

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника академии
по учебной и научной работе
доктор технических наук профессор
Ю.Кулешов
« 2022 г.



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Черновой Алены Алексеевны
на тему «Внутренняя газодинамика и топологическая структура локальных
пространственно-временных зон с повышенным теплообменом в камере
сгорания энергетических установок», представленной на соискание ученой
степени доктора технических наук по специальности
1.1.9 – «Механика жидкости, газа и плазмы»

Актуальность темы диссертации

Разработка и создание современных энергетических установок (ЭУ) является сложным и наукоемким процессом, требующим проведения большого объема научно-исследовательских работ и экспериментальных отработок. В виду повышенного теплового нагружения конструкции энергетических установок и нестационарного характера протекающих в них процессов особое внимание уделяется теплозащите элементов конструкции. Для выбора оптимального способа теплозащиты конструкции ЭУ требуется иметь достоверную информацию о физических процессах, происходящих во время горения рабочего тела в камерах сгорания ЭУ. Подходы к изучению процессов теплообмена в камерах сгорания (КС) различны, имеют как достоинства, так и недостатки и в основном основываются на экспериментальных данных, полученных при испытаниях образцов-аналогов, что, за частую, ставит под сомнение адекватность получаемых в ходе исследований результатов, а сами процессы нестационарного конвективного теплообмена в каналах сложной формы камер сгорания требуют дополнительного изучения.

Таким образом, для адекватной оценки тепловых потоков вблизи конструктивных элементов требуется разработка обобщенного подхода к исследованию процессов теплообмена в каналах сложной формы. Это свидетельствует о том, что тема диссертации Черновой Алены Алексеевны, безусловно, является актуальной.

Новизна приведенных исследований и полученных результатов

В работе автором получены новые научные результаты, которые позволили:

– впервые выявить и описать локальные пространственно-временные топологические зоны повышения тепловых потоков в КС ЭУ различных конструктивных схем;

– получить распределения тепловых потоков вблизи теплонпряженных поверхностей камеры сгорания для нестационарного и стационарного режимов работы ЭУ;

– выявить и показать количественную связь в виде критериальных соотношений между описанными топологическими зонами, их трансформацией и конвективным теплообменом в камере;

– впервые определить и описать локальные топологические структуры, их расположение и трансформацию в зависимости от изменения геометрии канала массоподвода для конкретных конструктивных схем энергетических установок, при их работе на стационарном режиме;

– получить плотности теплового потока в выявленных пространственных топологических зонах;

– определить локальные топологические структуры и их трансформацию для нестационарных режимов работы ЭУ конкретных конструктивных схем, в том числе описать локальные топологические неустойчивости, формирование которых предшествует перестройке потока в КС;

– сравнить локально-временные топологические зоны для квазистационарного и нестационарного режимов работы энергетических установок;

– показать корреляцию результатов моделирования в рамках квазистационарного подхода с результатами расчетов, выполненных в рамках нестационарного подхода;

– выявить на нестационарных режимах работы ЭУ трансформацию топологических особенностей вблизи контактных поверхностей.

– впервые при проведении численного эксперимента на нестационарных режимах получить зависимости изменения коэффициента теплоотдачи в центральной узловой точке и областях входа потока в патрубки;

– построить критериальные уравнения, справедливые для оценки нестационарного теплообмена для оценки числа Нуссельта в центральной особой точке, периферийных седловых точках на сопловом дне и в области входа потока рабочего газа в патрубков.

Личный вклад автора

Научные результаты, выносимые на защиту, получены автором лично. Экспериментальные и расчетные результаты, приведенные в работе, получены и обработаны автором самостоятельно или в соавторстве.

Степень достоверности и обоснованности научных положений, выводов и заключений

Достоверность и обоснованность полученных в диссертационной работе результатов обеспечена использованием фундаментальных законов сохранения, выраженных в уравнениях математической физики, применением апробированных методов их решения и подробной верификацией и валидацией численных схем и алгоритмов на экспериментальных данных и теоретических результатах, полученных другими авторами.

Значимость результатов, полученных в диссертации, для науки и практики

Оценивая содержание работы, необходимо отметить, что результаты, полученные автором имеют как теоретическую, так и практическую значимость.

Теоретическая значимость результатов заключается в том, что предложен обобщенный подход к исследованию процессов нестационарного конвективного теплообмена в каналах сложной формы с массоподводом, основанный на применении топологических методов гидродинамики для выявления и описания пространственно-временных зон повышенного теплообмена для последующего прогноза теплового состояния элементов конструкций камеры сгорания энергетической установки.

Практическая значимость заключается в том, что полученные в работе результаты могут быть использованы при проектировании ЭУ для расчета теплового состояния конструктивных элементов и расчета толщины теплозащитных покрытий, что позволит уменьшить сроки проектирования изделий.

Замечания по автореферату диссертации

Вместе с тем, при рассмотрении автореферата диссертации возник ряд замечаний и вопросов, которые носят в основном дискуссионный характер, а именно:

1. В качестве объекта исследования автором выбрана камера сгорания энергетической установки, но в работе исследуются вопросы внутренней газодинамики только твердотопливного ракетного двигателя, которые обладают своими специфическими особенностями. Поэтому объект исследования, по нашему мнению, сформулирован шире, чем это рассматривается в работе.

2. В автореферате не нашло отражения сопоставление расчетных результатов, полученных автором, и экспериментальных, что несомненно повысило бы доверие к представленным результатам.

3. Выполненные автором систематические расчеты в итоге были приведены к критериальным соотношениям, однако никаких сведений о точности и других статистических характеристиках полученных выражений в автореферате не приводится

4. Из рисунков 3 и 5 автореферата не совсем понятно на основе каких правил и критериев проводилось сопоставление картин линий тока и топологии потока вблизи рассматриваемых элементов конструкции камеры сгорания.

Общая характеристика работы

Основные результаты диссертации опубликованы в 61 научной работе, из них: 23 в научных журналах и изданиях, включенных в базы данных Web of Science и Scopus, 21 в изданиях рекомендованных ВАК, 17 в других изданиях.

Результаты работы прошли апробацию на 17 Международных и Всероссийских конференциях и семинарах.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.1.9 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Вывод

Исходя из содержания автореферата, диссертация Черновой Алены Алексеевны представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую новое решение актуальной научной проблемы.

По научному содержанию, глубине и полноте выполненных исследований, а также объему полученных результатов, диссертационное исследование соответствует требованиям пунктов 9, 10 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, а ее автор, Чернова Алена Алексеевна, заслуживает присуждения ей ученой степени доктора технических наук по специальности 1.1.9 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Отзыв составили:

Профессор кафедры конструкции ракет-носителей (и ракетных двигателей) Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского (197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д.13, тел.: 8(812)347-95-13, эл. почта: vka@mil.ru)
доктор технических наук профессор



Миронов А.Н.
Андрей Николаевич

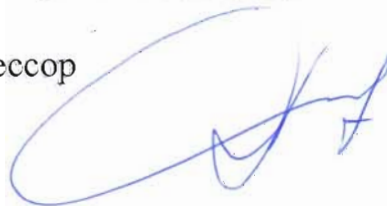
Старший преподаватель кафедры конструкции ракет-носителей (и ракетных двигателей) Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского (197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д.13, тел.: 8(812)347-95-13, эл. почта: vka@mil.ru)
кандидат технических наук



Султанов А.Э.
АЛЕКСЕЙ ЭДЫГАРОВИЧ

Отзыв рассмотрен на заседании кафедры конструкции ракет-носителей (и ракетных двигателей) протокол № «19» от «13» апреля 2022 г.

Начальник кафедры конструкции ракет-носителей (и ракетных двигателей)
доктор технических наук профессор



Пирогов С.Ю.
Сергей
Юрьевич