

11 ДЕК 2018

510/28087

Учёному секретарю диссертационного совета
ДС 212.125.08 при Московском авиационном
институте (национальном исследовательском
университете)

доктору технических наук, профессору
Ю.В. Зуеву

125993, г. Москва, А-80, ГСП-3,
Волоколамское шоссе, д.4, МАИ,
Учёный совет

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
по научной работе,
доктор технических наук, профессор



С.Н. Шевченко
С.Н. Шевченко
« 11 » 12 2018 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Буляккулова Марселя Маратовича
«Взаимодействие высокоскоростного гетерогенного потока с
элементами конструкции ЛА», представленную на соискание учёной
степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 –
Теплофизика и теоретическая теплотехника

Внешние воздействия высокоскоростных гетерогенных потоков
(содержащих твёрдые частицы) на элементы и системы ракетно-космической
и авиационной техники могут приводить к существенным негативным
последствиям в виде эрозии материалов (покрытий) элементов конструкции
или ускоренному их разрушению.

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Вх. № *2*
« 12 » 12 2018 г.

Проблема создания элементов и систем летательных аппаратов (ЛА), работоспособных в условиях критичных воздействия высокоскоростных гетерогенных потоков требует постоянного совершенствования методов расчётно-теоретических и экспериментальных исследований по определению предельных уровней параметров таких воздействий для конкретного ЛА и материалов (покрытий) наиболее стойких в этих условиях.

Поэтому тема диссертации Буляккулова М.М., посвящённая расчётно-экспериментальному исследованию особенностей процессов термогазодинамики и тепло-массообмена при взаимодействии высокоскоростных гетерогенных потоков с внешней поверхностью ЛА и элементами конструкции, является актуальной.

В диссертации Буляккулова М.М., судя по автореферату, предложена математическая модель процессов обтекания высокоскоростным неизотермическим гетерогенным потоком газа ЛА конической формы со сферическим затуплением носовой части. При этом на базе геометрической модели в программном пакете ANSYS ICEM CFD разработана сеточная модель на основе структурированной гексаэдрической сетки.

По предложенной математической модели для конкретных исходных данных выполнен вычислительный эксперимент по оценке особенностей гиперзвукового (число $M \sim 6$) обтекания ЛА конической формы (притупленного сферой) газовым потоком с твёрдыми частицами разной дисперсности (от 1 до 30 мкм). Приведены визуализация и анализ полученных данных. Например, отмечено, что скорость изменения параметров частиц твёрдой фазы, проходящих через ударную волну, зависит от размеров частиц.

Автором проведен также анализ термогазодинамических параметров сверхзвукового гетерогенного полидисперсного потока при натекании на плоскую преграду (пластину). Предложены зависимости для расчётной оценки скоростей и температур частиц разной дисперсности, в том числе, для оценки температуры в зоне их контакта при ударе о поверхность преграды.

Было показано, что для расчётной оценки температуры поверхности преграды в зоне удара необходимо знать значение эффективной энтальпии эрозионного разрушения $i_{эф}$ материала преграды, которая для большинства материалов не известна.

В автореферате приведены результаты экспериментальных исследований эрозии нагретых пластин металлических материалов и неметаллов. Установлено существование предельных значений скорости частиц и температуры для углеродистых и легированных сталей, превышение которых приводит к резкому увеличению безразмерной скорости разрушения материалов. Определены зависимости $i_{эф}$ как функции температуры поверхности для ряда типовых материалов.

Проведенные исследования характеризуются как научно обоснованные, обеспечивающие решение сложной научно-технической задачи.

Достоверность полученных результатов, судя по автореферату, подтверждается строгостью постановки решаемых задач, апробацией работы на научно-технических конференциях, удовлетворительным соответствием с результатами, полученными по другим расчетным методам и экспериментам.

Однако по материалам, представленным в автореферате, имеются следующие замечания:

- математическая модель, предложенная автором, не учитывает возможное в реальных условиях взаимодействие твёрдых 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.

На основании материалов, представленных в автореферате, считаем, что по совокупности полученных результатов диссертационная работа Буляккулова М.М. «Взаимодействие высокоскоростного гетерогенного

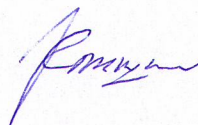
потока с элементами конструкции ЛА» представляет собой законченное исследование. Научная новизна результатов, уровень практической значимости и теоретической ценности отвечают критериям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013г. Тема диссертации соответствует заявленной специальности, а её автор, Буляккулов Марсель Маратович, заслуживает присуждение ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14. – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Ведущий научный сотрудник
АО «НПО им. С.А. Лавочкина,
доктор технических наук



А.А. Иванков

Ведущий конструктор АО
«НПО им. С.А. Лавочкина,
кандидат технических наук



А.Ф. Клишин

Сведения о составителях отзыва

Иванков Александр Андреевич

Дом. адрес: 141400, г. Химки, Московская обл., ул. Панфилова, д.11, кв. 119;
тел. 8(495)575-53-59, e-mail: ival@laspace.ru, моб. тел.: 8(915)118-02-62

Клишин Александр Федорович

Дом. адрес: 141400, г. Химки, Московская обл., ул. Строителей, д. 7, кв. 98;
тел. 8(495)575-55-16, e-mail: gotovtsev@laspace.ru

Подписи Иванкова А.А. и Клишина А.Ф. заверяю

И.о. заместителя генерального
директора по персоналу



Н.П. Перевозчиков