

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Брызгалова Андрея Ивановича на тему:  
«Численное моделирование течений неравновесной плазмы в  
высокочастотном плазмотроне», представленной на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук по научной специальности  
01.02.05 - «Механика жидкости, газа и плазмы»

В настоящее время вопросам, связанным с исследованиями в области высокоскоростной ракетно-космической техники, уделяется повышенное внимание. Сложность моделирования физических процессов при обтекании летательных аппаратов на высокоскоростных режимах обусловлена как в построении математической модели, описывающей химически реагирующие течения, так и в реализации численной схемы, для моделирования течений с сильными ударными волнами. Таким образом, **актуальность** работы не вызывает сомнений.

В качестве **научной новизны** диссертации могут быть выделены следующие наиболее существенные результаты:

Реализована вычислительная модель течения плазмы, позволяющая проводить расчеты в широком диапазоне параметров плазмы, чисел Маха и каталитичности поверхности.

Впервые проведены расчеты дозвукового течения воздушной плазмы в барокамере плазмотрона ВГУ-4 ИПМех РАН для различных режимов работы установки и типов материала поверхности образца с различной каталитической активностью.

Впервые получены распределения тепловых потоков по поверхности цилиндрического образца при обтекании потоком дозвуковой плазмы воздуха и азота для условий испытаний материалов в плазмотроне ВГУ-4.

Показано, что неравномерность распределения теплового потока по поверхности водоохлаждаемого датчика не превышает 5%, что подтверждает правомерность используемой в ИПМех РАН методики испытаний материалов и определения их каталитической активности.

**Достоверность** полученных в диссертации результатов подтверждается как физическим анализом, так и сравнением с результатами экспериментальных исследований. **Практическая значимость** состоит в возможности использования разработанной численной методики для расчета высокоскоростного движения тел в плотных слоях атмосферы.

В качестве замечаний можно выделить следующее:

- 1) В автореферате не представлены основные уравнения, описывающие течение химически и термически неравновесной плазмы;

- 2) В автореферате при описании результатов численного моделирования различных задач не приводится информация об используемых вычислительных ресурсах и вычислительной сложности задач

Отмеченные замечания не снижают общего высокого уровня проделанной работы, ее научной и практической значимости.

Работы автора широко обсуждались на конференциях и достаточно подробно освещены в публикациях автора, 2 из которых изданы в изданиях, рекомендованных ВАК, 4 - в периодических научных журналах, индексируемых Web of Science и Scopus.

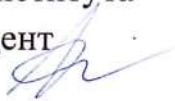
В целом, судя по автореферату, диссертация Брызгалова А.И. представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, удовлетворяющую всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а её автор достоин присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Профессор кафедры 204

Московского авиационного института

доктор технических наук, доцент

15 сентября 2022 г.



Александр Михайлович Молчанов

Контактные данные:

Почтовый адрес: Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, 125993

Тел. +7 915 404-57-10,

Адрес электронной почты: [molchanovam@mai.ru](mailto:molchanovam@mai.ru)

Доцент кафедры 806

Московского авиационного института

кандидат физико-математических наук,

15 сентября 2022 г.



Николай Анатольевич Харченко

Контактные данные:

Почтовый адрес: Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, 125993

Тел. +7 915 613-89-25,

Адрес электронной почты: [kharchenko.na@phystech.edu](mailto:kharchenko.na@phystech.edu)

Подписи профессора кафедры 204 А.М. Молчанова и доцента кафедры 806

Н.А. Харченко заверяю:

Начальник Отдела Учёного  
и диссертационных советов



Аникина Татьяна Алексеевна