

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет: Д 212.125.08

Соискатель: Буляккулов Марсель Маратович

Тема диссертации: Взаимодействие высокоскоростного гетерогенного потока с элементами конструкции ЛА

Специальность: 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:


На заседании 19 декабря 2018 года диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить Круглову Кириллу Игоревичу ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: *председатель диссертационного совета* Равикович Ю.А., *ученый секретарь диссертационного совета* Зуев Ю.В., члены диссертационного совета: Абашев В. М., Агульник А. Б., Демидов А. С., Козлов А. А., Коротеев А. А., Кочетков Ю. М., Краев В. М., Кулешов Н. В., Лесневский Л. Н., Марчуков Е. Ю., Молчанов А. М., Мякочин А. С., Надирадзе А. Б., Назаренко И. П., Ненарокомов А. В., Никитин П. В., Попов Г. А., Силуянова М. В., Тимушев С. Ф., Хартов С. А., Чванов В. К.

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 212.125.08, д.т.н., профессор

 Зуев Ю.В.

И.о. начальника отдела УДС МАИ

Т.А. Аникина 

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.08,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ (МИНОБРНАУКИ РФ), ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 19.12.2018 г. № 27

О присуждении Буляккулову Марселю Маратовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Взаимодействие высокоскоростного гетерогенного потока с элементами конструкции ЛА» по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника» принята к защите 18.10.2018г. (протокол заседания № 17) диссертационным советом Д 212.125.08, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4, приказ о создании диссертационного совета - № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Буляккулов Марсель Маратович, 1989 года рождения, работает инженером-конструктором в акционерном обществе «Смартек» (ведомственной принадлежности нет).

В 2013 году соискатель окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)». В 2016 году окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Диссертация выполнена на кафедре «Авиационно-космическая теплотехника» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, Никитин Петр Васильевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», кафедра «Авиационно-космическая теплотехника», профессор.

Официальные оппоненты:

Герасимов Юрий Иванович, доктор технических наук, Публичное акционерное общество «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва», отдел 016, главный научный сотрудник;

Митрофанова Ольга Викторовна, доктор технических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», кафедра «Теплофизика», профессор

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского», Московская обл., г. Жуковский в своем положительном заключении, подписанном Василевским Эдуардом Борисовичем, доктором технических наук, доцентом, главным научным сотрудником ФГУП «ЦАГИ» и

утвержденном Медведем Александром Леонидовичем, доктором физико-математических наук, заместителем генерального директора по научной деятельности ФГУП «ЦАГИ», указала, что диссертационная работа Буляккулова Марселя Маратовича выполнена на актуальную тему; представленные в работе обзоры по методам и результатам исследований дисперсных течений представляют интерес для широкого круга специалистов; сама работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Буляккулов Марсель Маратович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 - «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Соискатель имеет 7 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 6 работ общим объемом 2,1 п.л., из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 2 работы. Из 6 работ по теме диссертации 2 - статьи в научных изданиях, 4 – тезиса докладов на научных конференциях. В этих работах исследуется процесс обтекания гетерогенным потоком элементов конструкции высокоскоростного летательного аппарата, предлагаются математическая и расчетная модели рассматриваемого процесса, приводятся результаты численных экспериментов, проведенных для частиц разной дисперсности, анализируется влияние размера частиц на исследуемый процесс.

Авторский вклад в опубликованных работах заключается в обобщении результатов исследований и подготовке публикаций в рецензируемых изданиях.

В диссертации отсутствуют достоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

- Буляккулов М.М., Никитин П.В. Математическая модель обтекания высокоскоростным неизотермическим гетерогенным потоком летательного аппарата конической формы, притупленного сферой // Тепловые процессы в технике. – 2015. – Т. 5, № 11. – С. 490-497.

- Буляккулов М.М., Никитин П.В. Численное моделирование процессов обтекания высокоскоростным неизотермическим гетерогенным потоком

летательного аппарата конической формы, притупленного сферой // Тепловые процессы в технике. – 2015. – Т. 7, № 12. – С.558-565.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы (все отзывы положительные):

Отзыв на диссертацию ведущей организации - Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского». В отзыве приведены следующие замечания:

- Недостаточно ясно обозначена научная новизна работы. Например, в рекомендованных ВАК журналах, соискателем опубликованы результаты, посвященные расчетам обтекания затупленного тела сверхзвуковым двухфазным потоком. Расчеты выполнены в упрощенной (по сравнению с другими пользователями) постановке, путем решения известных уравнений, стандартными численными методами с помощью коммерческой программы ANSYS CFX;

- Из текста не ясно, как учитывалось влияние частиц на несущую фазу дисперсного потока и теплообмен с обтекаемым телом, которое существенно даже при малой концентрации частиц, менее 10%. Так, например, в работах Э.Б. Василевского (см., например, Vasilevskii E.B., Osiptsov A.N., Chirikhin A.V., Yakovleva L.V. Heat exchange on the front surface of a blunt body in a high-speed flow containing low-inertia particles // Journal of Engineering and Thermophysics. 2001. V. 74 № 6) показано, что даже при массовой концентрации в 1% тепловой поток, на поверхности затупленного тела, может возрасти более чем в 2 раза по сравнению с соответствующим однофазным потоком;

- При исследовании двухфазных течений большие достоинства имеют методы панорамной оптической диагностики. Отдельного внимания заслуживает лазерный доплеровский фазовый анализатор, позволяющий измерять не только скорости частиц, но и распределение их по размерам. В главах диссертации, посвященных обзору методов и средств диагностики, обозначенные выше подходы, не рассмотрены.

Отзыв на диссертацию официального оппонента доктора технических наук Герасимова Юрия Ивановича содержит следующие замечания:

- В диссертации недостаточно полно отражено влияние массовой концентрации частиц на термо-газодинамику течения высокоскоростного неизотермического гетерогенного потока, как в свободном пространстве, так и в пограничном слое. Например, в ряде опубликованных работ по данной тематике отражено взаимодействие между собой частиц твердой фазы, что исключено в данной работе;

- К недостатку работы можно отнести также то, что автор недостаточно полно исследовал характеристики разрушения конструкционных и теплозащитных материалов;

- Предложенные в работе соотношения для расчета параметров разрушения ТЗМ получены на полуэмпирической основе, что сужает их область применения;

- В диссертации и автореферате имеется ряд опечаток, непонятных сокращений.

Отзыв на диссертацию официального оппонента доктора технических наук Митрофановой Ольги Викторовны содержит замечания:

- Стиль и грамотность изложения оставляют желать лучшего и мешают восприятию и пониманию изложенного материала;

- В основополагающих уравнениях при описании математической модели исследуемых процессов допущены грубые ошибки: уравнения неразрывности, количества движения и энергии, представленные в векторном виде, записаны неверно как в самой диссертации (уравнения 3.1, 3.2, 3.3), так и в автореферате (уравнения 1, 2, 5). Размерности членов уравнения различны, неправильно используются знаки дифференцирования и тензорного произведения, одним и тем же символом обозначены различные параметры, не указаны размерности параметров и определения источниковых членов в уравнениях сохранения импульса и энергии;

- Пункт 3.2.1. диссертации «Структура численного решения основных дифференциальных уравнений газовой динамики» выглядит несколько наивно, и без ущерба для содержания диссертационной работы, (объем которой является чрезмерно большим), мог бы быть опущен, т.к. содержит только общие рассуждения и загадочную фразу о «разложении исходной функции в ряды». Что подразумевает под рядами автор, не ясно.

Кроме того, в тексте есть повторения: материал, изложенный в 1 главе, фактически дословно с некоторых мест воспроизводится в последующих главах. Это также привело к избыточному тексту диссертации;

- В тексте диссертации нет никаких объяснений, чем обосновывался выбор применения в численных расчетах модели турбулентности SST;

- Рисунки 3.1 и 3.20 абсолютно идентичны, в то время как подписи к рисункам различны, что не исключает их сходного смыслового содержания;

- Как следует понимать весьма замысловатую фразу на стр. 95 диссертации: «В общем случае задача двухмерная, так как при переходе через отошедшую ударную волну и сжатый слой, вектора скоростей газовой и твердой фаз меняют свое направление.»?

- В диссертации, несмотря на огромный объем представленных материалов, не уделено места сравнительной оценке достоверности результатов, получаемых с помощью разработанной модели. Целесообразно было бы показать преимущества предлагаемых подходов на основе сравнения с результатами моделирования других авторов.

Отзыв на автореферат диссертации АО «НПО им. С.А. Лавочкина», подписанный Иванковым А.А., доктором технических наук, ведущим научным сотрудником, Клишиным А.Ф., кандидатом технических наук, ведущим конструктором предприятия и утвержденный Шевченко С.Н., доктором технических наук, профессором, заместителем генерального директора по научной работе, содержит следующие замечания:

- математическая модель, предложенная автором, не учитывает возможное в реальных условиях взаимодействие твердых частиц в высокоскоростном гетерогенном потоке при обтекании поверхности летательного аппарата;

- не рассмотрены особенности образования и параметры вторичных частиц, возникающих в процессе эрозии поверхности конструкционных и теплозащитных материалов.

Отзыв на автореферат диссертации АО «Корпорация «МИТ», подписанный Тихоновым А.А., кандидатом технических наук, начальником лаборатории, Евгеньевым А.М., кандидатом технических наук, первым заместителем начальника отделения и утвержденный Полуниным В.Д., главным инженером – первым заместителем генерального директора, содержит следующие замечания:

- В опубликованных автором статьях не полностью отражены результаты, полученные в ходе выполнения диссертационной работы;

- Недостаточно полно отражена научная новизна работы.

Отзыв на автореферат диссертации АО «ВПК «НПО Машиностроения», подписанный Барановым М.Л., заместителем начальника научно-исследовательского отделения тепловибропрочности, Горским В.В., доктором технических наук, профессором, главным научным сотрудником научно-исследовательского отделения, Березовским А.В., кандидатом технических наук, начальником научно-исследовательского отделения и утвержденный Хромушкиным А.В., кандидатом физико-математических наук, первым заместителем генерального директора, содержит следующие замечания:

- В материалах автореферата рассматривается унос при воздействии частиц круглой формы из SiO_2 без учета диспергирования и отсутствуют данные о параметрах механического уноса материалов конструкции ЛА при воздействии частиц К-фазы в виде капель, града, снега, пепла и задымлений (от пожаров или вулканической активности). Также отсутствуют данные о влиянии водных образований в виде облаков;

- Очевидно, что рассматриваемые процессы взаимодействия элементов конструкции и теплозащиты ЛА с полидисперсным гетерогенным высокоскоростным потоком носят случайный характер и в обоснование невыполнения параметров механического эрозионного уноса материалов целесообразно решать данную задачу в вероятностной постановке;

- Представленные экспериментальные данные по значениям эффективной энтальпии эрозионного разрушения $I_{эр}$ стеклопластика, плотного кристаллического графита, углерод-углеродного композиционного материала не имеют ссылки на источник где они опубликованы.

Отзыв на автореферат диссертации ФКП «НИЦ РКП», подписанный Бережным В.Н., заместителем начальника комплекса, Рыжковым А.Т., начальником отдела и утвержденный Малявиным Г.И., первым заместителем генерального директора по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам, содержит следующие замечания:

- Отсутствие в автореферате данных о необходимых вычислительных мощностях компьютерных технологий для проведения вычислительных экспериментов по предложенным методикам;

- В численном моделировании задачи взаимодействия «К-фазы» с элементами конструкции ЛА при обтекании высокоскоростного неизотермического гетерогенного потока головной части ЛА рассматривались только сферические частицы.

Отзыв на автореферат диссертации АО «ГосМКБ «Радуга им. А.Я. Березняка», подписанный Сыздыковым Е.К., кандидатом технических наук, первым заместителем генерального директора – заместителем по НИОКР, главным конструктором и утвержденный Трусовым В.Н., доктором технических наук, генеральным директором, содержит следующие замечания:

- Из текста автореферата неясно, как учитывалось влияние частиц на несущую фазу дисперсного потока и теплообмен с обтекаемым телом;

-Предложенные в диссертационной работе модели эрозии представляют собой известную запись закона сохранения энергии. В этой связи недостаточно обоснованы преимущества предлагаемого подхода по сравнению с соответствующими моделями других исследователей.

Отзыв на автореферат диссертации ПАО ТМКБ «Союз», подписанный Петренко В.М., кандидатом технических наук, ведущим научным сотрудником экспериментально исследовательского отдела и утвержденный Шульгиным А.Ф., генеральным директором, содержит пожелание для перспективного исследования автора: рассмотреть взаимодействие поверхности элемента ЛА с высокоскоростным гетерогенным потоком, который содержит не только сферические частицы, но и частицы другой формы.

Отзыв на автореферат диссертации Завеливича Ф.С., доктора технических наук, начальника лаборатории отделения 6 ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша» содержит следующее замечание: в числе решенных задач диссертации указано «- разработаны методы и средства диагностики параметров высокоскоростных гетерогенных потоков», однако не указано какие именно разработаны методы и средства диагностики. В разделе «Краткое содержание работы» указано лишь: «Во второй главе описаны методы и средства...».

Отзыв на автореферат диссертации Семена Н.П., кандидата технических наук, заведующего лабораторией астрофизических рентгеновских детекторов и телескопов ИКИ РАН содержит следующие замечания:

- Досадной опiskой является несоответствие количества глав в описании структуры диссертации (четыре главы – стр. 5 автореферата) числу глав, описание которых дано в самом автореферате (пятая глава – стр. 17 автореферата);

- В выводах автореферата отсутствуют ограничения по скорости потока, размеров и материала частиц, для которых данные выводы справедливы.

Отзыв на автореферат диссертации Тарасевича С.Э., доктора технических наук, профессора кафедры «Теплотехника и энергетическое машиностроение» ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ» содержит следующие замечания:

- Автор не приводит в автореферате имеющиеся в литературе данные о расчете подобных течений;

- Из автореферата не ясно, какие модели турбулентности использованы при расчете.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в отрасли науки, к которой относится диссертационная работа Буляккулова М.М., что подтверждается их научными публикациями в данной области.

Выбор Герасимова Ю.И., доктора технических наук, главного научного сотрудника отдела 016 ПАО "Ракетно-космическая корпорация "Энергия" имени С.П. Королёва" в качестве официального оппонента обосновывается его широкой компетентностью в области проектирования, производства и испытания ракетных систем и космических аппаратов. Под его руководством и непосредственном участии решены ряд задач термо-газодинамики и теплообмена, в том числе задачи полета высокоскоростных ЛА в атмосферных аномалиях – в дождевой и пылевой облачности. На эту тему работы д.т.н. Герасимова и его учеников опубликованы в ряде академических журналах и журналах ВАК.

Выбор Митрофановой О.В., доктора технических наук, профессора кафедры «Теплофизика» ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» в качестве официального оппонента обосновывается её компетентностью в теме квалификационной работы. Ольга Викторовна является специалистом в области теплофизики ядерно-энергетических установок, гидродинамики и теплообмена сложных вихревых и закрученных течений, связанных с проблемой интенсификации теплообмена. Совмещает экспериментальные исследования с математическим моделированием процессов. Руководитель 5 грантов РФФИ. Ей опубликовано около 150 научных статей в том числе сделано более 30 докладов на Российских и Международных научных конференциях.

Государственный научный центр Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» выбран в качестве ведущей организации в связи с тем, что

ФГУП «ЦАГИ» проводит фундаментальные и прикладные исследования по разным направлениям авиационной и ракетно-космической техники. Специалисты ведущей организации, в том числе составившие отзыв на диссертацию, обладают колоссальным опытом в проведении как физических экспериментальных работ, так и численных экспериментов при исследовании процессов взаимодействия гетерогенных потоков с различными конструкциями.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **изучены** особенности взаимодействия ряда конструкционных материалов с высокоскоростными гетерогенными потоками;

- **разработаны** алгоритмы расчёта скорости частиц в сверхзвуковом полидисперсном гетерогенном потоке и инерционного движения частиц сверхзвукового полидисперсного гетерогенного потока через ударную волну и сжатый слой;

- **предложены** зависимости для расчёта скорости частиц разной дисперсности в гетерогенном потоке, вызывающем эрозию поверхности материала в момент удара о преграду, и температуры в зоне контакта при ударе высокоскоростных частиц полидисперсного гетерогенного потока о преграду.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **предложена** математическая модель процесса обтекания высокоскоростным неизотермическим гетерогенным потоком элементов конструкции летательного аппарата, использованная при численном моделировании рассматриваемого процесса;

- **изложены** методики, позволяющие определить параметры гетерогенных потоков и эрозионного разрушения ряда конструкционных материалов;

- **раскрыты** особенности механизма эрозионного разрушения ряда конструкционных материалов, полученные результаты позволяют сократить этапы проектирования и экспериментальной отработки разрабатываемых изделий.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- **создана** методика определения параметров гетерогенного потока в момент взаимодействия частиц с преградой, позволяющая достоверно спрогнозировать характеристики эрозионного разрушения конструкционного материала на этапе проектирования, что в конечном итоге позволяет внести соответствующие коррективы в конструкцию.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- **для экспериментальных работ** – результаты, отраженные в диссертационной работе, получены на сертифицированном оборудовании с использованием современных средств сбора и обработки данных;

- **в теоретическом плане** – использование физических моделей процессов, протекающих в гетерогенных потоках при обтекании и взаимодействии с преградой, в приведенных в работе математических моделях, алгоритмах и методиках расчета.

Установлено удовлетворительное совпадение расчетных и экспериментальных авторских результатов с данными, приведенными в независимых источниках по данной тематике.

Личный вклад соискателя состоит в:

- **разработке** расчетной модели процесса обтекания высокоскоростным неизотермическим гетерогенным потоком летательного аппарата конической формы, притупленного сферой и проведении численных экспериментов;

- **проведении** расчётно-теоретического исследования механизма взаимодействия высокоскоростного гетерогенного потока с поверхностью ряда конструкционных материалов;

- **предложении** алгоритмов и получении зависимостей, позволяющих рассчитать параметры эрозионного разрушения при воздействии высокоскоростного гетерогенного потока с поверхностью ряда конструкционных материалов.

Представленные в диссертационной работе результаты получены при непосредственном участии автора работы, результаты работы докладывались и обсуждались на российских и международных конференциях.

На заседании 19.12.2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Буляккулову М.М. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 23, против - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель
диссертационного совета



Равикович Юрий Александрович

Ученый секретарь
диссертационного совета



Зуев Юрий Владимирович

19.12.2018 г.

