

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Рыбинский государственный авиационный
технический университет
имени П.А. Соловьева»
(РГАТУ имени П.А. Соловьева)

Пушкина ул., д. 53, Рыбинск,
Ярославская обл., 152934.
Тел. (4855) 28-04-70. Факс (4855) 21-39-64.
E-mail: root@rgata.ru

28.02.2020 № 0801/741

Учёному секретарю диссертационного
совета Д 212.125.08
докт. техн. наук, профессору
Ю.В. Зуеву

125993 г. Москва,
Волоколамское шоссе, д. 4
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Московский авиационный
институт (национальный
исследовательский университет)»

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Колодяжного Дмитрия Юрьевича
«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

Общая характеристика работы

Диссертационная работа Колодяжного Дмитрия Юрьевича, представленная для оппонирования, структурно состоит из введения, шести глав, заключения и списка литературы. Диссертация изложена на 562 страницах машинописного текста и включает 191 рисунок, 56 таблиц и библиографический список, содержащий 331 наименование. Содержание диссертации соответствует поставленным целям и задачам исследования, изложение материала является логичным и информативным. Текст диссертации изложен технически грамотно с приобщением большого количества иллюстративного материала. Автореферат соответствует диссертации как структурно, так и по содержанию. В автореферате приведены все основные полученные научные результаты и выводы,

сформулированные на их основе. Все основные научные положения, защищаемые автором, были опубликованы в статьях и обсуждены на авторитетных научно-технических конференциях всероссийского и международного уровня. Диссертация соответствует пунктам 1, 6, 11 13, 17 паспорта заявленной научной специальности 05.07.05 - Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Актуальность работы

Согласно паспорту заявленной научной специальности основным содержанием её формулы являются комплексные исследования малоизученных физических процессов с целью создания и эффективного применения новых двигателей летательных аппаратов. К малоизученным физическим процессам безусловно следует отнести электрокаплеструйное воздействие на топливовоздушную смесь камеры сгорания авиационного газотурбинного двигателя с целью улучшения параметров распыла топлива и организации процесса горения. Своевременность такого исследования подтверждается следующими обстоятельствами: во-первых, ресурсы повышения температуры газа в цикле газотурбинного двигателя пятого и шестого поколения традиционными средствами практически исчерпаны; во-вторых, стабильность и точность реализации таких характеристик как удельный расход топлива и эмиссия вредных веществ в перспективных двигателях в наибольшей степени может быть реализовано при использовании электрических устройств воздействия на топливо, которые позволяют реализовать наиболее сложные и точные алгоритмы регулирования процесса горения топлива в камере сгорания; в-третьих, данное исследование в полной мере соответствует концепции создания летательного аппарата с гибридной силовой установкой, которой авиадвигателестроение неизбежно будет заниматься в среднесрочной перспективе. Поэтому, диссертация посвященная разработке электрокаплеструйных методов и изучению электрогидродинамических процессов при воздействии электрических полей на топливо, сообщении электрического заряда потоку газа и каплям топлива и влиянии электрического поля на процессы распыла и горения топливовоздушной смеси, является актуальной на сегодняшний день и сохранит актуальность на ближайшую и среднесрочную перспективу.

Цель и задачи

Цель диссертационной работы в полной мере соответствует формуле заявленной научной специальности, которая требует обеспечить повышение эффективности, надёжности и экономичности силовых и энергетических установок летательных аппаратов. Решённые задачи носят взаимосвязанный и взаимообусловленный характер и закрывают проблемы из области физических процессов при электрогидродинамическом воздействии на топливо и топливовоздушную смесь в камере сгорания, из области численного моделирования высокого уровня распыла и горения топлива под воздействием электрического заряда и верификации результатов такого моделирования, из области конструктивной реализации неоднородных электрических полей в топливных форсунках авиационных двигателей, а также разработки методов и технологий получения и обработки керамических изоляторов электрокаплеструйных форсуночных модулей авиационных двигателей.

Постановка задач отличается конкретностью, а изложение материала является логичным и научнообоснованным. Диссертация выполнена на основании большого числа расчётных исследований, берущих за основу различные конструкции элементов камер сгорания авиационных двигателей и является законченным научным трудом, выполненным на актуальную тему.

Научная новизна

Научной новизной обладают следующие основные результаты диссертационной работы.

1. Существенно расширена теория организации рабочего процесса в камерах сгорания авиационных газотурбинных двигателей за счёт создания теоретических основ разработки принципиально новых электрокаплеструйных методов распыла топлива, которые в сочетании с разработанными численными моделями электрогидродинамических процессов, полученными научнообоснованными и экспериментально проверенными авторскими результатами представляют универсальный аппарат теоретического и практического анализа нового класса технических устройств, входящих в состав камер сгорания, определённых автором как электрокаплеструйные форсуночные модули. Применительно к камерам сгорания авиационных газотурбинных двигателей результаты исследований влияния таких модулей на рабочий процесс и характеристики получены впервые.

2. Впервые доказано, что электрический заряд капле углеводородных топлив одновременно уменьшает поверхностное натяжение и диаметры капле при распыливании топлива. Количественное описание этого физического явления впервые осуществлено безразмерной формулой зависимости эффективного поверхностного натяжения капли топлива от величины униполярного электрического заряда. Данная формула была успешно использована при формировании численных моделей, описывающих распыл топлива и горение топливовоздушной смеси.

3. Проведённые теоретические исследования позволили впервые сформулировать требования к кинематическим и физическим параметрам капле топлива, генерируемым в электрокаплеструйных форсуночных модулях авиадвигателей для обеспечения их максимального заряда в электрическом поле коронного разряда, который позволяет дополнительно улучшить параметры распыла и горения топлива в камере сгорания даже при оптимизированных известными методами центробежных и пневматических топливных форсунках.

Теоретическая и практическая значимость

Главным достижением соискателя в развитии теории создания эффективных камер сгорания авиационных двигателей является создание стратегии исследований и разработок электрокаплеструйных форсуночных модулей с электрическими устройствами воздействия на топливо на основе суперкомпьютерных вычислений. Это направление улучшения характеристик камер сгорания авиационных двигателей является пионерским с большими потенциальными возможностями

Вторым по значимости научным достижением, является обобщение методологических принципов разработки конструкции электрокаплеструйных форсуночных модулей, позволяющее выполнить их в модульно – блочном исполнении, упорядочить и структурно объединить теоретический анализ влияния основных электрических и конструктивных параметров на эксплуатационные характеристики рассматриваемых устройств.

Практическая значимость результатов диссертации Колодяжного Д.Ю. заключается в том, что впервые применительно к газотурбинному авиационному двигателю пятого поколения ПД-14 разработаны методы и технологии повышения эффективности распыла топлива и горения топливовоздушной смеси

с использованием в электрических устройств воздействия на топливо переменных однородных и резко неоднородных электрических полей с изменяющейся частотой. Во-вторых, разработанная технология может быть непосредственно применена и для модернизации камер сгорания с центробежными и пневматическими форсунками других авиационных двигателей, уже созданных и ещё разрабатываемых.

Достоверность и обоснованность результатов и выводов

Достоверность и обоснованность результатов и выводов, приведённых в диссертации, базируется на корректности используемого математического аппарата, обоснованности принятых допущений при исследовании расчётных моделей и непротиворечивости с существующими физическими законами, положениями и закономерностями. При проведении исследований были использованы только сертифицированные программные комплексы, применяющиеся одновременно на отечественных двигателестроительных предприятиях и в профильных университетах. Результаты диссертации опубликованы в 38 печатных работах, включая 22 работы, опубликованные в журналах, включённых в перечень ВАК РФ, и индексируемых в базах данных SCOPUS или WoS. Результаты исследования в части защиты интеллектуальной собственности автора защищены 6 патентами Российской Федерации. Также результаты диссертации обсуждались на авторитетных российских и международных конференциях, включая узкоспециализированные конференции.

Критический анализ диссертационной работы Колодяжного Д.Ю. позволил сформулировать ряд замечаний, которые можно сгруппировать по трём категориям:

1. Замечания по оформлению и структуре диссертации.

- 1.1 В тексте диссертации отсутствует перечень принятых обозначений, а также некоторые формулы не сопровождаются расшифровкой входящих в них величин, что затрудняет анализ работы;
- 1.2 По тексту диссертации часть формул набраны в стандартном редакторе, а часть вставлены в текст как картинка. В результате одни и те же параметры и индексы обозначаются различными шрифтами, что вносит путаницу в восприятие текста;

1.3 Первая глава посвящена анализу научно-технической литературы по основным разделам диссертационной работы. Кроме этого в каждой главе содержится анализ публикаций по теме главы, который во многом повторяет содержание первой главы и существенно увеличивает объём диссертационной работы.

2. Замечания по содержанию диссертации.

2.1 Раздел 1.1 содержит информацию о способах и устройствах, повышающих эффективность горения исключительно в ДВС, в то время как вся диссертация посвящена авиационным ГТД. Раздел 1.3 содержит чрезмерную информацию о конструкции и принципах работы известных пневматических и центробежных форсунок, которая не имеет ни научной ни практической новизны;

2.2 В разделе 2.4.1 не приводятся количественные характеристики сетки, изображённой на рис. 2.23, поэтому невозможно по одному внешнему виду расчётной сетки сделать заключение о её соответствии инжекционной модели образования униполярного электрического разряда в углеводородном топливе. В этом же разделе на рис. 2.25 одна цветовая гамма соответствует различным шкалам давления, поэтому сравнивать распределение давления непосредственно по рисунку невозможно;

2.3 Раздел 3.2, где формулируется стратегия исследований и разработок электрокаплеструйных форсуночных модулей, состоящая из десяти этапов, не содержит ни одного критерия достижения результата соответствующего этапа этой стратегии;

2.4 В тексте четвёртой главы встречаются ссылки на собственные работы автора (например, на стр. 295 или 356), после чего кратко излагается содержание статьи без подтверждения этой информации фактическими данными в виде таблиц, рисунков и др. Поэтому, рецензент вынужден искать текст статьи, что чрезмерно осложняет процесс изучения материала;

2.5 Не понятно, почему в разделе 5.1 не была предпринята попытка оптимизировать распределение объёмного заряда за счёт изменения шага установки пластин одного из электродов и зазора между электродами, причём результат такой оптимизации можно согласовать с расчётом гидравлического сопротивления устройства воздействия на топливо, как элементом топливной системы двигателя.

- 2.6 Каким образом результаты, представленные в шестой главе для модельной трубчатой жаровой трубы камеры сгорания могут быть перенесены на кольцевую жаровую трубу двигателя ПД-14?

3. Замечания по выводам.

- 3.1 Выводы по некоторым главам в ряде случаев носят частный характер. Например, по первой главе сформулировано 19 выводов, причём выводы 1,5,6,7,10 и 19 носят декларативный характер, в выводах 2,3 и 9 присутствует простая констатация фактов, а выводы 14,15 и 16 можно объединить в один. В четвёртой главе выводы 4 и 8 почти полностью совпадают, а количество статей и докладов на конференциях, о которых говорится в пункте 11 вообще нельзя отнести к выводам по главе диссертации;
- 3.2 По мнению оппонента, общие выводы по диссертации (их сформулировано в заключении 17) должны строго соответствовать решаемым в диссертации задачам (их во введении сформулировано 9).

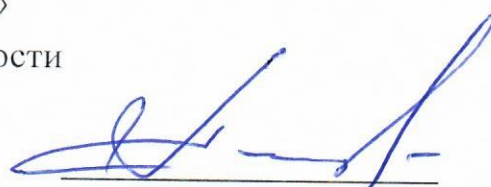
Заключение по диссертационной работе

Все замечания, сделанные по диссертационной работе Колодяжного Д.Ю., не носят принципиального характера, поскольку правильность основных научных выводов и результатов сомнения не вызывает. Замечания относятся к частным результатам и могут рассматриваться как рекомендации для дальнейших исследований и подготовки монографии по данной проблеме.

Диссертация Колодяжного Д.Ю. является актуальным и состоявшимся научным трудом. Достигнутые результаты полностью соответствуют поставленной цели и сформулированным задачам исследования. Сделанные рекомендации представляют несомненный практический интерес. Диссертация обладает научной новизной и является законченной научно-квалификационной работой на актуальную проблему современного авиационного двигателестроения, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения и получены практические результаты, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области развития методологии исследований и разработок электрокапеструйных способов и технологий повышения эффективности камер сгорания перспективных авиационных двигателей.

Диссертационная работа Колодяжного Дмитрия Юрьевича полностью соответствует критериям действующего Положения о присуждении учёных степеней, а её автор – заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.07.05 - Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

доктор технических наук, профессор
Ремизов Александр Евгеньевич
заведующий кафедрой «Авиационные двигатели»
докторская диссертация защищена по специальности
05.07.05 - Тепловые, электроракетные двигатели
и энергоустановки летательных аппаратов



28.02.2020

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьёва».

Адрес организации: Россия, Ярославская область, 152934, г. Рыбинск, улица Пушкина, 53.

Рабочий телефон: +74855250421; +74855280471

Сотовый телефон: +7 9108198812

Адрес электронной почты: ad@rsatu.ru

Подлинность подписи Ремизова Александра Евгеньевича заверяю

Проректор по науке и инновациям
Рыбинского государственного авиационного
технического университета
имени П.А.Соловьёва
доктор технических наук, профессор



Кожина
Татьяна Дмитриевна