

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертацию ДОБРОВА Юрия Владимировича

«Исследование нестационарного теплового потока на поверхности обтекаемого тела в условиях локального энергоподвода»,

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 «Механика жидкости, газа и плазмы»

Работа посвящена комплексному исследованию взаимодействия следа импульсного межэлектродного разряда в сверхзвуковом потоке воздуха с ударной волной на теле, изучению газодинамических особенностей течения газа, появляющихся в результате этого взаимодействия, а также их влияния на плотность теплового потока на поверхности тела. Исследование проводилось с помощью экспериментальных и численных методов.

Активное управление сверхзвуковыми потоками газа при помощи локального энерговложения является важной и перспективной задачей современной плазменной аэродинамики. Это связано с поиском альтернативных методов управления высокоскоростными летательными аппаратами, а также возможностью улучшения их аэродинамических характеристик и снижения тепловых нагрузок на поверхности. Исследования многих авторов, проведенные у нас в стране и за рубежом, показывают, что локальное энерговложение в сверхзвуковой поток газа позволяет весьма эффективно управлять газодинамическими параметрами высокоскоростных потоков и воздействовать на характер обтекания различных тел: уменьшать коэффициент лобового сопротивления и увеличивать коэффициент подъемной силы, тем самым увеличивая аэродинамическое качество, проводить интенсификацию перемешивания, смену режима течения в пограничном слое. Актуальность темы исследования подтверждается и тем, что работа была поддержана РФФИ (грант №19-31-90071), а также частично поддержана СПбГУ (Мероприятие 1, Pure id 93022273), РНФ (№19-71-10019), РФФИ (№18-08-00707).

Основная цель работы Доброва Ю.В. состояла в исследовании плотности теплового потока на поверхности пластины (клина) при взаимодействии следа импульсного межэлектродного разряда с косым скачком уплотнения в условиях сверхзвукового обтекания. Важной и ценной особенностью проведенной работы является то, что наряду с численным исследованием поставленной задачи был также спланирован и проведен физический эксперимент, который позволил подтвердить полученные результаты компьютерного моделирования. Выполненное Добровым Ю.В. широкое параметрическое исследование показало, что на перестройку течения газа у поверхности тела оказывает влияние не только степень локального нагрева газа, число Маха потока, но и наклон нити электрического разряда к вектору скорости набегающего потока. Результатами расчетов впервые было показано, что в результате взаимодействия нагретого следа разряда с косою ударной волной на пластине, установленной под малыми углами атаки, образуется перемещающийся вихрь, интенсивность и форма которого зависит от наклона разряда. Уровень тепловых потоков на пластине и распределение температуры на ее поверхности зависят от взаимодействия вихря с газом в пристеночном слое

пластины. Результаты исследований обнаружили, что при определенных условиях можно с помощью электрического разряда понизить плотность тепловых потоков на поверхности пластины, что говорит о перспективности продолжения исследований в этом направлении.

Сложность экспериментальных исследований заключалась в высокой скорости протекания исследуемых процессов – изменении тепловых потоков на поверхности пластины. Для решения этой задачи Добров Ю.В. участвовал в разработке новой оригинальной методики обработки первичного сигнала градиентного датчика теплового потока, подтвердил надежность измерений плотности тепловых потоков с помощью датчика в тестовых экспериментах на ударной трубе. Результаты этих опытов также сравнивались с данными компьютерного моделирования течения газа в ударной трубе. Важным этапом в научной работе соискателя является экспериментальное исследование степени нагрева газа в следе импульсного электрического разряда. С помощью интерферометрического метода получены новые данные по распределению температуры газа в следе разряда в широком промежутке времени (до 1 мс). Соискатель освоил методику проведения высокоскоростного газодинамического эксперимента.

Добров Ю.В. справился с поставленными задачами, показал высокую квалификацию при проведении численного моделирования, подготовке и осуществлении экспериментальных исследований, обработке полученных экспериментальных данных, зарекомендовал себя как зрелый, инициативный и квалифицированный исследователь. Проявил самостоятельность и настойчивость при решении сложных поставленных задач. Пользуется уважением коллектива. Диссертационная работа выполнена соискателем самостоятельно, полученные результаты обладают новизной и имеют фундаментальное и прикладное значение.

Считаю, что работа Доброва Ю.В. отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 «Механика жидкости, газа и плазмы».

Научный руководитель,  
профессор кафедры  
гидроаэромеханики СПбГУ,  
доктор физ.-мат. наук

4 июля 2022

Лашков В.А.



04.07.2022

Текст документа размещен  
в открытом доступе  
на сайте СПбГУ по адресу  
<http://spbu.ru/science/expert.htm>