

МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственный научный центр Российской Федерации  
Федеральное государственное унитарное предприятие  
**«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ  
АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
имени профессора Н.Е.Жуковского»  
ФГУП «ЦАГИ»**

140180 Московская обл., г. Жуковский, ул. Жуковского, д. 1  
тел.: (495)556-4205, факс: (495)777-6332  
E-mail: <http://www.isagi.ru>  
ОКПО 07542112, ОГРН 1025001624471  
ИНН / КПП 5013009056/504001001

13.12.2019 № 40/01-10-10671

На № \_\_\_\_\_



Уважаемый Юрий Александрович!

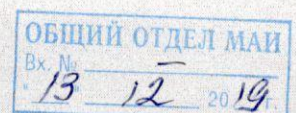
Направляю Вам отзыв официального оппонента Иванькина Михаила Анатольевича на диссертационную работу Платонова Ивана Михайловича на тему «Тепло-массообмен при взаимодействии струй в режиме газодинамического управления летательным аппаратом», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Приложение: Отзыв официального оппонента Иванькина М.А., 6 стр. – 2 экз.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
ФГУП «ЦАГИ»

д.ф.-м.н. Брутян М.А.

016781



## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Платонова Ивана Михайловича на тему

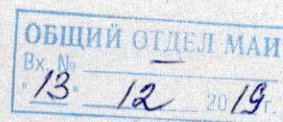
«Тепло-массообмен при взаимодействии струй в режиме газодинамического управления летательным аппаратом»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Диссертация Платонова И.М. посвящена решению одной из актуальных задач авиационной и ракетной техники – повышению эффективности управления летательным аппаратом, повышению его маневренности и улучшению аэродинамического качества. Задачи подобного рода остаются актуальными, поскольку связаны с дальнейшим развитием авиационной и ракетной техники.

Требования, предъявляемые к управляемости летательных аппаратов в условиях маневрирования на высоких ( $M > 1$ ) скоростях, не могут быть в полной мере реализованы только за счет использования аэродинамических методов управления. Увеличение количества аэродинамических рулей и их площади приводит как к ухудшению аэродинамического качества летательного аппарата, так и необходимости использовать усиленные рулевые привода, что приводит к увеличению их массогабаритных характеристик, которые могут быть получены только за счет уменьшения полезной нагрузки.

Альтернативой методам аэродинамического управления высокоскоростным летательным аппаратом становятся методы газодинамического управления. Известны примеры использования для



управления траекторией полета газовых щитков, газовых рулей, поворотных сопел. К отдельной группе летательных аппаратов, использующих газодинамическое управление, относятся аппараты, использующие истечение управляющих струй из боковой поверхности корпуса.

Вопрос газодинамического управления полетом высокоскоростного летательного аппарата изучен достаточно подробно, однако, следует учитывать, что существующие методы газодинамического управления создавались для конкретных летательных аппаратов или для класса однотипных изделий. Диссертант сделал попытку, и на мой взгляд, довольно удачную, систематизировать данные методы, оценить их эффективность, выработать рекомендации по использованию, что делает выполненное исследование безусловно актуальным.

Соответствующим образом диссертант сформулировал и цель работы: исследование процессов термогазодинамики и тепло-массообмена в зоне взаимодействия гетерогенных и гомогенных потоков - тягового двигателя, системы газодинамического управления и сносящего потока. Исследование химической кинетики и тепло-массообмена в камере сгорания двигателя в диссертационной работе не описаны, хотя из представленной математической модели и результатов расчета понятно, что необходимые расчеты проводились (параметры потока на срезе сопла могут быть получены только из расчета рабочего процесса в камере сгорания двигателя).

Научная новизна диссертационной работы заключается в:

- обобщении данных по характеристикам управляющих моментов для авиационных высокоскоростных летательных аппаратов, что позволяет сравнивать изменение их аэродинамического качества при различных способах газодинамического управления;
- исследовании параметров процессов термогазодинамики и тепло-массообмена сложного взаимодействия гетерогенных и гомогенных потоков,

реализуемых при манёвренном полёте высокоскоростных ЛА с газодинамическим управлением.

Результаты представленной диссертационной работы могут быть использованы при разработке перспективных высокоскоростных ЛА для выбора метода газодинамического управления в соответствии с условиями их применения.

Хорошая степень достоверности полученных в диссертации результатов и выводов подтверждается анализом результатов работ других авторов, использованием математических моделей, основанных на фундаментальных законах механики и теплообмена, хорошим согласием теоретических и экспериментальных данных.

Личный вклад автора заключается:

- в составлении достоверной математической модели, описывающей процессы в зоне взаимодействия гетерогенных и гомогенных потоков высокоскоростного ЛА с газодинамическим управлением при маневренном полете в плотных слоях атмосферы;
- в проведении с использованием составленной математической модели комплекса модельных расчётов для высокоскоростных ЛА разных массогабаритных схем и методов газодинамического управления, анализе и интерпретации полученных данных и их верификации.

Основные положения диссертационной работы прошли апробацию на различных всероссийских и международных конференциях, результаты диссертационной работы опубликованы в тринадцати статьях, четыре из которых опубликованы в изданиях, входящих в перечень ВАК, а две - в изданиях с международным цитированием.

Диссертационная работа включает 127 страниц основного текста и состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы.

**Во введении** обоснована актуальность выбранной темы диссертации, сформулированы цель и задачи работы. Показана новизна, научная и практическая значимость, достоверность и обоснованность результатов, охарактеризованы методы исследования.

**Первая глава** посвящена обзору публикаций по тематике газодинамического управления летательным аппаратом.

**Во второй главе** представлена математическая модель физико-химических процессов, сопровождающих полет летательного аппарата, использующего газодинамическое управление для маневрирования.

**Третья глава** посвящена верификации математической модели, исследованию сеточной независимости и влиянию используемой модели турбулентности на результаты расчета.

**В четвертой главе** проведены исследования эффективности методов газодинамического управления за счет изменения вектора тяги.

**В пятой главе** выполнено исследование структуры течения в результате взаимодействия управляющей струи со струей двигательной установки под воздействием сносящего потока.

Таким образом, все разделы работы соответствуют теме диссертации. Достоверность представленных в диссертации основных результатов и выводов не вызывает сомнений, так как они являются следствием обобщения обширных данных, полученных автором путем применения современных методов численного исследования и их сопоставления с данными реальных аэрофизических экспериментов.

Выводы диссертации, и её основные положения должны найти свое применение в авиационной и ракетной технике.


**Автореферат** отражает основное содержание работы и выводы. Диссертация и автореферат написаны четким, доходчивым языком, снабжены необходимыми иллюстрациями и таблицами.

Вместе с тем по работе можно сделать следующие замечания:

1. В тексте диссертации не представлен раздел, описывающий исследования, выполненные по математической модели процессов химической кинетики применительно к камере сгорания двигательной установки ЛА.
  2. В тексте диссертации встречаются жаргонизмы и небрежности в оформлении графического материала, портящие работу.
  3. Отдельные рисунки (например, рис.3.1, 4.4, 4.20) за счет низкого качества не достаточно полно отражают представленную в них информацию. Масштабы рисунков, отображающих результаты численного расчёта, представленные с помощью использования цветового отображения параметров, необходимо увеличить.
  4. Характер взаимодействия потоков в хвостовой части высокоскоростного ЛА во многом зависит от характера обтекания всего корпуса ЛА и состояния пограничного слоя, который вносит свою роль в характер взаимодействия струй. Об этом в диссертации не упоминается, хотя предварительные расчеты аэродинамических характеристик ЛА для изолированного полета, явно были проведены.
- Общее заключение о работе.** Несмотря на сделанные замечания, считаю, что диссертационная работа Платонова И.М. «Тепло-массообмен при взаимодействии струй в режиме газодинамического управления летательным аппаратом» отвечает всем требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Платонов Иван Михайлович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14. – "Теплофизика и теоретическая теплотехника".

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ:**

Кандидат технических наук по специальности  
05.07.01 «Аэродинамика и процессы теплообмена  
летательных аппаратов», начальник отдела  
Научно-исследовательского отделения  
аэродинамики силовых установок Комплекса  
аэродинамики и динамики полета летательных  
аппаратов ГНЦ ФГУП «Центральный  
аэрогидродинамический институт  
имени профессора Н.Е. Жуковского»

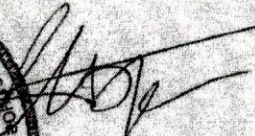
 Иванкин  
Михаил Анатольевич

« 13 » 12 2019 г.

Подпись официального оппонента кандидата технических наук  
Иванкина Михаила Анатольевича заверяю

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
ФГУП «ЦАГИ»



 Брутян  
Мурад Абрамович

Адрес: 140180  
Московская область, г. Жуковский, ул. Жуковского, 1  
Телефон: 8-495-556-44-41  
E-mail: hudraero.rambler.ru