

Рис.1. Графіки залежності зменшення критичної сили від відносного початкового прогину

Всі групи зразків якісно поведуться подібно. Несуча здатність стрижня стрімко зменшується в діапазоні початкового прогину 0-4%, при цьому чим менша гнучкість зразка – тим більше це падіння: на 25%, 40% та 50% при гнучкості 677, 389 та 304 відповідно. А от при збільшенні початкового прогину в діапазоні 4-10% зменшення сповільнюється: додаткове падіння критичної сили складає всього 5-10% для всіх гнучкостей.

Висновок. Формула Ейлера в середньому дає похибку 2,8%. Однак навіть невелика початкова кривизна стрижня значно зменшує його несучу здатність: величина падіння складає від 25% до 50%. До того ж, чим менша гнучкість зразка, тим сильніше зменшується його несуча здатність при збільшенні початкового прогину.

Список використаних джерел:

1. Nonlinear Buckling Analysis of Slender Piles with Geometric Imperfections / Mohammad Nadeem, Tanusree Chakraborty, Vasant Matsagar// Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering – 2014.

УДК 539.3

ПОРІВНЯННЯ З РЕАЛЬНІСТЮ РОЗРАХУНКОВИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РІА БАЛОК, ЩО ПІДДАЮТЬСЯ ДЕФОРМАЦІЯМ ЗГИНУ

Аліна Лановенко

Національний авіаційний університет, Київ

Науковий керівник – Юлія Белікова, фахівець з підготовки кадрів

Ключові слова: деформація згину, формула Нав'є, пластичний шарнір, метод скінченних елементів (МСЕ).

Вступ. Для аналізу балок, що піддаються деформаціям згину, існує декілька розрахункових моделей. Серед них розрахунок за допустимими напруженнями, граничним навантаженням (іноді називають пластичним шарніром) та за допомогою МСЕ. Щоб обрати найоптимальнішу модель для проведення реального розрахунку, необхідно розуміти границі застосовності зазначених моделей. Тому цілю цього дослідження було порівняння зазначених моделей розрахунку з власними експериментальними даними.

Матеріали та методи. Для наукового обґрунтування результатів досліджень різних моделей був використаний експериментальний метод, а саме поступове навантаження об'єктів експерименту та зняття показників прикладеного навантаження та викликаного ним прогину. Об'єктами, що досліджувалися, були надруковані на 3-D принтері 5 пластикових (PLA) швелерів з волокнами, направленими вздовж повздовжньої осі балки. Розрахунковою схемою для цих зразків була обрана двохопорна балка із зосередженою силою посередині.

Важливо підкреслити, що окрім основного експерименту в лабораторії університету було проведено дослідження з визначення механічних характеристик матеріалу, що були необхідні для деяких розрахунків.

Результати. Отримані в ході експерименту результати зображені на рис. 1. Всі випробувані зразки зруйнувалися від зусилля в діапазоні від 7.64 до 7.95 кг. При цьому руйнуюче навантаження, отримане з розрахунку за допустимими навантаженнями, склало від 3.97 до 4.86 кг, а за пластичним шарніром – від 7.71 до 8.32 кг. Розрахунок за допомогою МСЕ був проведений для балки із усередненими габаритними розмірами та характеристиками. Зазначимо, що вхідні параметри цього розрахунку практично збігалися із характеристиками одного із зразків. Отриманий результат відрізнявся від експериментальних даних для зазначеного зразка всього на 1%.

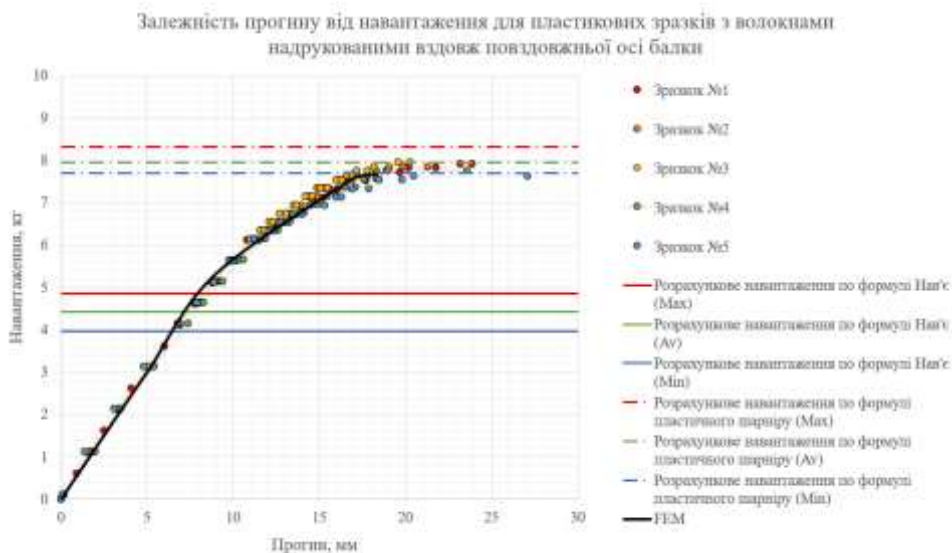


Рис.1. Графік залежності прогину від навантаження для зразків з волокнами, надрукованими вздовж повздожньої осі балки

Висновок. Порівнюючи результати експерименту зі значенням руйнівної сили, розрахованої за допустимими напруженнями, можна побачити, що така модель доволі консервативна, оскільки реальний результат перевищував розрахунковий в середньому в 1.8 разів. На практиці це означає, що спроектована таким чином конструкція буде програвати в масі та габаритах, які грають вирішальну роль в авіації.

В свою чергу, результат розрахунку за пластичним шарніром виявився точнішим, однак неконсервативним: реальні зразки витримали на 3-4% менше, ніж за розрахунком. Причиною можуть бути особливості матеріалу. Така модель розрахунку приймає, що напруження в кожній точці перерізу доходять до межі текучості, після чого зразок руйнується. В реальності ж крайні волокна перерізу досягають межі міцності й руйнуються раніше, ніж середні досягають межі текучості. Якщо при проектуванні взяти певний коефіцієнт запасу, то можна забезпечити необхідну міцність та виграти в масі.

Останній розрахунок за допомогою програмного забезпечення ANSYS мав відмінність менше 1%. Тобто даний метод розрахунку найбільш наближений до реальності й серед всіх перерахованих вище методів розрахунку дає найточніший результат.

Важливість проведених дослідів полягає в отриманні необхідного практичного досвіду роботи з різними розрахунковими моделям й вмінні аналізувати та обробляти отримані дані.

Список використаних джерел:

1. Experimental and Numerical Investigation of Aluminum Beams: Flexural Behavior Section Shape Effect.