

# ЗАХИСТ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ВІД АТМОСФЕРНОЇ ЕЛЕКТРИКИ (БЛИСКАВКИ)

**Гавриш С. А.**, к.т.н., доц, (каф. ОПЩБ, ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського); **Гавриш А. С.**, к.т.н., доц. (каф. АЕС і ІТФ, ТЕФ КПІ ім. Ігоря Сікорського); **Глуцак Т. О.**, студ. (гр. ТА-91, ТЕФ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

**Анотація.** Розглянуто види і характеристики явищ атмосферної електрики. Проаналізовані особливості цих явищ для території України. Приділена увага тому, як захистити об'єкти теплоенергетики (а саме будівлі, споруди та зовнішні установки) від прямих попадань блискавки та її вторинних проявів. Також розглянуті питання, як визначати вид захисту від блискавки і тип зони захисту за категорією будівель і споруд. Визначено, які об'єкти підлягають блискавко захисту, і як підтримувати пристрої блискавко захисту у справному стані, як слід проводити їх контроль.

**Ключові слова:** атмосферна електрика, блискавко захист, охорона праці, блискавковідвід, блискавко приймач, опора, струмовідвід, заземлювальний пристрій.

**Abstract.** Types and characteristics of atmospheric electricity phenomena are considered. The peculiarities of these phenomena for the territory of Ukraine are analyzed. One paid attention to how to protect the objects of heat power engineering (namely buildings, structures and external installations) from direct lightning hits and its secondary manifestations. Also considered questions, how to determine the type of lightning protection and type of protection zone by category of buildings and structures. Determined which objects are subject to lightning protection, and how to support lightning protection devices in good condition, how to control them.

**Keywords:** atmospheric electricity, lightning protection, occupational safety, lightning disc, lightning receiver, support, current, grazing device.

**Вступ.** Атмосферна електрика - *блискавка* – це величезний електричний розряд в атмосфері, який супроводжується яскравим свіченням і звуком (громом). Найчастіше блискавка утворюється в купчасто-дощових хмарах (грозових хмарах), інколи в шарувато-дощових, а також у разі вулканічних вивержень, торнадо та пилових бур [1-3].

**Аналіз стану питання.** *Блискавка* буває лінійна та кульова. Характеризується силами струму в сотні тисяч ампер, напругою – в сотні тисяч кіловольт, температурою – в десятки тисяч градусів Цельсія, швидкістю розповсюдження – до  $2 \cdot 10^6$  м/с, довжиною – від 1 до 10 км, терміном існування – від 0,1 до 1,0 с. Діаметр каналу блискавки – декілька сантиметрів. Після проходження імпульсу струму іонізація каналу та його свічення зменшуються. Інтенсивність грозової діяльності на земній поверхні дуже нерівномірна. Це пояснюється різними метеорологічними умовами, рельєфом місцевості, впливом морів і океанів.

**Мета роботи:** розглянути і проаналізувати види і характеристики явищ

атмосферної електрики, які особливості цих явищ для території України, як захистити об'єкти теплоенергетики, а саме будівлі, споруди та зовнішні установки від прямих попадань блискавки та її вторинних проявів, як визначати вид захисту від блискавки і тип зони захисту за категорією будівель і споруд, які об'єкти підлягають блискавко захисту, як підтримувати пристрої блискавко захисту у справному стані, як слід проводити їх контроль.

**Методики, матеріали і результати досліджень.** На території України інтенсивність грозової діяльності є нерівномірною, і визначається різними метеорологічними умовами, рельєфом місцевості, впливом моря. Наприклад, для різних областей України вона має такі значення:

- в Південних областях інтенсивність грозової діяльності складає від 40 до 60 год./рік;
- в Закарпатській, Запорізькій та в Донецькій областях складає від 80 до 100 год./рік;
- в Північних, Західних, Центральних, Східних областях складає від 60 до 80 год./рік.

Розрізняють первинні та вторинні прояви блискавки. До первинних належать: електрична, теплова, електромагнітна та механічна (ударна хвиля) дії. Ці прояви є наслідком прямих ударів блискавки. Вторинні – це електростатична й електромагнітна індукція та занесення високих потенціалів на обладнання, що розташовані в будинках і спорудах, через підведені до них зовнішні металоконструкції. Це можуть бути повітряні та кабельні лінії зв'язку, рейкові шляхи, наземні й підземні трубопроводи та інші комунікації. Вторинні прояви виникають внаслідок дії електромагнітного поля блискавки без прямого контакту з одним із її каналів.

Для захисту будівель, споруд та зовнішніх установок від прямих попадань блискавки та її вторинних проявів потрібно виконувати вимоги РД 34.21.122–87 «Інструкції по влаштуванню блискавко захисту будинків і споруд». Залежно від призначення і класу вибухо пожежо небезпечності за рівнем блискавко захисту їх поділяють на три категорії.

Категорія I – будівлі та споруди або їх частини, які згідно з ПУЕ належать до вибухонебезпечних зон класів В-I і В-II.

Категорія II – будівлі та споруди, які згідно з ПУЕ належать до вибухонебезпечних зон класів В-Ia, В-Iб, В-IIa, та зовнішні установки класу В-Iг.

Категорія III – будівлі та споруди, які згідно з ПУЕ належать до пожежо небезпечних зон класів П-I, П-II і П-Ia; зовнішні технологічні установки та відкриті склади, що належать до класів П-III; димові труби підприємств і котелень, башти та вишки різного призначення висотою 15 м і вище.

Будівлі та споруди I і II категорій захищають від прямих ударів блискавки та її вторинних проявів, III категорії – від прямих ударів блискавки та занесення високих потенціалів через наземні металеві комунікації. Зовнішні установки II і III категорій – від прямих ударів блискавки.

Вид захисту від блискавки і тип зони захисту визначають за категорією

будівель і споруд, інтенсивністю грозової діяльності в районі їх розміщення та очікуваною кількістю уражень блискавкою.

Очікувана кількість уражень блискавкою будівель і споруд висотою до 60 м без блискавко захисту за рік визначають за формулою:

$$N = [(S + 6h)(L + 6h) - 7,7h^2] \cdot n10^{-6},$$

де  $S, L$  – ширина та довжина будівлі, м;  $h$  – найбільша висота будівлі, м;  $n$  – середня за рік кількість ударів блискавкою на 1 км<sup>2</sup> поверхні землі на певній географічній місцевості (табл. 1).

Таблиця 1

**Середня за рік кількість ударів блискавкою на 1 км<sup>2</sup> поверхні землі залежно від інтенсивності грозової діяльності**

Середня інтенсивність грозової діяльності, год/рік	10...20	20...40	40...60	60...80	80...100	100 і більше
Середня за рік кількість ударів блискавки на 1 км <sup>2</sup> поверхні землі	1	2	4	5,5	7	8,5

Для окремо розташованих щогл, труб, веж висотою понад 60 м кількість уражень за рік визначають за такою формулою:

$$N = n\pi h^2 (2\frac{H}{h} - 1)10^{-4},$$

де  $n$  – середня за рік кількість ударів блискавкою на 1 км<sup>2</sup> поверхні землі в певному географічному місці;  $h$  – висота щогли, вежі, м;  $H$  – висота хмари блискавки, м.

Якщо  $N > 1$ , то для будівель і споруд категорії II за рівнем блискавко захисту приймають зону захисту А, якщо  $N \leq 1$  – зону захисту Б. Для будівель категорії I приймають зону захисту А, категорії III – зону захисту Б.

Зона захисту блискавковідводу – це частина простору, всередині якого будівлі або споруди захищені від прямих ударів блискавки з відповідним ступенем надійності. Так, зона захисту типу А має степінь надійності 99,5 %, типу Б – 95 % і більше.

Найбільш небезпечні прямі удари блискавки. Від них захищають будівлі та споруди блискавковідводами, до складу яких входять блискавкоприймач, опора, струмовідвід і заземлювальний пристрій. Блискавковідводи можуть бути стрижньовими, тросовими (антенними), сітчастими або комбінованими

(наприклад, тросово-стрижневими) (рис. 1).

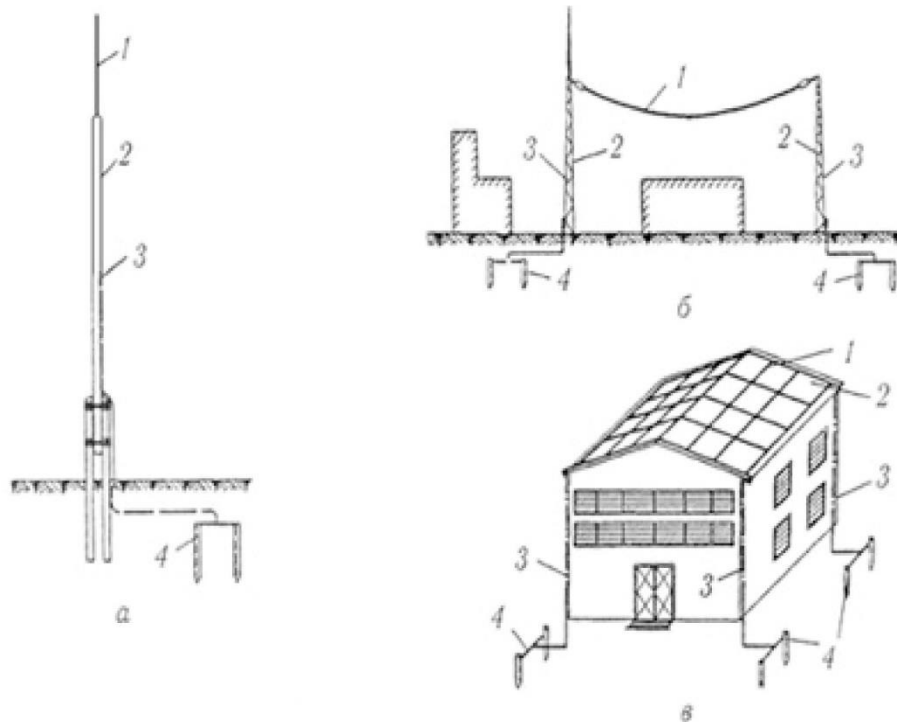


Рис. 1. Блискавковідводи: а – стрижньовий; б – тросовий; в – сітчастий; 1 – блискавко приймач; 2 – опора; 3 – струмовідвід; 4 – заземлювальний пристрій

Будівлі та споруди категорії I захищають стрижневими або тросовими блискавковідводами, що стоять окремо, категорії II (незалежно від висоти) – блискавковідводами, що стоять безпосередньо на будинку або окремо; категорії III – блискавковідводами будь-якої конструкції. Загальний опір заземлення блискавко захисту не більший 10 Ом.

Металеві труби, башти, вежі тощо захищають приєднанням їх до заземлювача. Неметалеві захищають блискавковідводами, які встановлюють згори труби або покрівлі башти. За висоти 15...50 м достатньо одного блискавковідводу, за висоти понад 50 м потрібно встановлювати два блискавковідводи, які з'єднують двома струмовідводами та заземлювачем. Неметалеві труби висотою 100 м і вище додатково по периметру верхньої частини труби мають бути оснащені сталевим кільцем, що зварюють з струмовідводами. Такі кільця встановлюють по висоті труби через кожні 12 м.

Блискавко захисту підлягають опори повітряних ліній зв'язку і радіо-трансляційних мереж, антенно-щоголові споруди, що складають з антенних опор, антен і фідерних ліній разом із вводами, та їх технічні споруди. Захист здійснюють заземлюючи антенні опори і антенно-фідерні пристрої. Якщо технологія роботи антенно-фідерних пристроїв не допускає їх заземлення, то на вході антени та введенні її фідерів у технічне завдання слід встановити грозозрядники, що не впливають на роботу апаратури й антенно-фідерних

пристроїв.

Блискавкозахист передавальних і приймальних радіостанцій, наземних станцій супутникового зв'язку, радіоприймальних станцій, тощо, здійснюють на основі положень «Інструкції з проектування блискавкозахисту радіо об'єктів Міністерства зв'язку» Блискавкозахист енергетичних споруд радіо об'єктів (підстанцій, електростанцій, ліній електропередач, розподільних пристроїв) виконують відповідно до вимог ПУЕ.

Перед початком грозового періоду та після кожної грози потрібно перевіряти і за потреби регулювати зазори в магістральних фідерах (0,7 мм), розподільних фідерах (0,3 мм) і підсилювальних трансформаторах (4,5...5,0 мм). Результати перевірок заносять до акту.

Для підтримання пристроїв блискавкозахисту у справному стані слід регулярно проводити їх контроль: для будівель і споруд I та II категорій блискавкозахисту – щороку; для III категорії – не рідше рази на 3 роки зі складанням акта, в якому вказують дефекти. Усі виявлені у пристроях пошкодження і дефекти підлягають негайному усуненню (НАПБ В.01.053–2000/520).

**Висновки.** Проведений аналіз дозволив встановити, як слід визначати види і характеристики явищ атмосферної електрики. Приділено увагу особливостям явищ атмосферної електрики на території України. Також розглянуто ряд важливих питань, зокрема, як захистити об'єкти теплоенергетики (будівлі, споруди та зовнішні установки) від прямих попадань блискавки та її вторинних проявів.

Передбачено заходи підтримки пристроїв блискавкозахисту у справному стані та проведення їх контролю. Наведено, методи визначення виду захисту від блискавки і типу зони захисту за категорією будівель і споруд. Визначено, які об'єкти підлягають блискавкозахисту.

Матеріали статті можуть бути використані під час підготовки розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» в атестаційних роботах бакалаврів та дисертаціях магістрів, як професійного, так і наукового спрямування.

## Література

1. Гавриш С. А. Охорона праці в теплоенергетиці: підруч. / С. А. Гавриш, А. С. Гавриш. – Вид. 2-ге, переробл. й доповн. - К.: Талком, 2020. 589с. ISBN 978-617-7832-10-1.

2. Гавриш С. А. Охорона праці в галузі телекомунікацій: підруч. / С. А. Гавриш, А. С. Гавриш. – Вид. 3-тє, переробл. й доповн. - К.: Талком, 2019. 553с. ISBN 978-617-7832-05-7.

3. Левченко О. Г. Охорона праці та цивільний захист: підручник / О. Г. Левченко, О. І. Полукаров, В. В. Зацарний, Ю. О. Полукаров, О. В. Землянська. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 420