

РАСЧЁТ БЕЗОПАСНОСТИ ОТ ФЛАТТЕРА КОМПОЗИТНОГО КРЫЛА ПОЛИНОМИАЛЬНЫМ МЕТОДОМ РИТЦА

Благодырёва О. В.

ОАО «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение»,
г. Королев, Московская обл., Россия

Композиционный материал (композит) представляет собой неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов, среди которых можно выделить армирующие элементы, обеспечивающие необходимые механические характеристики материала, и матрицу (или связующие), обеспечивающую совместную работу армирующих элементов. Механическое поведение композита определяется соотношением свойств армирующих элементов и матрицы, а также прочностью связи между ними. В результате совмещения армирующих элементов и матрицы образуется комплекс свойств композита, не только отражающий исходные характеристики его компонентов, но и включающий свойства, которыми изолированные компоненты не обладают.

На сегодняшний день композиты стали реальностью в промышленности в качестве заменителей металлов. Области их применения расширяются достаточно быстро, кроме того использование композитов нашло своё применение и в авиационной технике, особенно в области военной авиационной техники, где отдача от затрат наибольшая. В самолётостроении для гражданской авиации композиты в качестве основных конструктивных элементов прививались значительно медленнее, но в настоящее время развитие областей их применения существенно ускорилось.

В аэрокосмической технике требования обычно выше, чем в других областях применения, это относится к таким важным характеристикам, как малая масса, высокие прочность и жёсткость и хорошая стойкость к усталостным напряжениям.

Композиты, особенно с высокими эксплуатационными характеристиками, являются единственными существующими в настоящее время материалами, отвечающими данным требованиям. Удельная прочность при растяжении для углепластиков составляет около $9,2 \times 10^5$ м по сравнению с 2×10^5 м у алюминия. Предел выносливости углеродных волокон составляет 80% от статической прочности по сравнению с 35% для алюминия.

В представляемой работе проводится расчёт безопасности от флаттера композитного крыла, что вызывает особый интерес для исследования, поскольку свойства композита значительно зависят от выбора направления измерения механических характеристик. Например, модуль упругости однонаправленного углепластика вдоль волокон в 10-15 раз превышает соответствующий модуль упругости в поперечном направлении, что, в свою очередь, влияет на жесткостные и прочностные свойства материала, а, следовательно, на аэроупругую устойчивость крыла и всего летательного аппарата (ЛА) в целом.

Применение композиционных материалов при их правильном использовании даёт возможность значительно повысить лётные характеристики ЛА в результате облегчения конструкции. При этом не происходит потери устойчивости ЛА, так как композиционные материалы позволяют изменять упругие характеристики формируемого изделия в зависимости от выбора заданной структуры материала.

Используемый полиномиальный метод Ритца вместе с предложенной в данной работе методикой расчёта механических характеристик композиционного материала позволяет произвести расчёт безопасности от флаттера с достаточной точностью. Эффективность в решении этой задачи объясняется простотой математической модели, быстротой подготовки расчётных данных и малым временем расчёта, что является очень важным фактором, так как производство композиционных материалов и изделий из них довольно сложно технологически и требует больших финансовых затрат. Предварительный расчёт формируемого изделия при различных исходных данных позволяет получить экономическую выгоду, так как модель изделия формируется на компьютере, и инженер-конструктор может уже на начальном этапе определить наиболее подходящий вариант для укладки слоёв композиционной структуры.