

УДК 629.7.024

Определение оптимальных схем армирования обшивок и конструктивно-силового набора крыла легкого самолета при действии аэродинамических нагрузок

Вай Ян У^(*)

waiyanoo6977@gmail.com

Михайловский Константин Валерьевич

konst_mi@mail.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В работе рассмотрено крыло легкого самолета из полимерного композиционного материала с профилем НАСА 652-415. Проведен анализ напряженно-деформированного состояния конструкции крыла из углепластика, стеклопластика и алюминия. Оптимизация армирования крыла из углепластика с использованием OPTISLANG улучшила весовые характеристики. Рассмотрены варианты укладки слоев, минимизирующие прогиб. Прогноз разрушения монослоев выполнен по критерию Цая-Ву. Результаты работы будут использоваться при дальнейшей разработке элементов крыла легкого самолета.

Ключевые слова: легкий самолет, крыло, конструктивно-силовой набор, композиционные материалы, оптимизация

Введение. В современных авиалайнерах и легких самолетах для улучшения весовой эффективности активно используются полимерные композиционные материалы. Они характеризуются малой плотностью, а также высокой прочностью и жесткостью. Полимерные композиционные материалы используются в крыльях и элементах конструкций самолетов различного назначения, таких как Пайпер РА-28-140, 150, 160, 180 Чероки и Пайпер ПА-28-181 Арчер и Пайпер ПА-28 Дакота и др. [1]. Для повышения весовой эффективности используются методы разработки конструкций из полимерных композиционных материалов на основе параметрической оптимизации. Цель работы — повышение весовой эффективности обшивок и конструктивно-силового набора крыла легкого самолета из углепластика при действии аэродинамических нагрузок. В процессе проектирования крыла легкого самолета были рассмотрены три различных материала: углепластик, стеклопластик и алюминий.

Материалы и методы; результаты. Аэродинамическое моделирование в ANSYS Fluent охватило режимы взлета, крейсерского полета и посадки, выявив зоны максимальных нагрузок для точного расчета напряженно-деформированного состояния крыла [2-3]. Проанализированы три материала: углепластик, стеклопластик и алюминий. Углепластик показал лучшее соотношение прочности и массы, перспективное для конструкции крыла легкого самолета. Определены напряжения и деформации в монослоях композитов под нагрузкой. Модуль OPTISLANG использовался для оптимизации толщин силовых элементов крыла [4-5]. В данной работе проанализированы различные варианты укладки монослоев для достижения минимального прогиба крыла при действии внешних нагрузок. В результате проведенных расчетов

удалось выбрать оптимальные углы укладки, которые обеспечивают необходимую жесткость и минимизируют перемещения конструкции. Для обеспечения безопасности и долговечности конструкции проведен анализ возникновения первичного разрушения с использованием критерия прочности Цая-Ву.

Заключение. В результате проведенного исследования и решения задачи оптимизации достигнуто повышение весовой эффективности конструкции обшивок и конструктивно-силового набора крыла из углепластика для легкого самолета на 17,46 % по сравнению с исходной моделью. Оптимизация толщин силовых элементов, выбор оптимальных углов укладки композитных слоев и прогнозирование первичного разрушения будут использоваться для оценки стойкости конструкции к воздействию возможных ударных нагрузок в процессе эксплуатации. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании и производстве современных легких спортивных самолетов, что будет способствовать повышению их эффективности и улучшению летно-технических характеристик.

Список источников

- [1] Шульженко М.Н. *Конструкция самолетов*. Москва, Машиностроение, 1971, 416 с.
- [2] Михайлин Ю.А. *Конструкционные полимерные композиционные материалы*. Санкт-Петербург, Научные основы технологии, 2010, 822 с.
- [3] Тун Лин Хтет, Просунцов П.В. Методика проектирования композитного силового набора хвостовой части фюзеляжа. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2023, № 2, с. 84–95, doi: 10.18698/05361044-2023-2-84-95
- [4] Mikhaylovskiy K.V., Reznik S.V. Prediction and detection of primary microcracks in carbon fiber reinforced polymer under load. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, 2021, vol. 1060, no. 1, art. no. 012014. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1060/1/012014>
- [5] Болотин В.В., Новичков Ю.Н. *Механика многослойных конструкций*. Москва, Машиностроение, 1980, 375 с.