

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Черновой Алены Алексеевны «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».

Энергетические установки представляют собой широкий круг изделий различного назначения, объединенных по принципу функционирования на основе процессов трансформации энергии из одного вида в другой. При этом работа энергетических установок связана как с процессами горения, так и с теплофизическими процессами. Вследствие чего актуальным остается формулирование обобщенных подходов к исследованию процессов нестационарного конвективного теплообмена в проточных трактах и застойных областях камер сгорания.

Актуальность темы диссертационного исследования А.А. Черновой вытекает из наличия нерешенной научной проблемы - разработки новых видов энергетических установок с конструктивно обусловленным повышением весового совершенства с использованием обобщенного подхода к исследованию процессов нестационарного конвективного теплообмена в каналах сложной формы с массоподводом. Отметим, что речь идет как о разработке общей концепции, так и о создании совокупности методов, которые можно применять при разработке новых энергетических установок, в частности:

- математического моделирования процессов внутренней газодинамики и сопряженного теплообмена в различных камерах сгорания на стационарном участке работы;
- численного исследования нестационарной пространственной газодинамики и конвективного теплообмена в камерах сгорания энергетических установок с учетом перемещения поверхностей подвода массы;
- решения нестационарной пространственной задачи сопряженного теплообмена в камерах сгорания энергетических установок на переходных участках и участках регулирования;
- выявления положения и трансформации локальных пространственно-временных зон повышенного теплообмена на основе анализа топологических особенностей структуры потока рабочего газа в камерах сгорания различных конструктивных схем.

Решение указанных проблем потребовало от А.А. Черновой проведения расчетно-теоретических исследований, разработки проблемно-

ориентированного программного комплекса модульного вида для оценки значений локальных безразмерных коэффициентов теплоотдачи в камерах сгорания различных схем энергетических установок.

По материалам диссертации опубликовано более 50 печатных работ, из них 23 в изданиях, включенных в базы данных Web Of Science и Scopus, 21 в изданиях, рекомендованных ВАК. Результаты работы неоднократно докладывались и обсуждались на международных и Всероссийских конференциях и семинарах, в частности, на Всероссийских научно-технических конференциях «Ракетно-космические двигательные установки» в 2013 и 2018 годах, проводимых кафедрой «Ракетные двигатели» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Приведенные публикации полностью раскрывают важную научную проблему, которой и посвящена докторская диссертация А.А. Черновой.

Автореферат содержит массу ценной информации, соответствует публикациям диссертанта.

В качестве недостатков работы следует отметить следующее:

1. В автореферате не дается примеров компьютерных ресурсов (размеров сеток, времен счета и т.д.), необходимых, например, для выявления локальных топологических структур, их расположения и трансформации в камерах сгорания энергетических установок.
2. Из автореферата не совсем понятно, как полученные результаты могут быть применены к камерам сгорания с обечайками, отличными от формы цилиндра (например, конической формы).
3. Из приведенных картин течения видно (например, рис. 12), что исследуемые явления явно относятся к процессам гидродинамики и теплообмена в сильно закрученных потоках, описание которых лишь в критериальных зависимостях типа  $Nu = A \cdot Re^B \cdot Pr^C$  справедливо в узких диапазонах характерных течений, о чем свидетельствует широкий разброс коэффициентов  $A$ ,  $B$ ,  $C$  и требует привлечения дополнительных критериев, учитывающих переменную кривизну течения, например, чисел Дина.

В целом, судя по автореферату, можно сделать вывод, что представленная диссертация является законченным научным исследованием по актуальной проблеме исследования процессов нестационарного конвективного теплообмена в каналах сложной формы с массоподводом, результаты которой могут быть использованы при проектировании энергетических установок для расчета теплового состояния конструктивных элементов и расчета толщины теплозащитных покрытий, что позволит уменьшить сроки проектирования изделий. Полученные в диссертации результаты представляют большой интерес как с теоретической, так и с

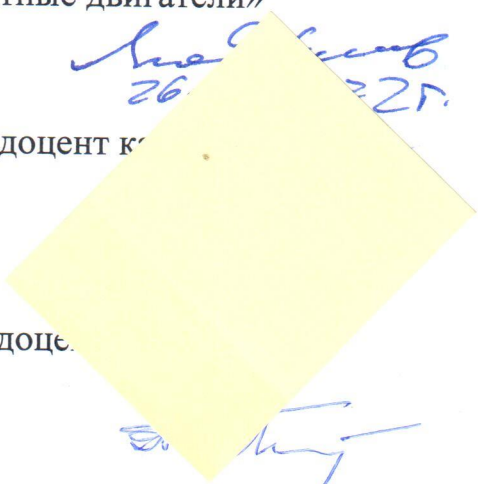
практической точек зрения. Они являются новыми, хорошо обоснованными с современной точки зрения. Сделан существенный шаг в углубленной разработке теории теплообмена в камерах сгорания современных энергетических установок. Считаем, что работа А.А. Черновой заслуживает высокой оценки, удовлетворяет требованиям Положения ВАК к докторским диссертациям, а ее автор Алена Алексеевна Чернова заслуживает присуждения ей ученой степени доктора технических наук по специальности 1.1.9. – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой «Ракетные двигатели»  
МГТУ имени Н.Э. Баумана

*Ягодников Д.А.*  
26.02.2017

Ягодников Д.А.  
Дмитрий  
Алексеевич

Кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Ракетные двигатели»  
МГТУ имени Н.Э. Баумана



Бобров А.Н.  
Александр  
Николаевич

Кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Ракетные двигатели»  
МГТУ имени Н.Э. Баумана

*Полянский А.Р.*

Полянский А.Р.  
Александр  
Ромилович

Полное название организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский Государственный Технический Университет имени Н.Э. Баумана» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Почтовый адрес: 105005, РФ, Москва, 2-ая Бауманская ул., д. 5, стр. 1

Телефон: +7 (499) 263 63 91

Адрес официального сайта в сети «Интернет»: <http://www.bmstu.ru/>

Адрес электронной почты: [bauman@bmstu.ru](mailto:bauman@bmstu.ru)

Подписи Ягодникова Д.А., Боброва А.Н., Полянского А.Р. удостоверяю:



*[Signature]*  
КАДРОВ