

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ І ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МІЦНОСТІ ПОЛІМЕРКОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

Кравцова Л.В., Богдан А.П.
Херсонська державна морська академія, Україна

Вступ. Полімеркомпозитні матеріали (ПКМ) набули широкого використання у машинобудівній, промисловій, транспортній та багатьох інших галузях світової економіки [1].

В умовах експлуатації композитні елементи конструкцій, механізмів, машин та апаратів піддаються впливу знакозмінних навантажень, вібрації, підвищеного тертя, підвищених температур, агресивного середовища, тощо. У багатьох випадках ПКМ представляють собою елементи поверхонь різного роду, для оцінки працездатності та довговічності котрих важливо розраховувати їх стан, прогнозувати подальшу поведінку під впливом змінних температур та навантажень. Тому вивчення і прогнозування механічних та теплофізичних властивостей ПКМ шляхом експериментальних досліджень та чисельного моделювання є актуальною задачею з метою подальшого їх проектування.

Вже декілька десятиріччя пройшло, як засоби обчислювальної техніки і комп'ютери перетворились на невід'ємну складову роботи вченого-дослідника. За допомогою комп'ютерного моделювання на основі чисельних методів, в поточний момент вирішується значна кількість різних класів дослідницьких задач механіки, гідродинаміки, термодинаміки, тощо [2, 3]. Найбільш ефективним і універсальним чисельним методом механіки деформованого твердого тіла являється метод скінчених елементів, який закладений у багатьох програмних пакетах з комп'ютерного чисельного моделювання.

Постановка задачі – провести експериментально-чисельні дослідження з визначення характеристик міцності ПКМ для вивчення впливу різного роду навантажень на властивості ПКМ та їх прогнозування.

Матеріали і методи досліджень. Основу матеріалу (матрицю) досліджуваних зразків складає епоксидний діановий олігомер марки ЕД – 20. Матеріали наповнювача можуть бути різними це залежить від їх властивостей та умов застосування кінцевого ПКМ.

Випробування на згинання проводилось на розробленому експериментальному стенді загальний вигляд якого представлений на рис. 1 з двома опорами і оправкою (триточкова схема).

Експериментальне випробування на згинання полягає в тому, що зразок прямокутного поперечного перерізу з габаритами $L \times B \times H = 120 \times 15 \times 10$ мм піддається пластичній деформації згинанням без зміни напрямку прикладення зусилля до досягнення заданого кута згину [4].

Випробування виготовлених зразків відбувалось при рівномірному зростаючому навантаженні (через рівні проміжки часу) від 0 кг до повного руйнування зразка. Вимірювання деформації (прогину) виконувалось при кожному додаванні вантажу (швидкість навантаження 10 Н кожні 15 с). Вимірювання величини деформації, прогину зразків виконувались кожні 15 с.

Чисельні розрахунки були проведені в програмному пакеті ANSYS R18.1 платформа Workbench модуль Static Structural.



Рисунок 1. Загальний вигляд експериментального стенду

Результати експерименту і чисельного моделювання та їх обговорення. В результаті проведених експериментальних досліджень побудовані залежності деформації зразка (прогину) відносно діючого на нього навантаження, розраховані Модулі Юнга та руйнівні напруження при згинанні. Отримані експериментальні данні необхідні для створення досліджуваного матеріалу у програмі ANSYS модулі Engineering Data. Геометрична модель та сітка побудовані відповідно у модулях Design Modeler і Meshing. Результати чисельного моделювання досліджуваного зразка (процес деформації зразка під діє змінного навантаження) при згинанні за допомогою програмного пакету ANSYS модуля Static Structural наведені на рис. 2.

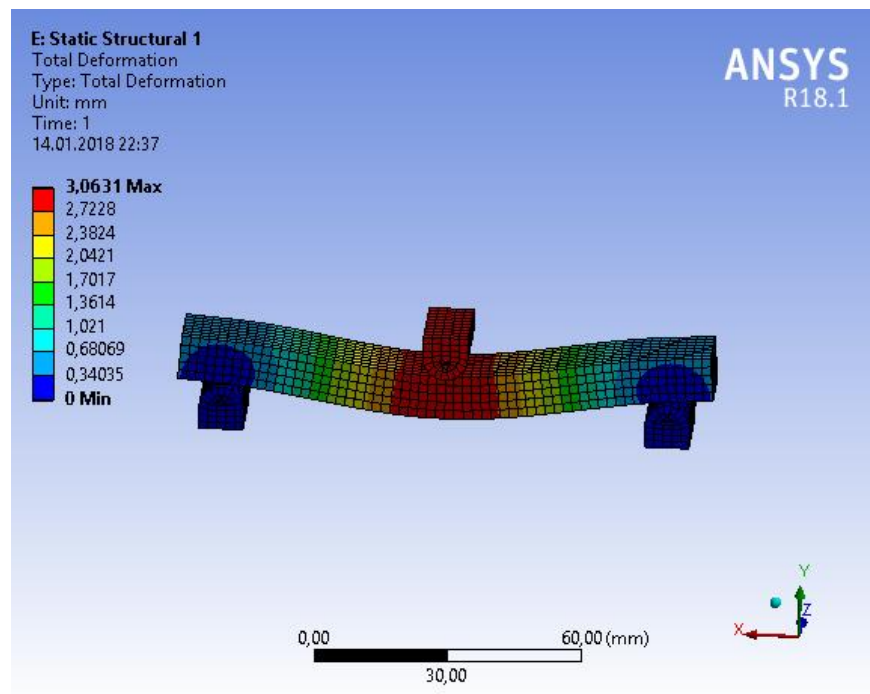


Рисунок 2. Результати чисельного моделювання досліджуваного зразка при згинанні за допомогою програмного пакету ANSYS модуля Static Structural

Представлений у доповіді матеріал являється частиною комплексного дослідження.

Висновки. Отримані експериментальні дані необхідні для створення моделі ПКМ у середовищі ANSYS Workbench і його чисельного дослідження. Отримані результати чисельних розрахунків у першому наближенні співпадають з результатами експерименту. Створена комп'ютерна модель потребує подальшої верифікації. Після встановлення адекватності результатів моделювання відповідно експериментальних даних можливе прогнозування властивостей новостворених ПКМ з різною концентрацією наповнювачів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. Пособие / М.Л. Кербер, В.М. Виноградов, Г.С. Головкин и др.; под ред. А.А. Берлина. СПб.: Профессия, 2008. – 560 с.
2. Кукуджанов В.Н. Вычислительная механика сплошных сред / В.Н. Кукуджанов. - Москва: Физматлит, 2008. – 320 с.
3. Роуч П. *Вычислительная гидродинамика* / П. Роуч. - Москва: Мир, 1980. - 618 с.
4. ASTM D 790 – 03 Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials