

*О.В. Кулаков, к.т.н., доц., заст. начальника кафедри ПТБОТ УЦЗУ,
В.В. Князєв, к.т.н., с.н.с.,
начальник науково-дослідного відділу НДПКІ «Молнія» НТУ «ХПІ»*

АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ БУДИНКІВ ТА СПОРУД

(представлено д-ром техн. наук Ю.О. Абрамовим)

Проаналізований сучасний стан вітчизняної та закордонної нормативної бази з улаштування блискавкозахисту будинків та споруд. На прикладі одиничного стрижньового блискавковідводу проведено порівняння порядку розрахунку розмірів зон захисту від прямих ударів блискавки методами вітчизняних та європейських норм

Постановка проблеми. Відсоток пожеж, обумовлених розрядами блискавки, за статистичними даними [1] складає декілька відсотків від їх загальної кількості. Але практично кожна пожежа, пов'язана з блискавкою призводить до значних матеріальних та людських втрат. Тому удосконалення існуючих методів захисту будинків та споруд від розрядів блискавки є необхідним.

Також гармонізації вітчизняної нормативної бази з європейськими та міжнародними нормами вимагає Європейський вибір України, що був проголошений на офіційному рівні 18 червня 2002 року [2].

Аналіз останніх досягнень та публікацій. Наказом Мінрегіонбуду України від 27 червня 2008 року № 269 відомий керівний документ з блискавкозахисту будинків і споруд [3] втратив чинність. На сьогодні в Україні з блискавкозахисту будинків та споруд основним слід вважати національний стандарт [4], чинний з 01 січня 2009 року. Вимоги цього стандарту розповсюджуються на проектування, будівництво, реконструкцію і експлуатацію блискавкозахисту всіх видів будівель, споруд і промислових комунікацій незалежно від відомчої належності та форми власності. В ряді країн СНД останнім часом також з'явилися нові нормативні документи на заміну [3], наприклад [5, 6].

В Європі на основі масштабних наукових досліджень Міжнародною електротехнічною комісією (International Electrotechnical Commission (IEC)) розроблено та впроваджено низьку стандартів [7-10], які регламентують методи та засоби захисту будівель, споруд та електротехнічного обладнання від ураження блискавкою.

Слід відмітити, що національний стандарт [4] декларується як нееквівалентний європейським нормам [7-10]. Але, у цьому разі у відповідності з вимогами [11] необхідні офіційні пояснення ступеню відхилення від оригіналу, які за текстом національного стандарту [4] на жаль відсутні.

Постановка задачі та її розв'язання. Проведемо порівняльний аналіз методів розрахунку блискавкозахисту за діючими вітчизняними [4] та європейськими [7-10] нормами. Перш за все, документи не відповідають один одному за обсягом (відповідно 63 сторінки [4] та 433 сторінки IEC 62305:2006 [7-10]).

За обома документами об'єкти за блискавкозахистом класифікуються, вводиться поняття надійності захисту, застосовуються однакові види блискавкоприймачів (одиничні, подвійні, багатократні стрижньові, тросові різної конфігурації, сітчасті), пропонуються методи розрахунку розмірів зон захисту блискавкоприймачів. Але реалізація кожного елементу різна.

За [4] об'єкти поділяються на звичайні (промислові підприємства, тваринницькі і птахівничі будівлі і споруди, житлові і адміністративні будівлі тощо) та спеціальні (об'єкти, що становлять небезпеку для безпосереднього оточення, об'єкти, що становлять небезпеку для екології, об'єкти з обмеженою небезпекою та інші). Для об'єктів пропонується чотири рівня захисту від прямих ударів блискавки. Для I рівня захисту надійність захисту складає $0,99 \div 0,999$, II – $0,95 \div 0,99$, III – $0,9 \div 0,85$, IV – не нижче 0,85.

За вимогами таблиці 7 [7] ймовірність того, що можливі параметри струму блискавки не перебільшують максимально припустимих значень для I рівня захисту складає 0,99, II рівня – 0,98, III та IV рівня – 0,97 (тобто рівні захисту за вказаними документами не є відповідними). Розрахунок форми та розміру зон захисту за національним нормативним документом [4], проводиться за напівемпіричними формулами, виведеними з геометричних міркувань ще у попередньому сторіччі [12, 13].

Стандарт IEC [9] пропонує застосування розрахункових методів захисного кута (protection angle design method), та сфери, що котиться (rolling sphere design method). В якості ефективного методу захисту поверхонь, пропонується застосування захисних сіток (mesh method). Найбільш точним, з методів, що перелічено, є метод сфери, що котиться, який може бути застосований при проектуванні системи блискавкозахисту (або оцінці надійності існуючої) для будівель та споруд будь-якої складної форми. В основу цього методу покладено науково обґрунтоване уявлення про фізичну природу процесу орієнтування блискавки на об'єкт ураження. Дистанція, з якої блискавка може уразити об'єкт, залежить від величини

потенціалу на головці лідеру блискавки, та знаходиться в межах від 10 м до 200 м. При цьому, зона ураження має форму півкулі. Напрямок, в якому найбільш вірогідне проростання каналу блискавки, визначається найближчою точкою системи (будівлі сумісно з системою блискавкозахисту), яка має зв'язок з землею.

Національний стандарт [4] лише вказує на можливість застосування цих методів розрахунку зон захисту (слід відмітити, що «rolling sphere design method» перекладено як «метод фіктивної сфери»).

Для порівняння визначимо форму та розрахуємо розміри зони захисту, наприклад, одиничного стрижньового блискавковідводу висотою 30 м для об'єкту I рівня блискавкозахисту за напівемпіричними формулами національного стандарту [4] та за методом, що рекомендується стандартом [9]. Вважаємо, що надійність захисту від прямих ударів блискавки складає 0,99.

За вимогами таблиці 10 [4] зона захисту одиничного стрижньового блискавковідводу висотою h уявляє собою круговий конус висотою h_0 з радіусом основи r_0 . Для блискавковідводу висотою $h = 30\text{м}$ конус зони захисту для рівня надійності 0,99 має наступні розміри: $h_0 = 0,8 \cdot h = 24\text{м}$, $r_0 = 0,8 \cdot h = 24\text{м}$.

Таблиця 2 стандарту ІЕС [9] пропонує для визначення зони захисту блискавковідводу висотою $h = 30\text{м}$ об'єкту I рівня захисту застосовувати метод сфери, що котиться, при цьому радіус цієї сфери дорівнює $R = 20\text{ м}$.

На рисунку 1 приведено для порівняння переріз у вертикальній площині зони захисту одиничного стрижньового блискавковідводу, що розраховано методом, що регламентується [4] (горизонтальний штрих) та методом сфери, що котиться [9] (нахильний штрих). Видна суттєва невідповідність форми та розмірів перерізу зон захисту. Тобто, метод сфери, що котиться, є більш жорсткішим методом розрахунку у порівнянні з методом за напівемпіричними формулами національного стандарту [4].

Зрозуміло, що застосування зонного методу, що регламентується національним стандартом [4] для подвійних, багатократних стрижньових та тросових різної конфігурації блискавкоприймачів, лише посилює цю розбіжність з результатами проектування за методом сфери, що котиться [9].

Доказом цього можливо розглядати випадок, що трапився у 2003 році на одній з атомних електричних станцій України. Блискавка влучила в високовольтний трансформатор енергоблоку станції, що призвело до суттєвих економічних втрат, пов'язаних з заміною трансформатору. Аналіз проектної документації виявив, що

зони блискавкозахисту для території станції було розраховано у відповідності з вимогами [3], які схожі до вимог національного стандарту [4]. Розрахунок за методами стандарту ІЕС 62305-3 [9] показав наявність суттєвих розмірів зони з пониженим рівнем захисту. Саме в цю зону і був прорив блискавки [14]. Важливим є те, що це може статися на будь-якому об'єкті внаслідок застосування однакових підходів при проектуванні системи блискавкозахисту.

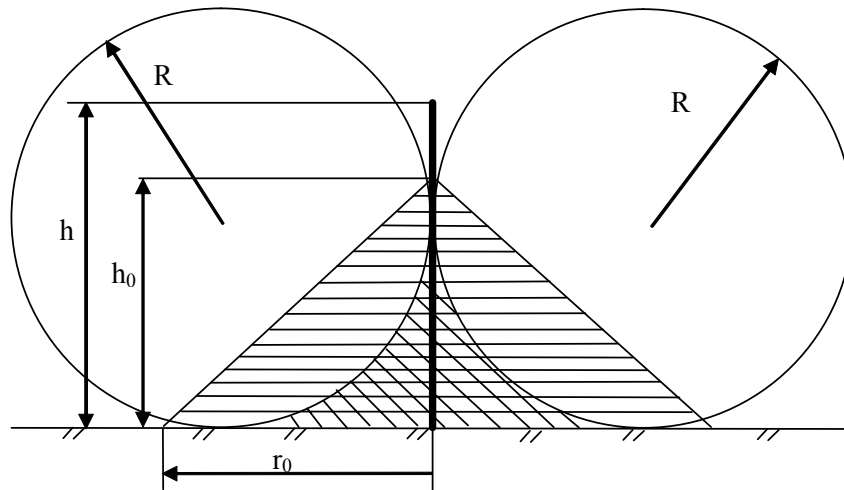


Рисунок 1 – Переріз у вертикальній площині зон захисту одиночного стрижньового блискавковідводу, розрахованих методом, що регламентується національним стандартом [4] та методом сфери, що котиться (стандарт ІЕС [9])

Сучасні уявлення про механізм орієнтування блискавки на об'єкт [12, 15, 16] свідчать, що метод сфери, що котиться, є найбільш вірним. Важливим аспектом цього методу, який не враховує зонний метод стандарту [4], полягає у тому, що при оцінці імовірності прориву блискавки приймаються до уваги не тільки блискавки з великим струмом, але і такі, струм яких знаходиться межах від 3 кА до 10 кА. Саме від таких «малих» блискавок захист є найбільш складним.

Висновки. Вимоги сучасних національних норм з блискавкозахисту відрізняються від вимог міжнародних норм (стандартів ІЕС). Методи розрахунку, що рекомендуються міжнародними стандартами ІЕС, є більш жорсткими та достовірними. Таким чином, не зважаючи на появу нового національного стандарту [4], який введений в Україні з 01 січня 2009 року, гармонізація вимог норм ІЕС в Україні залишається актуальною задачею.

ЛІТЕРАТУРА

1 Аналітика // Сайт МНС України www.mns.gov.ua.

2 Європейський вибір. Послання Президента України до Верховної Ради України 18 червня 2002 року // Сайт <http://zakon.rada.gov.ua>.

3 РД 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 56 с.

4 ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд (IEC 62305:2006 NEC). Чинний від 01.01.2009. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. – 63 с.

5 СО-153-24.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. – Москва: Издательство МЭИ, 2004. – 56 с.

6 СН РК 2.04-29-2005. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. – Астана, 2006. – 32 с.

7 IEC 62305-1:2006. Protection against lightning. Part 1. General principles. – Geneva, Switzerland: Publication IEC, 2006. – 68 p.

8 IEC 62305-2:2006. Protection against lightning. Part 2. Risk management. – Geneva, Switzerland: Publication IEC, 2006. – 110 p.

9 IEC 62305-3:2006. Protection against lightning. Part 3. Physical damage to structures and life hazard. – Geneva, Switzerland: Publication IEC, 2006. – 154 p.

10 IEC 62305-4:2006. Protection against lightning. Part 4. Electrical and electronic systems within structures. – Geneva, Switzerland: Publication IEC, 2006. – 101 p.

11 ДСТУ 1.7:2001. Правила і методи прийняття та застосування міжнародних і регіональних стандартів (ISO/IEC Guide 21:1999, NEQ).- Чинний від 01.07.2001. – Київ: Держспоживстандарт України, 2003. – 36 с.

12 Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Физика молнии и молниезащита. – Москва: Физматгиз, 2001. - 320 с.

13 Акопян А.А. Исследование защитного действия молниеотводов // Труды ВЭИ. – Москва, 1940. - Т.36. - С.94-159.

14 Борисов Р.Н., Князев В.В., Кравченко В.И. Новые аспекты молниезащиты объектов // Техническая электродинамика. Тем. выпуск. -2004. С.109-112.

15 Резинкина М.М., Князев В.В., Кравченко В.И. Статистическая модель процесса ориентировки лидера молнии на наземные объекты. - Журнал технической физики. – 2005. - Т. 75, № 9. - С. 44-51.

16 Резинкина М.М., Князев В.В., Кравченко В.И. Расчетное определение вероятности поражения молнией наземных объектов // Журнал техничекой физики. – 2007. - Т. 77, № 1. - С. 63-68.

Стаття надійшла до редакції 19.03.2009 р.