

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Голубовского Юрия Борисовича на диссертацию Калинина Сергея Александровича «Исследование процессов электрического пробоя газов в длинных разрядных трубках», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы

Диссертация Калинина С.А. посвящена исследованию процессов, происходящих при электрическом пробое газа в длинных разрядных трубках, длина которых много больше диаметра и поперечных размеров электродов. Трубки с такой геометрией используются в светотехнике в качестве энергосберегающих люминесцентных ламп (в частности компактных), ламп для газосветной рекламы и декоративной подсветки; подобную форму имеют также лампы, применяемые для накачки активной среды лазеров. Интерес к изучению процессов зажигания разряда в длинных трубках возник в конце XIX века. Этим вопросом занимался Дж. Дж. Томсон. Формирование основных представлений о пробойных процессах в длинных трубках завершилось к 60-м годам XX века. Вторая волна исследований пробойных процессов в таких трубках началась в конце 80-х годов в связи с развитием светотехники и появлением компактных люминесцентных ламп. На сегодняшний день физическая картина пробойных процессов ещё не до конца исследована, что и определяет актуальность темы диссертации. Следует отметить, что пробойным явлениям в коротких разрядных промежутках уделялось гораздо большее внимание, чем в длинных, и для этих конфигураций была разработана достаточно полная теория. К заслугам диссертанта можно отнести серьезный вклад в разработку представлений о пробойных явлениях именно в длинных трубках.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и двух приложений. **Во введении** доказана актуальность темы исследований, проведено обоснование их научной новизны и показана практическая значимость, сформулированы цели и задачи работы. **В первой главе** представлен обзор литературы по пробойным процессам в газах и в частности в длинных трубках. **Во второй главе** приводится описание экспериментальной установки и методики измерений. Созданная диссертантом электронная аппаратура позволила достичь высокого временного разрешения при синхронной записи электрических и оптических сигналов. Таким образом, комплексные исследования пробойных процессов были проведены на высоком современном техническом уровне.

В третьей главе впервые экспериментально доказано существование первичного пробоя между высоковольтным электродом и ближайшим участком стенки трубки как начальной фазы зажигания разряда. Приведены результаты измерений параметров волны ионизации, а также спектральный состав. Трубка была наполнена смесью аргон-ртуть. Синхронная запись электрических и оптических сигналов во время пробойных процессов позволила доказать существование первичного пробоя. Оценка напряженности электрического поля в волне ионизации проводилась на основании спектральной диагностики волны ионизации. Этот метод не возмущает исследуемый объект в отличие от электростатических методов, которые были использованы в предыдущих работах.

В четвертой главе приведены исследования пробоя в трубке с незаземленным низковольтным электродом. В ходе этих исследований впервые был обнаружен новый эффект «обратный пробой». Трубка была наполнена смесью неон-аргон. Если второй электрод не заземлен, то после окончания импульса напряжения возникает обратный

Вх. № 09/2 - 383 от 09.09.2019

пробой. Аналогично первичному пробую от него в том же направлении распространяется волна ионизации, переносящая заряд обратного по сравнению с волной первичного пробоя знака, при этом она полностью снимает заряд оставленный волной первичного пробоя. В ходе работы было установлено что, пока волна ионизации первичного пробоя не достигла области непосредственно вблизи низковольтного электрода, протекание пробойных процессов не зависит от того, заземлен ли электрод. Это подтверждает современные представления о пробойных процессах в длинных трубках.

Пятая глава посвящена выяснению характера и степени влияния экранировки на пробойные процессы в длинных трубках. В большинстве предыдущих работ разрядная трубка, как правило, находилась в электростатическом экране небольшого диаметра. При этом авторы не учитывали возможное влияние экрана на протекание пробойных процессов. Для определения степени влияния экранировки, в данной работе были использованы экраны различного диаметра. Эксперименты проводились на смесях аргон-ртуть или неон-аргон. В результате было установлено наличие сильного влияния экрана на процессы пробоя. В особенности это проявляется при уменьшении диаметра экрана.

В Заключении сформулированы основные результаты, полученные в данной работе. **В Приложении «А»** приведены схемы управления установкой и временные диаграммы функционирования электронных узлов. **Приложении «Б»** содержит вывод формул разработанных автором электротехнических моделей первичного и обратного пробоя.

По диссертации можно сделать следующие замечания:

- 1) Чем обусловлена дискретизация данных по излучению отдельных спектральных линий волны ионизации?
- 2) Чем можно объяснить несинхронное начало нарастания интенсивности различных спектральных линий при записи спектра волны ионизации?
- 3) Зачем при проведении исследований с незаземленным электродом, при которых невозможен постоянный ток через трубку в виду разрыва цепи, все равно используется балластное сопротивление?

Несмотря на замечания, работа в целом заслуживает положительной оценки. Она выполнена на высоком научном уровне, с использованием современной техники эксперимента. Все полученные результаты являются новыми и представляют большой интерес для физики пробойных процессов в газах. Диссертация Калинина Сергея Александровича на тему: «Исследование процессов электрического пробоя газов в длинных разрядных трубках» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», а соискатель Калинин Сергей Александрович заслуживает присуждение ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы.

Член диссертационного совета
доктор физ.мат. наук, профессор,
профессор кафедры оптики СПбГУ

Ю.Б.Голубовский

ПОДПИСЬ РУКИ
ЗАКРЕПЛЯЮ. ВЕД. МАШИНЫ
ОТДЕЛЕНИЕ ПРОБ
К. В. САМОИЛОВА



Handwritten signature: Ю.Б. Голубовский
Handwritten date: 09.09.2019