучасних матеріалів посідають полімерні композиційні матеріали, зокрема епоксикомпозити, які застосовують для виготовлення конструкцій та захисних покриттів в машинобудуванні [1]. Сучасний рівень вимог, які поставлено до експлуатаційних властивостей композитних матеріалів, потребує пошуку новітніх технологій з метою забезпечення високих функціональних властивостей.

Більшість полімеркомпозиційних матеріалів (ПКМ) на основі реактопластів мають низьку ударну в'язкість, тому з метою усунення даного недоліку до їх складу вводять волокнисті наповнювачі [2].

Механічні характеристики ПКМ в значній мірі залежать від властивостей наповнювача, однак вирішальний вплив на експлуатаційні властивості композиту мають властивості полімерної матриці, яка пов'язує волокна, створюючи монолітний конструкційний матеріал. У зв'язку з тим, що міцність полімерної матриці в цілому нижче міцності волокна на декілька порядків, розташування волокна всередині композиційного матеріалу повинне бути забезпечено таким чином, щоб матеріал рівномірно сприйняв механічні навантаження. Перспективним є використання зв'язуючих на основі пластифікованих епоксидних олігомерів, які відзначаються поліпшеними реологічними властивостями і підвищеними показниками фізико-механічних і теплофізичних характеристик.

Перспективними з наукової і практичної точок зору є модифікування як компонентів гетерогенних систем, так і композицій в цілому шляхом використання теплових полів: нагрівання у електричних печах опору, аеродинамічних печах, індукційних печах, за допомогою ІЧ-випромінювання, ультрафіолетове випромінювання тощо [3]. Це дозволяє додатково поліпшити властивості епоксикомпозитних матеріалів, внаслідок активації міжфазної взаємодії і регулювання структурних процесів на межі поділу фаз при формуванні композитів. Використання теплового впливу в технологічному процесі тверднення ПКМ забезпечує суттєву інтенсифікацію процесу, необхідну щільність і степінь структурування [4].

Метою роботи є вдосконалення технології структурування епоксикомпозитів під дією комплексного теплового впливу.

В якості вихідних матеріалів для формування композитів за основу вибрано епоксидно-діанову смолу марки ЕД-20, якій властиві високі адгезійна та когезійна міцність, мала усадка у процесі тверднення, технологічність при нанесенні композицій на поверхні зі складним профілем. Для структурування епоксидних композицій використано твердник поліетиленполіамін (ПЕПА).

Експериментально встановлено, що зменшення внутрішніх напружень відбувається із збільшенням тривалості витримки в тепловому полі. Прийнятним режимом є

режим нагрівання до температури 40 °С, що забезпечує формування матеріалу з мінімальними внутрішніми напруженнями ($\sigma_{вн}$ = 0,11 МПа). Це відбувається завдяки тому, що більш тривала теплова обробка забезпечує рівномірне зшивання макромолекул твердника і олігомера. Матеріал термічно оброблений при 40 °С без попередньої витримки при кімнатній температурі залишився у незшитому стані через незавершеність процесів структурування.

У матеріалі, який нагрівався при температурі 70 °С відбувався інтенсивний спад внутрішніх напружень після витримки протягом 2 годин при кімнатній температурі, перед початком нагрівання, оскільки процес тверднення розпочався перед розташуванням композиції у тепловому полі.

Аналізуючи степінь структурованості епоксикомпозитів, що нагрівалися до кінцевої температури 40 °С можна спостерігати спад значень характеристики від 78,61% до 70,24% із збільшенням часу витримки згідно наступного режиму обробки «без витримки – витримка 1 година – витримка 2 години». Низькі значення можна пояснити незавершеністю процесів структурування при даній температурі, а зі збільшенням часу витримки при кімнатній температурі відбувається формування просторової сітки з рівномірним розподілом внутрішніх напружень.

Під час нагрівання з попередньою витримкою протягом 1 години при 100 °С отримано високі значення степеня структурування G = 83,38%, оскільки за даної температури утворилась достатня кількість вузлів зшивання полімерної сітки.

Найвищі показники по вмісту гель-фракції (G = 87,48%) досліджуваних матеріалів спостерігаються при нагріванні до кінцевої температури 70 °С з попередньою витримкою 2 години при кімнатній температурі. Це пояснюється достатнім часом витримки та оптимальною температурою, при якій відбувся інтенсивний процес зшивання макромолекул.

Отже, за результатами експериментальних досліджень встановлено, що тепловий вплив в процесі тверднення є важливим етапом формування ПКМ, який дає змогу забезпечити утворення в достатній мірі хімічних зв’язків між молекулами матриці та наповнювачем. При короткотривалих режимах теплової обробки дані зв’язки не встигають утворитися, через незавершеність процесів структурування, що відповідно відображається на їх функціональних характеристиках.

Література

1. Джур Є. О. Полімерні композиційні матеріали в ракетно-космічній техніці: Підручник / Джур Є. О., Кучма Л. Д., Манько Т. А. та ін. – К.: Вища освіта, 2003. – 399 с.
2. Стухляк П. Д. Епоксикомпозитні матеріали, модифіковані енергетичними полями / Стухляк П. Д., Букетов А. В., Добротвор І. Г. – Тернопіль: Збруч. – 2008. – 208 с.
3. Демура А. Л. Використання електромагнітного поля надвисокої частоти в технологічному процесі виготовлення виробів з полімерних композиційних матеріалів // Весник двигателестроения. – Запорожье: ОАО «Мотор Сич», 2006. – №4. – С. 76-79.
4. Боярська І. В. Технологічні аспекти інтенсифікації процесів структурування епоксиполімерів / І. В. Боярська, В. П. Кашицький, П. П. Савчук // Людина і космос : матеріали XIII-ї міжнародної молодіжної науково-практичної конференції, 13-15 квітня 2011 р. – Дніпропетровськ, 2011. – С. 154.