

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Левченко Владимирovich Александровича на тему «Генерация ультрафиолетового излучения ртутным разрядом с высокой плотностью тока при низких давлениях», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – Физика плазмы

Разрядные источники оптического излучения широко используются для целей освещения, в медицине и биологии, в различных технологических процессах, например для активации химических реакций, в решении экологических проблем и т.п. Существенный прогресс в развитии полупроводниковых источников излучения (LED) не может (и вряд ли сможет) заменить разрядные источники излучения в силу целого ряда свойств, отсутствующих у LED, в частности, возможности излучать в далекой УФ и ВУФ областях спектра.

Диссертационная работа В. А. Левченко посвящена исследованию разряда в смеси паров ртути с инертными газами в малоизученной области разрядных условий – при пониженных давлениях буферного (инертного) газа и больших плотностях тока. Считается, что пониженные давления газа приводят сразу к нескольким нежелательным последствиям: 1) увеличению стеночных потерь и, как следствие, уменьшению эффективности, 2) повышенной нагрузке на электроды, что уменьшает срок службы источника излучения, 3) повышенной нагрузке на стенки разрядной трубки, что в случае использования люминофора приводит к ускоренному его старению, а в случае отсутствия – возможному снижению прозрачности стекла (кварца). Поставленная перед диссертантом задача – поиск наиболее благоприятных условий для генерации резонансного излучения ртути 185 нм и 254 нм, причем генерация более коротковолнового излучения 185 нм также является приоритетной задачей (замечу, что в ртутных люминесцентных лампах это излучение является скорее вредным, чем полезным, поскольку приводит к быстрому старению люминофора), требует нового взгляда на проблему. Задачу предлагается решить путем перехода к более низким, чем используемые, давлениям газа, а требуемую интенсивность излучения получить увеличением плотности разрядного тока. Кстати, последнее увеличивает максвеллизацию функции распределения и, таким образом, может способствовать росту скорости возбуждения резонансного уровня атома ртути 6^1P_1 . Учитывая важность применения газоразрядных ламп низкого давления для генерации озона и очистки воздуха в промышленных масштабах, тема диссертации, безусловно, является актуальной.

В диссертации В. А. Левченко впервые исследованы электрические, оптические и энергетические характеристики дугового и индукционного (безэлектродного) разрядов при давлении смеси инертных газов менее 1 Торг. Обнаружено наличие максимума для мощности излучения и КПД генерации линии 185 нм в области давлений смеси Ne-Ar (0,1-0,6) Торг. Также показано, что КПД генерации ВУФ излучения 185 нм при давлении буферной смеси (0,1-2) Торг выше в смесях неон-аргон, чем в чистых газах. При этом максимально достигнутый КПД генерации излучения 185 нм составил 14% при давлении 0,3 Торг в смеси 30Ne/70Ar. Здесь следует заметить, что это заметно выше, чем КПД ртутной линии 185 нм в стандартных люминесцентных лампах. Построена замкнутая самосогласованная модель электрического разряда в парах ртути и впервые выполнены расчеты параметров ртутного разряда для смесей неон-аргон при давлении (0,1-2) Торг и выхода резонансного излучения на длинах волн 185 и 254 нм. Модель адекватно описывает результаты экспериментов. Изучено влияние малых добавок Kr к буферной смеси неон-аргон и установлено, что малая добавка менее 1% Kr к смеси Ne-Ar позволяет повысить КПД генерации УФ излучения. Обнаружено, что малая добавка криптона позволяет увеличить в 2 раза физический срок службы лампы. Полученные результаты

являются не только весьма интересными с научной точки зрения, но и, безусловно, важны для практических применений.

Диссертант успешно решил поставленные перед ним задачи. Первая из упомянутых выше проблем, конечно же, отразилась на результирующем КПД генерации УФ излучения: он составляет ~40%, что меньше, чем в стандартных ртутных люминесцентных лампах, для которых примерно ~60% электрической мощности идет на генерацию резонансных линий ртути (в основном – линии 254 нм). Тем не менее, достигнутая величина для области ВУФ может рассматриваться как рекордная. Две другие проблемы, связанные с электродами и воздействием на стенки разрядной трубки, были полностью решены переходом к безэлектродному разряду и использованием специальных покрытий.

По тексту автореферата имеется одно замечание и один вопрос.

1. Кинетическое уравнение (1) написано в нелокальном приближении. В реферате же указывается, что оно решается «в локальном приближении» (стр.7). По-видимому, это опечатка. Если же оно действительно решалось в локальном приближении, то следовало бы обосновать допустимость его использования (для исследованных давлений газов и размеров разрядных трубок это не очевидно).
2. Исследованы разряды при достаточно высоких плотностях разрядного тока и в диапазоне его изменения 2-3 раза. Нагрев газа должен быть заметным и разным для разных токов. Из текста автореферата не ясно, как стабилизировалось давление паров ртути в разрядной трубке при различных значениях тока (и стабилизировалось ли оно вообще).

Сделанные замечания ни в коей мере не влияют на положительное впечатление, производимое чтением автореферата. Диссертационное исследование В. А. Левченко является научно-квалификационной работой, имеющей большое значение для развития физики плазмы и физики газового разряда: оно актуально, обладает внутренним единством, содержит необходимые признаки научной новизны, имеет большую практическую ценность. Не вызывает сомнений определяющий вклад диссертанта в выполнение исследований.

Автореферат полностью соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ. Считаю, что В. А. Левченко достоин присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – Физика плазмы.

Доктор физико-математических наук,
профессор, заведующий кафедрой
оптики физического факультета СПбГУ
198504, С-Петербург, Петродворец, ул.
Ульяновская, д. 3
Тел. 428 4484, +7 911 7041211
niktimof@yandex.ru

Н. А. Тимофеев

Документ подготовлен по поручению инициативной группы

Текст документа размещен
в открытом доступе
на сайте СПбГУ по адресу
<http://spbu.ru/science/expert.html>

Личную подпись
заверяю. Начальник
отдела кадров №3
Н. И. Маштепа

