

Теоретико-экспериментальное исследование гибридной композит-металлической лопасти винта с интегрированными волокнами и технологии ее изготовления

Е.А.Пузырецкий¹, Л.П. Шабалин¹, В.И. Халиулин¹, П.А.Петров¹

¹ ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ»

ea.puzyretskiy@mail.ru, leonid.shabalin@gmail.com, pla.kai@mail.ru, 13petrof@mail.ru

В современной авиации и судостроении практически достигнут предел по оптимизации лопастей винтов и увеличению их технических характеристик. Необходимы новые материалы, конструктивно-технологические решения, подходы к проектированию и расчетам.

Одним из перспективных направлений является применение гибридной композит-металлической лопасти с адаптивной жёсткостью. Такое изделие, благодаря эффективному сочетанию металлических и углеродных волокон, способно в процессе нагружения принимать оптимальную форму. Данный эффект достигается путём оптимизации схемы армирования отдельных областей лопасти. Металлические включения необходимы для обеспечения запаса прочности в области заделки и защиты законцовок.

Данное исследование посвящено разработке технологии изготовления композит-металлической лопасти и поиску рациональной схемы интеграции волокон. На рисунке 1 приведены основные этапы проектирования изделия.

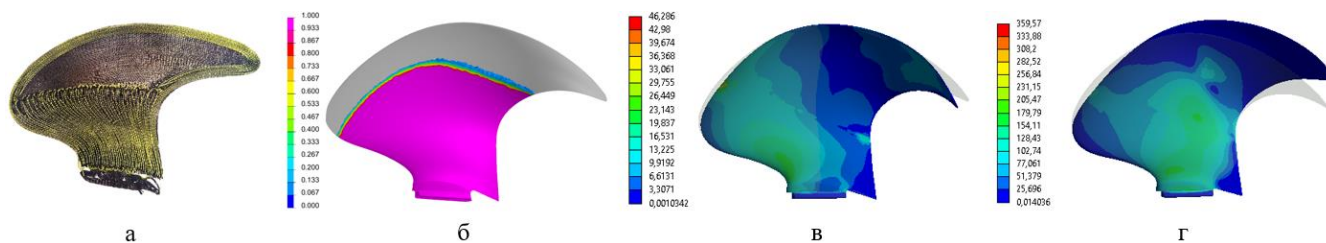


Рисунок 1 – Этапы проектирования гибридной композит-металлической лопасти винта с интегрированными металлическими волокнами. а – гибридная преформа; б – расчёт пропитки; в – расчёт остаточных технологических напряжений; г – расчёт напряжений в процессе эксплуатации

Проведена разработка цифрового двойника на этапах изготовления и эксплуатации с учётом технологической наследственности. Для построения и верификации расчётных моделей использовались современные программно-аппаратные средства измерения и диагностики, а также системы машинного зрения.

В перспективе, описанный подход может быть использован при создании интеллектуальной адаптивной лопасти на основе оптоволоконных средств мониторинга НДС и изменения жёсткости конструкции в реальном времени.

Описанная технология позволяет интегрировать как армирующие и диагностические волокна, так и нити с памятью формы.