

УДК 004.681.2.08

А.Ю. ЗИМОГЛЯД, Д.О. ЛЕВЧЕНКО
Національна Металургійна Академія України**АНАЛІЗ СПЕКТРІВ КОРОННОГО РОЗРЯДУ**

Розглянуто стенд для дослідження коронного розряду, а також розглянуто спектр і осцилограми при позитивному і коронному розряді, на даному стенді.

Ключові слова: Коронний розряд, висока напруга

А.Ю. ЗИМОГЛЯД, Д.А. ЛЕВЧЕНКО
Национальная Металлургическая Академия Украины**АНАЛИЗ СПЕКТРОВ КОРОННОГО РАЗРЯДА**

Рассмотрен стенд для исследования коронного разряда, а также рассмотрен спектр и осциллограммы при положительном и коронном разряде, на данном стенде.

Ключевые слова: Коронный разряд, высокое напряжение

A. Y. ZIMOGLYAD, D.O. LEVCHENKO
National Metallurgical Academy of Ukraine**ANALYSIS OF CORONARY DISCHARGE SPECTRA**

The stand for the investigation of the corona discharge is considered, the spectrum and oscillograms for a positive and corona discharge, at this stand too.

Key words: Corona discharge, high voltage

Постановка проблеми

Коронний розряд знайшов своє застосування в різних галузях науки і техніки. Коронний розряд застосовується для поверхневого легування металів і напівпровідників, для очищення газів від пилу в складі електростатичних фільтрів, для діагностики станів конструкцій. Широке застосування коронного розряду в різних галузях, призводить до необхідності його моделювання.

Струм, що проходить через електроди анода і катода, при коронному розряді має імпульсний характер, і цей характер проявляється аж до іскрового пробою проміжку. Імпульсний струм, що виникає при позитивній та негативній короні, суттєво відрізняється.

Слід зауважити, що при позитивному коронному розряді, проявляється ефект так званої спалахової корони, а при негативному коронному розряді проявляються імпульси Трічеля. Причиною різної поведінки імпульсного струму в позитивній та негативній короні імовірно служать різні іонізаційні процеси, і так само різний розподіл просторового заряду між електродами.

Моделі, що використовуються для опису поведінки коронного розряду, мають або емпіричний характер, або використовують фізичні закони, але накладаються досить суворі обмеження на граничні умови [1, 3]. Таким чином, для реалізації можливості оперативного управління коронним розрядом, а також ідентифікації його параметрів необхідно створення нових моделей. У той же час, синтез нових моделей потребує вирішення питання адекватності, тобто необхідно мати можливість отримати інформацію з реального фізичного експерименту у заданих умовах. У випадку високовольтного розряду проведення експерименту ускладнюється необхідністю уникати пошкодження лабораторного обладнання, водночас з отриманням достовірних даних [5].

Мета дослідження

Виходячи з вищевикладеного, створення лабораторного обладнання для аналізу адекватності моделей коронного розряду, яке би дозволило отримати інформацію, необхідну для такого аналізу, є актуальною задачею. Також, для перевірки працездатності розробленого стенду потрібно провести деяку кількість експериментів, які б показали можливість отримання даних у відомих режимах розряду.

Викладення основного матеріалу дослідження

Безпосереднє вимірювання струму в умовах високовольтного розряду викликає певні труднощі, у першу чергу пов'язані з можливістю ушкодження обладнання. З іншого боку, для отримання частотних характеристик немає потреби безпосереднього контакту – доцільно використовувати електромагнітний зв'язок з розрядом. Тому, у цьому експерименті поруч з коронним розрядом, на відстані 15 см встановлювалася антена, підключена до осцилографа. Антенною слугує мідний дріт в гумовій ізоляції діаметром 1 мм, довжиною 10 см (рис. 1). За допомогою цифрового осцилографа з можливістю запису

значень відліків на USB-носії знімаються дані при позитивній та негативній короні. Далі отримані дані обробляються на комп'ютері. Осцилограф захоплює діапазон частот від 0 — 50 МГц, з частотою вибірки даних в 10^8 Sa/s (відліків на секунду).

Для реалізації можливості керувати умовами експерименту був зібраний розрядний термінал (рис. 2). Матеріалом для збірки в основному був текстоліт і фторопласт, так як ці два матеріали є якісними діелектриками. На підставці з фторопласту кріпляться клеми для подачі високої напруги, там же кріпиться один електрод у формі циліндра 25 мм зі сталі, і стійка під регульований електрод. Даний розрядний термінал дозволяє регулювати відстань між електродами. Також існує можливість закріплювати різні електроди.

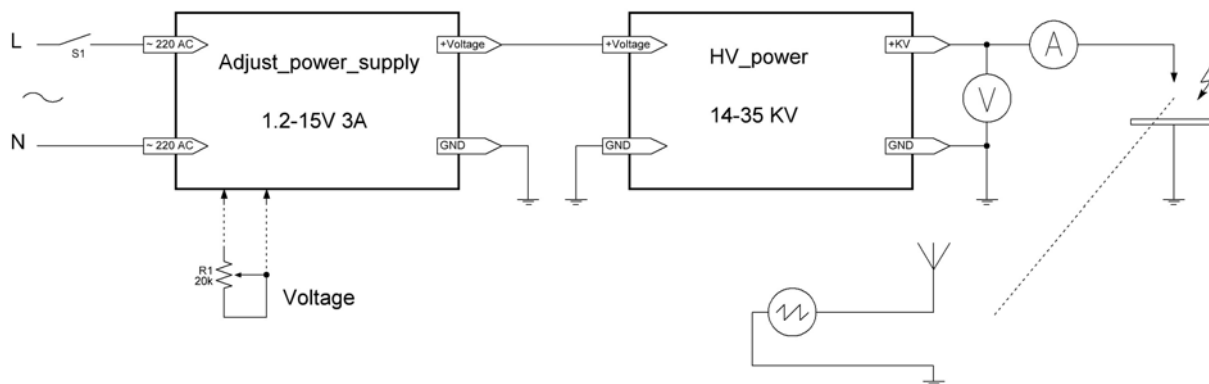


Рис. 1. Структурна схема проведення дослідів

Можливість закріплювати електроди різного діаметру знадобиться в подальших дослідів, оскільки площа електродів безпосередньо впливає на коронний розряд.

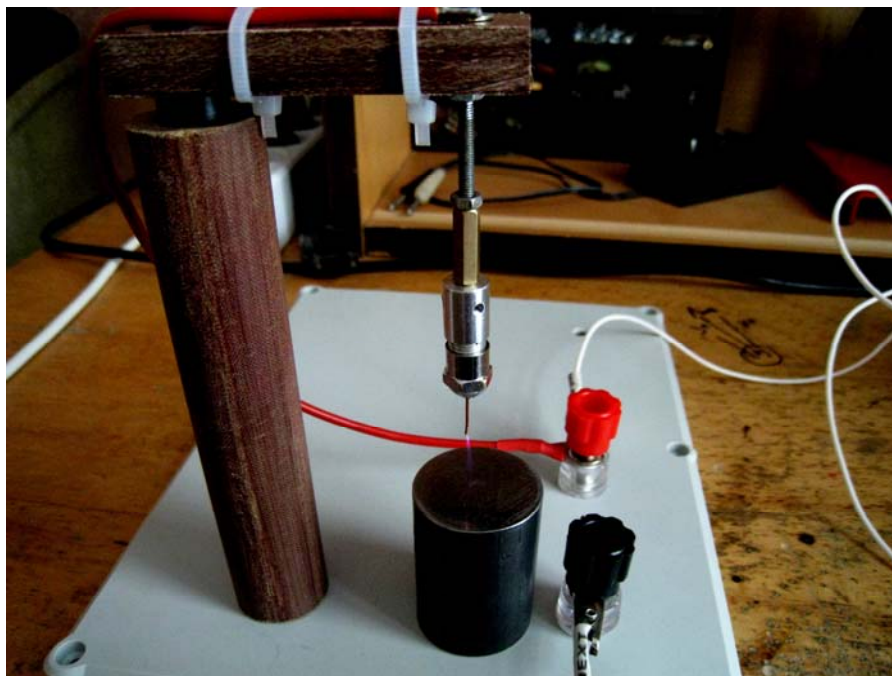


Рис. 2. Розрядний термінал

Отримані осцилограми сигналів, що наводилися на антену при позитивній та негативній короні показані на рис. 3, 4. Осцилограма наведення на антену при негативній короні, дуже близька за формою до відомої форми імпульсів Трічеля. При цьому проявляється їх регулярний характер, який пояснюється тим, що при зростанні лавин від вістря катода близько самого вістря розташовується позитивний просторовий заряд, а трохи віддалік – негативний. Якщо це електрони, то вони притягуються до анода. Щільність негативного заряду вістря дуже низька, через це екрануюча дія на поле вістря не відбувається. Просторовий

заряд негативних іонів слабшає, поле вістря, розмноження лавин і струм загасає, далі зовнішнє поле відновлюється, і створюються умови для нового імпульсу.

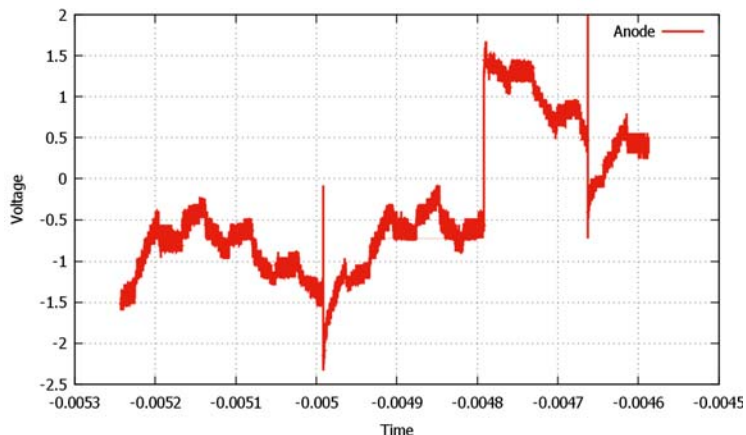


Рис. 3. Осцилограма наведень на антену при позитивній короні

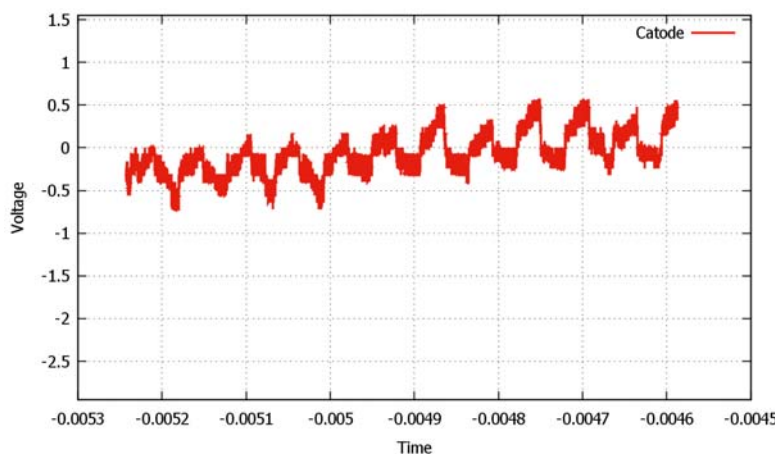


Рис. 4. Осцилограма наведень на антену при негативній короні

Осцилограма наведення на антену при позитивній короні виглядає куди більш складно, але в ній теж помітна деяка періодичність. Для визначення цієї періодичності, а так само виділення області частот в яких лежить сигнал, на основі даних заміряних осцилографом були побудовані спектри для позитивної та негативної корони (рис. 5, 6). Як видно з отриманих спектрів, як у негативній, так і у позитивній короні є певний періодичний сигнал в області 17 кГц, причому в негативній короні він має більше значення за амплітудою. Так само з отриманого спектра позитивної корони можна явно побачити велику кількість гармонік, які розташовані на частотах до 10 кГц, з кроком в 0.23 кГц.

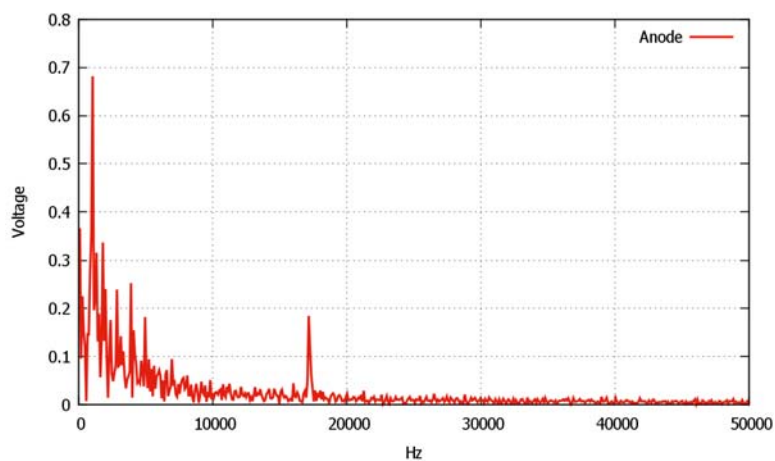


Рис. 5. Спектр наведення на антену при позитивній короні

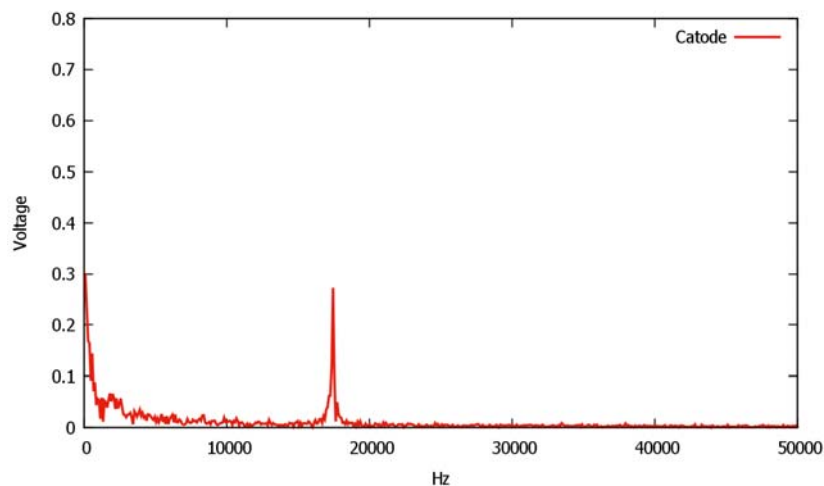


Рис. 6. Спектр наведення на антену при негативній короні

Попереднє вимірювання показало деякий періодичний сигнал в області 17 кГц, який більш виражений при негативній короні, так само в спектрі позитивної корони можна явно побачити гармоніки, які розташовані на частотах до 10 кГц, з кроком в 0.23 кГц. Ці отримані дані вказують на можливість подальших вимірювань і вивчення цих гармонік.

Висновки

Створене лабораторне обладнання дозволило отримати інформацію, необхідну для подальших досліджень. Які в свою чергу можуть бути використані, для аналізу адекватності моделей коронного розряду. Була зроблена перевірка працездатності розробленого стенду на низці експериментів, які показали можливість отримання даних у відомих режимах розряду.

Також, після проведеного попереднього дослідження, а так само спостереження на форму сигналу наведення і її спектр, можна сказати про явну відміну між позитивною і негативною короною. Що, в свою чергу, дозволяє зайнятися подальшими вимірами в даній області.

Список використаної літератури

1. Райзер Ю.П. Физика газового разряда / Ю.П. Райзер – М.: Наука, 1992. – 434 с.
2. Хоровиц П. Искусство схемотехники. Часть 2 / П. Хоровиц, У. Хилл. – М.: Мир, 1995. – 590 с.
3. Фейнман Р.П. Фейнмановские лекции по физике / Р.П. Фейнман, Р.Б. Лейтон. – Ч.5 – М.: Мир, 1977. – 300 с.
4. Новиков О.Я. Устойчивость горения электрической дуги / О.Я. Новиков, В.Н. Ярыгин. – М.: Наука, 1992. – 197 с.
5. Кузнецов Э.И. Методы диагностики высокотемпературной плазмы / Э.И. Кузнецов, Д.А. Щеглов – М.: Москва, 1980. – 198 с.