

## РОЗДІЛ 7. ТЕХНІКА І ЕЛЕКТРОФІЗИКА ВИСОКИХ НАПРУГ

### ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСТКОВИХ РОЗРЯДІВ ПРИ ВПЛИВІ НАПРУГИ ЗМІННОГО ТА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Троценко Є.О., к.т.н., доц., Бржезицький В.О., д.т.н., проф., Проценко О.Р., к.т.н., доц., Малафійчук Л.В., студентка, Михалицький В.Л., студент  
*КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра теоретичної електротехніки*

**Вступ.** Розвиток електропередач постійного струму на даний час відбувається в усьому світі, зокрема і в Європі [1]. Для передачі електричної енергії на значні відстані від великих гідро- і вітрових електростанцій в електропередачах постійного струму широко використовуються кабельні лінії. У зв'язку з цим відновився інтерес до явища часткових розрядів в ізоляції кабельних ліній електропередач постійного струму [2]. Література з тематики часткових розрядів, яка ще декілька років назад могла вважатися базовою [3], відповіді на нові питання дати не може.

**Мета роботи.** Лабораторний експеримент та порівняння часткових розрядів, що виникають при напрузі змінного та постійного струму.

**Матеріали і результати досліджень.** Дана робота є продовженням циклу робіт кафедри по дослідженню часткових розрядів при різних формах прикладеної напруги [4-6]. Огляд [7] показує, що практично всі сучасні системи вимірювання часткових розрядів використовують два основні типи схем виявлення часткових розрядів: пряму й балансову. Для дослідження часткових розрядів при різних формах прикладеної напруги на кафедрі була зібрана спеціальна установка, яка відповідає прямому методу виявлення часткових розрядів. Ця установка описана в [6] і тому тут детально розглядатися не буде. Об'єкт фізичного моделювання часткових розрядів представляє собою міжелектродний проміжок, що складається з двох співвісних циліндричних електродів з електротехнічним картоном товщиною 2,0 мм між ними. Зовнішні поверхні електротехнічного картону містять численні повітряні порожнини. Циліндричні електроди мають різні діаметри (25 мм і 70 мм). Висока напруга прикладена до верхнього циліндричного електрода меншого діаметра. Часткові розряди виникають в області з найбільшою напруженістю поля – у повітряних порожнинах у картоні біля поверхні верхнього електрода.

Для реєстрації імпульсів часткових розрядів використовувався цифровий осцилограф PC-OSCILLOSCOPE, модель ISDS220B (виробник INSTRUSTAR). Зв'язок осцилографа з персональним комп'ютером здійснювалася через USB-Інтерфейс.

Вимірювання були проведені для сухого зразка електротехнічного картону.

Приклади отриманих осцилограм часткових розрядів показані на рис. 1 і рис. 2. При цьому жовтим кольором показані зареєстровані імпульси часткових розрядів, а яскраво-синім кольором показана крива напруги, що прикладена до ізоляційного проміжку.

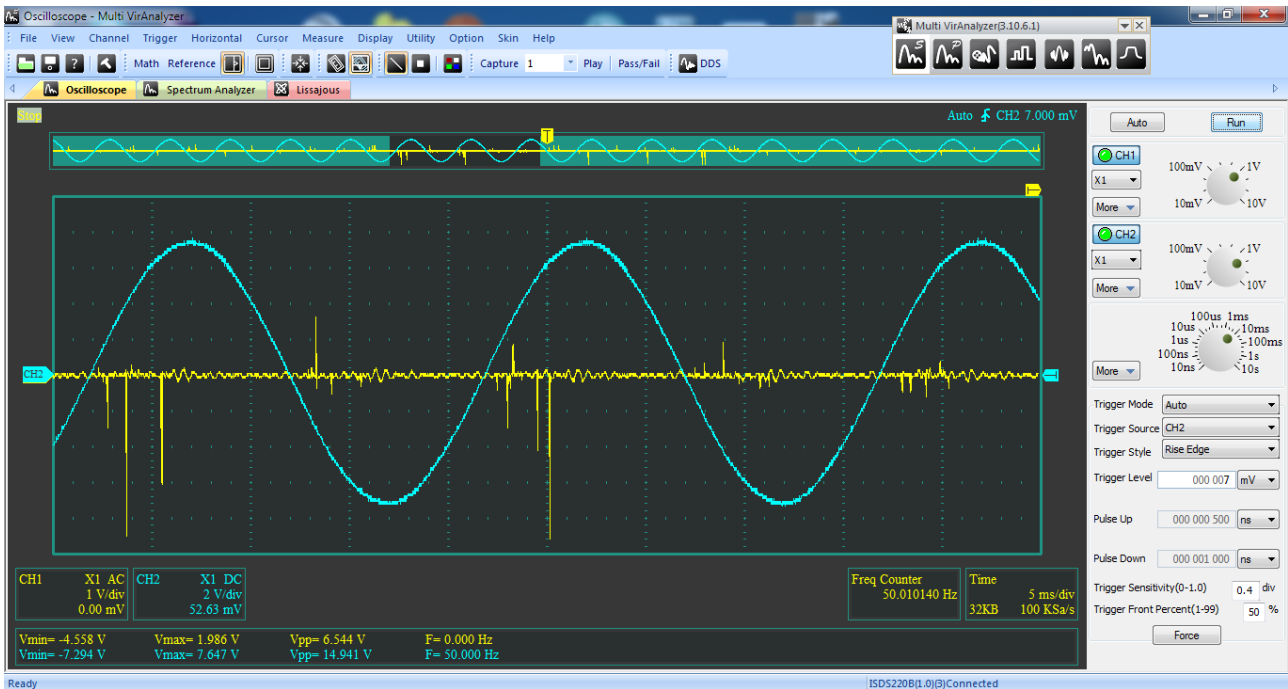


Рисунок 1 – Часткові розряди при напрузі змінного струму

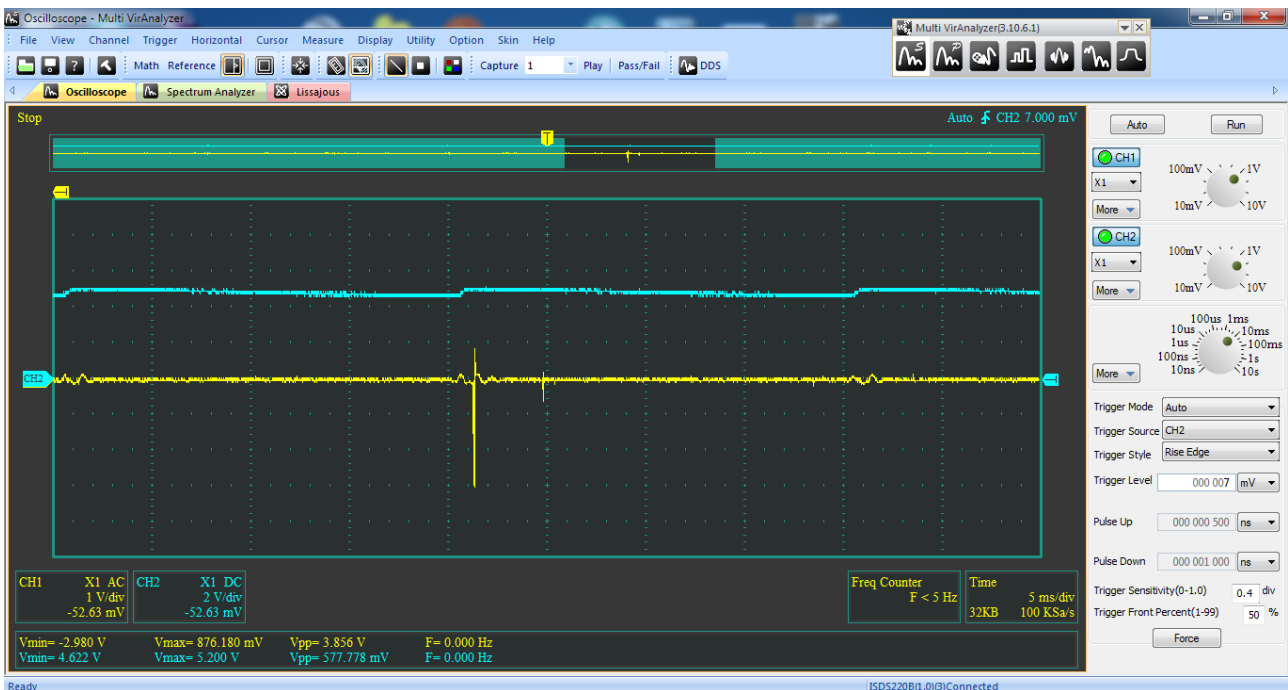


Рисунок 2 – Часткові розряди при напрузі постійного струму

Як видно з рис. 1 в ізоляційному проміжку виникають імпульси часткових розрядів різної амплітуди. Крім того, отримана осцилограма демонструє ефект полярності. Зокрема, у різні півперіоди синусоїди прикладеної напруги, частота проходження імпульсів часткових розрядів, а також амплітудні значення імпульсів часткових розрядів значно відрізняються. Наведена осцилограма відноситься до випадку, коли повітряні порожнини, в

яких виникає електричний пробій (частковий розряд), знаходяться біля поверхні високовольтного електрода.

Амплітудне значення прикладеної напруги на рис. 1 становить 7,6 кВ (відповідно, діюче значення становить 5,3 кВ).

Для того, що можна було співставити результати вимірювань при напрузі змінного і постійного струму, значення прикладеної напруги постійного струму було прийнято рівним 5,3 кВ. Приклад отриманої осцилограми часткових розрядів при напрузі постійного струму показаний на рис. 2.

Отримані осцилограми наочно демонструють основні відмінності між частковими розрядами при напрузі змінного та постійного струму.

В роботі наведені результати експериментального дослідження часткових розрядів, які виникають в зразку електротехнічного картону при високій напрузі змінного струму частотою 50 Гц і напрузі постійного струму. Результати вимірювань показують, що часткові розряди при напрузі змінного та постійного струму (за рівних середньоквадратичних значень) суттєво відрізняються.

**Висновки:** Кількість часткових розрядів при напрузі постійного струму суттєво менша, ніж при напрузі змінного струму. Амплітуда імпульсів часткових розрядів при напрузі постійного струму також дещо нижча ніж при напрузі змінного струму. Зокрема, в експерименті максимальна амплітуда імпульсів часткових розрядів при напрузі змінного струму становить 4,56 В, а при напрузі постійного струму 2,98 В. Результати, отримані в даній роботі, можуть бути використані в подальшому як при підготовці магістерських дисертацій студентів-співавторів даної роботи, так і для удосконалення лабораторних робіт з дисципліни "Діагностика стану електротехнічного обладнання" та "Техніка високих напруг".

#### Перелік посилань

1. Gellings C. W. A globe spanning super grid // IEEE Spectrum. 2015. vol. 52, no. 8, pp. 48-54.
2. Fard M. A., Farrag M. E., McMeekin S. G., Reid A. J. Partial discharge behavior under operational and anomalous conditions in HVDC systems // IEEE Transactions on dielectrics and electrical insulation. 2017. Vol. 24, No. 3. pp. 1494-1502.
3. Вдовико В. П. Частичные разряды в диагностировании высоковольтного оборудования. Новосибирск: Наука, 2007. 155 с.
4. Trotsenko Y., Brzhezitsky V., Protsenko O., Chumack V., Haran Y. Simulation of partial discharges under influence of impulse voltage // Technology audit and production reserves. 2018. Vol. 1, No. 1 (39). pp. 36-41.
5. Trotsenko Y., Brzhezitsky V., Protsenko O., Chumack V., Haran Y. Effect of voltage harmonics on pulse repetition rate of partial discharges // Technology audit and production reserves. 2018. Vol. 2, No. 1 (40). pp. 37-44.
6. Trotsenko Y., Brzhezitsky V., Protsenko O., Chumack V., Haran Y. Experimental study and modeling of partial discharge detection system // Technology audit and production reserves. 2018. Vol. 4, No. 1 (42). pp. 17-22.
7. Gulski E. Digital analysis of partial discharges // IEEE Transactions on dielectrics and electrical insulation. 1995. Vol. 2, No. 5. pp. 822-837.