

## ОТЗЫВ

научного руководителя по диссертационной работе Эрнандэса Моралеса Марио «Разработка метода моделирования процессов нагрева и испарения капель многокомпонентного жидкого топлива в камерах сгорания авиационных газотурбинных двигателей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов

Эрнандэс Моралес Марио 1993 года рождения, в 2019 году окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» по специальности «Проектирование авиационных и ракетных двигателей». В 2023 году окончил обучение в очной аспирантуре Самарского университета им. Королева по направлению 24.06.01 «Авиационная и ракетно-космическая техника», профиль подготовки 2.5.15 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Диссертационная работа Эрнандэса Моралеса М. выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» на кафедре теплотехники и тепловых двигателей. Актуальность проведенного исследования определена необходимостью разработки новых более достоверных методов моделирования рабочего процесса камер сгорания (КС) авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) для повышения эффективности проектирования и доводки малоэмиссионных камер сгорания, удовлетворяющих перспективным требованиям по эффективности, экологичности и надежности.

Рабочий процесс в КС ГТД отличается сложным комплексом физико-химических явлений, таких, как пространственные турбулентные течения, распыл жидкого топлива, нагрев и испарение капель, смешение испаренного топлива с воздухом, горение топливовоздушной смеси в широком диапазоне давлений и температур. При этом, параметры распыла, а также скорость нагрева и испарения капель в значительной степени влияют на распределение топлива в зоне горения и формирование локальных составов топливовоздушной смеси, которые определяют характеристики КС в целом. Учитывая тот факт, что в авиационных двигателях используются жидкие топлива сложного химического состава (керосины различных марок), важной задачей является адекватное описание таких топлив в виде моделей (или суррогатов керосина), состоящих из конечного числа углеводородных компонентов.

В настоящее время при проектировании и доводке КС ГТД широко применяются коммерческие программные пакеты вычислительной газовой динамики, однако используемые в них методы определения характеристик нагрева и испарения капель основаны на упрощенных моделях отдельных процессов и не учитывают такие важные свойства керосинов, как их широкий фракционный состав. Представленная диссертационная работа направлена на совершенствование метода моделирования процессов нагрева и испарения капель жидкого топлива с учетом таких факторов, как многокомпонентность капель, распределение концентрации компонентов внутри капли, насыщенность пара вокруг капли и относительную скорость движения капель.

Одним из основных результатов исследований Эрнандэса Моралеса М. является разработанная методика формирования суррогатов керосина, зарегистрированная в виде авторской программы для ЭВМ («FM Configurator V1»), отличающаяся от существующих учетом физических свойств, влияющих на нагрев и испарение капель, а также согласованием модели с реальным топливом по кривой дистилляции. С использованием разработанной методики сформирован новый четырехкомпонентный суррогат керосина, характеристики которого соответствуют характеристикам испарения керосина ТС-1, что подтверждено соответствующими расчетно-экспериментальными исследованиями. В результате работы разработан метод моделирования нагрева и испарения капель многокомпонентного топлива, включающий в себя этап формирования суррогата керосина и этап определения характеристик нагрева и испарения капель по модели, учитывающей многокомпонентный состав капли, распределение температуры и концентрацию компонентов внутри капли, давление насыщенных паров вокруг капли. Разработанный метод позволил более достоверно моделировать рабочий процесс КС ГТД и повысить точность определения их экологических характеристик.

В процессе обучения в аспирантуре, а также во время работы в Научно-образовательном центре газодинамических исследований и Инжиниринговом центре Самарского университета Эрнандэс Моралес М. продемонстрировал способность к самообучению, овладел современными методами и средствами системного анализа, математического моделирования, планирования, постановки физического и вычислительного эксперимента, анализа результатов исследований. Эрнандэс Моралес М. освоил современные программные продукты в области вычислительной газовой динамики реагирующих сред, моделировании двухфазных потоков для решения сложных теоретических и прикладных задач моделирования процессов горения, в том числе с привлечением вычислительных систем суперкомпьютерного центра Самарского университета.

Ответственный подход к работе, способность к всестороннему анализу научно-технической литературы и самостоятельному решению поставленных задач исследований, а также обсуждению их в ходе публичных дискуссий характеризуют Эрнандэса Моралеса М. как сформировавшегося научного работника.

Эрнандэс Моралес М. принимает активное участие в грантах Российского Научного Фонда и в совместных проектах с ведущими предприятиями двигателестроительной отрасли. По результатам исследований им опубликовано более 20 научных трудов.

Основные результаты диссертации опубликованы в 14 работах, из которых 1 статья – в периодических изданиях, включённых в Перечень ВАК России; 6 статей – в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus и Web of Science; 6 публикаций в материалах конференций; 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Апробация работы проводилась на 5 научных конференциях, в том числе на 4 международных конференциях.

Считаю, что диссертация Эрнандэса Моралеса М. «Разработка метода моделирования процессов нагрева и испарения капель многокомпонентного жидкого топлива в камерах сгорания авиационных газотурбинных двигателей», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов, является завершённым научным трудом, выполненным автором самостоятельно и на высоком уровне. Работа соответствует

требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Научный руководитель,  
профессор кафедры теплотехники  
и тепловых двигателей Самарского университета  
кандидат технических наук, доцент

 С. Г. Матвеев

федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Самарский национальный исследовательский  
университет имени академика С.П. Королева»  
Сокращенное наименование: Самарский университет.  
443086, г. Самара, Московское шоссе, 34.

[msg@ssau.ru](mailto:msg@ssau.ru)

8(846)267-43-92



Подпись Матвеева С.Г. удостоверяю.  
Начальник отдела сопровождения деятельности  
Ученых советов Самарского университета  
Бояркина У.В.  
» сатисфис 20 23 г.