

О Т З Ы В

официального оппонента,
кандидата технических наук, Арефьева Константина Юрьевича
на диссертацию Хомовского Ярослава Николаевича
«Оценка напряжённно-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»

Актуальность темы диссертации. В диссертационной работе Хомовский Я.Н. рассматривает вопросы, связанные с оценкой напряжённно-деформированного состояния конструктивных схем прямоточных воздушно-реактивных двигателей (ПВРД) различной конфигурации. В настоящее время ПВРД представляются наиболее перспективными для реализации полета внутриатмосферных высокоскоростных летательных аппаратов. При этом важной особенностью ПВРД является высокий уровень механических и тепловых нагрузок, воздействующих на конструкцию, что делает актуальным разработку новых технических решений и применение новых материалов. В свою очередь, для селекции и выбора технических решений требуются специализированные методики прогнозирования напряженно-деформированного состояния конструкции в специфических условиях функционирования ПВРД.

Несмотря на то, что по теме диссертации выполнено уже достаточно большое количество расчетно-экспериментальных работ, в настоящий момент существует проблема оперативного выбора работоспособной конструкции на этапе ее конструирования. При этом необходимо учитывать

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Вх. № _____
28 / 11 2018г.

использование композиционного материала, обладающего анизотропией механических свойств, в том числе при высоких температурах.

Учитывая вышеизложенное тема диссертации Хомовского Я.Н., в которой оценивается напряжённо-деформированное состояние конструктивных элементов ПВРД на ранней стадии проектирования, является актуальной.

Используемые автором методы исследования соответствуют современному уровню разработки облика прямоточных воздушно-реактивных двигателей для ранних стадий проектирования.

Диссертационная работа изложена на 96 страницах машинописного текста, состоит из введения, четырех глав, заключения, содержит 61 рисунок, 18 таблиц и 80 библиографических ссылок.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Во введении к диссертации указана актуальность решаемых задач, определяются цели и задачи исследования.

В главе 1 описаны основные моменты истории развития прямоточных двигателей, при проектировании которых, в том числе, решаются две задачи: выбор конструктивной схемы и определение её параметров. При определении параметров конструктивных схем на ранних стадиях проектирования приближенными методами не всегда учитываются некоторые конструктивные особенности, например, радиусы стыка стенок сложных коробчатых оболочек, значительная концентрация напряжений в этих местах и др.

В главе 2 изложен предлагаемый алгоритм расчёта конструктивных элементов ПВРД на ранней стадии проектирования, целью которого является выбор работоспособной конструктивной схемы. На этой стадии

проектирования происходит также выбор конструкционного материала. В работе обоснована возможность использования углерод-углеродного композиционного материала и приведен ряд его особенностей.

В главе 3 представлены результаты проектировочные расчёты на примере элементов конструкции двух схем: подфюзеляжной и осесимметричной. Оценку влияния температурных и силовых факторов в диссертации предлагается выполнять отдельно с последующим использованием принципов суперпозиции для определения суммарного теплонапряженного состояния. Автор обосновывает это различной природой возникновения напряжений. Предлагается также способ уточнения температурных напряжений с учётом поверхностных свойств углеродных волокон.

Глава 4 посвящена экспериментальному исследованию влияния воздействия (температурного и силового) на концентрацию напряжений в моделях элементов конструкции ПВРД. Полученные результаты качественно подтвердили расчёты, выполненные с помощью численного эксперимента.

Целью работы является создание инженерной методики по определению рациональной конструктивной схемы на ранних стадиях проектирования.

Поставленные в диссертации задачи были решены автором работы. Следует отметить, что в экспериментальных исследованиях автором использованы средства лабораторной регистрации напряжённого состояния. На основе проведенного исследования предложена инженерная методика, основанная на анализе приближёнными инженерными методами и численными методами конечных элементов, учитывающая особенности композиционного материала.

Достоверность и степень обоснованности научных положений, выносимых на защиту, подтверждается использованием известных законов науки о прочности, надёжными расчётными программами, а также сравнением полученных результатов с экспериментальными. Таким образом, можно считать, что сделанные в диссертационной работе выводы и рекомендации являются достаточно достоверными для диссертационной работы.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- предложена инженерная методика расчёта на прочность конструктивных элементов ПВРД из углерод-углеродного композиционного материала на ранней стадии проектирования;
- с помощью использования метода конечных элементов уточнены местные напряжения в стыках оболочек коробчатого типа и учтены конструктивные радиусы сопряжений в этих местах;
- выполнен учёт поверхностных свойств углеродных волокон, который позволил уточнить температурные напряжения в оболочке;
- получены экспериментальные данные с использованием метода фотоупругости моделей, соответствующих поперечным сечениям коробчатых оболочек.

Практическая ценность работы заключается в возможности использования методики и разработанных рекомендаций на этапе предварительного проектирования прямоточных воздушно-реактивных двигателей различной конфигурации. Модернизированная экспериментальная установка может быть использована в учебном процессе.

Результаты работы получены соискателем самостоятельно и содержат новые научные данные.

К недостаткам диссертации можно отнести:

1. Автор не достаточно полно представил в диссертации анализ ряда известных современных исследований теплонапряженного состояния элементов конструкции ПВРД (из композиционных и металлических материалов), опубликованных в открытой печати (в том числе работы ЦИАМ им. П.И. Баранова, ЦАГИ им. Н.Е. Жуковского, МГТУ им. Н.Э. Баумана, ИТПМ СО РАН, Центр Келдыша, ЦНИИЧермет и др.).

2. В используемой методике оценки работоспособности конструкции ПВРД следовало бы уделить большее внимание специфическим воздействиям на элементы проточного тракта, в том числе эрозионному воздействию двухфазного потока на стенки камеры сгорания, которые значительным образом влияют на длительную работоспособность конструкции. Также представляется целесообразным, в дальнейшем, более детально учесть пространственное неравномерное распределение температурного, механического и химического воздействия высокоэнthalпийного потока на стенки проточного тракта ПВРД.

3. В тексте диссертации недостаточно для полного понимания освещена используемая математическая модель и алгоритм расчета, что затрудняет возможность анализа и надлежащей оценки области возможного применения полученных результатов. Кроме того, в описании математической модели не представлен учет нестационарности тепловых потоков, которая может оказать значительное влияние на напряженное состояние конструкции в результате «теплового удара», реализуемого на этапе включения ПВРД.

4. В работе не представлены примеры расчетов для решения конкретной прикладной задачи по предложенным автором алгоритмам. В частности, нет окончательных выводов из решения контактной задачи теплообмена и деформации конкретной конструкции ПВРД.

Отмеченные недостатки не снижают научную и практическую ценность диссертационной работы.

В целом считаю, что диссертация Хомовского Я.Н. представляет собой законченную научно-квалификационную работу и отвечает требованиям, установленным Положением о присуждении 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.

Официальный оппонент,

кандидат технических наук, начальник отдела

«Аэрокосмические двигатели» Федерального

государственного унитарного предприятия

«Центральный институт авиационного

моторостроения имени П.И. Баранова»

К.Ю. Арефьев

«19» ноября 2018 г.

Арефьев Константин Юрьевич

Адрес: 248000, г. Калуга, ул. Парижской Коммуны, д. 44

Телефон: +7 915-417-52-09

e-mail: arefyev@ciam.ru

Подпись Арефьева К.Ю. заверяю:

Ученый секретарь Федерального государственного унитарного предприятия

«Центральный институт авиационного моторостроения имени

П.И. Баранова»



Джамай Екатерина Викторовна