



**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
«ИСКРА»
ИМЕНИ ИВАНА ИВАНОВИЧА КАРТУКОВА»
(АО «МКБ «Искра»)**

Ленинградский проспект, д. 35, г. Москва, Россия, 125284
Тел.: (495) 945-43-59, факс (495) 945-19-51 E-mail: info@iskramkb.ru
ОКПО 07539216 ОГРН 1027714027395 ИНН/КПП 7714288059/771401001

**Joint stock company «Machine building designers, bureau «Iskra»
in the name of Ivana Ivanovicha Kartukova» (JSC «MBDB «Iskra»)**

35, Leningradsky avenue, Moscow, Russia, 125284

Phone: (495) 945-43-59
Fax: (495) 945-19-51

Экз. № 1

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
АО «МКБ «Искра»
доктор технических наук,
профессор, член-
корреспондент РАН



В.А. Сорокин
«25» декабря 2018 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Хомовского Ярослава Николаевича «Оценка напряжённо-деформированного состояния конструктивных схем прямоточных воздушно-реактивных двигателей для высокоскоростных летательных аппаратов на ранней стадии проектирования», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ

Вх. № 25 12 2018г.

Актуальность темы диссертационного исследования

В настоящее время во всём мире проявляется огромный интерес к созданию прямоточных воздушно-реактивных двигателей (ПВРД) для высокоскоростных летательных аппаратов. На начальных этапах

проектирования существует необходимость выбора наиболее оптимальной схемы двигательной установки. В качестве конструкционного материала всё чаще используются композитные материалы (КМ), которые имеют свои особенности. Поэтому оценка напряжённо-деформированного состояния (НДС) конструктивных схем и элементов, изготовленных из КМ, на ранней стадии проектирования является важной и актуальной задачей, которой посвящено диссертационное исследование Хомовского Я.Н.

Структура диссертационной работы

Диссертационная работа представленная Хомовским Я.Н. выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва, состоит из введения, четырех глав, выводов и списка литературы.

Работа написана на 96 страницах, включает 61 рисунок, 18 таблиц и 80 библиографических ссылок.

Первая глава посвящена обзору развития прямоточных воздушно-реактивных двигателей. Одной из основных проблем, с которой приходится сталкиваться при разработке данного типа двигателей, является обеспечение прочности конструкции силовой установки. Отмечено, что с развитием расчётов НДС методом конечных элементов (МКЭ), имеется необходимость сопоставления их результатов с результатами, полученными приближёнными методами. В работе рассмотрены две конструктивные схемы двигателя: осесимметричная и подфюзеляжная, которые рассматриваются в качестве исходных для создания двигательной установки летательного аппарата.

Вторая глава посвящена постановке задач исследования. В ней приведён основной алгоритм действий для оптимизации конструктивных схем на ранних стадиях проектирования. В качестве материала конструкции рассматривался углерод-углеродный композитный материал (УУКМ), обладающий рядом особенностей, среди которых существенная анизотропия

свойств, низкая теплопроводность, высокая жаропрочность и др. Эти особенности необходимо учитывать при анализе НДС.

В третьей главе приведены результаты расчётов НДС конструктивных элементов рассматриваемых схем приближёнными методами и МКЭ. Рассмотрены основные особенности анизотропной структуры конструкционного материала при расчётах на ранней стадии проектирования. Выявлены критические места с точки зрения НДС. Предложены два типа критериев для отдельной оптимизации конструкции по температурному и силовому фактору.

Четвертая глава посвящена расчётно-экспериментальным исследованиям напряжённого состояния поперечных сечений тракта двигателя. Рассмотрено отдельное влияние силовых и температурных факторов на концентрацию напряжений в углах моделей в зависимости от их геометрии. Для экспериментального исследования использовался метод фотоупругости. В результате были сделаны выводы о целесообразности отдельного рассмотрения влияния силовых и температурных факторов.

Научная новизна диссертационной работы

Научная новизна полученных автором результатов заключается в разработке методов оценки различных конструктивных схем на ранних этапах проектирования с учётом особенностей конструкционных материалов. В соответствии с поставленными в работе задачами автором получены следующие научные результаты:

1. Разработана методика, позволяющая определить и усовершенствовать наиболее напряженные конструктивные элементы ДУ.
2. Разработаны критерии НДС, связанные с использованием УУКМ.
3. Предложен уточнённый способ решения теплоконтактной задачи в слоях УУКМ с учётом твёрдости поверхностного слоя углеродного волокна.

4. Показано, что более напряженной является подфюзеляжная конструктивная схема ПВРД, а в отношении уровня деформаций схемы являются сравнимыми.

Значимость работы определяется тем, что в результате расчётно-теоретического исследования сформулирован алгоритм для анализа прочности основных схем и выявления перспективного направления для дальнейших исследований ПВРД. Экспериментальными исследованиями подтверждена обоснованность раздельного анализа от воздействия силового и температурного факторов.

Практическая значимость полученных результатов диссертационного исследования

Практическая значимость работы заключается в том, что предложен чёткий алгоритм выполнения расчётов, состоящий из приближённой оценки НДС конструктивных схем двигателей классическими методами, оценки НДС методами конечных элементов и выявления критических мест в конструкции. Определено, что напряжения в критических местах коробчатых оболочек, полученные МКЭ существенно ниже напряжений, определённых методом неразрезных пластин. Предложено и показано экспериментально, что целесообразно проводить анализ НДС раздельно от воздействия температурных и силовых факторов. Результаты диссертационных исследований Хомовского Я.Н., внедрены в учебный процесс МАИ.

Достоверность результатов диссертационного исследования

Достоверность научных положений и полученных автором результатов подтверждается тем, что результаты расчетов сопоставлены с экспериментальными данными. Сопоставление результатов расчетно-теоретического исследования с результатами моделирования в программно-вычислительном комплексе ANSYS показало удовлетворительную сходимость результатов, что свидетельствует о высокой степени достоверности и обоснованности представленных в диссертации научных результатов.

Публикация основных результатов.

Результаты исследований, представленные в диссертационной работе, изложены в трех рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК, а также докладывались на международных конференциях.

Замечания по диссертационной работе

Отмечая достоинства диссертационной работы, ее практическую значимость и научную новизну, следует указать на некоторые спорные положения и высказать замечания:

1. Для ряда расчетов, проведённых автором, не указаны подробно исходные данные; не приведены размеры элементов сетки; не исследовано влияние степени сгущения элементов сетки в области наиболее напряженных мест конструкции.

2. Учитываемая автором разность между значениями модулей Юнга материала на растяжение и сжатие не является признаком ортотропии.

3. Автором не указаны габариты рассматриваемых конструкций.

4. Расчеты проведены только для УУКМ без наличия защитного покрытия.

Указанные замечания не снижают научной ценности представленной работы и носят рекомендательный характер.

Заключение о соответствии диссертационной работы критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ.

Диссертационная работа Хомовского Я.Н. на тему «Оценка напряжённо-деформированного состояния конструктивных схем прямоточных воздушно-реактивных двигателей для высокоскоростных летательных аппаратов на ранней стадии проектирования» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему. Автором решены научные задачи, имеющие существенное значение для разработки прямоточного воздушно-реактивного двигателя на ранних стадиях проектирования, что позволяет уменьшить затраты на

проведение экспериментальных исследований, определить направления совершенствования ракетно-прямоточных двигателей, разработать рекомендации по выбору эффективных конструктивных решений и др.

Работа в целом отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а её автор, Хомовский Ярослав Николаевич, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании Научно-технического совета акционерного общества «Машиностроительное конструкторское бюро «Искра» имени Ивана Ивановича Картукова». Протокол от 4 декабря 2018 года № 04/2018.

Заместитель главного конструктора по НИР

АО «МКБ «Искра», кандидат технических наук,
доцент

Тел: +7 (495) 614-00-52

E-mail: oir@iskramkb.ru

А.Ю. Норенко

Начальник отдела инновационного развития

АО «МКБ «Искра», кандидат технических наук

Тел: +7 (495) 614-00-52

E-mail: oir@iskramkb.ru

М.А. Тихомиров

Подписи А.Ю. Норенко и М.А. Тихомирова заверяю.

Ученый секретарь НТС

кандидат технических наук

А.В. Витязев

Акционерное общество «Машиностроительное конструкторское бюро «Искра» имени Ивана Ивановича Картукова»

Адрес: 127287, Россия, г. Москва, Петровско-Разумовский проезд, д. 28

Тел.: +7 (495) 945-43-59, факс: +7 (495) 945-19-51, E-mail: info@iskramkb.ru