

УДК 614.84

*О.В. Кулаков, к.т.н., доцент, професор каф., НУЦЗУ,
А.С. Кирилюк, к.т.н., доцент, доцент каф., НУЦЗУ,
А.М. Катунін, к.т.н., с.н.с., викладач, НУЦЗУ,
О.С. Лісін, курсант, НУЦЗУ*

АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ

(представлено д.т.н. Комяк В.М.)

Проаналізований сучасний стан нормативної бази захисту від блискавки об'єктів будівництва. На прикладі одиничного стрижньового блискавковідводу (стрижня Франкліну) проведено порівняння результатів розрахунку розмірів зон захисту від прямих ударів блискавки, отриманих різними методами. Показано, що жоден з методів не дає однозначно найжорсткіших умов захисту від прямих ударів блискавки й у кожному конкретному випадку для відповіді на питання щодо відповідності блискавкозахисту діючим протипожежним нормам необхідно здійснювати порівняльний аналіз розрахованих розмірів зон захисту

Ключеві слова: блискавка, захист від блискавки, метод захисного кута, метод сфери, що котиться.

Постановка проблеми. За статистичними даними [1] кількість пожеж, обумовлених розрядами блискавки, не перевищує одного відсотку від їх загальної кількості. Але практично кожна пожежа від блискавки призводить до значних матеріальних та людських втрат.

Відповідно до вимог [2] запобігання появі в горючому середовищі джерел запалювання повинно досягатися, зокрема, улаштуванням блискавкозахисту для будинків та споруд. Тому удосконалення існуючих методів захисту будинків та споруд від розрядів блискавки є необхідним.

Аналіз останніх досягнень та публікацій. З 01 січня 2009 року Наказом від 27.06.2008 р. № 269 Міністерства регіонального розвитку та будівництва України щодо блискавкозахисту введено національний стандарт [3]. Стандарт [3] має ступінь відповідності NEC стосовно міжнародного стандарту ІЕС 62305:2006 (нееквівалентний або такий стандарт, що не передбачає прийняття міжнародного нормативного документу як національного) [4].

З 01 серпня 2012 року Наказом від 28.05.2012 р. № 640 Міністерства зовнішніх економічних зв'язків і торгівлі України «Про прийняття міжнародних та європейських нормативних документів як національних нормативних документів методом підтвердження» в Україні було введено сучасні Європейські норми з проектування блискавкозахисту [5–8].

Метод підтвердження процедурно є найпростішим методом прийняття. Він не потребує передруку українською мовою тексту міжнародного стандарту. Однак, підтверджувальне повідомлення не можна викорис-

тати без міжнародного стандарту, і тому останній повинен бути доступним для користування.

Як показала практика, тексти вказаних стандартів не є вільно доступними для користування. Крім того, національний стандарт [3] не був скасований.

Під час проведення наглядово-профілактичної діяльності особовим складом та працівниками Державної служби України з надзвичайних ситуацій виникає питання про статус та особливості застосування перелічених протипожежних норм.

Відповідно до вимог п. 7.3 як скасованого у 2015 році національного стандарту [9], так й проекту національного стандарту ДСТУ 1.0:20__ на заміну [9]: «Національні стандарти ... застосовують на добровільних засадах, якщо інше не встановлено законодавством. Порядок застосування стандартів для забезпечення потреб оборони України визначає Міністерство оборони України відповідно до покладених на нього функцій, враховуючи особливості сфери оборони. Порядок як застосовувати і розробляти стандарти для забезпечення потреб державної безпеки та мобілізаційної готовності визначають центральні органи виконавчої влади відповідно до покладених на них функцій».

Вимога щодо обов'язковості застосування національного стандарту [3] є, зокрема, у Правилах [10] (пункт 1.21 глави 1 розділу IV). Вимоги щодо обов'язковості застосування національних стандартів [5–8] у національних протипожежних нормах авторами не знайдено.

Вихід з положення, що склалося, вказують пп. 1.2 та 1.3 національного стандарту [3]: «У разі, коли вимоги галузевих нормативних документів є більш жорсткими, ніж у цьому документі, при розробці блискавкозахисту рекомендується виконувати галузеві вимоги. Так само рекомендується діяти, коли вимоги ДСТУ не можна сумістити з технологічними особливостями об'єкта, що захищається. Використані засоби і методи блискавкозахисту вибираються виходячи з умови забезпечення необхідної надійності. ... При розробці проектів будівель, споруд і промислових комунікацій крім вимог ДСТУ враховуються додаткові вимоги до виконання блискавкозахисту згідно з іншими діючими нормами, правилами, інструкціями, державними стандартами».

В роботі [11] проведено порівняння зон захисту одиничного стрижньового блискавководу, розрахованих за формулами [3] та методом сфери, що котиться [7].

Постановка завдання та його вирішення. Проведемо порівняння методів розрахунку блискавкозахисту за діючими нормами [3] та [5–8].

Перш за все слід відмітити, що норми не відповідають один одному ні за обсягом ([5–8] є значно більшими у порівнянні з [3]), ні за змістом. У стандарті [5] визначаються загальні принципи захисту від блискавки, у стандарті [6] приводиться методика оцінки ризику, що виникає внаслідок усіх можливих впливів ударів блискавки на об'єкт, стандарт [7] регламентує захист людей та об'єктів від прямих ударів блиска-

вки, стандарт [8] визначає захист електричних та електронних систем всередині об'єктів (захист від вторинних дій блискавки).

Принциповою є різниця у підходах до необхідності захисту від блискавки.

Стандарт [3] встановлює детермінований підхід до захисту об'єктів від блискавки. 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 $0,85$. Визначення необхідності виконання блискавкозахисту об'єкту від прямих ударів блискавки та мінімально необхідних рівнів блискавкозахисту здійснюється за додатком А [3] залежно від ступеня небезпеки об'єкту та очікуваної кількості уражень об'єкта за рік.

Стандарт [6] пропонує управління ризиком – встановлюється метод оцінки ризику для об'єктів внаслідок влучення блискавки. Величину допустимого ризику визначає компетентний орган. Типовими є наступні допустимі значення ризиків:

- загибель або травмування людей – $RT=10^{-5}$ 1/рік;
- порушення комунального обслуговування – $RT=10^{-3}$ 1/рік;
- втрата культурних цінностей – $RT=10^{-3}$ 1/рік.

Управління ризиком означає вибір можливих заходів захисту від блискавки з метою зниження ризику до допустимого або більш низького значення.

За обома документами пропонується застосування однакових видів блискавкоприймачів – стрижньові (одиничні, подвійні, багатократні), підвісні тросові різної конфігурації, сітчасті. Але методи розрахунку розмірів зон захисту блискавкоприймачів різні.

Розрахунок форми та розміру зон захисту за нормативним документом [3], проводиться за напівемпіричними формулами, виведеними з геометричних міркувань ще у попередньому сторіччі [12, 13].

Стандарт [7] пропонує застосування розрахункових методів:

- метод сфери, що котиться (rolling sphere design method);
- метод захисного кута (protection angle design method);
- метод захисних сіток (mesh method).

Найбільш точним з методів, що перелічено, вважається 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.

Метод захисного кута підходить до об'єктів простої форми.

Метод захисної сітки застосовується для захисту плоских поверхонь.

Для порівняння визначимо форму та розрахуємо розміри зони захисту одиничного стрижньового блискавковідводу (стрижня Франкліну), трьома методами: методом [3], методом сфери, що котиться [7] та методом захисного кута [7].

Припустимо, що висота одиничного стрижньового блискавковідводу $h = 20 \text{ м}$, захищається об'єкт I рівня блискавкозахисту.

За вимогами таблиці 10 [3] зона захисту одиничного стрижньового блискавковідводу висотою h являє собою круговий конус висотою h_0 з радіусом основи r_0 . Для блискавковідводу висотою $h = 20 \text{ м}$ конус зони захисту для рівня надійності 0,99 має наступні розміри: $h_0 = 0,8 \cdot h = 16 \text{ м}$, $r_0 = 0,8 \cdot h = 16 \text{ м}$.

З таблиці 2 стандарту [7] для об'єкту I рівня захисту та блискавковідводу висотою $h = 20 \text{ м}$ радіус сфери, що котиться, дорівнює $r_{\text{н}} = 20 \text{ м}$.

З рисунку таблиці 2 стандарту [7] для об'єкту I рівня захисту та блискавковідводу висотою $h = 20 \text{ м}$ захисний кут $\alpha \approx 23^\circ$. З геометричних міркувань радіус конусу зони захисту $r_{\text{с}} \approx 7,6 \text{ м}$.

На рис. 1 приведено переріз у вертикальній площині зони захисту одиничного стрижньового блискавковідводу, що розраховано методом стандарту [3] (горизонтальний штрих), методом захисного кута [7] (нахильний штрих) та методом сфери, що котиться [7] (вертикальний штрих).

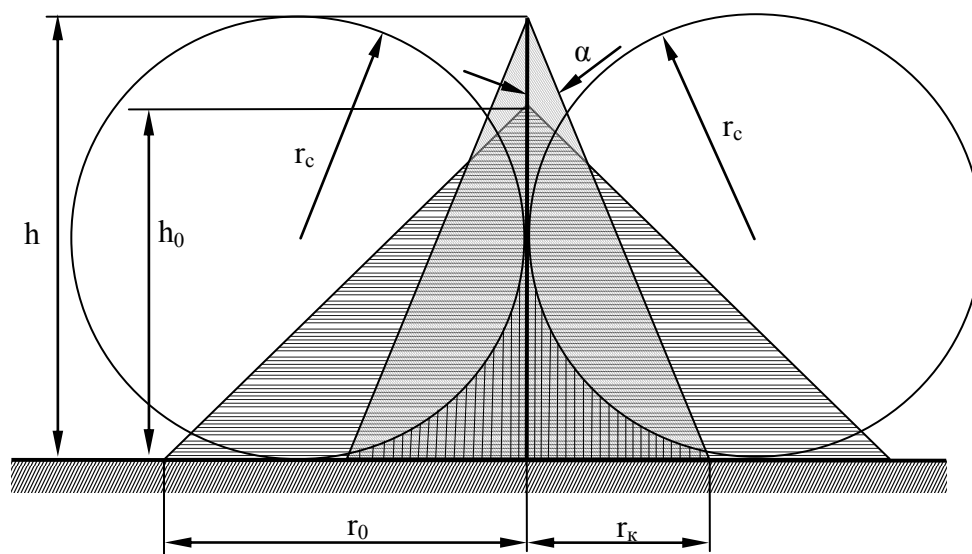


Рис. 1. Переріз у вертикальній площині зони захисту одиничного стрижньового блискавковідводу, що розраховано методом стандарту [3] (горизонтальний штрих), методом захисного кута [7] (нахильний штрих) та методом сфери, що котиться [7] (вертикальний штрих)

З рис. 1 видно, що жоден з трьох розглянутих методів не дає однозначно найжорсткіших умов захисту від прямих ударів блискавки. Методом захисного кута [7] отримано зону захисту у вигляді конусу, висота якого більше, а радіус основи менше, ніж у конусу, отриманого методом стандарту [3]. Тобто метод розрахунку стандарту [3] у верхній частині зони захисту є більш жорсткішим, у порівнянні з методом захисного кута [7]. Навпаки у нижній частині зони захисту більш жорсткішим є метод захисного кута [7] у порівнянні з методом стандарту [3]. Зона захисту, отримана методом сфери, що котиться [7], є найменшою (найбільш жорсткою) у порівнянні з зонами захисту, отриманими двома іншими методами, крім нижньої частини, де метод захисного кута [6] є більш жорсткішим.

Висновки. В роботі проаналізовано результати розрахунку розміру зони захисту одиничного стрижньового блискавковідводу (стрижня Франкліну) трьома методами (методом стандарту [3], методом захисного кута [7] та методом сфери, що котиться [7]). Жоден з методів не дає однозначно найжорсткіших умов захисту від прямих ударів блискавки й у кожному конкретному випадку для відповіді на питання щодо відповідності блискавкозахисту діючим протипожежним нормам необхідно здійснювати порівняльний аналіз розрахованих розмірів зон захисту. При цьому для особового складу Державної служби України з надзвичайних ситуацій базовим слід вважати національний стандарт [3]. Методи національних стандартів [5–8] можливі до застосування, якщо результати розрахунків за ними не суперечать вимогам [3].

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua>.
2. Пожарная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.004-91.– [Введений 1992-07-01]. – Москва: Изд-во стандартов, 1992. – 78 с. – (Державний стандарт СРСР).
3. Инженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд (IEC 62305:2006 NEC): ДСТУ Б В.2.5-38:2008. – [Чинний від 2009-01-01]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. – 63 с. – (Національний стандарт України).
4. Правила та методи прийняття міжнародних і регіональних нормативних документів (ISO/IEC Guide 21-1:2005, NEQ; ISO/IEC Guide 21-2:2005, NEQ): ДСТУ 1.7:2015. – [Чинний від 2015-12-20]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2015. – IV, 30 с. – (Національний стандарт України).
5. Захист від блискавки. Частина 1. Загальні принципи (EN 62305-1:2011, IDT): ДСТУ EN 62305-1:2012. – [Чинний від 2012-08-01]. – (Національний стандарт України).
6. Захист від блискавки. Частина 2. Керування ризиками (EN 62305-2:2010, IDT): ДСТУ EN 62305-2:2012. – [Чинний від 2012-08-01]. – (Національний стандарт України).

7. Захист від блискавки. Частина 3. Фізичні руйнування споруд та небезпека для життя людей (EN 62305-3:2011, IDT): ДСТУ EN 62305-3:2012. – [Чинний від 2012-08-01]. — (Національний стандарт України).

8. Захист від блискавки. Частина 4. Електричні та електронні системи, розташовані в будинках і спорудах (EN 62305-4:2010, IDT): ДСТУ EN 62305-4:2012. – [Чинний від 2012-08-01]. – (Національний стандарт України).

9. Національна стандартизація. Основні положення: ДСТУ 1.0:2003. – [Чинний від 2003-07-01 до 2015-12-20]. – (Національний стандарт України).

10. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. Затверджені Наказом МВС України 30.12.2014 N 1417. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 05 березня 2015 р. за N 252/26697.

11. Кулаков О.В. Аналіз методів розрахунку блискавкозахисту будинків та споруд / О.В. Кулаков, В.В. Князев // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. УГЗ Украины. – 2009. – Вып. 25. – С. 94-98.

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

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

Отримано редколегією 17.10.2016

О.В. Кулаков, А.С. Кирилюк, А.Н. Катунин, А.С. Лисин

Анализ методов расчета молниезащиты объектов

Проанализировано современное состояние нормативной базы молниезащиты объектов строительства. На примере единичного стержневого молниеотвода (стержня Франклина) проведено сравнение результатов расчета размеров зон защиты от прямых ударов молнии, полученных разными методами. Показано, что ни один из методов не дает однозначно самых жестких условий защиты от прямых ударов молнии и в каждом конкретном случае для ответа на вопрос о соответствии молниезащиты действующим противопожарным нормам необходимо выполнять сравнительный анализ рассчитанных размеров зон защиты.

Ключевые слова: молния, защита от молнии, метод защитного угла, метод катящейся сферы.

O.V. Kulakov, A.S. Kirilyuk, A.M. Katunin, O.S. Lisin

Analysis of methods of calculation of protection against lightning

Modern state of normative base of protection against lightning of building objects is analysed. On the example of the single cored lightning-rod (Franklin rod) comparison of results of calculation of sizes of zones of protecting is conducted from the direct shots of lightning, got different methods. It is shown that none of methods gives simply the hardest terms of protecting from the direct shots of lightning and in every case for an answer for a question in relation to accordance of protection against lightning to the operating fire-prevention norms it is necessary to carry out the comparative analysis of the expected sizes of zones of protection.

Keywords: lightning, protection against lightning, the protection angle method, the rolling sphere method.