

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Долбня Дарьи Илларионовны
на тему: **«Воздействие наносекундного объемного разряда на
нестационарное высокоскоростное течение в канале»**
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика
экстремальных состояний вещества.

Диссертационная работа Долбня Дарьи Илларионовны посвящена экспериментальному исследованию взаимного влияния импульсного (поверхностного и объемного (комбинированного)) разряда и нестационарного течения, реализующегося в прямоугольном канале, в том числе в присутствии препятствия. Исследования подобного типа разряда и его влияния на поток в настоящее время ограничено представлены в литературе, однако импульсный энерговклад в поток представляет собой один из наиболее перспективных методов управления обтеканием тел сложной формы и плохообтекаемых тел. Поэтому выбранная тема и результаты, представленные в диссертации Долбня Д.И., являются актуальными и будут интересны специалистам, занимающимся исследованиями в таком направлении как плазменная аэродинамика.

Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения. Полный объем диссертации составляет 106 страниц, включая 50 рисунков и 2 таблицы. Список литературы содержит 110 наименований, количество отличается от указанного в автореферате на 1.

Во введении приводится обоснование актуальности темы работы и ее новизны, а также ее практическая и научная значимость исследования. Сформулирована цель работы и конкретные решаемые задачи. Приведены положения, выносимые на защиту, и методология исследования. Отмечен личный вклад автора, дана информация об апробации работы на российских и международных конференциях в виде лично представленных докладов, представлен список публикаций по теме исследования, который содержит

как публикации в ведущих российских журналах, так и статьи в зарубежных журналах 1-2 квартиля по Web of Science, что подтверждает высокий уровень выполненной работы.

В первой главе представлен обзор литературы, подводящий читателя к ключевым объектам и проблемам, описанным в исследовании. Представлены публикации на тему взаимодействия разрядов с течениями газа в широком диапазоне чисел Маха, рассмотрены вопросы формирования ударных волн при импульсном энерговыделении в газе с помощью разряда, также отдельный подраздел посвящен публикациям на тему оптических методов исследования течений газа. Важно отметить, что в обзоре значительную часть ссылок составляют недавние публикации, вышедшие после 2010 года, т.е. Долбня Д.И. владеет актуальной информацией по исследованиям в данной области.

Во второй главе представлена экспериментальная установка, использованный в работе диагностический комплекс, а также дана информация о течении в канале в отсутствие разрядов и дополнительных аэродинамических моделей.

Третья глава посвящена влиянию диэлектрической вставки, помещенной в зону плазменного листа, на изменение конфигурации горения разряда. Показано, что вставка приводит к формированию вблизи нее каналов с повышенной плотностью выделения энергии. Описана ударно-волновая структура от плоского плазменного листа и от разряда, формирующегося в окрестностях диэлектрической вставки.

В четвертой главе представлены результаты экспериментальных исследований места локализации плазменных каналов в зависимости от скорости набегающего потока и времени активации разряда относительно момента прохождения ударной волны над препятствием. Выделены 4 основных режима локализации.

В пятой главе представлены результаты экспериментальных исследований влияния ударно-волновой структуры, вызываемой

значительным энерговкладом в разряд, на течение в области препятствия в момент прохождения ударной волны, или после него. Отмечается, что воздействие разряда длительностью сотни наносекунд на скоростной поток ощущается продолжительное время 20-130 мкс в зависимости от режима.

В заключении перечислены основные результаты работы.

В целом диссертационную работу Долбня Д.И. можно охарактеризовать как цельное законченное экспериментальное исследование свойств наносекундного объемного разряда как источника быстрого нагрева газа, приводящего к формированию ударно-волновых структур, и его воздействия на нестационарное высокоскоростное течение в канале. Работа дополнена сравнением полученных экспериментальных данных с расчетно-теоретическими исследованиями своих коллег, что дополняет и верифицирует полученные результаты. Работа достаточно полно опубликована в представленных статьях за авторством Долбня Д.И.

По диссертации можно сделать ряд замечаний:

1. В тексте имеются неаккуратно написанные предложения с опечатками и некорректно расставленными запятыми, что иногда затрудняет понимание написанного. Например, на стр.43: «Затем, через 100 – 200 нс, наблюдалось повышенное свечения^я вдоль продольных протеканию тока образующих препятствия относительно излучения исходящего, не только от свободных зон плазменных листов, но и по сравнению с излучением зарегистрированным в первые 100 нс».
2. Эффект вытеснения представлен и описан не аккуратно в тексте главы 3. Сам эффект относится к физике плазмы, и с точки зрения физики плазмы не анализировался, т.е. он обнаружен, описаны признаки его проявления в эксперименте, представлено влияние давления на эффект, однако описание физических механизмов отсутствует. Эффект выглядит как контракция разряда (стимулированная наличием диэлектрической вставки), данное

явление усиливается с увеличением давления газа (что хорошо согласуется с результатами данной работы) и увеличением тока разряда (а максимальный ток наблюдается через 100-200 нс, чем, вероятно, объясняется такая задержка проявления эффекта в эксперименте). Примечательно, что слово «контрагированный» все-таки используется в работе на стр.68. Вместе с тем, стоит отметить, что контракция разрядов подобного типа практически не описана в литературе, поэтому полученные данные представляют значительный интерес в таких областях как физика плазмы, физика горения и взрыва, механика жидкости, газа и плазмы.

3. В главах 4 и 5 обсуждается локализация контрагированного канала (или каналов) разряда и его влияние на высокоскоростной поток. Эта часть работы написана более аккуратно и понятно. Однако, использовано ограниченное количество методик – фотография и теневая визуализация, а, например, такой классический метод, как определение статического давления перед уступом, за ним, и на его поверхности, не задействован в работе. Хотя подобные измерения позволили бы без использования численного моделирования определить зоны низкой и высокой плотности.

Вместе с тем, указанные замечания носят рекомендательный характер и не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.3.17 - Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества (по физическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание

ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Долбня Дарья Илларионовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.17 - Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Официальный оппонент:

Старший научный сотрудник лаб. 21.3 ОИВТ РАН,

К.ф.-м.н. Фирсов Александр Александрович

Дата подписания

14 сентября 2023

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:

01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики, и

01.04.08 – Физика плазмы

Контактные данные:

125412, г. Москва, ул. Ижорская, д.13, стр.2

тел.: +7(495)484-18-11, e-mail: af@jiht.org

Подпись Фирсова Александра Александровича заверяю

Ученый секретарь ОИВТ РАН

Д.ф.-м.н. Киверин Алексей Дмитриевич

125412, г. Москва, ул. Ижорская, д.13, стр.2

тел.: +7(495)485-90-09, e-mail: alexeykiverin@gmail.com

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Объединенный институт высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН)

125412, г. Москва, ул. Ижорская, д.13, стр.2

тел.: +7 (495) 485-8345, e-mail: office@ihed.ras.ru, сайт: www.jiht.ru