



НАЦЫЯНАЛЬНАЯ АКАДЭМІЯ  
НАВУК БЕЛАРУСІ

Дзяржаўная навуковая ўстанова  
«Інстытут фізікі імя Б. І. Сцяпанавы  
Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»  
(Інстытут фізікі НАН Беларусі)

пр. Незалежнасці, 68-2, 220072, г. Мінск  
тэл. (017) 270 87 55, факс (017) 270 88 79  
E-mail: ifanbel@ifanbel.bas-net.by  
URL: <http://ifan.basnet.by>

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ  
НАУК БЕЛАРУСИ

Государственное научное учреждение  
«Институт физики имени Б. И. Степанова  
Национальной академии наук Беларуси»  
(Институт физики НАН Беларуси)

пр. Независимости, 68-2, 220072, г. Минск  
тел. (017) 270 87 55, факс (017) 270 88 79  
E-mail: ifanbel@ifanbel.bas-net.by  
URL: <http://ifan.basnet.by>

31.08.2022 № 101-01-17/1125

На № \_\_\_\_\_ ад \_\_\_\_\_

### ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Чумакова Александра Никитича на диссертацию Мухараевой Инджиры Юрьевны на тему «Исследование короткодугового ксенонового разряда высокого давления с учётом эмиссии материала катода в плазму», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9. Физика плазмы.

Диссертационная работа И. Ю. Мухараевой посвящена исследованию короткодугового ксенонового разряда высокого (сверхвысокого) давления с учетом эмиссию атомов материала катода (тория) в разрядный промежуток. Короткодуговые разряды высокого и сверхвысокого давления в ксеноне широко используются в качестве источников оптического излучения в широком спектральном диапазоне – от УФ до ИК области. В видимой области спектра их неоспоримым преимуществом является то, что они дают спектр излучения максимально близкий к солнечному. К настоящему времени в значительной мере изучены оптические, спектроскопические, светотехнические и электрические характеристики ксеноновых ламп высокого и сверхвысокого давления. Однако остаются невыясненными отдельные вопросы, важные для понимания процессов, определяющих свойства плазмы короткодугового ксенонового разряда, и одним из таких вопросов является возможная эмиссия атомов материала катода в разрядный промежуток. Этот практически неизученный процесс может кардинально влиять на свойства плазмы. В связи с этим **актуальность** диссертационной работы Мухараевой Инджиры Юрьевны не вызывает сомнений как с научной, так и с практической точки зрения.

**Цель работы** состоит в экспериментальном исследовании и построении модели короткодугового ксенонового разряда высокого (сверхвысокого) давления, учитывающей эмиссию атомов материала катода (тория) в разрядный промежуток.

Полученные в диссертационной работе экспериментальные результаты убедительно выявили эмиссию атомов тория в исследуемых разрядах, что обусловило неординарное продольное распределение температуры и ионного состава плазмы. Последующее моделирование исследуемого разряда для плоской и близкой к реальной геометрии разрядного устройства подтвердило данные экспериментальных исследований.

Среди **новых оригинальных результатов**, приведенных в диссертации, можно выделить следующие:

1. Экспериментально исследован короткодуговой ксеноновый разряд сверхвысокого давления. Показано, что эмиссия атомов материала катода (тория) приводит к существенному изменению характеристик плазмы – уменьшению температуры и изменению состава частиц плазмы (ионов тория и ксенона) в прикатодной области.

2. В приближении локального термодинамического равновесия построена математическая модель плазмы короткодугового ксенонового разряда высокого (сверхвысокого) давления, учитывающая присутствие атомов легкоионизируемой добавки в разрядном объеме.

3. Решена задача для плоского случая и случая реальной геометрии короткодугового ксенонового разряда высокого (сверхвысокого) давления. Получено хорошее согласие результатов расчета с известными экспериментальными данными.

4. Обнаружено влияние формы рабочей поверхности электродов на электрокинетические и излучательные характеристики плазмы. Показано, что в основе этих изменений лежит влияние формы поверхности электродов на пространственные распределения плазменных характеристик и, прежде всего, электрического поля.

5. Предложена конструкция ксеноновой короткодуговой лампы, в которой можно получить превалирование излучения в УФ, видимой и/или ИК областях спектра, благодаря выбору соответствующей формы рабочей поверхности анода. Это позволяет создавать источники оптического излучения с требуемыми характеристиками. Данный результат оформлен как заявка на получение патента.

Основные результаты диссертационной работы сформулированы четко и ясно, их достоверность и обоснованность не вызывает сомнений. Не вызывает сомнений также научная и практическая ценность работы.

По диссертации имеется **4 замечания**.

1. Из текста диссертации остается неясной относительная роль излучения атомов и ионов тория. Сводится ли она к вкладу в континуум или излучение спектральных линий атомов тория также играют заметную роль?
2. В балансе мощности ксеноновой плазмы не учитываются потери энергии за счет теплопроводности. Очевидно, что условия разряда, который используется как источник оптического излучения, должны выбираться так, чтобы основным

каналом потерь энергии было излучение. Тем не менее, в диссертации было бы полезно привести численную оценку потерь на теплопроводность.

3. Большой интерес представляет излучение исследуемого разряда. К сожалению, в диссертации приведены данные расчета излучения плазмы только на оси разряда (см. напр. рис. 25-27). Поскольку наблюдается также изменение радиальных распределений характеристик плазмы, прежде всего, температуры, интересно было бы привести интегральные по объему плазмы излучательные характеристики.
4. В тексте диссертации встречаются погрешности в терминологии и отступления от правил оформления ссылок. Так в подписях к ряду рисунков используется жаргонный термин «сила» электрического тока (рис. 11, 13, 17, 19, 21-23, 25, 30, 38-44), ссылка 62 на заявку на получение патента «Короткодуговая газоразрядная лампа высокого и сверхвысокого давления» оформлена с отступлением от правил.

Отмеченные недостатки не влияют на результирующую положительную оценку диссертационной работы, которая представляет собой законченное научное исследование с решением важной научно-практической задачи. Основные результаты диссертации опубликованы в научных журналах, рекомендованных ВАК, докладывались на международных и всероссийских конференциях.

Диссертация Мухараевой Инджиры Юрьевны на тему: «Исследование короткодугового ксенонового разряда высокого давления с учётом эмиссии материала катода в плазму» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», **соискатель Мухараева Инджир Юрьевна заслуживает присуждения ученой степени** кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9. Физика плазмы. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета

Доктор физико-математических наук, доцент,

главный научный сотрудник

Института физики НАН Беларуси

А.Н. Чумаков

31.08.2022

