

PACS 52.80-s,52.80Pi,51.50+V

**О ВЛИЯНИИ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВОГО ПРОМЕЖУТКА НА РАЗРЯДНУЮ
ЗОНУ НАНОСЕКУНДНОГО РАЗРЯДА В ВОЗДУХЕ****КУРБАНОВ Э.Д.***Институт Физики НАН Азербайджана*

Настоящая статья посвящена влиянию радиуса кривизны потенциального электрода, давления газа и наличия на катоде диэлектрических насадок различной конфигурации на область свечения наносекундного импульсного разряда. Выявлено многократное расширение области свечения при изменении положения насадок относительно конца стержня и друг друга, а также при повышении давления воздуха в промежутке до 5 атм. Рассматривается механизм ионизации с участием “убегающих электронов”.

Исследования процессов формирования наносекундных импульсных разрядов высокого напряжения в газах высокого давления (больше атмосферного) представляет огромный интерес для физики газового разряда и их применения в решении современных научно-технических задач. Особый интерес вызывает установление факторов, влияющих на характер формирования и развития разрядов наносекундной длительности. Как известно, фундаментальную роль в механизме пробоя и всей динамике наносекундных импульсных разрядов в газах высокого давления играют убегающие электроны, образующиеся в перенапряженных газовых промежутках [1,2]. Пространственная структура свечения газового промежутка в процессе формирования наносекундного импульсного разряда определяется такими факторами, как геометрия электродов, величина межэлектродного расстояния, давление и род газа, а также параметрами самого генератора.

В данной статье исследуется влияние различных параметров газового промежутка на область свечения наносекундного импульсного разряда при высоких давлениях воздуха. Исследования проводились в вакуумной камере в резконеоднородном поле при давлениях воздуха $p=1-5$ атм. В качестве потенциального электрода использовался металлический стержень с различным радиусом кривизны – $r=1-4$ мм и алюминиевый шар диаметром 16 мм. Анодом служила металлическая сетка с шагом 1.5 мм. На электрод высокого напряжения подавался наносекундный импульс отрицательной полярности от генератора, собранного по схеме Аркадьева-Маркса. Амплитуда импульса составляла 80 кВ, а длительность фронта 8 нс. На катод с различным радиусом кривизны надевались диэлектрические насадки из фарфора, оргстекла и фторопласта для изучения их влияния на распределение поля в промежутке и характер свечения разряда при высоких давлениях воздуха. Назначение каждой из них подробно описано в работах [3,4].

На острие с радиусом кривизны $r=1$ мм надевалась фарфоровая трубка – насадка, положение которой варьировалось относительно конца острия в пределах 1-5 мм. На нее насаживалась фторопластовая насадка прямоугольной формы, положение которой изменялось по отношению к трубке также в пределах 1-5 мм. При таких вариациях конструкции катода возбуждался наносекундный разряд в промежутке при различных давлениях воздуха и фотографировалось свечение разряда с помощью цифровой видеокамеры Samsung S500 Digimax 5.1x. В случае стержня с радиусом кривизны $r=4$ мм надевалась насадка из оргстекла, а на алюминиевый шар - цилиндрическая фторопластовая насадка. Во всех случаях положение диэлектрических насадок

варьировалось относительно рабочей поверхности электрода. Интегральные фотоснимки импульсных разрядов при различных параметрах газового промежутка приведены на рис.1.

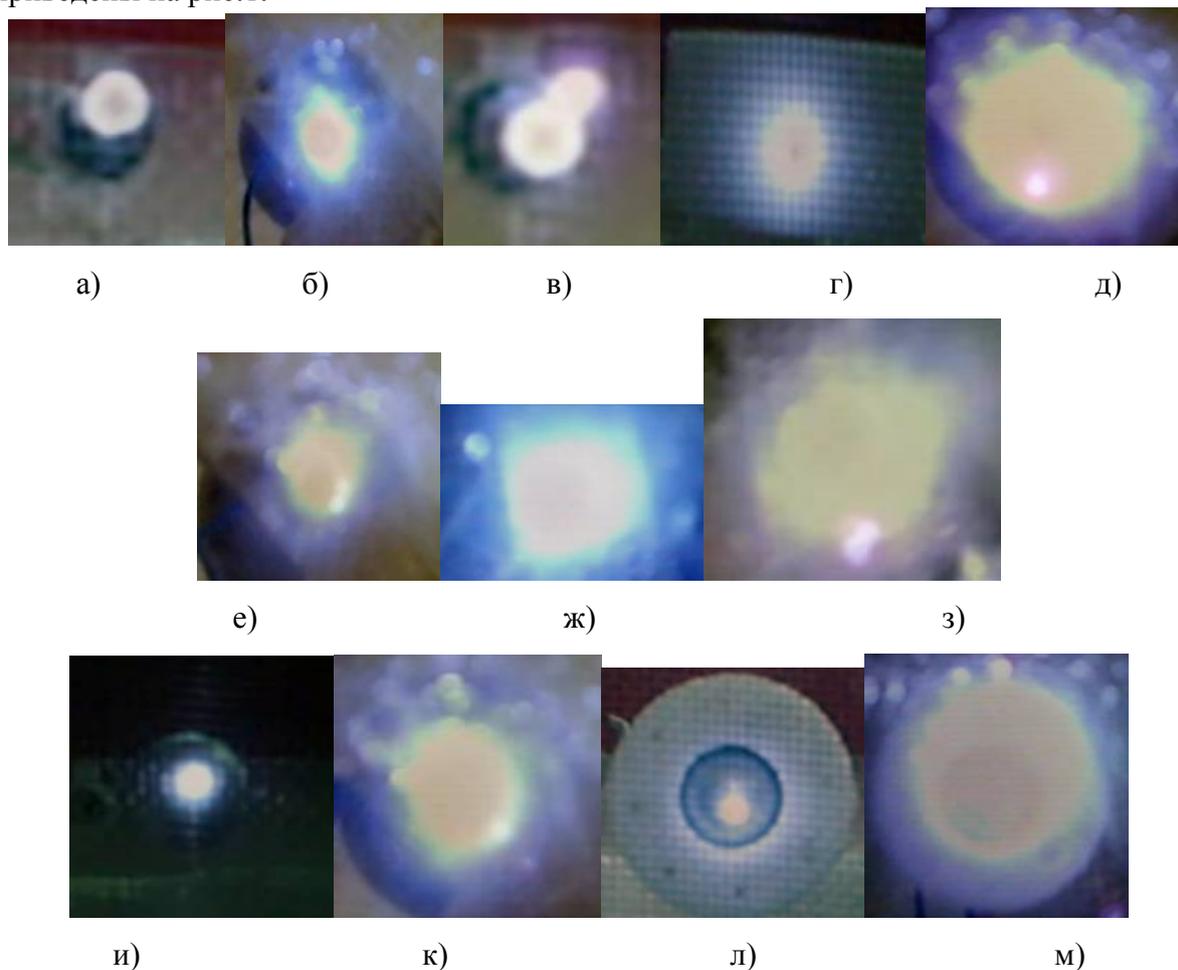


Рис.1. Фотографии свечения наносекундного разряда при отрицательной полярности напряжения на потенциальном электроде ($r=1-8\text{мм}$) с различными диэлектрическими насадками на нем при давлениях воздуха $p=1-5\text{атм}$.

а- $p=1\text{атм}$, $r=1\text{мм}$, $d=5\text{мм}$, без насадок

б- $p=5\text{атм}$, $r=1\text{мм}$, $d=5\text{мм}$, без насадок

в- $p=1\text{атм}$; $r=1\text{мм}$, $d=5\text{мм}$, фарфоровая трубка-насадка выдвинута на 5мм относительно конца стержня

г- $p=1\text{атм}$; $r=1\text{мм}$, $d=5\text{мм}$, фарфоровая трубка - насадка выдвинута на 5мм относительно конца стержня, а насадка из фторопласта выдвинута на 3мм относительно торца фарфоровой трубки

д- $p=5\text{атм}$, $r=1\text{мм}$, $d=5\text{мм}$, фарфоровая трубка - насадка выдвинута на 3мм относительно конца стержня

е- $p=1\text{атм}$, $r=4\text{мм}$, $d=5\text{мм}$, без насадки

ж- $p=5\text{атм}$; $r=4\text{мм}$, $d=5\text{мм}$, основание насадки из оргстекла находится в одной плоскости с концом стержня

з- $p=5\text{атм}$; $r=4\text{мм}$, $d=5\text{мм}$, насадка из оргстекла выдвинута на 4мм относительно конца стержня

и- $p=1\text{атм}$, $r=8\text{мм}$, $d=5\text{мм}$, без насадки

к- $p=3\text{атм}$, $r=8\text{мм}$, $d=5\text{мм}$, без насадки

л- $p=1\text{атм}$; $r=8\text{мм}$, $d=5\text{мм}$, основание насадки из фторопласта находится в одной плоскости с основанием шара

m - $p=2$ атм; $r=8$ мм, $d=5$ мм, основание насадки из фторопласта находится в одной плоскости с основанием шара

Общим для всех фотоснимков является наличие яркого белого свечения у катода, охваченного диффузным свечением фиолетового цвета. Фиолетовое свечение, вероятнее всего, соответствует высвечиванию возбужденных молекул азота (вторая положительная система полос) [5]. Наблюдаемое белое свечение – это излучение прикатодной плазмы с относительно высокой температурой. Из рис.1 видно, что область свечения разряда при наличии на стержне ($r=1$ мм) диэлектрических насадок из фарфора и фторопласта намного шире, чем при их отсутствии. Отметим, что при изменении положения насадок относительно конца стержня и друг друга в пределах 1-4мм, область свечения еще более расширяется. При использовании одной фарфоровой трубки (при различных ее положениях относительно конца стержня) области свечения увеличивается до 10мм (в 2 раза), а вместе с фторопластовой насадкой – до 27мм (в 6 раз). При изменении положения насадки из оргстекла относительно конца стержня ($r=4$ мм) размеры области свечения доходят до 62мм. С увеличением давления воздуха в камере до 5 атм область свечения еще более расширяется. Например, для стержня ($r=1$ мм) при использовании только фарфоровой насадки с повышением давления размеры области свечения изменяются от 8мм при $p=1$ атм до 15мм при $p=5$ атм; для шара ($r=8$ мм) вплоть до 30мм. Здесь сказывается и эффект фокусировки потока заряженных частиц в области сильного поля за счет фарфоровой трубки и роль гидрофобных насадок, способствующих накоплению на своей поверхности малоподвижных положительных ионов. Накопленный в зоне “катод-фарфор-фторопласт” объемный положительный заряд искажает и усиливает поле в прикатодной области, что приводит к взрывным процессам на катоде и эмиссии “убегающих электронов” с энергией в десятки кэВ. Именно эти электроны ответственны в расширении области свечения и продвижении ионизационных процессов в сторону от первичных центров ионизации.

1. *Вершинин Ю.Н., Гашимов А.Н., Курбанов Э.Д.* Роль эффекта убегания электронов при импульсном пробое диэлектриков. ЭОМ, №6, 2005, с.72-75
2. *Гуревич А.В.* ЖЭТФ, т.39, 1960, с. 1296.
3. *Gurbanov E.D., Gashimov A.M., Bondyakov A.S., Quseynli A.Ya.* High voltage pulsed discharge in air in atmospheric pressure and the big overvoltages. International Conference “TPE-2006”, Turkey, 2006, p, 672-673
4. *Гасанов И.А., Герасимов А.К., Горин Ю.В. и др.,* А.с. СССР, № 1751826. Устройство для осуществления факельного разряда./ 1992, № 28.
5. *Горин Ю.В., Курбанов Э.Д., Кузнецкин И.П.* Ионизационные процессы в воздухе при воздействии наносекундных разрядов сверхвысокого напряжения. Материалы 11-й Международной конференции “Физика диэлектриков - 2007”, т.1, с. 300.

ATMOSFER MÜHİTİNDƏ QAZ ARALIĞININ PARAMETLƏRİNİN NANOSANIYƏ İMPULS QAZBOŞALMASININ AKTİV SAHƏSİNƏ TƏSİRİ

KURBANOV E.C.

Məqalə nanosaniyə impuls qazboşalmasının aktiv sahəsinin işıqlanmasına potensial elektrodun əyrilik radiusunun, qazın təzyiqinin və katodda yerləşdirilən müxtəlif konfigurasiyalı dielektrik başlıqların təsirlərinin öyrənilməsinə həsr olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, oxun sonuna nəzərən dielektrik başlıqların vəziyyətlərinin dəyişdirilməsi, eyni

zamanda bir-birinə nəzərən və təzyiqin 5 atmosferə qədər yüksəlməsi qazboşalmasının işıqlanan sahəsini dəfələrlə genişləndirir. İonizasiyanın elektron mexanizminə baxılmışdır.

INFLUENCE OF GAS GAP PARAMETERS ON DISCHARGE ZONE OF NANOSECOND PULSED DISCHARGE IN AIR

KURBANOV E.D.

Present article by influence of radius of curvature of potential electrode, air pressure and the presence on cathode of different dielectric caps on light region of nanosecond pulsed discharge is dedicated. It is shown, that change of caps place comparatively to end of rod and each other, pressure rise till 5 atm reduces to multiple stretching of light zone. Ionization mechanism with runaway electrons is considered.