

**ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертационную работу  
**ЯРМАША АЛЕКСАНДРА ДМИТРИЕВИЧА**  
на тему: «Методика оценки характеристик стабилизирующих устройств форсажных камер сгорания турбореактивных двигателей»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

**Актуальность темы.** В настоящее время летательные аппараты, имеющие сверхзвуковую скорость полета, оснащены турбореактивными двухконтурными двигателями с форсажной камерой сгорания, включение которой обеспечивает существенный прирост тяги за счет дополнительного сжигания топлива.

Форсажная камера сгорания – элемент двигателя, в котором протекают сложные физико-химические процессы, при этом необходимо обеспечение минимальных потерь полного давления, устойчивости горения и надежного запуска.

Важно отметить, что при проектировании форсажных камер сгорания большой объем затрат занимает процесс их доводки. С развитием методов численного моделирования имеется возможность сократить данные затраты.

Таким образом, требуется разработка методик расчета форсажных камер сгорания, которые могут дать удовлетворительные результаты при решении поставленных задач. К таким относится разработка методики расчета границ устойчивого горения в форсажной камере сгорания, которая позволила бы сократить расходы на экспериментальные исследования.

**Общая характеристика содержания работы.**

Во введении обоснована актуальность работы, поставлена её цель и задачи исследования, изложены научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методы исследования и положения, выносимые на защиту.

*В первой главе* проведен анализ работ в данной предметной области. Дан обзор существующих теоретических моделей стабилизации горения, которые позволяют обобщить результаты экспериментальных исследований срывных характеристик различных горелочных устройств, и обоснован выбор модели гомогенного реактора в дальнейших исследованиях.

Приведены результаты экспериментальных исследований по срыву пламени за различными стабилизаторами, а также влияние различных факторов на стабилизацию горения.

*Вторая глава* посвящена разработке методики определения времени пребывания газа в циркуляционных зонах, посредством численного моделирования течения в них при подводе трассирующего газа.

*В третьей главе* раскрывается сущность методики определения срывных характеристик стабилизаторов пламени с помощью рассчитанного времени пребывания в циркуляционных зонах.

*Четвертая глава* посвящена практическому применению разработанной методики для проектирования форсажных камер сгорания современных и перспективных двигателей.

**Научная новизна проведённых исследований и полученных результатов заключается в том, что:**

- впервые предложена методика расчетного определения времени пребывания газа в циркуляционных зонах за стабилизаторами пламени, базирующаяся на численном моделировании подвода трассирующего газа в циркуляционную зону;

- впервые получена аппроксимационная зависимость, позволяющая оценить параметр форсирования циркуляционной зоны за стабилизаторами пламени, используя значения времени пребывания газа в них;

- разработана методика определения срывных характеристик стабилизаторов пламени, основанная на расчете времени пребывания газа в циркуляционных зонах за ними.

**Лично автором впервые была получена** аппроксимационная зависимость, позволяющая оценить параметр форсирования циркуляционной зоны за стабилизаторами пламени, используя значения времени пребывания газа в них.

Так же **лично автором впервые разработана** методика определения срывных характеристик стабилизаторов пламени, основанная на расчете времени пребывания газа в циркуляционных зонах за ними.

**Значимость результатов, полученных в диссертации, для науки** заключается в разработке методики численного определения времени пребывания газа в циркуляционной зоне для оценки срывных характеристик различных стабилизаторов пламени форсажной камеры сгорания.

**Значимость результатов диссертации для практики** состоит в том, что полученные результаты работы позволяют проводить оценку стабилизирующих свойств различных устройств на этапе проектирования форсажной камеры сгорания.

**Степень обоснованности и достоверности каждого из полученных положений, выводов и заключений, содержащихся в диссертации** не вызывает сомнений и подтверждается использованием сертифицированного коммерческого программного комплекса ANSYS;

результаты исследования не противоречат теоретическим положениям и согласуются с результатами экспериментальных данных, опубликованных другими авторами.

**Автореферат** полностью отражает основные идеи, результаты, выводы и соответствует содержанию диссертационной работы.

**Диссертация соответствует паспорту специальности 05.07.05** «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

**Подтверждение опубликования полученных результатов в печати.**

По теме диссертации опубликовано 9 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 2 работы и получено 3 Патента РФ на изобретения.

**К достоинству диссертационной работы можно отнести следующее:**

1. Достаточно глубоко проведен анализ физико-химических процессов, протекающих в форсажной камере сгорания, что положительно влияет на достижение поставленной цели исследования.

2. Диссертация написана грамотным языком с употреблением общепринятого в данной предметной области понятийного аппарата, изложение текста характеризуется как логичное и убедительное.

Наряду с перечисленными выше достоинствами в работе имеются некоторые **недостатки**. В частности:

1. На стр. 34 диссертации требуется разъяснение по планированию и проведению «экспериментальных исследований срывных характеристик стабилизаторов пламени».

2. стр.80 диссертации результаты экспериментальных исследований и их сравнение с данными полученными по предложенной методике требует математической обработки с указанием среднеквадратичного отклонения, математического ожидания, дисперсии и коэффициента корреляции, подтверждающего устойчивость связи между экспериментальными и расчетными результатами.

3. стр.82 и 83 диссертации не представлена схема экспериментальной установки по исследованию срывных и гидравлических характеристик стабилизаторов пламени.

**Рекомендации.** Разработанную методику оценки характеристик стабилизирующих устройств форсажных камер сгорания турбореактивных двигателей целесообразно представить в виде блок-схемы.

Отмеченные недостатки не снижают достоинств диссертационной работы в целом.

Диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, обладает внутренним единством и содержит решение важной для авиационного двигателестроения задачи по разработке методики оценки характеристик стабилизирующих устройств форсажных камер сгорания турбореактивных двигателей.

По степени актуальности, научной новизне и практической значимости, работа отвечает критериям ВАК для кандидатских диссертаций, указанным в пункте 9 «Положение о присуждении ученых степеней», а ее автор, **ЯРМАШ АЛЕКСАНДР ДМИТРИЕВИЧ** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

#### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ

кандидат технических наук, заместитель начальника факультета летательных – начальник учебной части Военного учебно-научного центра военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

«29» ноября 2021 г.

 Т.В. Грасько

394064 г. Воронеж, ул. Старых Большевиков 54 а

Тел. 8-920-220-83-76

E-mail: grasko83@mail.ru

Подлинность подписи ГРАСЬКО Тараса Васильевича ЗАВЕРЯЮ.

ВРИД начальника отдела кадров  
Военного учебно-научного центра военно-воздушных сил  
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского  
и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

подполковник

«30» ноября 2021 г.

 Р. Тарлыков

*С отзывом ознакомлен,  
06.12.21 Ярмаш АД*