

УДК 629.7.025

Выбор и обоснование силовой конструкции крыла из полимерных композиционных материалов перспективного магистрального самолета

Барановски Сергей Владиславович

serg1750@mail.ru

Чудинова Мария Сергеевна^(*)

mariacudinova14@gmail.com

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Работа посвящена исследованию летательного аппарата типа «летающее крыло» и его внутреннего силового набора. Определены аэродинамические нагрузки, используемые при дальнейшем расчете параметров конструктивно-силовой схемы. Рассмотрены классические и криволинейные силовые схемы. Разработана перспективная криволинейная конструктивно-силовая схема крыла с учетом применения композиционных материалов. Произведено моделирование укладки монослоев композиционного материала в элементах крыла. Разработанная схема позволяет повысить удельные характеристики крыла, обеспечивая необходимую прочность.

Ключевые слова: летательный аппарат, крыло, полимерный композиционный материал, параметрическое моделирование, конструктивно-силовая схема, криволинейные конструкции

Введение. Современное авиастроение сталкивается с рядом важных задач, направленных на обеспечение безопасности полетов, увеличения дальности, а также повышение летных характеристик летательного аппарата (ЛА). Проектирование ЛА является сложной междисциплинарной задачей, требующей учета множества противоречащих друг другу требований в области аэродинамики, прочности, технологии и т. д. Применение методов оптимального проектирования, основанных на многокритериальной параметрической и топологической оптимизациях [1], при разработке новых аэродинамических схем [2], силового каркаса [3] и отдельных компоновок позволят достичь нового уровня характеристик ЛА. Значимым этапом в формировании требуемых эксплуатационных характеристик является проектирование рациональной укладки монослоев композиционного материала (КМ) в элементах силовой конструкции [4]. Таким образом, разработка новых типов ЛА с применением перспективных силовых схем из ПКМ является актуальной задачей.

Методы и материалы; результаты. В работе рассматривается ЛА, сконструированный по аэродинамической схеме «летающее крыло». Объектом исследования является крыло и его конструктивно-силовая схема (КСС). Необходимые летные характеристики достигаются за счет выбора оптимального аэродинамического облика крыла, а прочностные параметры — выбора и оптимизации параметров КСС, формы и геометрии силовых элементов.

Проведен аэродинамический расчет для определения действующих нагрузок на конструкцию во время полета, на основе которых проводилось проек-

тирование КСС. В работе рассматриваются классические и криволинейные КСС. Применяя метод параметрической оптимизации, производилось проектирование классической КСС крыла из углепластика с определением мест расположения, количества и направления установки элементов. Варьировались шаги установки переднего и заднего лонжеронов, нервюр, стрингеров. В качестве критериев выбора рационального варианта выступают масса, прогиб и напряжения в отдельных элементах конструкции. На основе разработанной классической КСС производилась разработка криволинейной схемы крыла с определением радиусов кривизны (одинарной) силовых элементов. Выбор рационального варианта осуществлялся по аналогичным критериям. Применение криволинейной схемы позволяет снизить прогиб на 13,6 % при незначительном увеличении массы по сравнению с классической КСС.

Расчет и оптимизация углов укладки монослоев композиционного материала в группах (нервюры, стрингеры) и отдельных элементах (лонжероны, обшивки) проводилось для криволинейной КСС. Проводилась минимизация целевых функций при оптимизации — значений прогиба крыла и напряжений в элементе. Спроектированная укладка, адаптированная под действующие нагрузки, позволяет снизить прогиб крыла на 22,5 %.

Заключение. Таким образом, применение КСС с криволинейными элементами в совокупности с оптимизацией укладок КМ под действующие нагрузки позволяет повысить жесткость конструкции при незначительном увеличении массы.

Список источников

- [1] Магидов И.С., Михайловский К.В. Топологическая оптимизация силового элемента отсека летательного аппарата из металломатричного композиционного материала. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2022, № 1, с. 53–60.
- [2] Фофонов Д.М. О построении оптимальной аэродинамической формы типа «летающее крыло». *Аэрокосмическая техника и технологии*, 2024, т. 2, № 3, с. 13–23.
- [3] Татарников О.В., Пху Вэй Аунг, Найнг Лин Аунг. Выбор оптимальной конструктивно-силовой схемы лонжеронного композитного крыла. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2021, № 12, с. 90–99.
- [4] Тун Лин Хтет, Просунцов П.В. Оптимизация формы шпангоутов и углов укладки полимерного композиционного материала силового набора хвостовой части легкого самолета. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2021, № 9, с. 97–107.