

УДК 539.3

А. А. Лановенко

ТОВ «Прогрестех-Україна», м. Київ, Україна

ПОРІВНЯННЯ ТОЧНОСТІ РОЗРАХУНКОВИХ МОДЕЛЕЙ ВТРАТИ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ДЛЯ PLA БАЛОК ПРИ ЗГІНІ

Близько сорока років тому до класичних методів виробництва, таких як лиття та механічна обробка, додалися адитивні технології. Особливої уваги вартує 3-D друк PLA пластиком, що користується найбільшою популярністю серед любителів та професіоналів. Однак на відміну від країн Заходу, де такий різновид адитивних технологій використовується лише для макетування, в нашій країні він також використовується для серійного виготовлення силових елементів, що доводить актуальність оцінки міцності конструкцій з такого матеріалу. Так як однією з найпоширеніших розрахункових схем силових елементів конструкцій є балка, то важливо вміти підбирати найдоцільнішу модель оцінки втрати несучої здатності балок з PLA пластику. В цій роботі розглянуто такі моделі: розрахунок за допустимими напруженнями та розрахунок за граничним станом за моделю пластичного шарніра і «зі зміцненням».

Для перевірки точності зазначених моделей було проведено експеримент, об'єктами якого були надруковані на 3-D принтері пластикові швелери з волокнами, напрямленими вздовж повздовжньої осі балки. Розрахунковою схемою для цих зразків була обрана двохопорна балка із зосередженою силою посередині, а сам дослід полягав в поступовому навантаженні зразка та фіксуванні двох показників: прикладеного навантаження та викликаного ним прогину.

Механічні характеристики матеріалу були отримані в лабораторії кафедри конструкції літальних апаратів Національного авіаційного університету. В результаті було встановлено, що надруковані зразки мають залишкове відносне видовження близько 2%, тому можуть вважатися доволі крихкими. Значить, результати, отримані з використанням моделі розрахунку за допустимими напруженнями, мають бути більш точними, ніж ті, що отримані за моделями розрахунку за граничним станом.

Дослідження виявило, що всі випробувані зразки зруйнувалися від зусилля близько 8 кг, при цьому розрахункове руйнівне навантаження за допустимими напруженнями складало близько 4 кг. Отже, результат, отриманий за допомогою такої моделі, майже в 2 рази відрізняється від реальності. На рис. 1 можна помітити, що після досягнення руйнівної сили, розрахованої за допустимими напруженнями, залежність «навантаження-прогин» стає непропорційною, і 2% залишкового відносного видовження цілком достатньо, щоб матеріал почав текти і було доцільно розраховувати його за граничним станом.

Щоб переконатися в цьому, достатньо подивитися на результати отримані за допомогою розрахунку за граничним станом, які дійсно виявилися набагато точнішими: розрахунок за моделлю пластичного шарніра має розбіжність з реальністю в середньому 2%, а розрахунок за моделлю «зі зміцненням», який був виконаний чисельним методом із застосуванням програмного забезпечення ANSYS, в середньому мав відмінність з реальністю 3.2%. Проте необхідно враховувати, що розрахунок за моделлю пластичного шарніра вимагає менше часу та ресурсів, ніж за моделлю «зі зміцненням». Такий розрахунок потребує не тільки меншої кількості механічних характеристик, а й легше та дешевше програмне забезпечення.

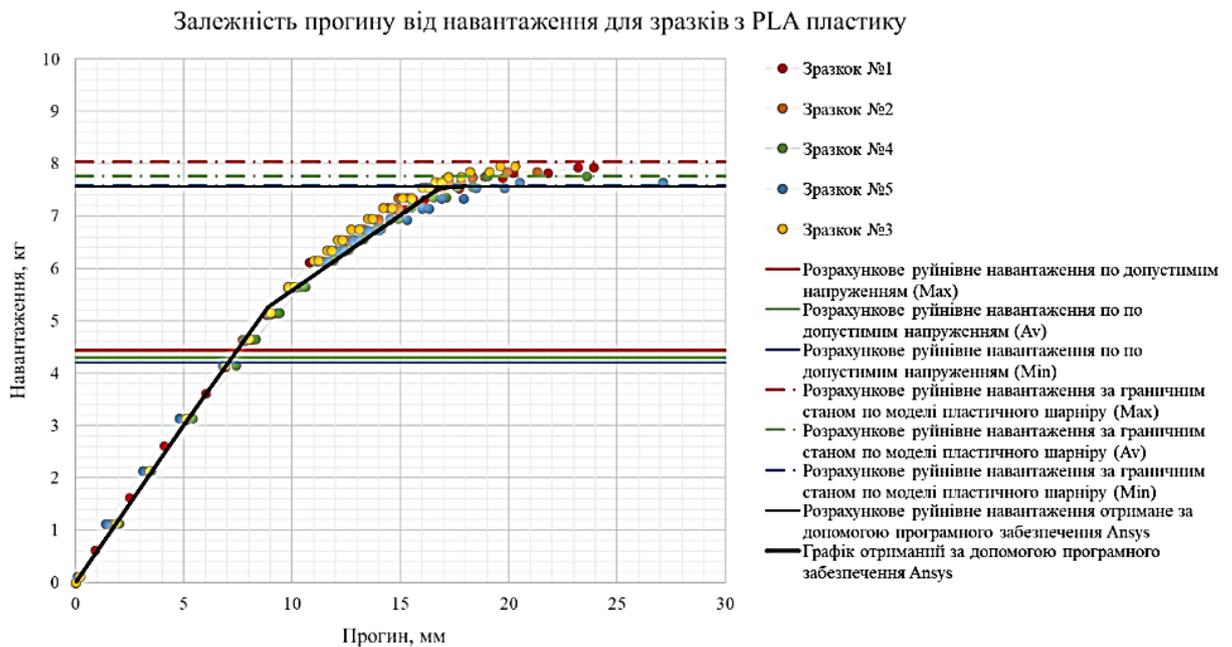


Рис. 1. Графік залежності прогину від навантаження

Висновки

В результаті, досліджуваний пластик, який мав характеристики крихкого матеріалу під час експериментів на розрив, під час досліду на згин виявив свої пластичні властивості. Проте потрібно зазначити, що інші пластики цього виду можуть показати інший результат й відповідно необхідно проводити додаткові дослідження, щоб в подальшому підібрати найоптимальнішу модель розрахунку.

Оскільки результат розрахунку балки з PLA пластику із залишковим відносним видовженням 2% за допустимими напруженнями занадто консервативний, більш доцільно використовувати розрахунок за пластичним шарніром. Відповідно при проектуванні балок за допомогою даної моделі розрахунку можна отримати більш точний результат і тим самим виграти в масі та габаритах конструкції, при цьому не витрачаючи додатковий час та ресурси на розрахунок за іншими моделями.

Список використаних джерел

1. Писаренко Г. С. Опір матеріалів : підруч. / Писаренко Г. С., Квітка О. Л., Уманський Є. С. – К.: Вища школа, 1993.