

Оглоблин Г.В. Скрынник А, Солодухин А.Д.

Амурский гуманитарно-педагогический

государственный университет,

Комсомольск на Амуре, Россия,

e-mail; g-ogloblin@yandex.ru

МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ИССЛЕДОВАНИЯ КОРОННОГО РАЗРЯДА В ПРОМЕЖУТКЕ ИГЛА - ПЛОСКОСТЬ.

В работе рассматривается техника и методика исследования структуры коронного разряда в промежутке игла-плоскость с помощью жидких кристаллов.

Ogloblin G. V.

Amur humanitarian-pedagogical

state university,

Komsomolck on Amur, Russia,

e - mail; g - ogloblin@yandex.ru

METHODOLOGY And TECHNIQUE of RESEARCH of CORONA DIGIT In INTERVAL NEEDLE is PLANE .

A technique and methodology of research of structure of corona digit are in-process examined in an interval needle-plane by means of liquid crystals.

Одной из разновидностей самостоятельного разряда в газах является коронный разряд, который возникает в резко неоднородных полях. Носителями зарядов в коронном разряде являются электроны и ионы. В зависимости от формы электродов формируется электрическое поле в разрядном промежутке. При этом различают положительную и отрицательную корону. Если коронирующий электрод положительный то считают, корона положительная, если на коронирующим электроде минус ,

корона отрицательная. При этом форма, а точнее размер коронного разряда резко отличаются друг от друга при одних и тех же параметрах процесса. При этом воздействия коронного разряда на объект можно видеть невооружённым глазом процесс сопровождается ярким голубым свечением вокруг коронирующего электрода, такой разряд получил название лавинный или в виде тонких слабо светящихся нитей – стримерный. Названия короны получили от электрических процессов, которые происходят в зоне ионизации разряда. При этом различают чехол разряда и зону дрейфа электрического разряда. Все эти процессы можно визуализировать, если применить в качестве детектора жидкие кристаллы, нанесённые на соответствующую подложку.

Исходные данные: блок питания типа «Волна», высокочастотный преобразователь типа «Разряд» из коллекции школьного физического кабинета, высоковольтные провода, электроды типа игла - плоскость, детектор на жидких кристаллах с мезофазой 40-45°C. Игла выполнена из медного провода диаметром 3мм, с сгоном его конца на конус, плоский электрод в виде алюминиевой таблетки диаметром 52 мм толщиной 20мм, рабочая плоскость электрода чернится и на неё наносятся жидкие кристаллы. При этом не следует наносить на зачернённую поверхность жидкие кристаллы сразу по мере высыхания. Необходимо дать время, допустим нитроэмаль, порядка суток для полного ухода растворителя. В противном случае жидкие кристаллы поглотят оставшиеся пары растворителя и их температурный интервал, а точнее мезофаза, будет другой. Плоский электрод прогревают до изотропного состояния жидких кристаллов, таким образом, что бы жидкость покрыла поверхность равномерным слоем и дают ему остыть. Толщина слоя порядка 200мкм. Плоский электрод размещается на мармите или поверхности с регулируемым подогревом. Собираем схему опыта, согласно которой разрядный промежуток между иглой и плоским электродом 25мм. Подаваемое напряжение на электроды 25 кВ, при токе 604мкА. Перед опытом выводим температуру мармита на 39°C-40°C и прогреваем плоский электрод, факт готовности электрода к работе красный цвет плёнки жидких кристаллов. Включаем высоковольтный преобразователь при этом на коронирующем электроде – плюс. На рис.1 показана цветовая картина электрического поля положительной короны в положении рис.1а датчик готов к эксперименту, в положении рис.1б после воздействия короны. Расстояние от коронирующего электрода до детектора подбирается таким образом, чтобы пятно короны вписалась в размер

детектора. Это даст в последующем рассчитать параметры короны по её тепловому действию.

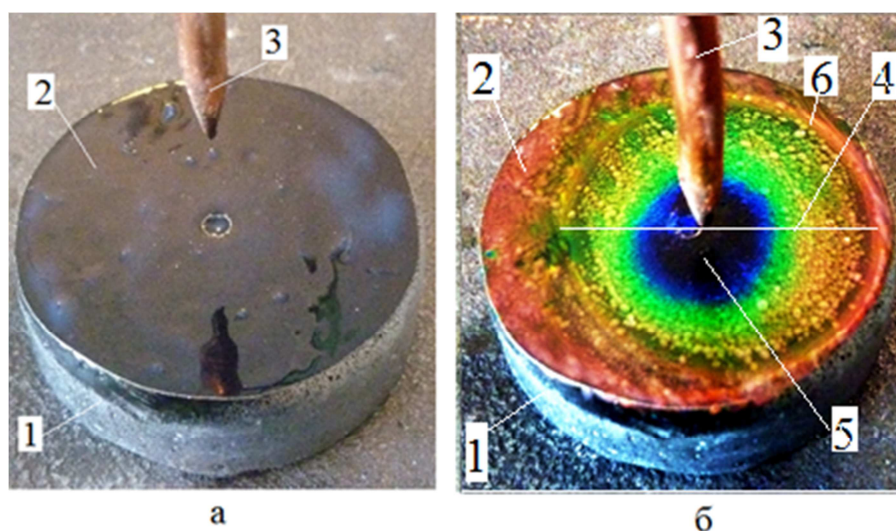


Рис.1. Тепловое поле положительного коронного разряда. а. до воздействия коронного разряда. б. после воздействия коронного разряда.

1.Алюминевое основание жидкокристаллического датчика установленное на мармите. 2. Плёнка жидкого кристалла с мезофазой 40-45°C.3.Медный электрод. 4. Диаметр коронарного пятна на датчике.5.Ультрафиолет. Зона дрейфа зарядов или канала короны.5-6 – промежуток состоящий из цветов синий, голубой, зелёный, жёлтый, красный характеризующий чехол короны.

Таким образом, мы получили срез теплового поля диаметром 38,4мм положительной короны на плоском электроде. При этом цветовая гамма даёт представление о температурном режиме по изотермам, которые можно расшифровать по градуированной шкале рис.2.



Рис.2. Градуированная шкала для термоиндикаторов 40-45°C.

Красный цвет 40°C . Оранжевый 41 °С. Жёлтый 42 °С . Зелёный 43 °С . Голубой 44 °С . Синий 45°C . Фиолетовый 45°C.

При воздействии поля коронного разряда на образец 1 рис. б покрытый жидкими кристаллами, в видимом формате формируется граница электрического поля диаметром 38,4мм. Изотермы отображают градиент температур, от края пятна к центру. По цветовой окраске этот перепад составляет порядка 6°С. Температура смещения рабочей характеристики жидких кристаллов 39°С. Температура в центре образца 45°С. Это позволяет рассчитать количество теплоты, выделенное коронным разрядом по формуле

$$Q = C_v m(t_1 - t_2), \quad (1)$$

Где $C_v = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$; m - масса образца 54.3 г, $t_1=45^\circ\text{C}$, $t_2=39^\circ\text{C}$. С другой стороны напряжение приложенное к разрядному промежутку U , ток I , время действия коронного разряда на образец T отображает количество выделенного тепла через электрические параметры

$$Q = k \cdot U \cdot I \cdot T, \quad (2)$$

приравняем правые части уравнений (1) и (2)

$$C_v m (t_1 - t_2) = k \cdot U \cdot I \cdot T, \quad \text{откуда}$$

$$U = \frac{C_v m(t_1 - t_2)}{kIT}. \quad (3)$$

Тогда:

- удельная теплоёмкость алюминия $C_v = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$;
- масса образца $m = 54,5 \cdot 10^{-3}$ кг;
- температура $t_1 = 45^\circ\text{C}$;
- температура $t_2 = 39^\circ\text{C}$;
- ток $I = 604 \cdot 10^{-6}$ А;
- время $T = 20$ с.
- расчётное напряжение $U = 24903$ В.

Для сравнения определим разность потенциалов между коронирующими электродами по методике предложенной в работе [1]

$$U = L \sqrt{\frac{JL}{\epsilon_0 k}},$$

где L –расстояние между электродами- 25 мм,
 k –подвижность заряженных частиц:

- для положительной короны $k = 1,8 \cdot 10^{-4} \frac{\text{М}^2}{\text{В}\cdot\text{с}}$;
- для отрицательной короны $k = 1,6 \cdot 10^{-4} \frac{\text{М}^2}{\text{В}\cdot\text{с}}$;

- плотность тока $J = \frac{I}{S} = 4 \cdot 10^{-2} \frac{\text{А}}{\text{м}^2}$;
- диэлектрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,854187817 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$.
- расчётное напряжение для положительной короны $U = 25039\text{В}$.

Отклонение значений первого и второго методов расчёта отличаются на 0,54%. Что говорит о возможности применения жидких кристаллов для исследования и расчёта параметров коронарного разряда. Учитывая то, что напряжение источника «Разряд» по техническому паспорту 25 кV. Выведенная формула (3) для определения электрических параметров с помощью жидких кристаллов позволяет так же рассчитать сопротивление в междуэлектродном пространстве. Запишем это выражение в следующем виде

$$R = \frac{C_V m \Delta t}{k I^2 T}, \quad (4)$$

где C_V - удельная теплоёмкость алюминия, m -масса образца находящегося в коронном разряде, Δt – разность верхней и нижней температур отображаемые жидкокристаллическим детектором, I –ток коронного разряда, T - время действия коронного разряда.

Для нашего случая имеем: $R = 41231744 \text{ Ом}$ или $R = 41,23 \text{ Мом}$. $U = 24862 \text{ В}$.

Из анализа рис1.б можно сделать вывод. что положительная корона состоит из центральной зоны рис.1б 5 по цвету глубокий ультрафиолет с наибольшей температурой 6°C и периферийной зоны в виде кольцевых изотерм, которые по всей видимости и отображают чехол короны с 5 по 6 рис.1б. Цвет каждой зоны, изотермы кроме температуры даёт информацию о плотности тока в центре, и в чехле короны.

Выводы.

- 1.С помощью жидкокристаллического детектора получена градиентная термограмма положительного коронарного разряда.
2. Выведено расчётная формула для определения напряжения, приложенного к разрядному промежутку через тепловые параметры.
- 3.Отработана техника и методика постановки опыта с положительным коронарным разрядом.
4. Показано как можно определить сопротивление в разрядном промежутке при отсутствии данных о приложенном напряжении.
- 5.Получено, в оптическом формате, подтверждение о ярко выраженной сложной структуре положительного коронного разряда: ядро-слоистый чехол.
6. Жидкие кристаллы обладают памятью, что позволяет хранить полученную информацию о коронном разряде.

Литература.

- 1.Бахтеев Ш.А. Коронный разряд в микропроводах. Алма Ата.Наука.1984.208с.

