

## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета СПбГУ А1.3.9.22.5021 **Василяка Леонида Михайловича** 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 Мухараевой Инджиры Юрьевны посвящена исследованию короткодугового ксенонового разряда высокого (сверхвысокого) давления с учетом эмиссию атомов материала катода (тория) в разрядный промежуток. Актуальность темы исследования обусловлена тем, что короткодуговые разряды высокого и сверхвысокого давления в ксеноне широко используются в качестве источников оптического излучения. Их преимущество заключается в том, что они дают спектр излучения максимально близкий к солнечному, и что источник света при этом является практически точечным. Кроме практического интереса дуговые разряды высокого давления интересны с научной точки зрения. Нагрев электродов (прежде всего, катода) может приводить к эмиссии атомов материала электродов в разрядный промежуток и сильному влиянию на свойства разрядной плазмы. Данный эффект практически не исследован. Все это свидетельствует о том, что представленная работа является, безусловно, актуальной.

В диссертации получены новые важные результаты:

1. Обнаружено сильное влияние эмиссии атомов материала катода (тория) на электрокинетические и оптические характеристики плазмы короткодугового ксенонового разряда высокого (сверхвысокого) давления;
2. Сформулирована (в том числе в эллипсоидальных координатах) и решена система уравнений, описывающая плазму ксенонового разряда высокого давления в присутствии легкоионизируемой добавки (торий); показано существенное влияние добавки атомов тория на характеристики плазмы;
3. Показано влияние формы рабочей поверхности электродов на характеристики исследуемой плазмы, позволяющее соответствующим выбором формы поверхности получать основную долю мощности излучения в УФ, видимой и/или ИК области спектра.

Следует отметить хорошее качественное и в ряде случаев количественное согласие результатов расчетов с имеющимися данными эксперимента. Убедительно показано сильное влияние атомов тория на свойства плазмы, прежде всего на ее температуру и состав ионов вблизи катода. Это коренным образом влияет на оптические характеристики разряда, что важно для практических применений. Весьма интересные результаты связаны с рассмотрением влияния формы поверхности электродов на свойства плазмы. С одной стороны, это влияние бесспорно должно быть, с другой – данный вопрос не был изучен и не была показана степень такого влияния. Безусловно, данные результаты важны для оптимизации характеристик дуговых источников оптического излучения. Привлекательным выглядит решение задачи в эллипсоидальных координатах, что сразу позволило сделать ряд важных выводов, например, о направлении силовых линий напряженности электрического поля и его радиальном распределении.

Диссертация написана хорошим ясным языком, большое внимание уделено физической интерпретации полученных результатов и сделанных выводов. Достоверность и обоснованность полученных данных не вызывает сомнений, что особенно наглядно подтверждается внутренней непротиворечивостью модели плазмы, удовлетворяющей предельным переходам, связанным с изменением внешних параметров исследуемого разряда (например, при стремлении концентрации атомов тория к нулю, что должно



давать плазму разряда в чистом ксеноне). Не вызывает сомнений научная и практическая значимость работы. Тем не менее, есть несколько замечаний.

1. Первое замечание касается выбора эллипсоидальных координат в качестве координатной системы для построения модели разряда. Несмотря на привлекательность такого решения, данный выбор не очевиден и, по-видимому, требует дополнительного обоснования, т.к. обычно столб дуги моделируют в цилиндрических координатах.
2. Большую роль играют процессы на поверхности катода, в частности, распределение температуры поверхности катода с удалением от оси разряда. Это влияет на размер катодного пятна и, в конечном счете, на концентрацию атомов тория, которая используется как граничное условие. Данный вопрос требует дополнительного рассмотрения.

Отмеченные недостатки не снижают ценности, важности и высокого научного уровня проведенных исследований. Основные результаты диссертации опубликованы в научных журналах, рекомендованных ВАК, доложены на международных и российских научных конференциях. Работа характеризуется новизной подходов и достоверностью получения результатов, представляет собой законченное научное исследование, в котором решена важная научно-практическая проблема.

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 Инджира 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 СПбГУ А1.3.9.22.502,

д.ф.-м.н, профессор,

главный научный сотрудник место работы ФГБУН Институт высоких температур РАН (ОИВТ РАН)

22.08.2022



Василяк Л.М.

Подпись д.ф.-м.н, профессора, г.н.с. ОИВТ РАН заверяю  
Ученый секретарь ОИВТ РАН

д.ф.-м.н.



Амиров Р.Х.