

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника
Военно-космической академии
имени А.Ф. Можайского
по учебной и научной работе
доктор технических наук, профессор
Ю.Кулешов

«23» ноября 2023 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Павельчука Максима Владимировича, выполненной на тему «Топологическое проектирование конструкции фюзеляжа в зоне большого выреза с учетом ограничений на перемещения» и представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13 – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов»

Актуальность темы диссертации

Одним из основных вопросов в проектировании летательных аппаратов (ЛА) является снижение массы конструкции. На весовую эффективность фюзеляжей существенное влияние оказывает выбор силовой схемы конструкции (ССК) в зонах больших вырезов (пассажирские, аварийные, грузовые, багажные люки). Вырезы уменьшают жесткость конструкции в радиальном и продольном направлении, вызывают концентрацию напряжений в обшивке. Для компенсации вырезов требуется применить дополнительные элементы конструкции, масса которых существенно превышает массу вырезанной части конструкции.

Топологическая оптимизация фюзеляжей обычно выполняется с применением модели, заполняющей непрерывной упругой средой переменной плотности и жесткости все допустимое для размещения силовых элементов пространство. Интерпретация результатов оптимизации распределения материала в континуальной модели является нетривиальной задачей. Большие вырезы в конструкции фюзеляжа нарушают регулярность каркаса, приводят к появлению депланации сечений, существенных изгибающих и крутящих моментов вдоль контуров вырезов и больших градиентов усилий в элементах конструкции. Кроме того, континуальные модели фюзеляжа приводят к парадоксальным теоретическим решениям, связанным с целесообразностью размещения обшивки вдоль внутренней поверхности континуальной модели и отсутствием обшивки по теоретическим обводам фюзеляжа.

Таким образом, проектирование окантовок фюзеляжа в зоне больших вырезов представляет актуальную проблему.

Новизна приведенных исследований и полученных результатов

В работе автором получены новые научные результаты, а именно:

- методика топологической оптимизации конструкции фюзеляжа, отличающаяся использованием комбинированной оптимизационной модели, содержащей каркасированную оболочку с присоединенным к ней в зоне выреза непрерывным упругим наполнителем переменной плотности;
- выявлена весовая эффективность размещения на внутренней поверхности элементов каркаса фюзеляжа двухмерных тонкостенных элементов, предназначенных для компенсации большого выреза;
- разработано новое конструктивное решение фюзеляжа с большим вырезом, отличающаяся наличием в угловых зонах выреза силовых панелей, смещенных внутрь фюзеляжа от теоретических ободов конструкции, что позволяет уменьшить массу элементов конструкции отсека фюзеляжа, обрамляющих врез.

Личный вклад автора

Научные результаты, выносимые на защиту, получены автором лично. Личный вклад автора состоит в выборе направления и постановке задачи исследования, разработке методики топологического проектирования конструкции фюзеляжа в зоне большого выреза с использованием комбинированной оптимизационной модели, а также обобщении результатов и формировании выводов.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов, рекомендаций и заключений

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов, полученных автором в работе, подтверждается апробацией материалов научных исследований на научных конференциях, а также внедрением основных научных результатов в практику исследуемой предметной области, удовлетворительной согласованностью и сходимостью результатов экспериментальных исследований с результатами исследований других авторов, а также корректным применением апробированных методов численного моделирования.

Значимость результатов, полученных в диссертации, для науки и практики

Оценивая содержание работы, необходимо отметить, что результаты, полученные автором имеют как научную, так и практическую значимость. Теоретическая значимость работы заключается в том, что разработан алгоритм оптимизации распределения материала в комбинированной оптимизационной модели, основанный на использовании концепции полнонапряжённости и учете ограничений на обобщённые перемещения, контролирующие напряжения в обшивке на контуре выреза, деформации оболочки по сечениям шпангоутов и депланацию сечений. Практическая значимость работы заключается в разработке нового конструктивного решения фюзеляжа, позволяющее снизить необходимую массу усиливающих вырез элементов конструкции на 17,7% при сохранении ресурса.

Замечания по автореферату диссертации

1. В автореферате при постановке типовой задачи проектирования конструкции фюзеляжа не отражено обоснование выбора расчетной схемы нагружения, в частности не рассматриваются расчетные случаи нагружения перерезывающей силой и изгибающим моментом, что затрудняет оценку полной картины возможного перераспределения нагрузок, действующих с исследуемых элементах конструкции.

2. На рисунках, представленных в автореферате, автором не приведена модель нагружения, анализирующая напряженно-деформированное состояние исследуемых элементов, входящих в рациональную силовую схему конструкции, что затрудняет сравнительный анализ показателей несущей способности исследуемых вариантов конструкции (рис. 6).

3. В автореферате, при описании сущности процессов проектирования, при разработке комбинированной модели второго типа (КЭМ-2) и выявлении теоретически оптимальной конструкции (ТОК), автором не рассматривается связь массовых и прочностных параметров модельного материала, являющимся заполнителем переменной плотности.

Отмеченные недостатки не снижают качества достигнутых результатов работы и связаны с ограниченным объемом автореферата, общая положительная оценка диссертационного исследования не вызывает сомнения.

Общая характеристика работы

Основные результаты диссертации опубликованы в 31 научной работе, из них: 1 работа в научном журнале, включенном в базы данных Web of Science и Scopus, 6 работ в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций или приравненных к ним, 1 патент на изобретение, 1 свидетельство о государственной регистрации базы данных, 23 в других изданиях.

Результаты работы прошли апробацию на международных и Всероссийских научно-практических и научно-теоретических конференциях.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 2.5.13 – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов»

Вывод

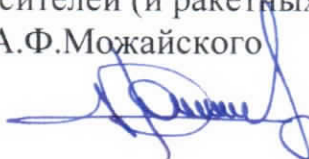
Исходя из содержания автореферата, диссертация Павельчука Максима Владимировича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую новое решение актуальной научной задачи.

По научному содержанию, глубине и полноте выполненных исследований, а также объему полученных результатов, диссертационное исследование соответствует требованиям пунктов 9– 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а ее автор,

Павельчук Максим Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13 – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Отзыв составили:

Доцент кафедры конструкции ракет-носителей (и ракетных двигателей)
Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского
кандидат технических наук, доцент



К.Болдырев

Преподаватель кафедры конструкции ракет-носителей (и ракетных двигателей) Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского
кандидат технических наук



С.Герасименко

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании кафедры конструкции ракет-носителей (и ракетных двигателей) Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского (197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д.13, тел.: 8(812)347-95-13, эл. почта: vka@mil.ru), протокол № 8 от 13 ноября 2023 г.

Начальник кафедры конструкции ракет-носителей
(и ракетных двигателей)
доктор технических наук, профессор



С.Пирогов

«15» ноября 2023 г.