

УДК 519.688

О.А. СЕРКОВ, М.Ю. ТОЛКАЧОВ

*Національний технічний університет «ХПІ», Україна***МЕТОДИКА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПРИБОРІВ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ**

В статті розглянуто один із методів підвищення ефективності працездатності пристроїв блискавкозахисту. Наведено аналіз існуючого стану справ та запропоновано метод штучного спрямування розряду блискавки на блискавковідводи, яке здійснюють шляхом створення позитивних іонів повітря у найбільш критичних місцях захисної системи.

розряд блискавки, електромагнітне випромінювання, активна захисна система, блискавкозахист, дієздатність

Вступ

Задача забезпечення надійної та безпечної роботи технічних пристроїв вимагає впевненого захисту їх від ушкоджень під час грозової діяльності. При цьому порушення надійної роботи систем викликає як безпосередній розряд блискавки, так і електромагнітне випромінювання, що супроводжує цей процес.

Постановка проблеми. Механізм виникнення розряду блискавки пов'язан із виникненням у нижній частині хмари електричних зарядів негативної полярності від одиниць до декількох сотень кулон та позитивних зарядів у верхній її частині. При перевищенні напруженості електричного поля деякого критичного значення, виникає розряд блискавки, який спрямовано до землі, чи навпаки – від землі до хмари. З огляду на те, що розряд ступенями пробивається до землі, заряд хмари зменшується, а напруженість електричного поля у поверхні землі зростає. На точках, які розташовано найвище від поверхні землі, виникає коронний розряд та формується лідер, який спрямовано вгору. Під час зустрічі із лідером, який спрямовано до низу, починається інтенсивний процес нейтралізації електричного заряду, що накопичився у хмарі. Нейтралізація здійснюється по іонізованому каналу кінцевого розряду, значення імпульсного струму у якому сягає десятків/сотні кілоампер. Ефективний захист від дії стру-

му блискавки ускладнюється випадковістю часу та місця виникнення розряду.

Метою статті є розробка методики підвищення ефективності працездатності пристроїв блискавкозахисту на ґрунті використання активних захисних систем.

Аналіз літератури. Проведений аналіз статистичних даних [1] дозволив зробити висновок про те, що негативна полярність розрядів блискавки значно більш ймовірна, ніж позитивна. Це стосується також і багатократних розрядів блискавки при негативній полярності. При цьому багатократні розряди блискавки позитивної полярності мало ймовірні. У зв'язку з тим, що тривалість фронту імпульсу струму блискавки для негативного, спрямованого до низу, розряду значно менша, ніж для позитивного розряду, спрямованого догори, то електромагнітне поле, яке його супроводжує, є найбільш небезпечним для технічних пристроїв. Таким чином, при проектуванні захисних систем для оцінки необхідної кількості місць розташування блискавковідводів орієнтуємося на розряди блискавки, що спрямовані до низу. Середньостатистична величина амплітуди струму таких розрядів складає 34 кА, а швидкість зростання фронту імпульсу – 39 кА/мкс. [2].

Величина еквівалентної частини площі, яку захищає конструкція, залежить від ряду факторів. До най-

важливіших з них відносять висоту конструкції, розташування її по відношенню до навколишнього оточення, грозова активність у обраній місцевості, статистичними характеристиками електричних параметрів блискавки [2].

Вплив висоти захищеної конструкції по відношенню до навколишнього середовища обумовлено тим, що навколишні предмети можуть, з одного боку екранувати захищувану конструкцію чи об'єкт від блискавки, чи навпаки – посилювати інтенсивність розрядів блискавки по конструкції, спрямовуючи на неї розряд блискавки.

Одним із ефективних методів штучного спрямування розряду блискавки на блискавковідводи є використання активних систем блискавкозахисту [3, 4].

З огляду на існуючий механізм виникнення грозового розряду, штучне ініціювання каналу розряду в системі блискавкозахисту дозволить підвищити дієздатність існуючих пристроїв захисту. Здійснити штучне ініціювання можливо декількома способами. Так в роботі [4] розряд блискавки на блискавковідвід ініціюють протяжним оптичним пробоєм та здійснюють за допомогою імпульсного інфрачервоного лазера. Одночасно цей лазер використовують у складі системи оптичної локації зон із критичними градієнтами напруженості у нижній частині грозових хмар. Та навпаки.

В роботі [3] пропонують штучно запобігти виникненню каналу розряду. Це здійснюють за допомогою вбудованого пристрою, що виробляє активну і пасивну плазму. Високощільну плазму, яку вироблено активним плазменним генератором, розпосюджують крізь труби до кінцевок стержнів, які розташовано у зоні виникнення коронного розряду. Плазмена суміш розсіює електричні заряди, які виникли за рахунок електричного поля хмари та нейтралізує їх. Напруженість електричного поля у навколишньому просторі зменшується, зменшуючи таким чином ймовірність розряду блискавки на об'єкт захисту.

Основна частина

Для створення гарантованого каналу розряду блискавки у зоні дії блискавковідводу слід штучно створити та підтримувати напруженість електричного поля позитивної полярності, яка близька до критичної позначки. Це можливо створити за рахунок активного утворення позитивних іонів повітря на верхньому кінці блискавковідводу. Схема пристрою активного блискавкозахисту наведена на рис. 1. Таким чином, у каналі відведення струму блискавки 1 створюється розрив, в який підключають вторинну обмотку імпульсного трансформатора 2 та паралельно їй підключають розрядник 3. Обидві первинні обмотки імпульсного трансформатора підключають через діоди до відповідних генераторів імпульсної напруги. Один з генераторів 4 видає однополярні позитивні імпульсні сигнали, які створюють стабільну у часі складову напруженості електричного поля. Стабільна складова напруженості електричного поля у проміжках між імпульсами підтримує повітря на рівні, близьким до потенціалу його іонізації. У той же час амплітуди цих імпульсів недостатньо для спрацьовування розрядника, який підключено паралельно вторинній обмотки імпульсного трансформатора.

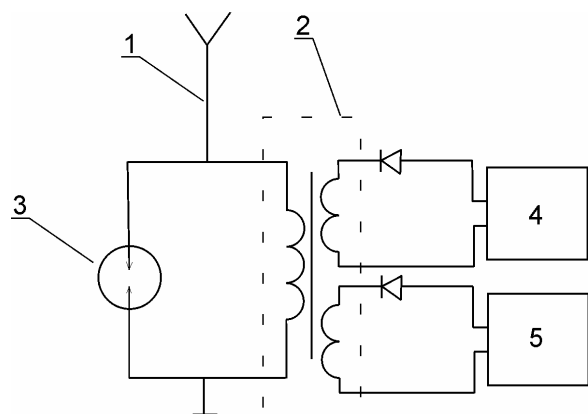


Рис. 1. Схема пристрою активного блискавкозахисту:
1 – канал відведення струму блискавки;
2 – імпульсний трансформатор;
3 – розрядник; 4 – генератор однополярних імпульсів; 5 – генератор імпульсів високої напруги

Друга первинна обмотка підключена до іншого генератора 5, який виробляє низькочастотну послідовність серії високочастотних імпульсів малої тривалості (до 25нС.) та великої амплітуди (2...3кВ). Величина амплітуди цих імпульсів достатня для інтенсивної іонізації повітря. У той же час завдяки малої тривалості та великої швидкості зростання напруги (25...30 кВ/мкС) вони не викликають спрацювання розрядника, який підключено паралельно вторинній обмотці імпульсного трансформатора. Це обумовлено тим, що при швидкостях зростання напруги більш ніж 25 кВ/мкС, час спізнення спрацювання розрядника не залежить від його типу та не перевищує 25 нС. При цьому перенапруга на розряднику повинна майже втричі перевищувати його номінальну величину [5].

Сигнали із двох первинних обмоток складаються і на вторинній обмотці імпульсного трансформатора з'являється імпульс напруги, який викликає активне створення позитивних іонів повітря та штучну перенапругу електричного поля, що сприяє створенню каналу розряду блискавки.

Розряд блискавки викликає спрацювання розрядника, тому струм блискавки по каналу відведення струму сягає системи заземлення оминаючи вторинну обмотку імпульсного трансформатора.

Висновки

Таким чином розроблена інженерна методика підвищення ефективності працездатності пристроїв блискавкозахисту на ґрунті використання активних захисних систем. Її практичне використання дасть змогу підвищити надійність роботи як існуючих, так і розробляємих систем блискавкозахисту.

Література

1. Lighting protection of structures, Part 4: Lighting current parameters. Energy Electric. – 1985. – 62, № 11. – P. 447-461.

2. Lighting protection of structures, Part 5: Probability of lightning flash on a structure. Energy Electric. – 1985. – 62, № 12. – P 462-468.

3. A Lighting protection method of integrated and passive plasma and its device. European Patent EP 1755204 A1, Int. Cl. H01T 23/00; H01T 19/00; Date of publication 21.02.2007. Bulletin 2007/08.

4. Устройство активной молниезащиты и отбора энергии молнии. Патент России. RU 2277744 С2, МПК H02H3/22; H02G 13/00. Опубл. 10.06.2006.

5. Бреславец В.С., Кравець В.О., Серков О.А. Особливості використання елементів захисту фідерних трактів телекомунікаційних мереж // Системи обробки інформації. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ, 2000. – Вип. 1 (7). – С.151-154.

6. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122 87. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 48 с.

7. ДСТУ 3571-97. Сумісність засобів обчислювальної техніки електромагнітна. Терміни та визначення. – Вид. стандартів, 1997 р.

8. Рикетс Л.У., Бриджес Дж. Э., Майлетта Дж. Электромагнитный импульс и методы защиты // Под ред. Н.А. Ухина. – М.: Атомиздат, 1979. – 328 с.

9. Серков А.А., Толкачев М.Ю. Разработка экспертной системы для оценки молниезащиты зданий и сооружений // Вісник НТУ "ХПІ". Тем. вип.: "Електроенергетика і перетворююча техніка". – Х.: НТУ "ХПІ", 2004. – № 5. – С. 16-23.

10. Серков А.А., Толкачев М.Ю. Автоматизация процессов обеспечения молниезащиты на основе программного пакета SOLIDWORKS // Радиоелектронні і комп'ютерні системи. – 2007. – № 7 (26). – С. 87-89.

Надійшла до редакції 19.02.2008

Рецензент: д-р фіз.-мат. наук, ст. наук. співр. І.В. Яковенко, Науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут «Молнія», Харків.