

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора физико-математических наук, профессора
Головицкого Александра Петровича
о диссертации на тему «Глеющий разряд в смеси паров воды с инертными газами
как источник оптического излучения», представленной
Михайловым Дмитрием Владимировичем
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 01.04.08 – физика плазмы

Актуальность темы

В диссертационной работе Д. В. Михайлова исследуется разряд в смеси паров воды с инертными газами. Тема диссертации, безусловно, является чрезвычайно интересной. Разрядные источники оптического излучения широко используются в различных областях человеческой деятельности, при этом существующие в настоящее время разрядные лампы в своем большинстве являются экологически небезопасными. Поиск возможности создания экологически безопасных источников оптического излучения на основе молекулярных газов является весьма перспективным, тем более, что такие разряды могут открыть совершенно новые направления исследований.

К настоящему времени показано, что разряд в смеси паров воды с инертными газами является источником достаточно мощного ультрафиолетового (УФ) излучения 306.4 нм, которое создается молекулами гидроксила, возникающими в разрядной плазме при диссоциации молекул воды; получены высокие значения световой отдачи ламп на основе названной смеси, достигающие примерно половины световой отдачи ртутных люминесцентных ламп. Проведенное ранее моделирование разряда с парами воды наметило новые возможности увеличения эффективности создаваемых источников оптического излучения. Детальному изучению таких возможностей, исследованию проблем их реального осуществления посвящена представленная диссертация. По этой причине работа Д. В. Михайлова, безусловно, является актуальной и своевременной.

Новизна исследований и полученных результатов

К наиболее важным результатам, полученным впервые и имеющим несомненную научную новизну, можно отнести следующие:

- проведен анализ возможности увеличения эффективности генерации УФ излучения молекул гидроксила плазмой разряда в смеси паров воды с инертными газами;
- показано, что использование более легких по отношению к аргону инертных газов (Ne, He), добавляемых к смеси паров воды с аргоном, при определенных условиях может обеспечить увеличение концентрации молекул гидроксила в исследуемой плазме и повысить эффективность генерации УФ излучения;
- изучено воздействие каталитической диссоциации молекул воды (в качестве катализатора использовалась двуокись титана TiO_2) на свойства плазмы разряда в смеси паров воды с инертными газами;
- экспериментально и посредством численного моделирования показано заметное влияние воздействия катализатора на свойства плазмы, которое интенсифицирует возникновение молекул гидроксила в разрядной плазме и может привести к росту интенсивности УФ излучения плазмы;
- изучены характеристики разряда в смеси паров воды с инертными газами в импульсно-периодическом режиме возбуждения; выявлено сильное влияние формирования отрицательных ионов на характеристики плазмы; показано, что в исследованных разрядных условиях эффективность генерации УФ излучения близка к таковой для режима постоянного тока;

- исследована возможность получения когерентного излучения с использованием плазмы тлеющего разряда в смеси паров воды с инертными газами.

К достоинствам диссертации следует отнести органичное сочетание дополняющих друг друга модельных и экспериментальных исследований, важность темы диссертации для решения практических задач и предложения по реализации результатов проведенных исследований.

Обоснованность и достоверность основных результатов и выводов

Надежность и достоверность полученных в диссертации результатов подтверждается использованием проверенных современных экспериментальных методик исследований и тщательной калибровкой аппаратуры, проведением измерений на современном оборудовании, хорошей воспроизводимостью результатов измерений и их разумным согласием с данными моделирования, а также совпадением результатов данной работы с полученными ранее в случаях, когда такое сравнение было возможно.

Практическая значимость результатов

Практическая значимость работы обусловлена возможностью использования полученных результатов для создания новых экологически безопасных и эффективных источников некогерентного и когерентного оптического излучения в УФ и видимой областях спектра, а также тем, что на основе результатов работы возможно проведение оптимизации параметров плазмы данного разряда как источника УФ излучения.

Несмотря на все достоинства представляемой на рассмотрение работы, следует сделать несколько замечаний.

1. Некоторые нетривиальные утверждения, например, о преобладании ионов инертного газа (с. 48), об усилении роли ступенчатых процессов в присутствии паров воды и о величине «пороговой» энергии поддержания разряда (с. 52), о зависимости потребляемой мощности от температуры стенки(?) (с. 62) – недостаточно подкреплены в тексте данными экспериментов или теоретическими расчетами.
2. Значения абсолютных концентраций нейтральных компонентов плазмы (в том числе продуктов диссоциации молекул воды, включая OH и OH^*), а также заряженных частиц (электронов, положительных и отрицательных ионов) в тексте не приведены, хотя возможность их оценки у диссертанта была (см. (1.7) – (1.9), также рис. 3.2). Отсутствие указанной количественной информации несколько снижает убедительность описания физических процессов, определяющих характеристики УФ излучения разряда.
3. Не поясняется, чем обусловлен выбор диаметра разрядной трубки в пределах «15 – 30 мм», а также в какой степени характеристики излучения разряда (удельная мощность, КПД) зависели от величины диаметра в выбранных пределах?

Сделанные замечания не затрагивают основных выводов и результатов работы. Диссертация Д. В. Михайлова представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития физики плазмы, а именно: исследован разряд в смеси паров воды с инертными газами с целью возможности создания новых экологически безопасных и эффективных источников оптического и УФ излучения.

Результаты диссертационной работы представляют интерес для таких организаций как СПбГУ и СПбГТУ (г. С. Петербург), ГОИ им В.И. Вавилова (г. С. Петербург), ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН, ИТМО (г. С. Петербург), МГУ им. М. В. Ломоносова, МИФИ, МФТИ, а

также для других организаций, в которых проводятся исследования в области физики плазмы, газового разряда и светотехники. Разработанные методики и полученные результаты могут быть рекомендованы для включения в учебные пособия для студентов, изучающих физику плазмы и газового разряда.

Результаты исследований достаточно полно отражены в публикациях в журналах из списка ВАК, многократно докладывались на всесоюзных и международных конференциях. Автореферат и публикации адекватно отражают основное содержание диссертации.

По актуальности задач, новизне и практической значимости полученных результатов диссертационная работа Д. В. Михайлова «Глеющий разряд в смеси паров воды с инертными газами как источник оптического излучения» полностью удовлетворяет критериям пунктов 9-11 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор, **Михайлов Дмитрий Владимирович**, заслуживает присуждения ему искомой ученой степени по специальности 01.04.08 – физика плазмы.

Официальный оппонент
доктор физ.-мат. наук, профессор
кафедры «Физическая электроника»
СПбПУ Петра Великого

5 июня 2018 г.

alexandergolovitski@yahoo.com
+7 921 650 6010

