ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИБРИДНЫХ КОНСТРУКЦИЙ КРЫЛА НА ОСНОВЕ ОДНОНАПРАВЛЕННЫХ КОМПОЗИТНЫХ СТРУКТУР

Гришин В.И. [1], Марескин И.В. [1]

[1]*ФАУ «ЦАГИ», Жуковский*
mareskin.ivan@yandex.ru

Исследована концепция применения плетенных обшивок в про-бионических конструкциях отсеков, применительно к кессону крыла перспективного самолета малой авиации. Про-бионическая конструкция сформирована на основе жесткого ферменного каркаса из однонаправленных осесимметричных силовых элементов, сочлененного с сетчатыми композитными панелями, включающими плетенную обшивку. Подобная конструкция имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционной композитной конструкцией типа «black metal» с точки зрения восприятия нагрузок, включая ударные и климатические воздействия, за счет возможности создания многоуровневой системы защиты.

Для анализа эффективности предложенной конструкции в работе рассмотрены альтернативные варианты кессона крыла: традиционная металлическая конструкция с обшивочной КСС и гибридная конструкция на основе про-бионической КСС. В рамках гибридной конструкции плетенная обшивка частично включалась в работу при растяжении и сдвиге в зависимости от ее жесткостных характеристик, при этом обшивка не работала на сжатие.

Сравнительный анализ весовых и прочностных характеристик проводился с использованием специально разработанного двухуровневого алгоритма анализа прочности конструкции, адаптированного к подобным конструкциям [1]. В рамках данного алгоритма на первом уровне формируется упрощенная конечно-элементная модель (КЭМ) всего кессона, позволяющая адекватно определить нагруженность основных элементов конструкции. На втором уровне формируются более подробные модели каждого конструкционного элемента с учетом спектра и уровня его нагруженности. На этом уровне производится подетальный анализ прочности и устойчивости конструктивных элементов (стержневой осесимметричный элемент, фрагмент сетчатой панели).

Для корректного сравнения альтернативных вариантов конструкции было проведено оптимизационное исследование каждого из них. Задачей оптимизации являлось определение минимального веса каждого варианта конструкции кессона, при условии удовлетворения ограничений по прочности и устойчивости. В качестве оптимизационного инструмента использовался генетический алгоритм. В результате сравнительного анализа было получено, что применение предлагаемой гибридной КСС может позволить снизить вес конструкции по сравнению с традиционной до 15 %

Финансирование: Работа выполнена при поддержке РФФИ, номер проекта 19-29-13046.

Литература

[1] Shanygin A, Dubovikov, E, Fomin V, Mareskin I, Zichenkov M. Designing pro-composite truss layout for load-bearing aircraft structures. Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures. 2017;40:1612–1623. https://doi.org/10.1111/ffe.12695