

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.110.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 30.05.2018г. протокол № 8

О присуждении Лизякину Геннадию Дмитриевичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Создание управляемого стационарного электрического поля в плазме масс-сепаратора», в виде рукописи, по специальности 01.04.08 - физика плазмы, принята к защите 26.03.2018г., (протокол заседания № 6) диссертационным советом Д 002.110.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр.2, jiht.ru, (495) 485-8345), утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11.04.2012г. № 105/нк.

Соискатель Лизякин Геннадий Дмитриевич 1990 года рождения, в 2014 году окончил Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

С 2014 года по настоящее время, проходит обучение в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории № 2.1.4.2 – диагностики и измерительных систем НИЦ – 2 Федерального государственного бюджетного

учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Гавриков Андрей Владимирович, заместитель директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

- д.ф.-м.н., с.н.с., начальник отдела источников излучения Федерального государственного бюджетного учреждения Национального исследовательского центра «Курчатовского института» (123182, г. Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1, тел.: (499) 196-9639, nrcki.ru, e-mail: nrcki@nrcki.ru) Калинин Юрий Григорьевич;

- к.ф.-м.н., старший научный сотрудник отделения магнитных и оптических исследований Акционерного общества "Государственный научный центр Российской Федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований" (142190, г. Москва, г. Троицк, ул. Пушкиновых, вл. 12, тел.: (495) 841-5776, triniti.ru, e-mail - liner@triniti.ru) Климов Николай Сергеевич, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук, в своем положительном заключении, подписанном старшим научным сотрудником отдела физики плазмы кандидатом физико-математических наук Борзосековым В.Д. (утвержденном Врио директора чл.-корр. РАН Гарновым С.В.), указала что:

1. Создана экспериментальная установка для исследования способов генерации управляемого распределения потенциала и подтверждения возможности практической реализации плазменного масс-сепаратора;
2. Получен большой объем экспериментальных данных о распределении потенциала в плазме отражательного разряда в широком диапазоне значений основных параметров разряда;

3. В отражательном разряде найдены операционные режимы, в которых получено распределение электростатического потенциала, соответствующее расчетному распределению, необходимому для разделения компонентов отработавшего ядерного топлива;
4. Обнаружены два режима вч разряда, в одном из которых возможно управление потенциалом плазмы путем изменения напряжения на торцевых электродах, а во втором такая управляемость практически отсутствует;
5. Обнаружены «неустойчивые» режимы отражательного разряда со значительными флуктуациями потенциала плазмы.

Результаты диссертационной работы можно рекомендовать для использования в организациях, ведущих исследования по физике плазменно-поверхностного взаимодействия: НИЦ "Курчатовский институт", АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ», ИОФ РАН, ИПФ РАН, ФИ РАН, НИЯУ МИФИ, ИЯФ СО РАН, ИСЭ СО РАН, МФТИ, МГУ и в других научных и образовательных учреждениях.

Соискатель имеет 15 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, в том числе 5 работ по теме диссертации.

Основные работы по теме диссертации:

1. Liziakin G., Gavrikov A., Usmanov R., Timirkhanov R., Smirnov V. Electric potential profile created by end electrodes in a magnetized rf discharge plasma // AIP Advances. 2017. Vol. 7, no. 12, P. 125108.
2. Liziakin G.D., Gavrikov A.V., Murzaev Y.A., Usmanov R.A., Smirnov V.P. Parameters influencing plasma column potential in a reflex discharge // Physics of Plasmas. 2016. Vol. 23, no. 12, Pp. 123502.
3. Samokhin A., Gavrikov A., Liziakin G., Usmanov R., Smirnov V. Experiment and Numerical Simulation of Peculiarities in the Development of Helium DC Discharge in Reflex Geometry // Plasma and Fusion Research. 2016. Vol. 11. P. 1401116.
4. Liziakin G., Usmanov R. Current-voltage characteristics of the high pressure reflex discharge in helium // Physics Procedia. 2015. Vol 71. Pp. 138-141.

5. Liziakin G.D., Gavrikov A.V., Usmanov R.A., Smirnov V.P. Propagation of the end-face electrodes potential in the plasma volume of rf discharge // Journal of Physics: Conference Series. 2018. Vol. 946. P. 012173.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (в.н.с., д.ф.-м.н. Кралькина Е.А.) – отзыв положительный, с замечаниями:

- Недостаточно подробное описание экспериментальной установки, затрудняющее понимание полученных результатов;
- Отсутствие обсуждения физических причин результатов, полученных в диссертации.

2. Томский политехнический университет (Заведующий Научно-производственной лабораторией "Импульсно-пучковых, электроразрядных и плазменных технологий, профессор, д.т.н Ремнев Г.Е.) – отзыв положительный, с замечаниями:

- Научная новизна исследований и Положения, выносимые на защиту, сформулированы не конкретно;
- Текст автореферата в ряде мест наполнен жаргонными выражениями.

3. Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН (с.н.с., к.ф.-м.н., Солдаткина Е.И.) – отзыв положительный, с замечаниями:

- ВЧ разряд исследован гораздо менее полно, чем отражательный, хотя именно он представляет большую прикладную ценность с точки зрения эффективности сепаратора;
- Также в автореферате содержится некоторое количество грамматических ошибок и опечаток.

4. Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (профессор кафедры физики, д.т.н. Климов А.С., заведующий кафедрой физики д.т.н., профессор Окс Е.М.) – отзыв положительный, с замечаниями:

- В тексте автореферата не описана методика зондовых измерений потенциала плазмы при наличии в ней магнитного поля, хотя известно, что такие измерения могут быть сопряжены со значительными трудностями в анализе результатов измерений;
- Не обосновано также использование различных зондовых методик - так в разделе 4.2 используется двойной зонд, в то время как в разделе 3.2 - одинарный, с чем связано такое различие в типах используемых зондов?
- Имеются небрежности в оформлении текста автореферата, например, на обороте титульной страницы научный руководитель и официальный оппонент указаны как кандидат А (следовало оставить - кандидат).

5. НИЦ «Курчатовский институт»

(в.н.с., к.ф.-м.н., Муромкин Ю.А.) – отзыв положительный, с замечаниями:

- Не отражена перспектива экспериментов, представленных в гл. 4 диссертации. Не раскрыты «шаги», которые, по мнению автора, в дальнейшем приведут к успеху и этого способа создания необходимого распределения электрического потенциала;
- В тексте автореферата имеются опечатки, отражающие, по-видимому, поспешность в его оформлении. Необъяснимо упоминание 160-й массы: в цитируемой работе [10] масса 150-я.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что:

- д.ф.-м.н., Калинин Ю.Г. является ведущим ученым в области физики плазмы, мощных плазменных установок и диагностики мощных импульсов рентгеновского излучения;

1. Ананьев С.С., Багдасаров Г.А., Гасилов В.А., Данько С.А., Демидов Б.А., Казаков Е.Д., Калинин Ю.Г., Курило А.А., Ольховская О.Г., Стрижаков М.Г., Ткаченко С.И. Исследование динамики анодной плазмы при воздействии мощного электронного пучка на эпоксидную смолу // Физика плазмы. 2017. Т. 43. №7. С. 608-615.

2. Александров В.В., Брызгунов В.А., Ерабовский Е.В., Ерицук А.Н., Волобуев И.В. Казаков Е.Д., Калинин Ю.Г. Королев В.Д., Лаухин Я.И., Медовщиков С.Ф., Митрофанов К.Н., Олейник Е.М., Смирнова Е.А. Устроенов Г.И. Измерение параметров конденсированного дейтерированного Z- пинча на установке Ангара-5-1 // Физика плазмы. 2016. Т. 42. №4. С. 361-368.

3. Ю. Л. Бакшаев, Г. И. Долгачев, Е. Д. Казаков, Д. Д. Калинин Ю.Г. Масленников В. И. Мижирицкий А. С. Федоткин, И. А. Ходеев, А. А. Шведов. Импульсный генератор тормозного рентгеновского излучения с высокой пиковой мощностью дозы // Приборы и техника эксперимента, 2016, №3, с. 69-74.

- к.ф.-м.н. Климов Н.С. является признанным специалистом в области физики плазмы и взаимодействия плазмы с поверхностью.

1. Klimov N.S., Podkovyrov V.L., Zhitlukhin A.M., Muzichenko A.D., Kovalenko D.V., Putrik A.B., Kupriyanov I.B., Giniyatulin R.N., Gervash A.A., Safronov V.M. Plasma-facing materials erosion under iter-like transient loads at qspa plasma gun facility // Fusion Science and Technology. 2014. Т. 66. № 1. С. 118-124.

2. Klimov N.S., Putrik A.B., Zhitlukhin A.M., Podkovyrov V.L., Muzichenko A.D., Kovalenko D.V., Barsuk V.A., Danilina N.A., Kuprianov I.B., Ivanov B.V., Sergeecheva Ya.V., Lesina I.G., Spitsyn A.V., Linke J., Ogorodnikova O.V., Giniyatulin R.N., Pitts R.A., Bazylev B.N. // Plasma facing materials performance under iter-relevant mitigated disruption photonic heat loads // Journal of Nuclear Materials. 2015. Т. 463. С. 61-65.

3. Budaev V.P., Martynenko Yu.V., Karpov A.V., Belova N.E., Zhitlukhin A.M., Klimov N.S., Podkovyrov V.L., Barsuk V.A., Putrik A.B., Yaroshevskaya A.D., Safronov V.M., Giniyatulin R.N., Khimchenko L.N. Tungsten recrystallization and cracking under iter-relevant heat loads // Journal of Nuclear Materials. 2015. Т. 463. С. 237-240.

Выбор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук в качестве ведущей организации обусловлен тем, что ИОФ РАН является авторитетной научной организацией, ведущей исследования по целому ряду направлений, в частности в отделении физики плазмы ИОФ РАН ведутся работы по исследованию газового разряда и диагностике плазмы, что близко к тематике диссертационного исследования соискателя.

1. Shmelev D.L., Barengolts S.A., Shchitov N.N. The effect of cathode deuteration on the parameters of vacuum-arc plasma // Technical Physics Letters. 2014. Т. 40. № 9. С. 783-786.
2. Jia Q., Fisch N.J., Barth I., Edwards M.R., Mikhailova J.M. Distinguishing raman from strongly coupled brillouin amplification for short pulses // Physics of Plasmas. 2016. Т. 23. № 5. С. 053118.
3. Batanov G.M., Borzosekov V.D., Kolik L.V., Malakhov D.V., Petrov A.E., Pshenichnikov A.A., Sarksyant K.A., Skvortsova N.N., Kharchev N.K. Effect of electron-cyclotron resonance heating conditions on the local parameters of short-wavelength plasma turbulence in the 1-2m stellarator // Plasma Physics Reports. 2014. Т. 40. № 4. С. 265-275.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработан и создан экспериментальный блок установки плазменного масс-сепаратора для изучения и генерации электрических полей в плазме с замагниченными электронами.

Получены новые экспериментальные данные о пространственном распределении электрического потенциала в плазменном столбе отражательного разряда со сложной геометрией катодов. Показано, что в отражательном разряде с катодом, диаметр которого значительно меньше диаметра анода, зависимость потенциала плазмы на оси разряда от давления имеет два максимума, положение максимумов определяется величиной

магнитного поля. Также обнаружено, что при увеличении разрядного напряжения потенциал плазмы на оси разряда перестает увеличиваться при том же напряжении, при котором разрядный ток перестает расти. Показано, что при увеличении магнитного поля потенциал плазмы на оси разряда монотонно увеличивается.

Отмечен и изучен эффект увеличения потенциала плазмы с ростом радиуса катода. Показано, что материал катода может оказывать значительное влияние на потенциал плазмы, так на катоде из алюминия потенциал плазменного столба почти вдвое превышал значение, полученное при использовании стального катода при прочих равных условиях. Найдены экспериментальные режимы отражательного разряда, при которых возможно создание в плазме пространственного распределения электростатического поля, необходимого для осуществления разделения компонентов отработавшего ядерного топлива.

Исследована возможность создания электрического поля в плазме высокочастотного разряда с помощью торцевых электродов. Показана возможность передачи потенциала электродов в объем вч плазмы, выявлено существование двух режимов функционирования разряда, зависящих от напряжения на торцевых электродах и существенно отличающихся (примерно на полпорядка) токами на них. Переход в режим 2 (большие напряжения на торцевых электродах, но меньшие токи), по-видимому, является следствием изменения характера диффузии плазмы поперек магнитного поля.

Полученные данные кроме фундаментального интереса, связанного с расширением представлений о физике плазмы отражательного и вч разрядов и, прежде всего, особенностях поведения потенциала плазмы в широком диапазоне параметров разряда, представляют интерес и для прикладных задач, связанных с необходимостью реализации в плазменном объеме профиля электрического потенциала заданной конфигурации. Практическая значимость полученных соискателем результатов исследования

подтверждается тем, что была продемонстрирована возможность создания различных конфигураций электрических полей в плазме отражательного разряда, в частности была реализована конфигурация, необходимая для апробации метода плазменной сепарации и разработки новой технологии переработки ОЯТ и РАО.

Результаты диссертационной работы можно рекомендовать для использования в организациях, ведущих исследования по физике плазменно-поверхностного взаимодействия: НИЦ "Курчатовский институт", АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ», ИОФ РАН, ИПФ РАН, ФИ РАН, НИЯУ МИФИ, ИЯФ СО РАН, ИСЭ СО РАН, МФТИ, МГУ и в других научных и образовательных учреждениях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- воспроизводимость результатов исследования;
- использованные в работе методы диагностики хорошо известны и дают достоверный результат.
- полученные в работе результаты не противоречат опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;
- идея диссертационной работы базируется на анализе научно-технической литературы по предметной области исследования, обобщении передового опыта работы других научных групп.

Личный вклад соискателя:

Содержание диссертации и основные положения, выносимые на защиту, отражают персональный вклад автора в опубликованные работы. Подготовка к публикации полученных результатов проводилась совместно с соавторами, причем вклад диссертанта был определяющим. Все представленные в диссертации результаты получены при непосредственном участии автора. Апробация результатов исследования проводилась на 7 российских и международных конференциях и симпозиумах, в которых соискатель принимал личное участие.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствует критериям пункта 9, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013г.

На заседании от 30.05.2018г. диссертационный совет принял решение присудить Лизякину Г.Д. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 12 докторов наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы и 11 докторов наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 23, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Зам. председателя диссертационного совета Д 002.110.02

д.ф.-м.н., профессор



Андреев Н.Е.

ВРИО ученого секретаря диссертационного совета Д 002.110.02

д.ф.-м.н., профессор



Василяк Л.М.



30.05.2018г.