

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Колодяжного Дмитрия Юрьевича на тему: «Методология исследований и разработок электрокаплеструйных способов и технологий в авиационных двигателях», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов

1. Актуальность темы исследования

Диссертационная работа Колодяжного Дмитрия Юрьевича носит научно-прикладной характер и содержит результаты, совокупность которых определяет решение актуальной научной проблемы разработки теории и методов конструирования на базе суперкомпьютерных вычислений и верификации экспериментом эффективных узлов распыла топлива (электрокаплеструйных форсуночных модулей - ЭКСФМ) авиационных двигателей выбором их рациональных параметров с использованием соответствующим образом организованных электрических полей. Внедрение разработанных ЭКСФМ и ЭКС технологий вносит значительный вклад в развитие страны путем повышения энергоэффективности и экологической безопасности авиационных двигателей. Актуальность темы исследований в условиях ограничений, вызванных ужесточающимися в мировой практике требованиями к уровню вредных выбросов и беспрецедентным повышением стоимости углеводородных топлив, не вызывает сомнений. Новые реальности от Международных организаций таковы, что не только повышаются требования по выбросам CO_2 и NO_x введением так называемого индекса энергетической эффективности (EEDI), но и внедряется формализованная оценка безопасности мореплавания и полётов.

Соискатель на основе анализа тенденций развития авиационных газотурбинных двигателей пришёл к выводу, что современными конструктивными методами добиться существенного улучшения качества распыла топлива и сгорания топливо-воздушной смеси (ТВС) не удаётся и предложил использовать ЭКС технологии, которые оказывают положительное влияние на полноту сгорания топлива. Оппоненту известна положительная практика воздействия на жидкости электрическим или магнитным полем применительно к двигателям внутреннего сгорания и различного рода горелкам. Применительно к авиационному топливу (керосину) газотурбинных и турбореактивных авиационных двигателей воздействия электрических полей на распыл и сгорания топлива исследуется соискателем впервые. Следует также оценить высокую научную ответственность, которую взял на себя соискатель, приступив к исследованию практически значимой научной проблемы в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным

направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы». Отсутствие прототипов потребовало от соискателя постановки и решения большого комплекса взаимосвязанных задач, вплоть до разработки теории и методов конструирования эффективных узлов распыла топлива (электрокаплеструйных форсуночных модулей).

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Соискатель корректно использует научные методы решения поставленных задач исследования. Им получены и критически анализируются известные достижения и теоретические положения своих коллег в исследуемой области науки. Список использованной литературы содержит 331 наименование, в том числе 108 наименований иностранных авторов. Автореферат в необходимой мере отражает содержание диссертации. Основные научные результаты опубликованы в 38 периодических изданиях, из них в рецензируемых научных изданиях и приравненных к ним 22 работы. Новизна и практическая значимость подтверждена 6 патентами РФ и двумя Актами внедрения. Объём диссертации – 562 стр. машинописного текста, в том числе 191 рис. и 56 табл.

По формальным признакам у оппонента замечаний нет.

Предметная область проведённых соискателем исследований была и всегда остаётся приоритетным направлением развития и совершенствования термодинамических и материаловедческих проблем тепловых машин. По известным причинам для авиадвигателей она приобретает особое значение и требует серьёзного теоретического и экспериментального обоснования. В этой связи ядром диссертации следует признать разработанную автором технологию динамического конструирования, отличительной особенностью которой является применение современных вычислительных сред для расчётного анализа сложных нестационарных электрогидродинамических процессов распыла топлива в электрокаплеструйных форсуночных модулях и горения топливо-воздушной смеси в модельных и реальных камерах сгорания авиадвигателей. Данная технология обеспечила автору проведение теоретических и экспериментальных исследований реальных конструкций ЭКСФМ на современном лазерно-оптическом оборудовании, результатом которых явились рекомендации по оптимизации взаимосвязанных электрогидродинамических, гидродинамических, конструктивных и электрических параметров на уровне «ноу-хау», защищённых патентами РФ на методы повышения эффективности процессов распыла топлива и горения топливо-воздушной смеси в авиационных газотурбинных двигателях. Это

безусловно практически значимый результат, и он должен быть записан в актив соискателя.

Впервые проведенные экспериментальные исследования по влиянию электрических полей на распыл керосина и горения керосино-воздушной смеси в модельной камере сгорания позволили соискателю выбрать базовое электрическое устройство воздействия на топливо (ЭУВТ) для включения его в цепь питания экспериментального образца пневматической форсунки с улучшенными характеристиками распыла топлива как элемента электрокаплеструйного форсуночного модуля применительно к газотурбинному авиационному двигателю пятого поколения ПД-14. В этой связи на основании измерения характеристик распыла пневматической форсунки в составе продувочного устройства показано, что при воздействии электрических полей на керосин диаметр капель топливо-воздушной смеси становится менее 35 мкм. Таким образом экспериментально подтверждены базовые положения теоретических моделей процессов распыла топлива в форсуночных модулях.

Выполненные огневые испытания форсуночных модулей на пятигорелочном отсеке реальной камеры сгорания двигателя пятого поколения ПД-14 подтвердили теоретические и модельные исследования соискателя в части воздействия на керосин переменного электрического поля с изменяющейся амплитудой и частотой. В этом случае:

- СО в выхлопных газах уменьшается на 10,6 % по сравнению с базой, когда электрическое напряжение на электродах электрического устройства воздействия на топливо отсутствует;
- концентрация несгоревших углеводородов СН уменьшается на 57 % по сравнению с базой.

У оппонента есть все основания для положительной оценки выполненных исследований в рамках проблемы и задач, сформулированных соискателем.

3. Оценка новизны и достоверности

Оценивая новизну и достоверность исследований соискателя, оппонент учитывает современные реалии эксплуатации авиации в рамках энергоэкологических и энергоэкономических проблем. Последние таковы, что вектор их требований направлен в сторону ужесточения. В этой связи развитие эксплуатационной компоненты авиадвигателей в абсолютной мере определяется совершенствованием термодинамических процессов при сжигании углеводородного топлива.

Исследование соискателя отличается не только новизной выбранного метода оптимизации процессов распыла и сгорания керосина в камере

сгорания, но главное, методология исследований основана на разработанной автором технологии динамического конструирования, предусматривающего использование суперкомпьютерных вычислений и подтверждение экспериментом реальных конструкций электрокаплеструйных форсуночных модулей на современном лазерно-оптическом и реальном стендовом оборудовании. Следует подчеркнуть, оппоненту неизвестны подобные исследования применительно к авиационным двигателям, а их мировая новизна и практическая значимость полученных в диссертации результатов защищены выдачей соискателю шести патентов РФ.

Достоверность полученных результатов доказана соискателем положительной сходимостью теоретических и экспериментальных исследований на модельных и реальных камерах сгорания газотурбинных авиадвигателей.

4. Степень апробированности работы

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 22 рецензируемых научных изданиях и приравненных к ним, работы докладывались соискателем на Международных конференциях и симпозиумах с участием зарубежных специалистов. Начиная с 2013 г. по 2019 г. автором диссертации прочитано 18 докладов по рассматриваемой теме с положительной оценкой и получено 2 акта внедрения (АО «ОДК-Авиадвигатель» и ОКБ им. А. Люльки). Изучение Актов внедрения работы позволило оппоненту в должной мере оценить высокую практическую значимость проведенных автором исследований – основные их результаты использованы АО «ОДК-Авиадвигатель» применительно к газотурбинному авиадвигателю пятого поколения типа ПД-14 и ОКБ им. А. Люльки применительно к камере подогрева стартер воздушно-газовый турбореактивного авиадвигателя боевого самолета.

Необходимо обратить внимание, что АО «ОДК – Авиадвигатель» в соответствии с лицензионным договором от 30.12.2016 г. приобрёл право использования изобретений автора диссертации на условиях исключительной лицензии на 5 лет, охраняемых патентами № 2582376 «Способ повышения эффективности распыла топлива» и №2571990 «Способ повышения эффективности сгорания топлива в двигателях самолёта» для реализации их путём промышленного освоения. В свою очередь, ОКБ имени А. Люльки, перечисляя «ноу-хау» исследований соискателя, заключает, что они «...позволили повысить качество и обоснованность принятых технических решений при разработке и создании перспективных электрокаплеструйных форсуночных модулей турбореактивных двигателей».

5. Замечания по диссертационной работе в целом

Оппонент считает необходимым обратить внимание соискателя на некоторые положения, однозначное толкование которых вызывает дополнительные вопросы:

1. По форме изложения текста диссертации:

- автор широко применяет условные обозначения, что затрудняет чтение текста из-за отсутствия их расшифровки в начале изложения содержания диссертации;
- целесообразно было бы Акты внедрения разместить в приложении к диссертации, а не отдельными документами в материалах к диссертации;
- нельзя не отметить неудачные повторы и синтаксические обороты при изложении материала исследования.

2. По существу исследования:

- автор убедительно показал при испытаниях на реальных камерах сгорания авиадвигателей, что использование электрических полей в форсуночных модулях улучшает характеристики распыла топлива и сгорания топливо-воздушной смеси, что приводит к снижению эмиссии вредных веществ. При этом в качестве показателей использовал уменьшение СО в выхлопных продуктах и уменьшение концентрации несгоревших углеводородов. По мнению оппонента, этого недостаточно, так как основными характеристиками камеры сгорания являются коэффициент полноты сгорания топлива и неравномерность поля температур на выходе из камеры сгорания и безусловно содержание в выхлопных газах СО₂. Из камеры сгорания должен выходить химически нейтральный газ. Это один из важных её параметров – параметр завершённости горения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация Колодяжного Дмитрия Юрьевича является законченной научной квалификационной работой, в которой разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, внедрение которых вносит практически значимый вклад в развитие страны. Содержание диссертации соответствует специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Диссертация соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденное постановлением

Правительства Российской Федерации от 24.09. 2013 г. № 842, ред. от 01.10.2018, а её автор – Колодяжный Дмитрий Юрьевич заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.07.05 - Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Официальный оппонент
почётный судостроитель,
заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник
Крыловского государственного
научного центра

Мясников Юрий Николаевич

«03» 03 2020 г.

Адрес:

Санкт-Петербург, пр. Ю. Гагарина, д.18, к.1, кв.30

телефон: +79119128768

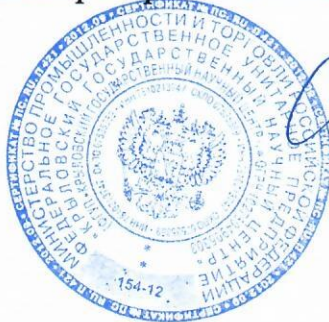
Электронная почта: yu.myasnikov@yandex.ru

Подпись официального оппонента Мясникова Юрия Николаевича

заверяю:

Главный учёный секретарь ФГУП «КГНЦ»

к.т.н., доцент



О.В. Малышев