

# КОНЦЕПЦІЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ БУДИНКУ

*Філіпович М. О., студ. (гр. ЕТ-11, ФЕА КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

**Анотація.** У статті розглянуто основну концепцію побудови ефективної системи блискавкозахисту будинку відповідно до стандартів ДСТУ EN 62305. Наведено конструктивне виконання базових складників системи: блискавковідводів, струмоприймачів, системи захисту від імпульсної перенапруги і вирівнювання потенціалів, а також захисного заземлення.

**Ключові слова:** безпека, наслідки, проектування.

**Abstract.** The article discusses the basic concept of building an effective lightning protection system for a house in accordance with DSTU EN 62305 standards. The design of the basic components of the system is presented: lightning rods, current collectors, surge protection and equipotential bonding systems, as well as protective grounding.

**Keywords:** safety, consequences, design.

**Вступ.** Безпека життєдіяльності людини визначається великою мірою процесами, які відбуваються в оточуючому природному середовищі. Фахівці досі неспроможні знайти повністю надійних засобів задля унеможливлення ризиків від виникнення блискавки та обмеження її первинних і вторинних небезпечних проявів. У середньому на планеті кожну секунду виникають 50...100 блискавок. На нинішньому етапі розряди блискавки становлять загрозу не тільки будівлям та індивідуумам, а також технологічному складному обладнанню та електронним системам захисту, які часто є складниками життєва важливих систем та порушення роботи яких може призвести до катастрофічних наслідків. Чутливі телекомунікаційні мережі також потребують надійного захисту. Прихованою загрозою для таких систем є не тільки прямі удари блискавки. Набагато більшої шкоди сучасним електронним засобам завдають перенапруги, зумовлені дистанційним впливом розрядів блискавки. Під час грози за короткі проміжки часу виробляється велика кількість енергії. Імпульсні перенапруги потрапляють у будівлю через дроти або будь-які струмопровідні з'єднання та спричиняють серйозні ушкодження.

**Аналіз стану питання.** Фізична природа блискавки спричинена розділенням зарядів в межах однієї хмари чи між окремими хмарами. 90% усіх розрядів блискавок відбувається між хмарою та поверхнею землі. Блискавка зароджується в негативно зарядженій частині хмари та рухається до позитивно зарядженої поверхні на землі. Напруженість електричного поля за якою відбувається розряд, залежить від ізоляційної здатності повітря і становить від 0,5 до 10 кВ/см. Потрапляння блискавки в будівлі та комунікації призводить до серйозних наслідків і тому важливо розробляти та впроваджувати заходи до їх обмеження.

**Мета статті** – розгляд концепції побудови системи блискавкозахисту, огляд новітніх засобів системи безпеки задля її реалізації. Запропонована концепція дає можливість обмежити загрозу (ймовірність) від влучання блискавки чи звести негативні наслідки після влучання до мінімуму.

**Методики, матеріали і результати досліджень.** Захист від блискавок – це комплекс технічних рішень і спеціальних приладів, які призначені до безпеки будівлі, захисту майна та осіб, котрі знаходяться всередині будівлі [1]. Небезпека для будівель у разі прямого потрапляння блискавки може призвести до: пошкодження будівлі чи її частини; відмов електричних та електронних пристроїв, їхніх елементів всередині і поблизу будівлі; травмування живих істот, які знаходяться безпосередньо в будівлі чи поблизу неї.

Новітня концепція створення системи захисту будівель наведена у стандартах [2, 3] і побудована на визначення зон блискавкозахисту, куди саме може влучила блискавка. Встановлено чотири зони, які позначено латинською літерою S (Source – джерело пошкодження): S1 – безпосередньо в будівлю; S2 – поблизу будівлі; S3 – лінії комунікацій, які приєднані до будівлі (кабелі живлення, лінії телекомунікацій, металеві труби (газ, вода, каналізація, центральне опалення); S4 – поблизу ліній комунікацій, які приєднані до будівлі.

Така концепція заснована на положенні, що перенапруги можна поступово знижувати до безпечного рівня, попереджуючи досягнення кінцевого пристрою та завдання шкоди. Для цього вся енергетична система будівлі поділяється на зони блискавкозахисту (LPZ – Lightning Protection Zone). На кожному переході між зонами встановлюється блискавковідвід для вирівнювання потенціального зчеплення, який відповідає відповідному класу вимог.

Системи захисту поділять на зовнішні та внутрішні.

Зовнішня система – захищає будівлю від фізичних руйнувань (пожежа, розколювання, розтріскування), та живих істот у споруді від ураження електричним струмом, який протікає під дією напруги дотику чи крокової напруги. У загальному випадку зовнішній блискавкозахист складається з трьох базових елементів: блискавковідвід; струмоприймач; заземлення.

Блискавковідвід – пристрій, який перехоплює розряд блискавки. Блискавковідвід виконують зі струмопровідних матеріалів: нержавіюча або оцинкована сталь, алюміній, мідь. Струмоприймач відводить струм блискавки від блискавковідводу до системи заземлення. Кількість струмоприймачів залежить від розмірів будівлі, що охороняється, але в будь-якому випадку їх кількість не менш як два вводи. Водночас необхідно проєктувати та виконувати струмоприймачі так, щоб струм проходив за найкоротшим шляхом і без петель. Для найкращого розподілу струму блискавки струмоприймачі потрібно розташувати рівномірно за периметром зовнішніх стінок споруди. Найкращий варіант встановлення струмоприймачів – біля кутів будівельної конструкції. Струмоприймачі під'єднують до загальної системи захисного заземлення, яке встановлено навколо будівлі за вимогами електробезпеки.

Внутрішня система захищає електричні та електронні системи в будівлі від відмов чи пошкоджень, які спричиняють імпульсні електромагнітні поля блискавки (LEMP). Для цього використовують різні типи пристроїв захисту від імпульсної перенапруги. Завдання внутрішньої системи блискавкозахисту полягає в запобіганні потрапляння небезпечних розрядів (іскор) усередину будівельної конструкції – об'єкта захисту. Іскріння виникає передусім як наслідок протікання струму блискавки по провіднику (струмоприймачу). У наслідок такого процесу виникає велика різниця потенціалів між металевими і струмовідними елементами системи. Задля запобігання пошкодженню всередині конструкції потрібна система захисту від імпульсних перенапруг (SPD) і вирівнювання потенціалів.

Передусім необхідно забезпечити захист силових і телекомунікаційних мереж. Це зумовлено прямим зв'язком між зовнішньою системою блискавкозахисту, будівлею та внутрішньою системою захисту, оскільки система заземлення та вирівнювання потенціалів взаємозв'язані. За даними технічного комітету 81 Міжнародної електротехнічної комісії, 2/3 коштів, які щороку витрачаються у світі на блискавкозахист, йдуть на придбання пристроїв захисту SPD. В Україні нажалі більшість виробничих будівель не мають системи блискавкозахисту, а ті, що реалізовані, переважно мають тільки зовнішні LPZ. Яким би не був за розмірами та вартістю об'єкт відповідно до нового стандарту [4], для його ефективного захисту має бути приділена увага таким складовим системам: перехоплення; доземних провідників; земляного закінчення; система вирівнювання потенціалів (ЕВ).

Система перехоплення призначена для обмеження струму блискавки, внаслідок чого суттєво зменшується ризик фізичних руйнувань. Складається вона з довільного поєднання стрижнів та провідників, які або утворюють сітку або натягнуті над спорудою. Кожен елемент цієї системи створює навколо себе об'єм, який досить надійно захищений від блискавки. У державному стандарті [4] наведено такі інженерні методи, як метод захисного кута та метод сфери, що котиться, які дають змогу розрахувати параметри захисної схеми.

Система доземних провідників призначена для відведення струму блискавки від перехоплювачів до землі. У цьому випадку намагаються використати всі струмопровідні шляхи аби розподілити струм (а він складає десятки тисяч ампер) на якнайбільш можливу кількість паралельних ліній. Конструктивно всі доземні провідники з'єднують між собою кільцевими провідниками на позначці покрівлі та поблизу поверхні землі. Потрібно виконати розрахунки відстань між провідниками відведення, конструктивними струмопровідними частинами споруди та її інженерними системами аби запобігти виникненню розрядів між усіма частинами.

Система земляного закінчення (LPS заземлення) – це найнижча частина, яка занурена до землі, має невеликий опір (до 10 Ом) і безпосередній електричний контакт з нею [1]. Рекомендовано використовувати окремі електроди для кожного струмоприймача по одному глибокому заземлювачу довжиною 9,0 м, який прокладається на відстані 1,0 м від фундаменту споруди

(рис. 1). Мінімальний розмір заземлювального провідника типу А для класів блискавкозахисту III і IV становить 2,5 м для вертикального монтажу і 5 м для горизонтального монтажу [5]. У конструкції LPS заземлення можна використовувати: пруті сталеві оцинковані чи з нержавіючої сталі 0,20 мм; сталеві оцинковані труби чи з нержавіючої сталі 0,25 мм; плоскі провідники з оцинкованої чи нержавіючої сталі 30 x 3,5 мм.

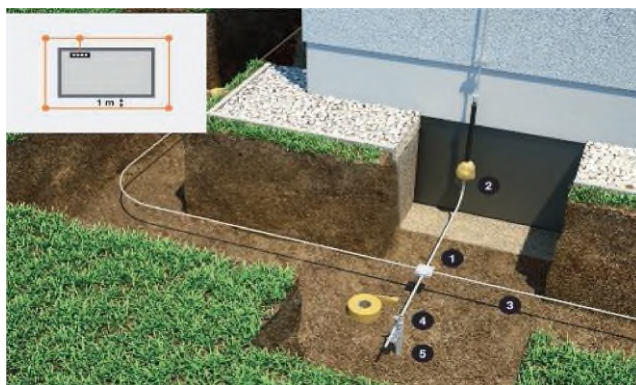


Рис. 1. Конструкція LPS заземлення: 1 – перехресний з'єднувач, 2 – антикорозійна стрічка, 3 – круглий провідник, 4 – сполучні клєми, 5 – заземлюючий стрижень

Необхідну довжину заземлювачів можна розділити на кілька довжин, з'єднаних паралельно. Залежно від типу ґрунту глибокі заземлювачі можна прокласти в землі вручну або за допомогою відповідних електричних, бензинових або пневматичних перфораторів. Усі заземлювачі потрібно приєднати до кільцевого заземлювача всередині або зовні будівлі і підключити до шини вирівнювання потенціалів.

Систему вирівнювання потенціалів (ЕВ) потрібно встановити в підвалі або на рівні землі. Система земляного закінчення стає системою заземлення у разі її з'єднання з системою ЕВ. На жаль, у великому числі вітчизняних проєктів система ЕВ взагалі відсутня. Силові та телекомунікаційні лінії під'єднують до системи ЕВ через розрядники. Мінімальні розміри для з'єднувальних елементів: мідь 16 мм<sup>2</sup>; алюміній 25 мм<sup>2</sup>; сталь 50 мм<sup>2</sup>.

Система ЕВ призначена для відвернення виникнення різниці потенціалів між окремими струмопровідними конструкційними елементами споруди та інженерними системами. Передусім, вони орієнтовані на дотримання вимог з електробезпеки. Зокрема, у випадку пошкодження ізоляції мають надійно спрацьовувати такі пристрої захисту мереж, як автоматичний вимикач і пристрій захисного відключення. За якісного проєктування та достатньої кваліфікації будівельників систему ЕВ створюють одночасно зі зведенням будівлі.

*Основні переваги* наведеної системи захисту полягають у її комплексному обмеженні наслідків від первинних і вторинних проявів блискавки та відповідності вимогам з електробезпеки.

*До недоліків можна віднести високу вартість та необхідність утримання системи у працездатному стані впродовж тривалого часу (20–25 років), чому сприяє механічна та корозійна стійкість компонентів LPZ.*

**Висновок.** Системи блискавкозахисту становлять необхідний елемент будь-якої споруди, оскільки неможливо передбачити вплив таких природних явищ як блискавка. Розглянута конструкція системи блискавкозахисту дає змогу зменшити імовірність потрапляння блискавки та запобігти серйозним наслідкам.

*Науковий керівник: Третьякова Л. Д., докт. техн. наук, проф. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

## Література

1. ДСТУ EN 62305-1:2012. Захист від блискавки. Частина 1. Загальні принципи (EN 62305-2:2011, IDT). URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=29300](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=29300).
2. ДСТУ EN 62305-2. Менеджмент ризику. Оцінка ризику. Управління ризиками (EN 62305-2:2012, IDT; IEC 62305-2:2010, MOD) URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=107970](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=107970).
3. IEC 62305-2 Revised. Protection against lightning - Part 2: Risk management /URL: <https://webstore.iec.ch/en/publication/6794>.
4. ДСТУ EN 62305-3:2021/ Блискавкозахист. Частина 3. Фізичні пошкодження будівель (споруд) та небезпека для життя (EN 62305-3:2011, IDT; IEC 62305-3:2010, MOD). URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=96752](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=96752).
5. DIN EN 62305-4 VDE 0185-305-4:2011-10. Protection against lightning. Part 4: Electrical and electronic systems within structures. (IEC 62305-4:2010, modified) URL: <https://www.vde-verlag.de/standards/0185048/din-en-62305-4-vde-0185-305-4-2011-10.html>.