

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертацию Ярмаша Александра Дмитриевича
«МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ
ФОРСАЖНЫХ КАМЕР СГОРАНИЯ ТУРБОРЕАКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ», пред-
ставленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.07.05 - «Тепловые, электроракетные двигатели и энерго-
установки летательных аппаратов».

Актуальность темы диссертации. В настоящее время для кратковременного увеличения тяги ТРДДФ широко применяются форсажные камеры сгорания (ФК). Основную роль в организации горения в ФК играют фронтальные устройства, совершенствование которых является актуальной задачей. Основной проблемой, в них является обеспечение устойчивого, эффективного горения смеси в скоростном потоке с помощью стабилизаторов пламени различной конструкции, для решения которой необходимы соответствующие методики расчета срывных характеристик стабилизаторов пламени. Несмотря на то, что в настоящее время существует множество исследований, посвящённых теории и методам моделирования процессов стабилизации пламени в форсажных камерах сгорания ТРДДФ, они носят приближенный характер и при проектировании ФК требуется большой объем доводочных работ. Таким образом цели и задачи, описанные в диссертационной работе, являются важными и актуальными.

Научная новизна и практическая значимость работы состоят:

1. Разработке методики определения времени пребывания газа в циркуляционных зонах стабилизирующих устройств путем численного моделирования подвода трассирующего вещества
2. Разработке методики определения срывных характеристик стабилизирующих устройств форсажных камер сгорания с использованием уточненных значений времени пребывания газа в циркуляционной зоне.

3. Анализе особенностей рабочего процесса стабилизации пламени в различных условиях работы форсажной камеры сгорания.

Полученные результаты работы позволяют проводить оценку процесса стабилизации пламени стабилизирующих свойств различной геометрии на этапе проектирования и учитывать влияние различных факторов на границы устойчивого горения смеси в ФК.

Достоверность полученных результатов подтверждается:

-использованием сертифицированного коммерческого программного комплекса Ansys (США);

-результаты исследования не противоречат теоретическим положениям и согласуются с результатами экспериментальных данных, опубликованных ранее в технической литературе.

Оценка содержания диссертации. Диссертационная работа оформлена согласно требованиям, к диссертационным работам, состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка использованной литературы. Полный объем диссертации составляет 111 страниц, которые содержат 46 рисунков и 8 таблицы, 58 наименований литературы.

Во введении помимо актуальности темы диссертационной работы, представлены задачи исследования, основные защищаемые положения работы, а также их научная новизна и практическая значимость. Рассматриваются проблемы в области создания и разработки доступных в инженерных расчетах методик определения характеристик стабилизации пламени в ФК.

Первая глава диссертации посвящена литературному обзору современного состояния вопросов, посвященных исследованию рабочего процесса форсажных камер сгорания. Установлено, что, несмотря на многообразие работ в данном направлении, на сегодняшний день задача стабилизации пламени не имеет окончательного решения и требует значительного объема дорогостоящих экспериментальных исследований, поэтому с развитием численного моделирования появилась необходимость в разработке новых методик

стабилизирующих устройств камер сгорания на основе численного моделирования процессов, протекающих в них.

Вторая глава посвящена разработке методики определения времени пребывания газа в циркуляционных зонах, посредством численного моделирования течения в них при подводе трассирующего газа. Рассмотрены способы определения времени пребывания в циркуляционных зонах, из которых выделены способ стационарного и нестационарного подвода газа. Получено, что значения времени пребывания в циркуляционной зоне за уголковым стабилизатором превышает значения за уступом. Установлено, что это связано с тем, что размер циркуляционной зоны превышает геометрический размер тела, вследствие расширения аэродинамического следа за ним из-за наклона линий тока, вызванного обтеканием наклонных стенок уголка и нарастанием пограничного слоя на его стенках.

В третьей главе излагается методика определения срывных характеристик стабилизаторов пламени с помощью рассчитанного времени пребывания в циркуляционных зонах за ними. Результаты такого расчета и сопоставление их с экспериментальными данными для стабилизаторов пламени различной геометрии и условий в потоке показали, что расчетная методика с достаточной точностью описывает границы срыва пламени (максимальное отклонение 10-15%), что говорит о возможности её применения для предварительной оценки стабилизирующих устройств различной формы

Четвертая глава посвящена примерам и расчетам практического применения разработанных методик для проектирования форсажных камер сгорания. Полученные данные показывают, что срывные характеристики расширяются при подаче топлива в циркуляционную зону. Поэтому в современных форсажных камерах сгорания для создания автономного очага воспламенения зачастую используют стабилизаторы пламени с установленными в них карбюраторами. На основе проведенного анализа работы стабилизаторов пламени установлено, что для форсирования двигателя АЛ-41Ф1С топливо необходимо подавать исключительно в карбюратор центрального стабилизатора пламени

(фор камеру). Благодаря этому обеспечивается плавная работа форсажной камеры сгорания.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, грамотно обоснованы, а их достоверность обосновывается применением сертифицированного программного обеспечения и с достаточной степенью точности соответствия с экспериментальными данными, приведенными в технической литературе.

Публикации в научных изданиях.

По теме диссертации опубликовано 9 работ, из них 2 статьи изданы в журналах, рекомендованных ВАК РФ, получено 3 патента РФ на изобретения.

Однако диссертация не исключена ряда недостатков, по поводу которых необходимо сделать следующие замечания:

1. В обзоре литературы по исследуемому вопросу следовало обратить внимание на более современные работы.
2. На наш взгляд, неверно утверждение, что теория Дунского относится к реакторной модели. Как правило, она считается «контактной», т.к. в ней рассматривались контактное время пребывания и время воспламенения свежей смеси.
3. Неясно как определяется полнота сгорания в расчетах температуры горения.
4. В схеме ТРДДФ не показан смеситель потоков, очень важный элемент ФК, соответственно не учитывается его влияние на параметры потока, набегающего на стабилизаторы.
5. Из графиков на рис 4.5 следует, что при подаче топлива без карбюрации топлива экспериментальные данные по срыву пламени не соответствуют расчетным, что свидетельствует о сильном влиянии неоднородности смеси, поэтому здесь расчеты срыва пламени необходимо проводить по составу смеси в ЗОТ.
6. В расчетах гидравлических потерь не учитываются тепловые потери.
7. Неясно насколько точно предлагаемая методика позволяет определить время пребывания по сравнению с существующим методом, и соответственно срыв пламени.

8. С точки зрения понимания разработанной методики желательно более четкое представление алгоритма расчетов в виде блок-схемы.

Заключение:

Представленный соискателем материал является завершенной научно-квалификационной работой, обладающий необходимой степенью научной новизны и практической значимостью, в которой содержится решение важной научно-технической задачи совершенствования процесса стабилизации пламени в форсажных камерах сгорания современных ТРДДФ. Диссертационная работа «МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ФОРСАЖНЫХ КАМЕР СГОРАНИЯ ТУРБОРЕАКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ» удовлетворяет всем критериям, установленным в п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Ярмаш Александр Дмитриевич, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ:

-доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Реактивных двигателей и энергетических установок» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

« 6 » декабря 2021 г



Мингазов Биал Галавтдинович

420111, Россия, Казань, ул. К. Маркса, 10

Тел.: 8-917-299-93-61, e-mail: bgmingazov@kai.ru



С отзывом ознакомлен 10.12.21 Ярмаш АД