



Акционерное общество
**«МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ
КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО «ФАКЕЛ»**
имени академика П.Д. Грушина»
ул. Академика Грушина, 33,
г. Химки, Московская обл., 141401
телефон: (495) 575-97-95, (495) 781-05-89
факс: (495) 572-01-33; e-mail: info@mkbafakel.ru
ОКПО 07544915, ОГРН 1025006173664,
ИНН/КПП 5047051923/504701001

№ от

На от

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный конструктор, доктор
технических наук, АО «МКБ «Факел»



Handwritten signature

В.В. Доронин

Handwritten initials

2022 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Черновой Алёны 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»

Известно, что двигательные установки (ДУ) с зарядами на твердом топливе характеризуются интенсивными процессами тепломассообмена при функционировании, особенно, когда речь идет о продуктах сгорания с конденсированной фазой, при этом характер течения газа и конструктивные особенности приводят к локализации параметров газа в определенных областях, что в свою очередь ведет к ускоренному уносу теплозащитных покрытий. Таким образом тема носит конкретный характер и значима для теории и практики. Вместе с этим актуальность работы подтверждается не только недостаточно изученными процессами нестационарного конвективного теплообмена в каналах сложной формы внутри камеры сгорания (КС) ракетных двигателей на твердом топливе, которые зачастую описаны эмпирическими зависимостями для конкретных конструктивных

схем КС, либо численными методами, но и малым количеством экспериментальных данных в области предсоплового объема, где степень интенсивности теплообменных процессов в нестационарных условиях достаточно велика, а замер уровня достигаемых температур (или тепловых потоков) затруднен.

Автореферат Черновой А.А. содержит все необходимые разделы с четко сформулированными целями и поставленными задачами; на основании выполненных исследований разработаны теоретические положения, заключающиеся в обобщенном подходе к исследованию процессов нестационарного конвективного теплообмена в КС ДУ, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение; содержит новые научно обоснованные технические решения возникшей проблемы на основе выявленных локальных топологических структур для конкретного типа ДУ, описания их неустойчивых режимов, а также условия трансформации топологических структур, сопровождаемых резким ростом тепловых потоков в области соплового дна и входа потока в патрубок внутри КС, а также в разработанном программном комплексе модульного вида.

Практическая и теоретическая значимость подтверждается результатами проведенных исследований по влиянию формы щелевых компенсаторов на профиль скорости газа в предсопловом объеме как для утопленного сопла, так и для многосопловой ДУ; вместе с тем исследовано влияние геометрии канала и кривизны соплового дна на характер течения газа и теплообменные процессы; проанализированы характеристики потока среды при смене режима работы ДУ - все эти результаты практически значимы, т.к. позволяют проектировать толщину теплозащитных покрытий более рационально с точки зрения локального уноса материала. На основе проведенных исследований предложены методики оценки интенсивности теплообмена для инженерных расчетов, реализованные в программе ЭВМ,

которые позволяют: 1) сократить сроки проектирования ДУ; 2) повышают точность оценки тепловых потоков более, чем на 50 % по сравнению с инженерными методами, основанными на применении зависимостей Эккерта и Крауссольда.

Достоверность результатов, полученных автором, подтверждается: верификацией численных схем и алгоритмов с экспериментальными данными и теоретическими результатами; опубликованными материалами как в российских, так и в зарубежных изданиях, индексируемых в базах данных Web Of Science, Scopus, а также в изданиях, рекомендованных ВАК.

К научной новизне работы следует отнести: во-первых, выявленные трансформации потоков и их структура вблизи поверхностей контакта в нестационарных режимах течения среды, влияющие на процессы теплообмена с описанием динамики изменения вихрей внутри КС; во-вторых, полученные критериальные зависимости для оценки нестационарного теплообмена в периферийной седловой и центральной узловой точках на сопловом дне и в области входа в патрубок; в-третьих, для конкретных конструктивных схем ДУ выявлены и описаны локальные топологические структуры, их расположение и трансформация в зависимости от изменения геометрии канала в стационарном режиме работы.

По содержанию автореферата имеются следующие замечания:

1) в представленном тексте не конкретизировано, каким образом учитывалось влияние конденсированной фазы на картину течения и теплообмен в ДУ;

2) в работе крайне сжато приведены физическая постановка задачи сопряженного теплообмена, и математическая модель без системы уравнений с принятыми допущениями;

3) не достаточно конкретизированы полученные критериальные уравнения для чисел Нуссельта на основе данных численных экспериментов.

Отмеченные замечания не влияют на общую положительную оценку автореферата. Представленная диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, и профилю указанной специальности, является законченной научно-квалификационной работой, а её автор - Чернова Алёна Алексеевна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.1.9 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

К.т.н., первый заместитель
генерального конструктора



22 В.В. Соколовский
Виктор
Владимирович

К.т.н., начальник отдела 80



22 М.В. Янцевич
Михаил
Владимирович

К.т.н., инженер-конструктор 1
категории отдела 80



2 Д.В. Лебеденко
Дмитрий
Валерьевич

Подписи В.В. Соколовского, М.В.

Янцевича, Д.В. Лебеденко заверяю:

заместитель генерального директора по
персоналу и социальным вопросам



А.Н. Спиридонов

Акционерное общество «Машиностроительное конструкторское бюро «Факел» имени академика П.Д.Грушина»

Адрес: 141401, Московская обл., г. Химки, ул. Академика Грушина, д. 33

Тел.: +7 (495) 575-97-95, факс: +7 (495) 573-51-11

E-mail: infor@npofakel.ru