

УДК 667.64:678.026

Д.П. Стухляк, аспірант

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МОДЕЛЮВАННЯ КОЛИВНОСТІ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИТІВ

D.P. Stukhlyak

MODELING OF OSCILLATION IN MECHANICAL CHARACTERISTICS OF COMPOSITES

Ряд задач матеріалознавства описують утворення мікроструктур у композитних матеріалах (КМ) в процесі фізико-хімічної взаємодії при їх формуванні [1]. Динамічні характеристики КМ при твердінні досліджують за допомогою торсійного маятника, який працює за методом ТВА (Torsional Braid Analysis) [2].

Метод вільнозгасних коливань використовували при дослідженнях на приладі [2], що дає можливість вимірювати тангенс кута механічних втрат $\text{tg } \delta$ рухомої системи “торсіон – інерційна маса”. Це дозволяє за зміною тангенса кута механічних втрат $\text{tg } \delta$ визначити параметри процесу зшивання полімерної матриці у присутності твердої поверхні наповнювача [3].

Відомо, що внаслідок навантаження, зумовленого крутним моментом резонансних коливань торсійного маятника, частина сегментів і бокових груп ланцюгів макромолекул зв’язувача релаксують внаслідок руйнування або мігрування фізичних зв’язків. Після цього відбувається утворення нових фізичних зв’язків, тобто проходить рекомбінація таких вузлів, що приводить до зменшення рухливості структурних кінетичних одиниць (сегментів, груп) макроланцюга матриці. Максимальні абсолютні показники тангенса кута механічних втрат, а також зміщення по осі часу максимумів втрат композитів з дисперсними наповнювачами, порівняно з ненаповненим зв’язувачем у присутності скляного волокна, дозволяють встановити вплив природи наповнювача і технологічних режимів його попереднього оброблення на ступінь, швидкість зшивання та росту зовнішніх поверхневих шарів (ЗПШ) за зміною релаксаційних характеристик КМ (рис.).

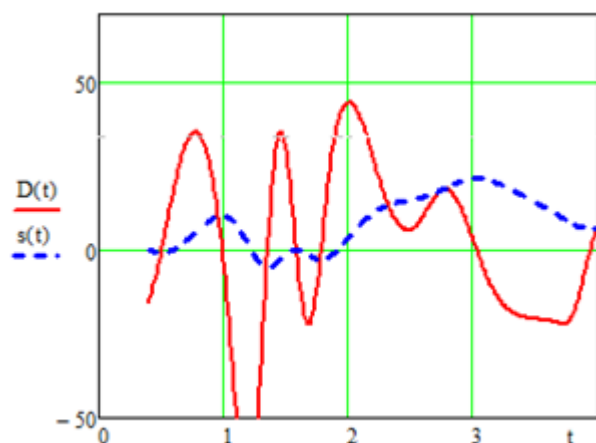


Рисунок. Залежність приросту протяжності ЗПШ $D(\text{м}\cdot 10^{-5})$ та сумарної товщини ЗПШ $s(\text{м}\cdot 10^{-5})$ від часу тверднення $t(\text{год.})$ КМ із скляного волокна просякненого смолою ЕД-20.

Динаміка процесу зшивання епоксипластів, зокрема поширення зовнішніх поверхневих шарів при наявності дисперсного чи волокнистого наповнювачів у

полімерній матриці може бути змодельована рівняннями, змінні яких міняються в просторах постійної кривини. Зазвичай під ними розуміють простори з евклідовою геометрією, проте існують і інші простори з кривиною відмінною від нуля і постійною для всіх точок простору. Такі геометрії називають гіперболічними і сферичними, що реалізуються на добре відомих поверхнях евклідового простору.

Математичні моделі реальних процесів, зокрема задачах проблем кінетики мікроструктур епоксикомпозитів часто є зручним для опису диференціальними рівняннями, змінні яких вимірюються не лише в евклідовому просторі але і в інших просторах [3]. Розв'язок $u(X)$ рівняння (1) дозволить визначити ріст зовнішніх поверхневих шарів при формуванні композитних матеріалів, що містять різні за природою і типом наповнювачі.

$$\Delta u + f(X, u, u'_x) = 0, \quad (1)$$

де $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2}{\partial x_2^2}$ - оператор Лапласа по змінних, що визначають просторові

координати тонких плівок КМ, f – складова, що характеризує внутрішні напруження матеріалу.

1. Букетов А. В. Вплив процесів релаксації на в'язкопружні характеристики армованих епоксикомпозитів / А.В. Букетов, П.Д. Стухляк, Л.К. Забава, І.В. Чихіра, І.Г. Добротвор // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – №1(7). – 2007. – Краматорськ. – С. 23-27.

2. Стухляк П.Д. Торсіонний маятник для дослідження динамічних характеристик полімерних матеріалів / П.Д. Стухляк, М.М. Митник, А.Г. Микитишин // Фізико-хімічна механіка матеріалів. - 2000, - №3, - С.82-83.

3. Колеблемость решений дифференциальных уравнений в пространствах постоянной кривизны / М.К. Бугир, И.Г. Добротвор. – К. - ИМАН УССР, - 1988, -52с.