



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»
(ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»)**

Вадковский пер., д. 1, Москва, ГСП-4, 127994. Тел.: (499) 973-30-76. Факс: (499) 973-38-85
E-mail: rector@stankin.ru

02.12.2024 № 69-1-1/9с-24

Ученому секретарю диссертационного совета
24.2.327.06 на базе ФГБОУ ВО «Московский
авиационный институт (национальный
исследовательский университет)»

Краеву В.М.

125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4

О направлении отзыва

Уважаемый Вячеслав Михайлович!

Высылаем Вам отзыв на диссертацию Зотиковой Полины Викторовны на тему:
«Методика расчета процесса диспергирования рабочего тела в форсажных камерах сторания
ВРД», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.5.15 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных
аппаратов».

Приложение: отзыв на диссертацию на 5 л. в 2 экз.

Проректор по научной деятельности



Д.Ю. Колодяжный

+7 (499) 973-39-17,
science@stankin.ru

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«6» 12 2024 г.

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, проректора по научной деятельности «Московского государственного технологического университета «СТАНКИИ»», Колодяжного Дмитрия Юрьевича, на диссертацию Зотиковой Полины Викторовны «Методика расчета процесса диспергирования рабочего тела в форсажных камерах сгорания ВРД» представленной в диссертационный совет 24.2.327.06 на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Актуальность темы исследования

Направление развития авиационных двигателей в значительной мере определяется предъявляемыми к ним со стороны летательных аппаратов требованиями. Одним из ключевых требований к двигателю, определяющих летно-технические характеристики летательного аппарата, является масса, снижение которой достигается за счет снижения массы его узлов.

Осевой размер авиационного двигателя, а как следствие и масса в значительной степени зависят от размеров основной и форсажной камер сгорания, геометрия которых определяется процессом диспергирования и смесеобразования в рабочей зоне камер сгорания.

В рецензируемой работе изучается процесс диспергирования двухфазного газокапельного потока. Исследуемое в работе новое рабочее тело (двухфазный газокапельный поток) привело к изменению традиционного процесса распыливания, которое заключается в возникновение кризиса течения на дозвуковых скоростях по газовой и жидкостной фазам. Возникло новое явление, которое также было исследовано автором в данной работе. Автору удалось не только предложить методику расчета этого нового процесса, но и экспериментально ее подтвердить. Это в целом определяет и **практическую значимость работы** диссертанта.

Степень обоснованности и достоверности научных положений и рекомендаций автор подтверждает:

-созданием экспериментальной установки для исследования процесса диспергирования двухфазного газокапельного потока и применением современных методов измерения параметров на основе лазерно-оптических методов,

-экспериментальным исследованием диспергирования двухфазного газокапельного потока на критических режимах истечения

подтвердившем
ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

12 2024 г.

теоретические результаты автора по расчету этих процессов применительно к форсажным камерам ВРД.

-проверкой выполнения физических законов сохранения при разработке методики расчета процесса диспергирования двухфазного газокапельного рабочего тела и разработке методики расчета кризиса течения диспергируемого рабочего тела,

Основные результаты диссертации опубликованы в 12 научных работах, в том числе 3 работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК и приравненных к ним.

Научная новизна

Представленные в диссертации Зотиковой П.В методические разработки и представленные и полученные результаты экспериментальных исследований обладают признаками научной новизны

научная новизна определяются, в частности, обнаруженными в исследовании:

- особенностями процесса возникновения запираания в двухфазном газокапельном потоке;
- обнаруженным снижением критической скорости звука ниже значения скоростей звука компонентов в неравновесном режиме течения фаз;
- новыми экспериментальными данными по диспергированию двухфазного газокапельного потока. полученных на критических режимах и экспериментальным подтверждением формулы для расчета скорости звука в двухфазном неравновесном по скорости, плотности и температуре рабочем теле.

Новые научные результаты получены автором лично.

Практическая значимость

Практическая значимость работы определяется тем, что ее результаты впервые позволяют рассчитывать процессы диспергирования двухфазного газокапельного потока в условия кризиса течения и таким образом обеспечивать необходимые условия для формирования структуры течения в процесса смесеобразования в форсажных камерах ВРД. При этом особенности решения, сформулированные в критериях подобия, позволяют легко переносить результаты, полученные на одном рабочем теле, на другое рабочее тело, например с воды на керосин.

Структура и содержание работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка использованной литературы. Работа изложена на 139 страницах

машинописного текста, содержит 16 таблиц, 154 рисунка и список литературы, включающий 60 наименований.

Во введении автор обосновывает актуальность работы, научную новизну и практическую значимость. В качестве цели диссертант формулирует разработку методики расчета процесса диспергирования рабочего тела в форсажных камерах ВРД.

В первой главе проводится обзор устройств формирования устройств формирования двухфазного потока, методик расчета дисперсности капель двухфазного потока, явление кризиса двухфазного потока, явления кризиса в двухфазном потоке и методики его расчета.

Во второй главе рассматривается конструкция стенда для экспериментального исследования двухфазного потока; методы и устройства формирования двухфазного потока; методы его диспергирования; методы и устройства для измерения параметров диспергируемого потока газок капельной структуры. Формируется схема установки, методы и средства измерения параметров двухфазного газок капельного потока, в частности, лазерно-оптические методы, PIV метод и теневой метод, которые позволяют измерять скорости капель, концентрацию в потоке и размеры.

В третьей главе рассматривается смесительное устройство для формирования двухфазного потока внутри устройства, а также устройства диспергирования этого потока и их размеры.

В четвертой главе формируется математическая модель расчета скоростей фаз двухфазного газок капельного потока на выходе из устройства диспергирования (форсунки) с учетом кризиса потока на выходе из диспергируемого устройства, методика расчета скорости звука в двухфазном неравновесном газок капельном потоке.

В пятой главе экспериментально исследуется дисперсность диспергированного двухфазного потока, и формулируется методика и алгоритм для расчета среднего размера капли.

В заключении отмечается делаются следующие выводы:

был проведен обзор и анализ состояния изучаемого вопроса;

выявлено что кризис течения в двухфазном неравновесном потоке определяется равенством средней скорости потока по количеству движения и неравновесной скорости звука в среде;

доказано что на срезе форсунки при диспергировании двхфазного газок капельного потока при сверхзвуковом перепаде давления возникает явление кризиса течения при скорости меньше скорости звука в каждой из фаз;

предложена методика расчета диспергирования предварительно сформированного потока газок капельной структуры;

подтверждено, что основными критериями подобия, определяющими течение, являются критерий соотношения масс фаз, критерий соотношения плотностей фаз и критерий соотношения скоростей фаз на выходе.

Некоторые **замечания** по работе:

1. в диссертации нет экспериментально полученных данных о давлении в двухфазном потоке на выходе из форсунки;

2. в работе отсутствует анализ влияния конструктивных и режимных параметров на угол распыла;

3. отсутствует перевод англоязычных терминов на рисунках, ссылки на часть источников, не все переменные в формулах обозначены, отсутствует ссылка на формулу 49 для расчета размера капли;

4. не приведены данные о дисперсности капель на входе в сопло форсунки;

5. в реферате ничего не сказано о возможной дисперсности капель диспергируемого потока;

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку научной работы. Полученные автором в рамках указанной диссертационной работы результаты позволяют влиять в необходимых направлениях на необходимые изменения в организации рабочего процесса в форсажных камерах ВРД.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении степеней»

Диссертационная работа Зотиковой Полины Викторовны является законченной и выполненной научно-квалификационной работой, обладающей научной новизной и практической значимостью. Тематика и содержание диссертации соответствует специальности 2.5.15– «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов». Автореферат и опубликованные работы в полной мере отражают содержание диссертации и полученные автором основные научные результаты.

Диссертация соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. №842, а ее автор, Зотикова Полина Викторовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата

технических наук по специальности 2.5.15 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Официальный оппонент-
Проректор по научной деятельности
ФГБОУ ВО «Московский государственный
Технологический университет «Станкин»,
Доктор технических наук



Колодяжный Дмитрий Юрьевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

127994, г. Москва, Вадковский пер., д.1

Тел:+7 (499) 973-39-17

E-mail: science@stankin.ru

*С отзывом ознакомлен
6.12.24 Мель Зотиков П В*