УДК 531.3

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ НА МІЦНІСТЬ АЛЮМІНІЄВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДОПУСТИМИМИ НАПРУЖЕННЯМИ, ЗА ГРАНИЧНИМ СТАНОМ ТА МЕТОДОМ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Олександр Хуснутдінов
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут", Харків

Науковий керівник – Юлія Бєлікова, фахівець з підготовки кадрів

Ключові слова: алюмінієві сплави, балка на двох опорах, проектування за допустимими напруженнями, метод кінцевих елементів, проєктування за межею пружності

Вступ. Класична теорія балки налічує 2 методи розрахунку на міцність: за допустимими напруженнями та за граничним станом. За першою вказаною моделлю, проєктування здійснюється таким чином, щоб напруження у жодній з точок матеріалу не досягали межі плинності (для пластичних матеріалів). Своєю чергою, конструкція, спроєктована за граничним станом, при досягненні розрахункової сили перестає сприймати зовнішнє навантаження. Для ідеально-пластичної моделі цей стан настає при досягненні у всьому перерізі деталі межі плинності. Тому, конструкція спроєктована за граничним станом більш повно реалізує свій потенціал міцності, а, отже, є легшою і дешевшою. На сьогодні, проєктування конструкцій з алюмінієвих сплавів поза пружними деформаціями не регламентується у більшості стандартів проєктування, за виключенням рекомендацій європейських установ щодо непружного аналізу (див. Eurocode 9). Але зростання частки використання алюмінієвих конструкцій у промисловості та, особливо, в авіації формує потребу у визначенні різниці між цими методами, що стане оцінкою перспективності розвитку підходів до проєктування поза пружними деформаціями. У цьому дослідженні, вирахувано несівну силу для конструкції за цими обома методами, а також додано розрахунок за МСЕ. Проведено експериментальний дослід та порівняно результати розрахунку із дійсною поведінкою конструкції.

Матеріали та методи. За вид навантаження обрано прямий поперечний згин, а за зразки – 6 екструдованих алюмінієвих швелерів з матеріалу АД-31. Останні розташовані таким чином, щоб стінка профілю стискалась. Довжину обрано таким чином, щоб елементи перерізу не втрачали стійкість у діапазоні прикладених до зразків навантажень. Механічні характеристики матеріалу отримані з експериментів на розтяг екструдованих смуг з того ж самого матеріалу, від того ж самого виробника у лабораторії «НАУ». Для заданих умов, граничним станом є утворення «пластичного шарніра» в одному з перерізів балки.

	6	7	8	9	10	11
PAS, kg	6,89	6,90	6,72	6,73	6,89	6,89
PLC, kg	11,87	11,88	11,56	11,59	11,88	11,88
PFEA, kg	13,51	13,51	13,51	13,51	13,51	13,51
PE, kg	14,36	14,34	14,14	14,14	14,74	14,74

Рис.1. Порівняння методів розрахунку з експериментом:

P_{AS} – руйнівна сила за допустимими напруженнями;

P_{LC} – руйнівна сила за граничним станом (пластичний шарнір);

P_{FEA} – руйнівна сила за методом скінчених елементів;

P_E – дійсна руйнівна сила, отримана з експерименту.

Результати. Для кількісної оцінки відмінностей вищезгаданих моделей, результати підсумовано на рис. 1.

Висновки.

Результати демонструють, що класичний розрахунок за допустимими напруженнями занижує реальну руйнівну силу більш ніж удвічі, а пластичний шарнір – усього на 20%. Метод кінцевих елементів є ще ближчим до дійсності, але потребує більш точних характеристик матеріалу, є більш працемістким та потребує додаткових спеціалізованих програм.

Список використаних джерел:

1. Підручник / Г.С. Писаренко, О. Л. Квітка, Е. С. Уманський; З ред. Г.С. Писаренка. — 2-ге вид., допов. і переробл. — К.: Вища шк., 2004. — 655 с.: іл. ISBN 966-642-056-2

2. Evangelia Georgantzia, Michaela Gkantou, George S. Kamaris, Kunal D. Kansara. Ultimate response and plastic design of aluminum alloy continuous beams. School of Civil Engineering and Built Enviroment, Liverpool John Moores University, United Kingdom.

3. Sa’ad Fahad Resan, Nabeel Abdulrazzaq Jasim. Experimental and Numerical Investigation of Aluminum Beams: Flexural Behavior Section Shape Effect.