

ОТЗЫВ

научного руководителя д.т.н., профессора, заведующего кафедрой теплотехники и тепловых двигателей Лукачёва Сергея Викторовича по диссертационной работе Орловой Екатерины Владимировны на тему «Методы формирования облика камеры сгорания на начальных этапах проектирования ТРДД для гражданской авиации», представленной на соискание ученой степени кандидат технических наук по специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Екатерина Владимировна Орлова поступила в аспирантуру Самарского университета в 2021 году по направлению подготовки 24.06.01 «Авиационная и ракетно-космическая техника» после окончания специалитета по специальности «Двигатели внутреннего сгорания». За время обучения в аспирантуре Орлова Е.В. положительно проявила себя в научной деятельности, продемонстрировав умение на высоком уровне самостоятельно решать сложные исследовательские и научно-исследовательские задачи в области проектирования камер сгорания авиационных газотурбинных двигателей (ГТД).

Результаты исследований по тематике диссертационной работы Орловой Е.В. отражены в 10 работах, пять из которых опубликованы в научных изданиях, рекомендуемых ВАК, а пять статей в других журналах и материалах конференций.

Основные положения диссертационной работы, её научные и практические результаты докладывались на международной научно-технической конференции «Проблемы и перспективы развития двигателестроения» (Самара, 2021 г), Всероссийском научно-техническом форуме по двигателям и энергетическим установкам имени Н.Д. Кузнецова, посвященном 110-летию ПАО «ОДК-КУЗНЕЦОВ» (Самара, 2022 г), IX международной научно-практической конференции «Академические Жуковские чтения» (Воронеж, 2022 г.), международной научно-технической конференции имени Н.Д. Кузнецова "Перспективы развития двигателестроения" (Самара, 2023 г., 2025 г.).

В настоящее время Орлова Е.В. работает в Самарском университете в должности ведущего инженера, совмещая её с должностью старшего преподавателя кафедры теплотехники и тепловых двигателей.

Диссертационная работа Орловой Екатерины Владимировны посвящена решению актуальной научно-технической задачи, связанной с повышением эффективности начальных этапов проектирования авиационных ТРДД для гражданской авиации за счёт ускорения процесса разработки на базе использования новых методов, математических моделей и алгоритма, которые обеспечивают создание конструкций камер сгорания, соответствующих заданным требованиям и мировым стандартам. Разработка современных камер сгорания чрезвычайно важна, так как этот узел ТРДД определяет его надежность, экономичность, экологические характеристики и т.д. Орловой Е.В. были проанализированы основные методы

определения характеристик камер сгорания ТРДД на этапе их проектирования. Автором диссертационной работы показано, что использование этих методов возможно только при наличии описания геометрии проектируемой камеры и взаимного расположения её основных элементов, т.е. облика камеры сгорания. Выбор облика камеры сгорания на начальных этапах проектирования и определение соответствующих ему технологии горения и рабочего процесса в значительной степени влияет на параметры и характеристики нового изделия, которые будут получены при его производстве, а также их соответствие техническому заданию. Орловой Е.В. была сформирована основа и структура алгоритма по формированию облика камеры сгорания, использующего разработанные ей методы, которые позволяют на начальных этапах проектирования камер сгораний авиационных ГТД расширить возможности конструкторов по выбору и оценке прототипов камер сгорания, повысить качество проектирования, а также снизить материальные и временные затраты на создание новых изделий и их доводку, учесть опыт разработок ведущих двигателестроительных предприятий. Два разработанных метода основаны на современных прототипах, положениях теории горения, гидродинамики, тепломассообмена, а также на теории подобия в виде используемого для создания ТРДД геометрического подобия (масштабирования). От известных методов, методы предложенные Орловой Е.В. отличаются тем, что обеспечивают формирование обликов камер сгорания ТРДД V поколения, соответствующих современному уровню развитию авиационной техники и актуальным требованиям к ней. На основе созданных методов предложен ряд эмпирических математических моделей обликов камер сгорания ТРДД V поколения, в том числе с современными технологиями горения TAPS и RQL, используемыми ведущими производителями авиационных ТРДД (Rolls-Royce, Pratt & Whitney, General Electric). Орловой Е.В. выполнен анализ развития всех поколений камер сгорания ТРДД, на основе которого впервые получены зависимости геометрические соотношения размеров камер сгорания, двигателей и их параметрами цикла. Эти зависимости позволяют выполнить выбор прототипа проектируемой камеры сгорания, оценить её размеры, а также достижимость степени повышения давления и температуры газа на входе в турбину, заданных на основе термогазодинамического расчёта двигателя. На основе созданных методов предложен алгоритм формирования обликов камеры сгорания, отличающийся от известных алгоритмов возможностью выбора прототипа, оценкой экологических характеристик и более точной оценкой массы и потерь полного давления. Этот алгоритм позволяет повысить качество проектирования КС, а также ускорить его.

Достоверность и обоснованность полученных Орловой Е.В. результатов и выводов обеспечиваются корректной постановкой задач, использованием апробированных методов исследования, их правомерностью, применением обоснованных допущений и ограничений для создаваемых моделей,

тождественностью и воспроизводимостью полученных результатов для подобных объектов исследования, а также совпадение результатов расчётов с параметрами реальных объектов.

Практическая значимость результатов работы заключается в разработке инструмента для описания и построения обликов камер сгорания, включая основные геометрические соотношения на основе использования статистических данных о современных изделиях, позволяющего ускорить выбор конструкторских решений на начальных этапах проектирования для выполнения основных требований к создаваемому изделию. В рамках разработанных методов впервые предложены эмпирические математические модели, позволяющие описать облик камер сгорания современных ТРДД гражданской авиации с взлётной тягой более 50 кН, $\pi_{k\Sigma} > 45$ и $T_{г*} > 1900$ К. Практическая значимость диссертационной работы подтверждена наличием акта об использовании её результатов на предприятии АО «Металлист-Самара» и снижении при этом в два раза затрат в процессе проектирования новых двигателей.

Все основные результаты, выносимые на защиту, получены лично Орловой Е.В. или при непосредственном её участии, и обладают научной новизной.

Диссертационная работа Орловой Е.В. является законченным научным исследованием и соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов, а её автор, Орлова Екатерина Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Научный руководитель,
заведующий кафедрой
теплотехники и тепловых двигателей
Самарского университета, д.т.н., профессор

С.В. Лукачёв

+7 (846) 334-56-13, lukachev@ssau.ru
ФГАОУ ВО «Самарский национальный
исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, д. 34
+7 (846) 267-43-70, ssau@ssau.ru
<https://www.ssau.ru/>



Подпись	<u>Лукачёв С.В.</u>	удостоверяю
Ученый секретарь Самарского университета		
	<u>И.П. Васильева</u>	Васильева И.П.
« 9 »	сентября	20 25 г.