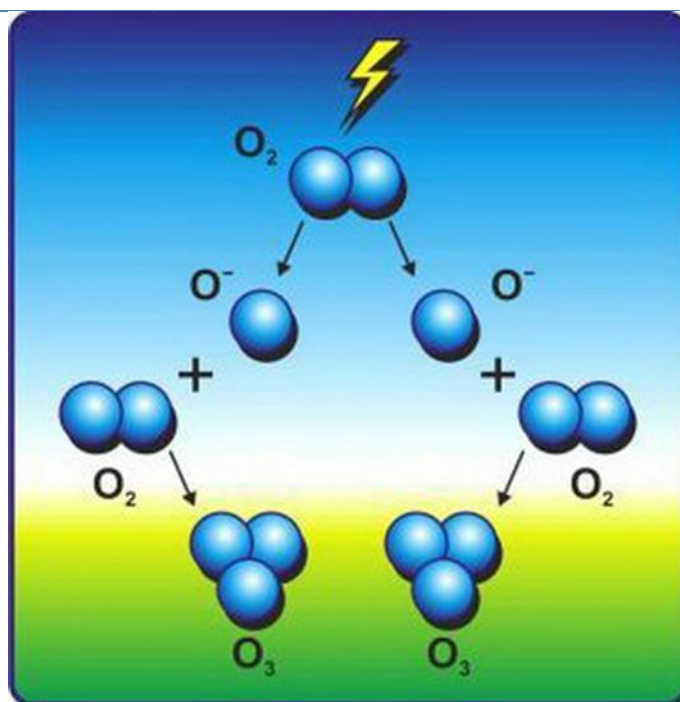


«Исследование работы тлеющего разряда атмосферного давления с активным секционированным электродом для генерации озона»



- Автор: Аверкина Марина Ильинична. 11 класс. ГБОУ лицей №1511 при НИЯУ МИФИ.
- Научный руководитель: Раевский Илья Флегонтович, инженер кафедры «Физика плазмы» НИЯУ МИФИ.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

• Введение.....	1
• Основное содержание работы.....	2
• Описание экспериментальной установки.....	4
• Импульсная стадия тлеющего разряда положительной полярности.....	7
• Заключение.....	10
• Список литературы.....	10

ВВЕДЕНИЕ.

Тлеющий разряд интенсивно изучается в связи с возможностью его применения для решения задач неравновесной плазмохимии, в частности, при создании генераторов озона. С этой точки зрения представляет интерес изучение динамики заряженных частиц в разрядном промежутке и выяснение ее влияния на кинетику образования активных радикалов в условиях тлеющего разряда. Обычно, при атмосферном давлении, тлеющий разряд существует в довольно узком диапазоне экспериментальных условий, среди которых основными являются ширина разрядного промежутка, секционирование электродов, выбор формы и материалов электродов, давление и расход газа через реактор. Следует отметить, что активный секционированный электрод (электрод, у которого поле резко неоднородно) собирается из отдельных электродных секций имеющих острийную форму. Причем, радиус кривизны вершины электрода выбирается таким, что при подаче высоковольтного потенциала, обеспечивается достаточная степень ионизации в непосредственной близости от вершины острия.

Если активный электрод является катодом, то происходит объемная ионизация в сильном поле у острия. Вторичным процессом служит эмиссия с катода и, возможно, фотоионизация в объеме газа. Если активный электрод является анодом (положительная полярность), то у удаленного катода напряженность электрического поля мала и ионизация газа происходит в основном у анода. При этом электроны быстро уходят на близко расположенный анод, а в объеме остаются ионы, которые медленно дрейфуют к катоду. Воспроизводство электронов обеспечивают вторичные фотопроцессы в газе в зоне острия. Кроме различия в механизмах размножения заряженных частиц, связанных с полярностью активного электрода, существуют различия и в режимах протекания тока. При некоторых условиях он может иметь нестационарный характер, несмотря на постоянство напряжения, и протекать в виде почти периодических токовых импульсов с частотами повторения $\sim 10^4$ Гц при положительной полярности. Отсутствие удовлетворительной математической модели, описывающей нестационарное протекание тока в тлеющем разряде положительной полярности, стимулирует дальнейшие экспериментальные исследования этого режима газового разряда.

Областью исследования данной работы является электрический ток в газах, предметом исследования - тлеющий разряд атмосферного давления. Целью работы является создание лабораторного стенда для получения тлеющего разряда атмосферного давления с активным секционированным электродом и экспериментальная реализация его работы позволяющая использовать данную установку как источник озона для применения в медицине и быту.

Применение тлеющих разрядов низкого давления требует относительно сложного и дорогостоящего вакуумного оборудования, что является сдерживающим фактором для их более активного использования в промышленности. Во многих современных газоразрядных системах этот недостаток устраняется за счет перехода к высоким (атмосферным) давлениям. При этом, также, осуществляется и важный для практики переход к компактности и миниатюризации, как самих газоразрядных приборов, так и основанных на них технологических установок.

Основное содержание работы.

- **Актуальность.**

Озón — состоящая из трёхатомных молекул
O₃ аллотропная модификация кислорода.(рис. 1)

Озонирование — технология очистки, основанная на использовании газа озона — сильного окислителя, применяется для очистки воды, воздуха, дезинфекции мед. оборудования.

Преимущества озонирования:

1. Озон уничтожает все известные микроорганизмы: вирусы, бактерии, грибки, водоросли, их споры, цисты простейших и т. д.
2. Остаточный озон стерилизует поверхность.
3. Озон удаляет неприятные запахи и привкус.
4. Остаточный озон быстро превращается в кислород.
5. Озон вырабатывается на месте, не требуя хранения и перевозки.
6. Озон уничтожает микроорганизмы в 300-3000 раз быстрее, чем любые другие дезинфекторы.

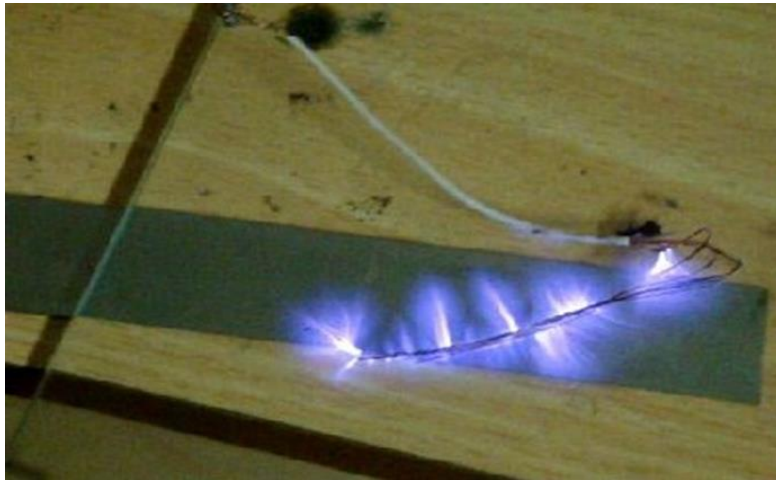
Главный недостаток озонирования -дороговизна озонатора!

- **Существует множество способов получения озона:**

1. **Тихий разряд** - образуется в узком газовом пространстве между двумя электродами, к которым подведен ток напряжением 5 - 25 кВ.



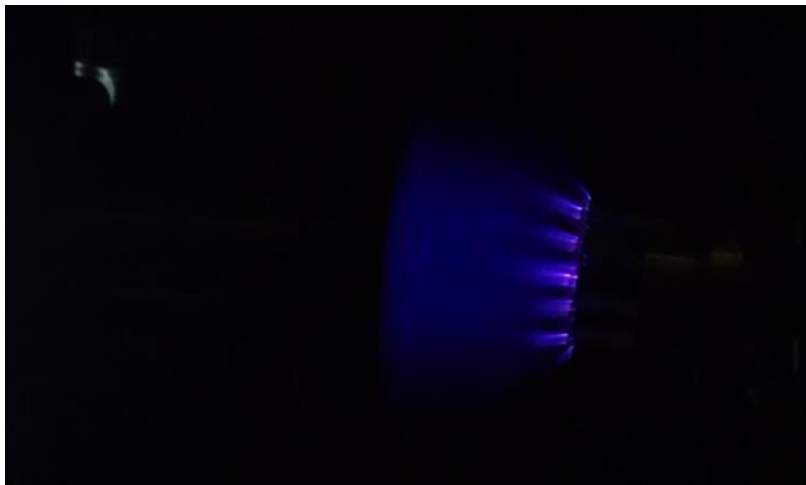
2. **Барьерный разряд** - разряд, возникающий между двумя диэлектриками или диэлектриком и металлом в цепи переменного тока.



3. **Дуговой разряд** - самостоятельный квазистационарный электрический разряд в газе, горящий практически при любых давлениях газа, превышающих 10^{-2} — 10^{-4} мм рт.ст.



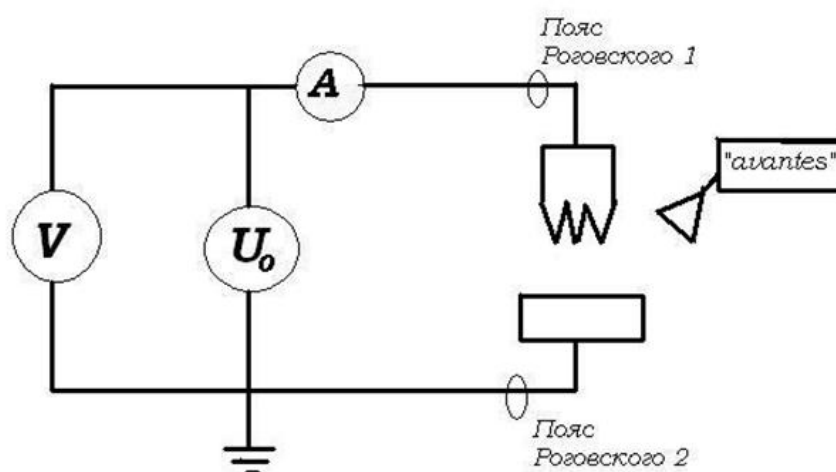
4. **Коронный разряд** - электрический разряд со световыми и шумовыми эффектами, возникающий в условиях высокого градиента электрического потенциала, вызывающего ионизацию воздуха.



5. **Под воздействием ультрафиолетового излучения** - кислородсодержащий газ пропускается через охлаждаемый и прозрачный для ультрафиолетового излучения (например, кварцевый) реактор, облучаемый источником ультрафиолетового излучения, имеющим подходящий спектр.

- **Описание экспериментальной установки.**

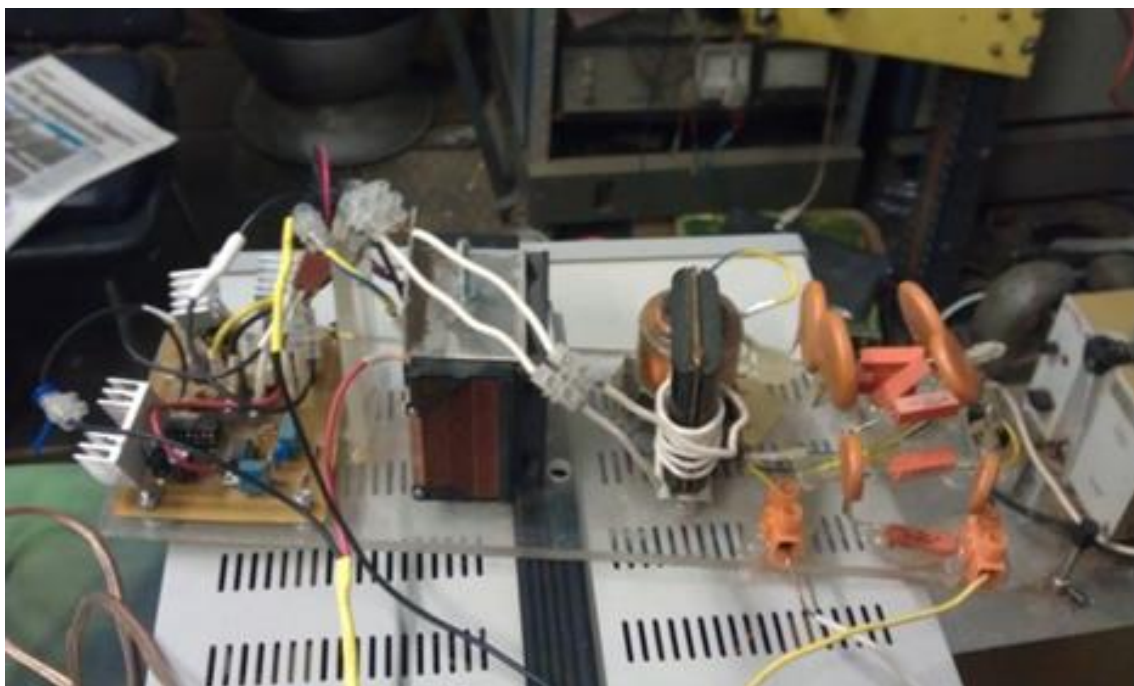
Экспериментальные исследования тлеющего разряда атмосферного давления в воздухе проводились для системы электродов типа «игла- плоскость» с положительным потенциалом на игле. Принципиальная схема экспериментального стенда:



Лабораторный стенд включает в себя систему электродов типа «острие-плоскость», высоковольтный источник, осциллограф, пояс Роговского, вольтметр, миллиамперметр, спектрометр.



Питание разряда осуществлялось от высоковольтного стабилизированного источника напряжения напряжением до 30 кВ, в сборке которого я принимала непосредственное участие, а именно собирала систему конденсаторов.



Экспериментальный стенд позволяет контролировать напряжение на электродах U и детектировать осциллограммы тока на электродах (осциллограф tds 20204b).



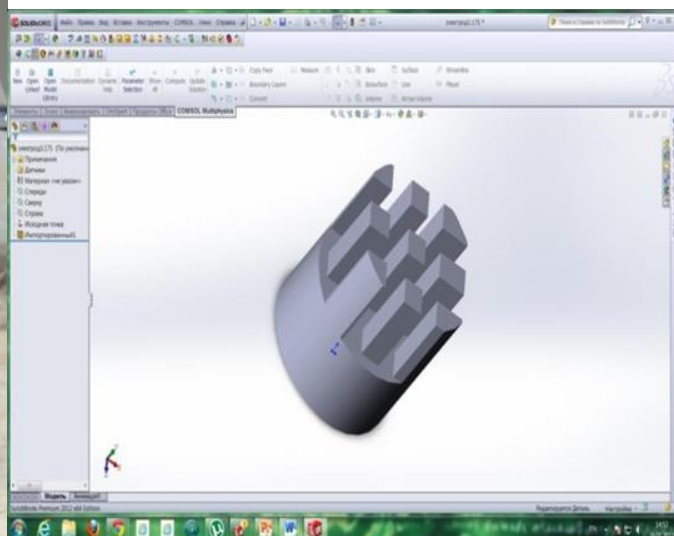
Факт наличия озона фиксировали при помощи спектрометра AVANTES :



Два электрода.

Один - острый- анод. На него подается напряжение.

Второй – катод - заземлен.



- **Импульсная стадия тлеющего разряда положительной полярности**

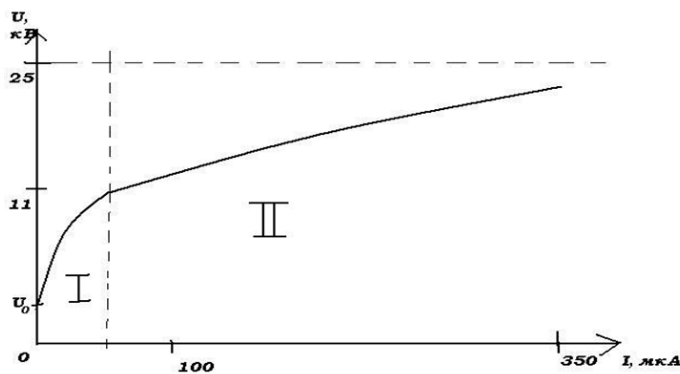
Как отмечалось выше, газовый разряд в электродной геометрии типа «игла-плоскость» при прикладывании положительного высоковольтного потенциала к игольчатому электроду, может существовать в двух режимах, отличающихся интенсивностью механизмов ионизации и динамикой заряженных частиц в разрядном промежутке. Это хорошо видно на вольтамперной характеристике (ВАХ) разряда по изменению зависимости среднего тока от напряжения, приложенного к электродам.

Начальный участок ВАХ – режим положительного коронного разряда, соответствует стационарному протеканию электрического тока через разрядный промежуток.

При достижении напряжением на электродах некоторого значения U_1 , которому соответствует среднее значение разрядного тока I_1 , на осциллограммах на фоне постоянной составляющей тока появляются почти периодические импульсы с амплитудой превышающей постоянную составляющую в 100...1000 раз. Таким образом, в области значений справа от пунктирной линии на ВАХ, реализуется нестационарная стадия горения тлеющего разряда положительной полярности, характеризующаяся быстрым (экспоненциальным) ростом тока i и проявляющаяся в прохождении квазипериодических токовых импульсов через разрядный промежуток.

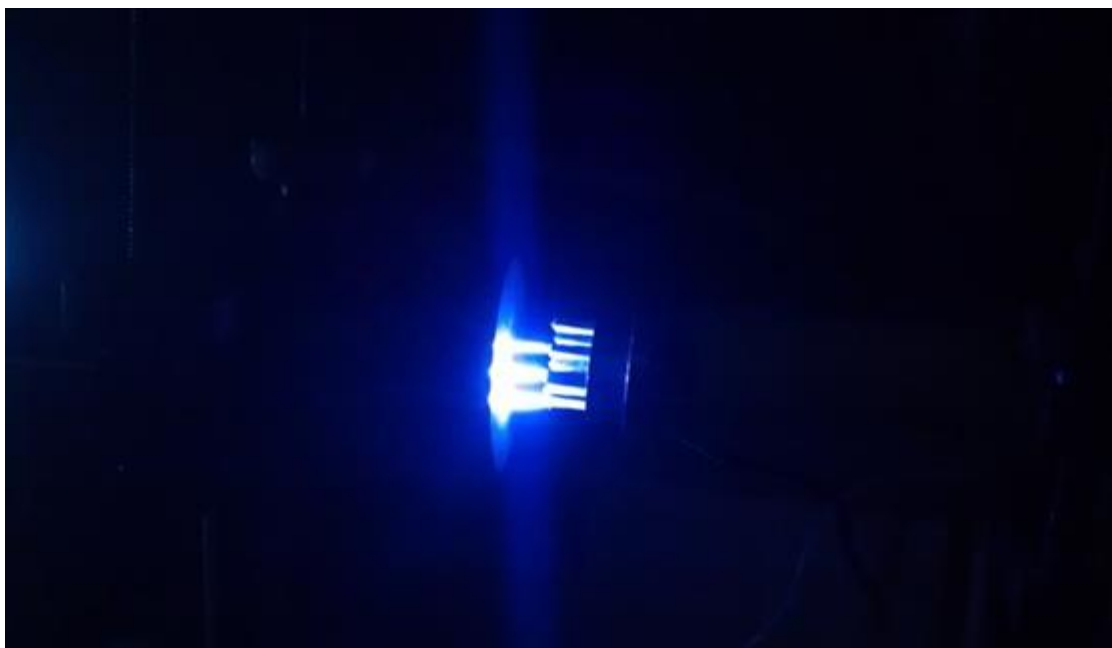
Импульсный характер тока в этом режиме обусловлен следующими процессами. В результате ионизации газа в области с высокой напряженностью электрического поля и быстрого ухода электронов из этой области на анод в разрядном промежутке накапливается положительный объемный заряд. Собственное электрическое поле этого объемного заряда экранирует электрическое поле, приложенное к разрядному промежутку. Затем, положительные ионы медленно дрейфуют к катоду и объемный заряд уменьшается. Напряженность электрического поля в области острейшего электрода возрастает, и создаются условия для возобновления ионизации газа в непосредственной близости от острия и повторения процесса.

Для нестационарной стадии тлеющего разряда положительной полярности в воздухе при атмосферном давлении токовые импульсы имеют следующие характерные параметры: амплитуда импульсов тока $A_i \sim 100$ мА, длительность $\tau_{им} \sim 100$ нс, частота следования $f_{сл} \sim 104$ Гц.



ВАХ разряда по изменению зависимости среднего тока от напряжения, приложенного к электродам.

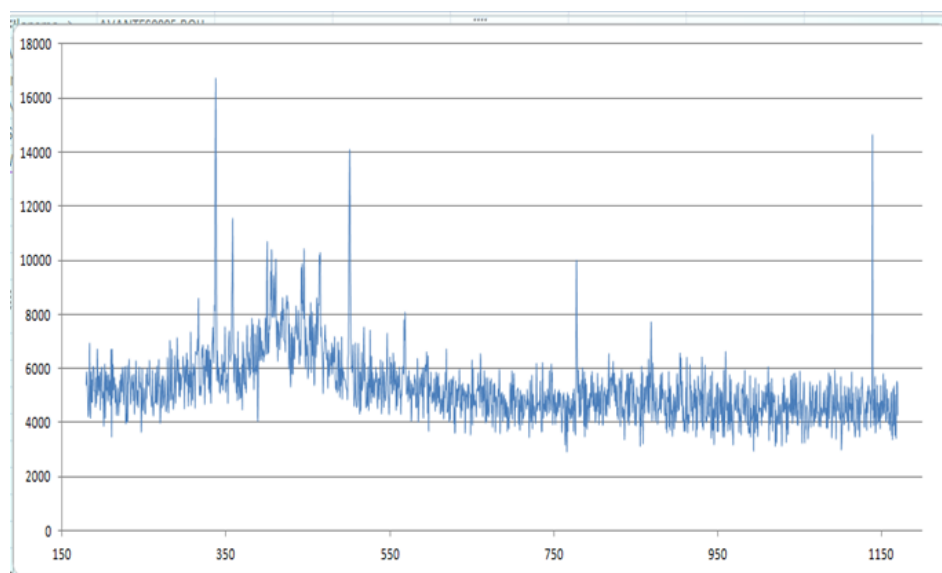
Первый режим связан с превышением напряжения статического пробоя для данной длины разрядного промежутка. Данный режим, с точки зрения генерации озона интереса не представляет.



Второй режим – положительный коронный разряд. В процессе горения данного разряда факт наличия озона фиксировали по характерному запаху. Дополнительно проводились исследования режимов горения данного разряда при помощи пояса Роговского и осциллографа, а также снималась ВАХ.

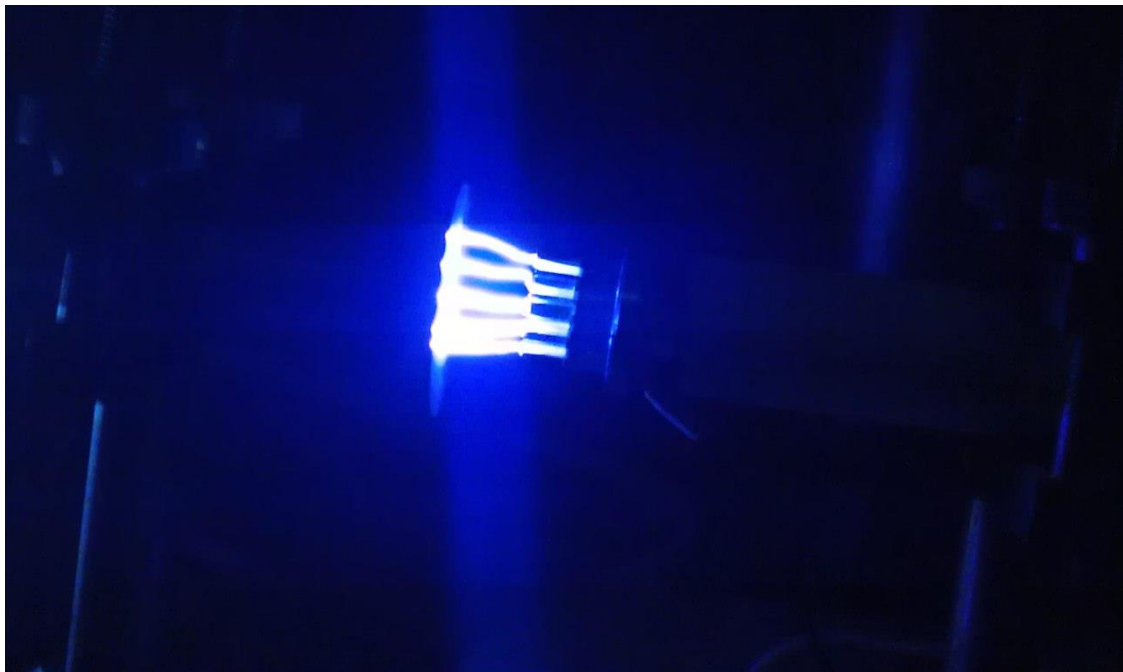


Для регистрации концентрации озона использовалась ртутная лампа и спектрометр.



Заключение.

- Создан лабораторный стенд для исследования тлеющего разряда атмосферного для генерации озона.
- Снята ВАХ для режима горения положительного коронного разряда, из которой видны два режима протекания разрядного тока. В первой фазе разряд характеризуется стационарным протеканием тока, тогда как во второй фазе, на фоне постоянного тока, наблюдались импульсы тока с частотой от порядка 100 Гц и до десятка кГц.



Литература.

1. Л. Леб. Основные процессы электрических разрядов в газах. М.-Л.: "Гостехтеоретиздат".
2. Г. Ретер. Электронные лавины и пробой в газах. М.: "Мир».
3. Ю.П. Райзер. Физика газового разряда. М.: "Наука".
4. Ю.С. Акишев, М.Е. Грушин, И.В. Кочетов, А.П. Напартович, М.В. Панькин, Н.И. Трушкин. О переходе многоострийной отрицательной короны в атмосферном воздухе в режим тлеющего разряда.
5. Г.А. Месяц. Законы подобия в импульсных газовых разрядах.