

ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертацию Сайфутдинова А.И.
«Гидродинамические и гибридные модели электрических разрядов в газах и их
приложения»,
представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по
специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы

Сайфутдинов Алмаз Ильгизович, 1987 года рождения, в 2009 году окончил Удмуртский государственный университет (г. Ижевск) по специальности «физика», специализация «теоретическая физика». С 2009 по 2012 гг. обучался в аспирантуре на кафедре общей физики в Казанском национальном исследовательском техническом университете им. А.Н. Туполева (КНИТУ-КАИ) и в 2013 году в докторской диссертационной комиссии при Башкирском государственном университете защитил докторскую диссертацию на соискание ученой степени к.ф.-м.н. по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы». С 2010 по 2013 гг. работал ассистентом на кафедре общей физики в КНИТУ-КАИ, с 2013 по 2018 гг. работал стажером-исследователем (постдоком) и старшим научным сотрудником в Санкт-Петербургском государственном университете. С 2019 года по настоящее время является доцентом кафедры общей физики КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева.

Диссертационная работа Сайфутдинова А.А. посвящена созданию теории электрических разрядов, таких как дуговые разряды, тлеющие разряды, электрические разряды в дуговых плазмотронах, СВЧ разряды, и их многочисленным приложениям. Актуальность темы, цели и задачи докторской диссертации Сайфутдинова А.А. связана с широким фронтом фундаментальных и прикладных исследований физики и механики неравновесной плазмы, генерируемой в разрядах постоянного тока и в микроволновых разрядах. Полученные им результаты позволяют создавать реальные плазменные устройства для задач гидроаэромеханики, плазменного синтезаnanoструктур и аналитической химии.

В ходе работы над диссертацией Сайфутдинов А.И. разработал самосогласованные физико-математические модели разрядов постоянного тока в рамках расширенного гидродинамического описания газоразрядной плазмы, с учетом большого разнообразия протекающих явлений на границе «газоразрядная плазма – электрод». В том числе с учетом нагрева электродов, различных типов эмиссий с поверхности катода и т.п. В рамках численных расчетов впервые детально исследованы разряды постоянного тока в плотных газах в широком диапазоне вкладываемой мощности в разряд. В частности, в

рамках сформулированных моделей им описаны нормальный и аномальный тлеющий режимы, переход от тлеющего в дуговой и непосредственно дуговой режим разряда постоянного тока. Исследованы различные сценарии перехода из одного режима горения разряда в другой. Описаны дуговые разряды с диффузным и контрагированным токовым пятном.

Сайфутдиновым А.И. для описания плазмы отрицательного свечения в коротких тлеющих разрядах представлен гибридный подход, в котором электронная компонента описана с помощью кинетического уравнения Больцмана, а тяжелая компонента плазмы с помощью гидродинамического приближения. Такой подход позволил Сайфутдинову А.И. описать плазму отрицательного свечения, как при низких, так и высоких давлениях. Кроме того им была детально исследована кинетика быстрых электронов.

Необходимо отметить, что на каждом этапе результаты численных расчетов были сопоставлены как с имеющимися в литературе экспериментальными данными, так и собственными измерениями. В частности, Сайфутдиновым А.И. была развита методика зондовой диагностики плазмы в области отрицательного свечения при низких и высоких давлениях с нелокальным характером формирования функции распределения электронов. Им экспериментально и численно была показана возможность определения примесей в буферном инертном газе от сложных неорганических и органических молекул. Этот факт является перспективным направлением в современных задачах анализа состава газовых смесей.

Кроме того, Сайфутдиновым А.И. были разработаны детализированные гидродинамические модели сфокусированных СВЧ-разрядов в молекулярных газах, востребованных в современных исследовательских аэродинамических задачах. В частности, его численные расчеты позволили исследовать динамику формирования СВЧ-разрядов в фокусирующей системе, исследовать переход из диффузной в контрагированную форму одиночного плазмоида, а также исследовать механизмы «быстрого нагрева» газа в области формирования разряда и снижения плотности газа.

Результаты научно-исследовательских работ Сайфутдинова А.И. являются существенным вкладом в развитие теории и практических приложений электрических разрядов в газах.

Сайфутдинов А.И. опубликовал более 100 научных работ, из которых 65 по теме диссертации. Основные результаты диссертации опубликованы в 65 статьях, индексируемых в научометрических базах данных Web of Science и Scopus. Многие полученные результаты докладывались на международных и всероссийских конференциях, семинарах, в том числе и в качестве приглашенных докладов.

За время работы в КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева Сайфутдинов Алмаз Ильгизович сформировался как самостоятельный исследователь, способный четко и строго сформулировать научные проблемы в виде точных математических моделей, находить их решение, проводить экспериментальные исследования, связанные с зондовой диагностикой плазмы, корректно анализировать и интерпретировать полученные результаты.

Диссертация Сайфутдинова А.И. «Гидродинамические и гибридные модели электрических разрядов в газах и их приложения» соответствует заявленной специальности и критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук и может быть рекомендована к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

Научный консультант

Заведующий кафедрой общей физики

КНИТУ-КАИ им А.Н. Туполева,

д.ф.-м.н., профессор



Б.А. Тимеркаев

10.02.2023

Подпись Б.А. Тимеркаев,
заверяю. Начальник управления
делопроизводства и контроля

