РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОГРАНИЧЕНИЙ ПО ДОПУСТИМЫМ ДЕФОРМАЦИЯМ

Турбин Н.В., Шелков К.А.

Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет), Москва

TurbinNV@mai.ru, ShelkovKA@mai.ru

Создание перспективного сверхзвукового пассажирского самолета (ПСПС) связано с преодолением большого числа технических трудностей путем применения последних достижений в науке и технике. Так, использование полимерных композиционных материалов (ПКМ) является одним из факторов, определяющих весовое совершенство современных авиационных конструкций, поэтому предполагается конструктивно силовую схему (КСС) ПСПС изготавливать с большой долей употребления ПКМ. При этом рядом научных коллективов предлагается использовать в качестве конструктивного решения для несущих панелей крыла и фюзеляжа панели с сетчатым подкреплением, так как в них наиболее полно реализуются преимущества ПКМ перед традиционными материалами, по сравнению с широко применяемыми стрингерными панелями из ПКМ [1].

Требования безопасности и экономической эффективности требуют обеспечение необходимого ресурса для воздушного судна. Современные модели накопления усталостного повреждения в ПКМ на основе деградации жесткости [2] не только позволяют произвести расчет ресурса конструкции, но также выделить моды усталостного разрушения.

В настоящем исследовании, с помощью метода расчета долговечности конструкции, основанного на деградации жесткости монослоя ПКМ, определяется усталостная прочность стрингерной панели и панели с сетчатым подкреплением с использованием ограничений по допустимым деформациям. Особенностью расчетов является то, что вовремя расчета деградации жесткости монослоев ПКМ происходит пересчет опорного анализа, который определяет НДС конструкции, благодаря чему была получена эволюции жесткостей панелей при действии циклической нагрузки.

Циклические напряжения соответствуют эквивалентным напряжениям типового полета, взятым из литературы [3]. В расчетах принимается, что материалом стрингеров и обшивки традиционной конструкции, ребер сетчатой конструкции является отечественный углепластик АСМ 102/С130UD на основе волокна UMT 49S [4].

Литература

[1] Васильев В.В., Разин А.Ф. Перспектива применения сетчатых композитных конструкций в гражданской авиации // Полет. – 2016. – №11-12. – С.3-12.

[2] M. Hack et al., “A progressive damage fatigue model for unidirectional laminated composites based on finite element analysis : theory and practice,” FRATTURA ED INTEGRITA STRUTTURALE, no. 46, pp. 54–61, 2018

[3] Bakuckas Jr. J.G., Chadha R., Swindell P., Fleming M., Lin J.Z., Ihn J.B., Desai N., Espinar-Mick E. and Freisthler M. Bonded Repairs of Composite Panels Representative of Wing Structure. Proceedings of the 30th Symposium of the International Committee on Aeronautical Fatigue, June 2-7, 2019, Krakow, Poland, pp. 565-580

[4] Свойства волокна UMATEX URL: https://umatex.com/production/fiber/ дата обращения 27/06/2022