

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Фрейлехмана Станислава Александровича «Формирование геометрических моделей элементов силовых конструкций летательных аппаратов для аддитивного производства», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов»

Актуальность диссертационного исследования Фрейлехмана Станислава Александровича «Формирование геометрических моделей элементов силовых конструкций летательных аппаратов для аддитивного производства» определяется анализом тенденций развития перспективных образцов авиационной и ракетно-космической техники с применением новейших инструментов на этапе проектно-конструкторских проработок, а также на серийном производстве летательных аппаратов (ЛА) и двигателей к ним. Применение современных средств для формирования топологически оптимизированных геометрических моделей элементов силовых конструкций ЛА и двигателей к ним для их последующего производства методами трехмерной печати требуют разработки методик, ориентированных на оптимизацию таких параметров как: масса силовых конструкций, ресурсные издержки при доработке электронной модели изделия для аддитивного производства, искажения результатов топологической оптимизации.

В представленной работе предложено комплексное решение задач по обоснованию формирования геометрических моделей элементов силовых конструкций ЛА для аддитивного производства. В этой связи актуальность работы, как и ее практическая востребованность, не вызывает сомнений.

Диссертационная работа состоит из введения, трёх глав, заключения, и двух приложений.

Во **введении** приводятся все основные характеристики исследования, в полной мере демонстрирующие квалификацию автора как научного исследователя: описаны проблемы современного проектирования элементов

конструкции ЛА. Проанализированы инструменты и методы топологической оптимизации в отраслях производства авиационной и ракетно-космической техники. Выбраны предмет и объект исследования. Определены и сформулированы цель работы и перечень задач, которые необходимо решить. Обоснована научная новизна работы, её теоретическая значимость. Выбраны методы исследования.

Сформулированы положения, выносимые на защиту. Приведены сведения о степени достоверности результатов исследования.

В первой главе рассматриваются методы оптимизации электронных моделей конструкций авиационной и ракетно-космической техники, а также проведен анализ исследуемой проблемной области. Рассмотрены и структурированы ограничения и возможности технологий аддитивного производства.

Во второй главе рассмотрены научно-методические основы методики послойного сглаживания электронной модели изделия, проводится анализ традиционных решений, представлена математическая постановка задачи исследования.

Показаны этапы методики по обработке электронной модели изделия, адаптации к аддитивному производству, с сохранением результатов топологической оптимизации.

В третьей главе представлен практический эксперимент технологической подготовки к аддитивному производству модели, прошедшей топологическую оптимизацию, с использованием методики послойного сглаживания.

Описан эксперимент, проведённый диссертантом, визуализирующий работу методики послойного сглаживания и показывающий апробацию ранее описанных теоретических положений. Достоверность полученных результатов обусловлена использованием современных методов исследования и наглядного получения результатов.

В заключении представлены основные выводы, полученные в ходе

диссертационного исследования.

В целом научная новизна представленного в работе научно-методического обеспечения геометрического моделирования элементов силовых конструкций ЛА определяется новизной соответствующей методики и аналитических зависимостей, на которых она основывается, учитывающих отклонение реальных контуров и их послойное сглаживание с последующей топологической оптимизацией.

В приложениях приведены компьютерные программы, написанные на языке программирования VBA и языке технических расчетов MathLab, которые использованы при автоматизации процесса сглаживания модели, что позволяет выбрать оптимальные параметры конструкции.

Цели и задачи, поставленные в работе, имеют конкретный характер и полностью выполнены. Текст диссертации изложен четко и лаконично, исследуемые проблемы глубоко проработаны.

Практическая значимость диссертации состоит в возможности повысить степень проработки проектной документации и тем самым сократить сроки и объем опытно-конструкторских работ при разработке конструкций ЛА и двигателей к ним.

При благоприятном впечатлении в целом по материалу, представленному в диссертации, необходимо сделать следующие замечания:

1. При описании экспериментальных результатов по применению методики послойного сглаживания уделено мало внимания особенностям применения созданного программного комплекса и его дополнительных возможностях.

2. В работе уделено мало внимания отдельным этапам технологической подготовки топологически оптимизированных изделий, а именно не рассмотрены особенности поиска компоновочных решений электронных моделей в камере трехмерного принтера и проектирования технологических поддержек, необходимых для рассматриваемой технологии производства.

Отмеченные замечания не снижают общей ценности работы, а служат ориентиром автору для дальнейшей деятельности.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

Полученные автором результаты работы прошли апробацию на 6 конференциях, включая 4 Международные конференции. Результаты диссертации достаточно полно опубликованы в 10 научных статьях, включая 4 публикаций в ведущих научных изданиях, рекомендованных ВАК для опубликования научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Диссертационная работа выполнена автором на высоком научном уровне, обладает научной новизной, имеет высокое теоретическое и практическое значение, удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор Фрейлехман Станислав Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Ведущий инженер-конструктор, к.т.н.  Е.В. Данилкин
25.11.20 (подпись)

Подпись Данилкина Евгения Васильевича заверяю

Начальник отдела кадров

Г.И. Французова



Акционерное общество «Тураевское машиностроительное конструкторское бюро «Союз»

Адрес: 140080, Московская область, г. Лыткарино, промзона Тураево, строение 10.

Тел.: (495) 552-1543

Факс: (495) 555-0281, 555-0877

E-mail: info@tmkb-soyuz.ru