

## ОТЗЫВ

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

В настоящее время к космическим полётам испытывают интерес как государство, так и частные космические компании. Неизбежным вопросом при создании спускаемых аппаратов является разработка и повышение эффективности тепловой защиты поверхности. Поэтому тематика диссертационной работы Брызгалова А.И., посвященной численному моделированию течений плазмы в плазмотронах индукционного типа, является актуальной.

В автореферате Брызгалова А.И. излагается математическая модель, описывающая течение в барокамере плазмотрона серии ВГУ ИПМех РАН, и производится её реализация в виде оригинального кода IPG2D. Кроме того, автором написана программа, рассчитывающая двумерное электромагнитное поле в разрядном канале, проведена валидация на экспериментальных данных по тепловым потокам и верификация путем сравнения с имеющимся в ИПМех РАН кодом Beta в областях равновесного течения плазмы в барокамере.

Результаты работы Брызгалова А.И. могут быть использованы в научных исследованиях течений в плазмотроне, численного моделирования испытаний материалов на термостойкость, определения каталитических свойств поверхности, недоступных при использовании только эксперимента.

Полученные результаты опубликованы в семи отечественных изданиях из списка ВАК, докладывались на российских и международных конференциях.

По содержанию автореферата можно сделать следующие замечания.

1. В разделе научная новизна следовало бы указать, что впервые получены распределения тепловых потоков вдоль поверхности образца только при дозвуковом обтекании. При сверхзвуковом обтекании такие распределения уже получены ранее (Сахаров В.И. Физико-химическая кинетика в газовой динамике. 2007).

2. В разделе методология и методы исследования говорится про учёт химической и температурной неравновесности. В описании второй главы говорится, что применительно к течению в барокамере плазмотрона используется модель только химически неравновесной плазмы.

3. В пятой и шестой главах проводится сравнение тепловых потоков с использованием известных эффективных коэффициентов рекомбинации, опубликованных в экспериментальной научной статье. Для полноты картины следовало бы ещё рассчитать коэффициенты рекомбинации и сравнить их со значениями, приведёнными в публикации.

В целом, судя по автореферату и списку публикаций, считаю, что кандидатская диссертация Брызгалова Андрея Ивановича удовлетворяет требованиям ВАК (п.9 Положения о присуждении ученых степеней), предъявляемым к диссертациям, а её автор заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Д.ф.-м.н., профессор кафедры теплофизики  
МГТУ им. Н.Э. Баумана



Рыжков Сергей Витальевич

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

Адрес: 105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1

Телефоны: 8 499 263-65-70, 8 903 626-52-07

E-mail: [svryzhkov@bmstu.ru](mailto:svryzhkov@bmstu.ru)

Подпись д.ф.-м.н. С.В. Рыжкова заверяю:



А. Г. МАТВЕЕВ



ЗАМ. НАЧ. УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВ

ТЕЛ. 8 499-263-67-69