

Оглоблин Г.В., Скакунов Г.О., Ковалёв А.В.

Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет.
Комсомольск на Амуре. Россия.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО РАЗРЯДА В РЕЖИМЕ КОРОНА-ИСКРА.

Исследован процесс воздействия высокочастотного коронного разряда на алюминиевые фольги в режиме корона - искра.

Ogloblin G.V., Skakunov G.O. Kovalev A.V.

Amur humanitarian and pedagogical State University. Komsomolsk na Amure.
Russia.

STUDY OF THE HIGH-FREQUENCY DISCHARGE IN THE CROWN-THE SPARK.

The process of high-frequency corona discharge on aluminum foil in a Crown-the spark.

Для проверки и уточнения физических характеристик коронного и искрового разряда собрали установку рис.1, состоящую из источника 1 высокочастотных положительных прямоугольных импульсов с амплитудой $U = 7-25\text{kV}$. Монтажное плато 2. Диэлектрическая штанга 3 для крепления положительного электрода-игла с устройством перемещения 5. Электродинамический микрофон 6 типа МД47. На монтажное плато помещается фольга, специально обработанная чёрным лаком, жидкими кристаллами 7.

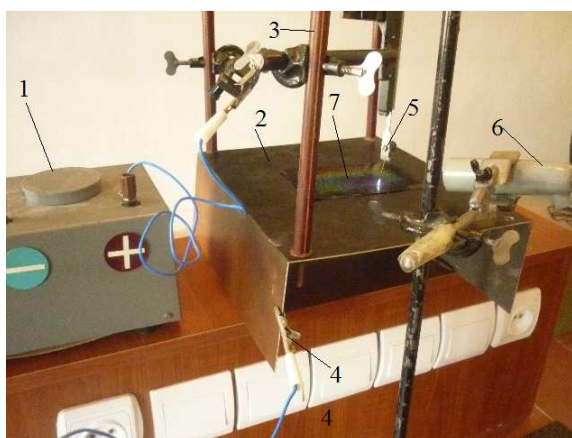


Рис. 1. Лабораторная установка для исследования воздействия коронного - искрового разряда на алюминиевые фольги. 1. Высоковольтный преобразователь на 7-25kV. 2. Монтажное проводящее электрический ток

плато. 3.Диэлектрическая штанга. 4.Отрицательный зажим преобразователя. 5.Положительный электрод типа игла с двухкоординатным преобразователем перемещения. 6.Микрофон типа МД47. 7. Фольга, покрытая жидкими кристаллами.

Электроакустические сигналы коронного, искрового разряда фиксировались с помощью датчиков. Сигнал с датчиков отображался на экране осциллографа типа С1-76. Рис.2.

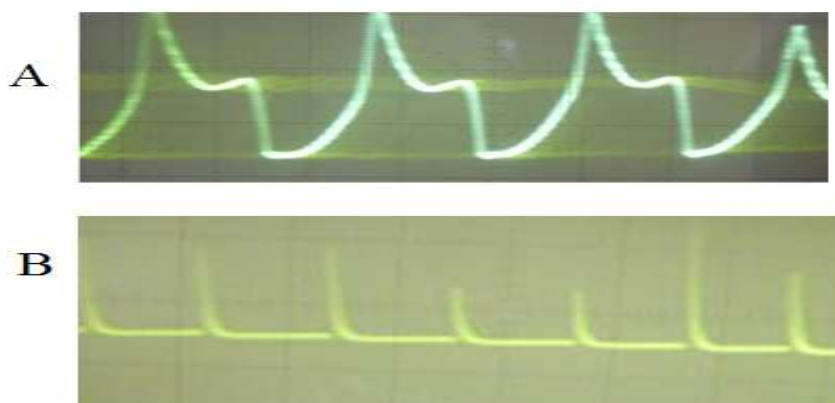


Рис.2.Форма сигнала на экране осциллографа. А. Коронного разряда. В. Искрового разряда.

Пробой межэлектродного пространства сопровождается при положительной короне громким звуком. Форма акустического сигнала представлена на рис.3.

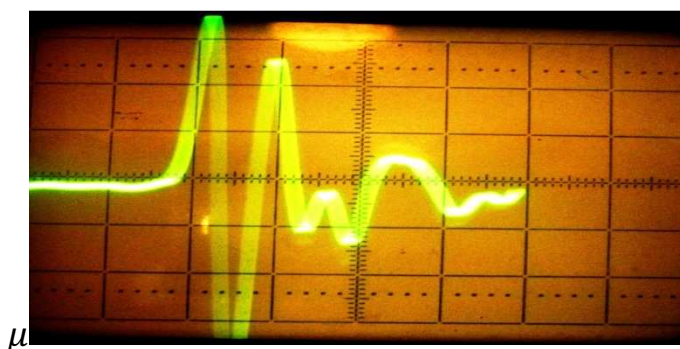


Рис.3.Осциллограмма акустического сигнала при пробое разрядного промежутка.

Анализируя полученные осциллограммы, отмечаем в относительных единицах:

-в случае коронарного разряда длительность импульса 25 делений масштабной сетки;

-в случае искрового разряда ширина импульса 2 деления

Время развёртки осциллографа $50\mu\text{с}$. Цена деления $0,5\mu\text{с}$. Тогда длительность импульса при коронном разряде $12,5\mu\text{с}$. Длительность импульса при искровом разряде $1\mu\text{с}$.

Акустический импульс затухающий. Длительность $22,5\mu\text{с}$.

В случае коронного разряда за время одного импульса выделится тепла:

$$Q_k = UIt,$$

где:

$$U=7\text{kV}=7000\text{V}, I = 200\mu\text{A} = 200 \cdot 10^{-6}\text{A}, t = 12,5\mu\text{с}=12,5 \cdot 10^{-6}\text{с}.$$

$$Q_k = 0,175 \cdot 10^{-4}\text{Дж}.$$

В случае искрового разряда за время одного импульса выделится тепла:

$$Q_{и} = UIt,$$

где:

$$U=7\text{kV}=7000\text{V}, I = 16\text{A}, t = 1\mu\text{с}=1 \cdot 10^{-6}\text{с}.$$

$$Q_{и} = 0,112\text{Дж}$$

Таким образом, при искровом разряде количество выделенного тепла в 6400 раз превышает количества тепла выделенного при коронном разряде:

$$\frac{Q_{и}}{Q_k} = \frac{0,112}{0,175 \cdot 10^{-4}} = 0,64 \cdot 10^4 = 6400.$$

С другой стороны при коронном разряде можно зафиксировать температуру иглы с помощью жидких кристаллов. На рис.4А. показан электрод в режиме коронного разряда 3, рис.4В – искрового 3. Для определения температуры электрода 1 на его поверхность нанесены жидкие кристаллы 2 холестерического типа с мезофазой $42-48^\circ\text{C}$. Температура отслеживалась по цвету жидких кристаллов 2. Как в первом, так и во втором случае температура электрода $45-46^\circ\text{C}$. При температуре окружающей среды 22°C . В тоже время при искровом разряде температура в канале разряда достигает 10^4°C [1].

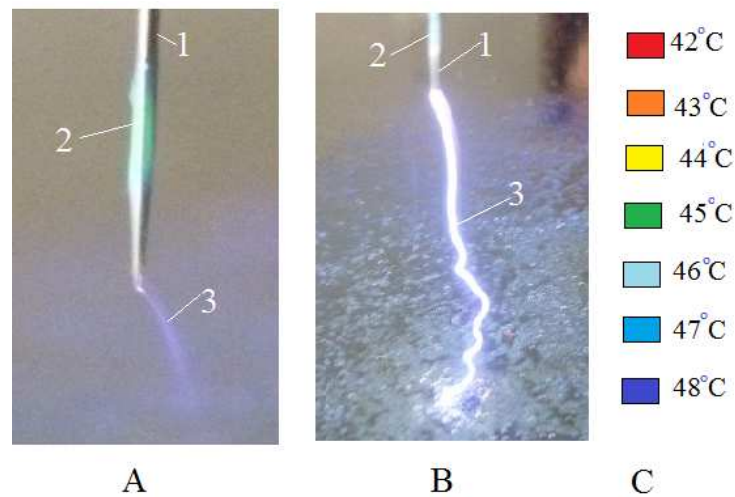


Рис.4. Положительный электрод-игла.А. Режим короны.1. Электрод типа игла. 2.Плѐнка жидких кристаллов с мезофазой 42-48°C.3.Коронный разряд.В. Режим искры.1. Электрод типа игла. 2.Плѐнка жидких кристаллов с мезофазой 42-48°C.3.Искровой разряд. С. Градуированная шкала жидких кристаллов на мезофазу 42-48°C.

Исходная температура иглы $T_1 = 22^\circ\text{C}$, температура иглы в рабочем режиме короны $T_2 = 46^\circ\text{C}$, $m = 0,9\text{г}$, $C_v = 480 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$.

$Q_k = C_v m (T_2 - T_1)$ – количество тепла выделенное на игле коронным разрядом.

$Q_{и} = C_v m (T_2 - T_1)$ – количество тепла выделенное на игле искровым разрядом.

Температура определяется по цвету жидких кристаллов в данном случае она 46°C .

Как показывает опыт при работе короны 120с:

$$\frac{Q_{и}}{Q_k} = 1 \text{ или } 1 = \frac{I_{и}t_{и}}{I_k t_k},$$

время действия искрового разряда $t_{и} = 1,5 \text{ ms}$.

Следует отметить, что разброс отпечатков искрового разряда лежит в пределах пятна коронного разряда. На рис.5 приведена иллюстрация искрового пробоя в коронном разряде. Площадь $S_{и}$, которая подвергается обработке искровым разрядом в разы меньше площади обработанной короной $S_k \gg S_{и}$.

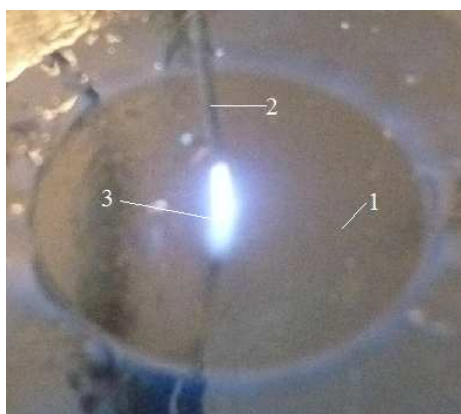


Рис.5. Переход коронного разряда в искровой разряд.1.Пятно положительного коронного разряда на жк-детекторе.2.Электрод – игла. 3.Искровой разряд

При воздействии искрового разряда происходит разрушение слоя жидких кристаллов и лакового покрытия. Зачищается поверхность фольги:

$$S = \pi R^2 N,$$

где S –площадь пятен от искрового разряда, R - средний радиус N пятен рис.6.



Рис.6. Форма отпечатка искрового разряда на фольге. Увеличение $\times 124$.

Таким образом, отработана методика исследования коронного и искрового разрядов в режиме игла - плоскость. Показан один из способов визуализации электрических и тепловых полей с помощью жидких кристаллов.

Литература.

1.Телесин Р.В., Яковлев В.Ф. Курс физики. Электричество. Учпедгиз. 1960.С.456.