

НАВЕДЕНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЯК ОДИН ІЗ НЕГАТИВНИХ ВТОРИННИХ ПРОЯВІВ РОЗРЯДУ БЛИСКАВКИ НА НАЗЕМНІ ОБ'ЄКТИ

В.І. Гудим, д.т.н., проф., В.В. Янків, (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

Б.М. Юрків, (ПАТ "Львівобленерго")

Розряд блискавки в наземний об'єкт є небезпечним не лише через первинні прояви (електричні, термічні чи механічні), але і вторинні, внаслідок дії на об'єкт електромагнітного поля струму блискавки, яке викликає в провідниках імпульси перенапруги мікросекундної тривалості, які в декілька разів перевищують допустимі параметри [1].

Якщо ще донедавна для захисту електрообладнання від дії блискавки достатньо було влаштувати лише зовнішній блискавкозахист, то на сучасному етапі у зв'язку з насиченням не лише промислових об'єктів, але й побуту та офісів, сучасною технікою, виконаною на мікропроцесорних елементах, необхідно також влаштовувати систему внутрішнього блискавкозахисту, що включає в себе цілий комплекс заходів із екранування, вирівнювання потенціалів та застосування пристроїв захисту від імпульсних перенапруг [2]. Тому сучасна система блискавкозахисту різних об'єктів – це цілий комплекс технічних засобів зовнішнього та внутрішнього блискавкозахисту, структура та параметри яких скоординовані між собою та щоразу вдосконалюються.

Негативні наслідки від удару блискавки в наземний об'єкт залежать не лише від параметрів самої блискавки, але і від конструктивних та технологічних особливостей об'єкту (наявністю вибухо- та пожежонебезпечних середовищ, вогнестійкості конструкцій, підведених комунікацій та їх розміщенням всередині об'єкту і т.д., які можуть потрапити під вплив вторинних проявів грозорозрядів).

Під час проектування систем внутрішнього блискавкозахисту необхідно проводити розрахунок наведеного потенціалу на суміжних до уражуваного об'єктах, який небезпечний для електрообладнання не лише через загрозу пробиття ізоляції та пошкодження електрообладнання, але і через можливе іскріння, яке виникає між сусідніми контурами внаслідок наведеного потенціалу різних величин, а також у місцях розривів контурів, що може призвести до виникнення іскри чи дуги, котрі є джерелом запалювання.

З 1 січня 2009 року в Україні введений стандарт ДСТУ Б В.2.5-38:2008 "Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд" [2], в якому, як і в колишньому РД 34.21.122-87 "Інструкція по устройству молниезащиты зданий и сооружений" [3], не наведено жодних методик щодо оцінки наведеного потенціалу, хоча на практиці такі прояви досить часто мають місце. На відміну від стандарту України, в стандарті Міжнародної електротехнічної комісії IEC 62305-4:2006. Protection against lightning. Part 4. Electrical and electronic systems, within structures [4], наведено опис та деякі підходи щодо врахування наведених потенціалів для досить обмежених випадків.

Цим питанням також присв'ячено ряд робіт спеціалістів різних країн, де описано можливі впливи грозових розрядів [5, 6], проте на практиці вони можуть мати обмежена застосування, оскільки, наприклад в [5], не завжди наводяться методи обчислення та оцінки коефіцієнтів електромагнітного зв'язку, що не дозволяє отримати кількісну оцінку наведених потенціалів.

У зв'язку з цим вимагаються додаткові дослідження та вдосконалення підходів для оцінки наведених потенціалів.

У випадку розряду блискавки в систему блискавкозахисту будівлі, по провідниках блискавкозахисної системи струм блискавки стікає в землю, завдяки чому на поряд розміщених провідниках електромагнітним шляхом наводиться високий потенціал.

Вибираючи оптимальне взаємне розташування провідників систем блискавкозахисту та елементів внутрішніх комунікацій (електрична мережа, провідники зв'язку, газопроводи, тощо), можна значно зменшити негативний вплив струму блискавки.

Для розв'язання поставленої задачі сформовано математичну модель, яка верифікована шляхом порівняння даних експериментальних досліджень процесів грозорозрядів в реальних умовах [1] та забезпечує параметри стандартизованих імпульсів струму блискавки. Під час моделювання визначальним є забезпечення адекватності вольт-амперної характеристики грозорозрядного проміжку, що дозволяє отримати реальні значення напруг і струмів в залежності від часу.

Розрахункова схема для моделювання процесів грозорозрядів містить дві підсхеми, перша з яких представляє елементи основного контуру для опису процесів розряду блискавки в зовнішню систему блискавкозахисту і включає джерело грозорозряду у вигляді зарядженого конденсатора, нелінійного динамічного опору стовпа дуги блискавки, активного та індуктивного опорів, які описують параметри провідників систем блискавкозахисту та імпульсного опору контуру заземлення. Друга підсхема відображає елементи внутрішніх комунікацій будівлі, елементами якої є лінійні резистивні та індуктивні елементи, хоча можуть бути враховані і нелінійності. Зв'язок між двома підсхемами описується з допомогою коефіцієнту взаємоіндуктивного зв'язку, який, зокрема, залежить від взаємного розташування провідників.

Математична модель, сформована на основі фундаментальних законів електротехніки та електромагнітних явищ, забезпечує адекватне відтворення процесів грозорозряду і дозволяє отримувати кількісні величини напруг і струмів в залежності від часу в контурах та на елементах систем блискавкозахисту.

За результатами багаточисельних математичних експериментів встановлено, що в залежності від величини струму блискавки і взаємного розміщення провідників системи блискавкозахисту та електроживлення, величина наведеної напруги у вторинних контурах може досягати декілька кіловольт, що багатократно перевищує можливості ізоляційних матеріалів, внаслідок чого майже завжди пошкоджується офісна та електропобутова техніка.

Аналіз електромагнітних процесів, здійснених шляхом математичного моделювання, дозволив значно глибше зрозуміти процеси та явища, які відбуваються в реальних умовах за грозорозряду та розробити рекомендації щодо вдосконалення методів зменшення негативного впливу від наведених потенціалів.

Література

1. Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Физика молнии и молниезащиты. – Москва.: Физматлит. – 2001. -320с.
2. ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 63 с.
3. РД 34.21.122-87 “Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений”. - М: Энергоатомиздат.- 1989.-56 с.
4. IEC 62305-4:2006. Protection against lightning. Part 4. Electrical and electronic systems, within structures. – Geneva, Switzerland: Publication IEC, 2006. – 101 p.
5. Кравченко В.И. Грозозащита радиоэлектронных средств: Справочник. – М.: Радио и связь, 1991. – 264 с.
6. Andrzej Sowa. Kompleksowa ochrona odgromowa i przepięciowa. - COSIW SEP, 2005. - 306 s.