ТЕМА 7. ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПОЖЕЖ ПРИ УЛАШТУВАННІ (ЕКСПЛУАТАЦІЇ) ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

Мета вивчення теми

Ознайомитися з класифікацією електроустановок, розглянути вимоги і особливості щодо організації монтажу та експлуатації електромереж з точки зору забезпечення пожежобезпеки та до використання пристроїв блискавкозахисту.

План

1. Класифікація електроустановок.
2. Монтаж та безпечна експлуатація електромереж.
3. Запобігання пожежам: апарати захисту електроустановок.
4. Використання пристроїв блискавкозахисту.

1 Класифікація електроустановок

Значна кількість пожеж виникає внаслідок несправності та порушень правил експлуатації електротехнічних, електронагрівальних приладів, пристроїв та устаткування. Причинами таких пожеж є: короткі замикання в електричних ланцюгах; перегрів та загорання речовин і матеріалів, розташованих у безпосередній близькості від нагрітого електроустаткування; струмові перевантаження проводів та електричних машин; великі перехідні опори та ін.

Для забезпечення досягнення вибухопожежобезпечного використання електроустановок існує ряд спеціальних нормативних документів, виконання вимог яких є обов'язковим на всіх етапах проєктування, монтажу та експлуатації, а саме:

- Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені наказом МВС України від 30.12.2014 № 1417;
- Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів, затверджені наказом Мінпаливенерго України від 25.07.2006 № 258;
- Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затверджені наказом Держнаглядохоронпраці від 09.01.1998 № 4;
- Правила улаштування електроустановок (ПУЕ), затверджені наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 21.07.2017 № 476.

За своїм функціональним призначенням електроустановки ділять на ті, що [Рожков]:

- виробляють електричну енергію, – генератори;
- перетворюють електричну енергію, – перетворювачі напруги (трансформатори), перетворювачі частоти;
- передають електричну енергію від місць її вироблення та перетворювання до електроспоживачів, – проводи, кабелі;
- розподіляють електричну енергію, – розподільні підстанції, вузли, щити, пристрої;
- споживають електричну енергію – електроспоживачі.

Вибір виконання електроустаткування здійснюється згідно з вимогами ПУЕ залежно від класу зони за наявною класифікацією. Це є одним з головних напрямків у запобіганні пожежам від теплового прояву електричного струму. Правильний вибір способу виконання забезпечує зменшення ймовірності виникнення пожежі за умови підтримання допустимих режимів експлуатації устаткування.

Усі електродвигуни, світильники, електроустаткування, встановлені у вибухонебезпечних або пожежонебезпечних зонах, повинні мати спеціальні позначки, що вказують ступінь їх захисту згідно з чинними стандартами.

На дверях виробничих та складських приміщень необхідно вивішувати спеціальні таблички з позначенням класу зони за ПУЕ та категорії приміщення за ДСТУ Б В.1.1-36:2016.

2 Монтаж та безпечна експлуатація електромереж

Порушення встановлених правил монтажу та експлуатації електричних мереж може спричинити виникнення пожеж, аварій, нещасні випадки.

Вимоги до проведення електромонтажних робіт визначаються ПУЕ, інструкціями щодо монтажу та приймання монтажних робіт.

У разі монтажу електричних мереж у вибухонебезпечних зонах неприпустимо проводити самостійно будь-яку заміну деталей приладів, конструкції устаткування без попереднього погодження з проектувальником [Рожков].

З метою попередження вибуху електрична проводка у вибухонебезпечних зонах повинна монтуватись особливо ретельно. У таких зонах найбільш надійною є електропроводка з мідними жилами у сталевих водогазопровідних трубах з відповідним антикорозійним покриттям, що забезпечує підвищений захист. Тонкостінні й некондиційні водогазопровідні труби використовувати для означених потреб неприпустимо. З'єднання труб між собою, з патрубками фітингів, коробок та світильників, а також з електродвигунами виконують тільки на трубній різьбі.

Для відгалужень і з’єднань проводів і кабелів, протягування проводів у сталевих трубах повинні застосовуватись вибухозахищені коробки.

Під час монтажу слід звертати увагу на влаштування проходів (отворів) для труб крізь стіни з даної зони до сусідніх. При цьому необхідно виключити можливість розповсюдження вибуху (вибухонебезпечних сумішей) до вибухобезпечних приміщень або назовні крізь нещільності у проходах або усадочні тріщини, що виникають.

Забороняється прокладати транзитні електропроводки і кабельні лінії крізь приміщення та склади з пожежонебезпечними зонами всіх класів.

Кабельні лінії прокладаються під землею у траншеях, тунелях, блоках, каналах. Такі кабельні споруди слід виконувати з негорючих матеріалів [Рожков].

При виході кабельного каналу з приміщення назовні або при його переході до сусіднього вибухопожежобезпечного приміщення (без улаштування спеціальних ущільнень у проходах) канали необхідно засипати піском на 1,5 м по обидва боки від стіни, що створює умови для недопущення накопичення вибухонебезпечних сумішей.

Основною причиною виникнення пожеж в кабельних виробах є аварійні режими, найбільш небезпечні з них - короткі замикання та перевантаження.

Пожежна небезпека коротких замикань в кабельних виробах пов’язана, в основному, з високою температурою дуги в зоні замикання, яка досягає 2000-4000 °С та характеризується двома показниками:

- здатністю ізоляції проводів і кабелів займатися від нагрівання струмопровідної жили та від високої температури електричної дуги;
- здатністю утворювати в момент замикання розплавлені частинки (що горять), які розлітаються на значні відстані і можуть утворювати самостійні осередки пожежі.

Режим перевантаження в кабельних мережах визначається як аварійний режим, що виникає внаслідок неправильного вибору апаратів захисту, пошкодження електроспоживачів, в результаті чого струм, що протікає в кабельному виробі, перевищує номінальні значення.

Основними способами зниження пожежної небезпеки проводів та кабелів є [Рожков]: використання в кабельній промисловості нових ізоляційних матеріалів зі зниженим газодимовиділенням, таких, що не поширюють горіння та мають високу термостійкість; захист кабельних ліній, що експлуатуються, за допомогою спеціальних вогнезахисних фарб та автоматичних системам пожежогасіння.

Якщо відключення робочого освітлення і пов’язане з цим порушення нормального обслуговування технологічного обладнання здатне призвести до вибуху, пожежі, отруєння людей, тривалого порушення технологічного процесу тощо, у виробничих приміщеннях слід передбачати улаштування аварійного освітлення. Живлення аварійного освітлення здійснюється від незалежного джерела.

Для запобігання утворенню великих перехідних опорів з'єднання, відгалуження та окінцювання жил проводів і кабелів мають здійснюватися тільки за допомогою опресування, зварювання, паяння або за допомогою спеціальних затискачів.

Вибухопожежобезпечність електричних мереж забезпечується відповідним доглядом і проведенням вчасних планово-профілактичних і капітальних ремонтів, систематичних оглядів їх технічного стану. Велике значення для безперебійної і безаварійної роботи розподільних пристроїв має стан їхньої контактної частини, яку необхідно систематично перевіряти і ремонтувати. Система планово-профілактичних ремонтів (ППР) передбачає здійснення комплексу організаційних і технічних заходів, спрямованих на огляд, обслуговування і ремонт устаткування згідно з затвердженим планом. Після відпрацювання кожним електротехнічним агрегатом певної кількості годин здійснюють профілактичні огляди й різноманітні види планового ремонту (малий, середній, капітальний), черговість і періодичність яких визначається призначенням агрегату, особливостями його конструкції, габаритами, масою та умовами експлуатації.

Система ППР, якщо вона здійснюється у належному обсязі робіт і з дотриманням термінів, здатна ефективно запобігати спрацьованості устаткування, виключати можливість випадкових поломок, сприяти усуненню умов для виникнення пожеж.

Стан електричної ізоляції (її захисні якості) визначають шляхом вимірів опору під час проведення поточних ремонтів, але не рідше одного разу на три роки.

Коли приймається в експлуатацію електрична мережа, повинен бути технічний проект, узгоджений з енергопостачальною організацією, а також робочі креслення і документи: плани силової та освітлювальної мереж; розрахункові схеми, таблиці; схема захисного заземлення; протоколи випробування ізоляції і захисного заземлення; акти прихованих робіт тощо.

3 Запобігання пожежам: апарати захисту електроустановок

Для запобігання пожежам велике значення має правильний вибір і встановлення відповідних **апаратів захисту.**

- апарати захисту призначені для запобігання пожежонебезпечним наслідкам аварійних режимів роботи електроустаткування, таких як:

- розплавлянню і загорянню ізоляційних матеріалів;

- розплавлянню металу провідників і розлітанню крапель, нагрітих до високої температури;

- тривалому горінню електричної дуги, температура якої може сягати 4000 ºС;

- обриву ділянок електропроводки в результаті динамічного впливу струмів короткого замикання (КЗ);

- передчасному старінню ізоляції.

Класифікація апаратів захисту за видом аварійного режиму, від наслідків якого здійснюється захист електричної мережі [Кулаков О. В., Росоха В. О. Електротехніка та пожежна профілактика в електроустановках : підручник. — Харків : Національний університет цивільного захисту України, 2012.]:

- захист від КЗ (здійснюється за допомогою плавкого запобіжника, автоматичного вимикача з розчіплювачем струмів КЗ – електромагнітним, комбінованим або напівпровідниковим);

- захист від перевантажень (здійснюється за допомогою плавкого запобіжника (за малих перевантажень – ненадійно), теплового реле, автоматичного вимикача з розчіплювачем струмів перевантаження – тепловим, комбінованим або напівпровідниковим);

- захист від струмів витоку (здійснюється за допомогою пристроїв захисного вимкнення, ПЗВ);

- захист від зниження напруги (здійснюється за допомогою автоматичного вимикача з мінімальним або нульовим розчіплювачем напруги);

- захист від імпульсних перенапруг (здійснюється за допомогою пристроїв захисту від імпульсних перенапруг, ПЗІП).

Захист від КЗ повинні мати всі електричні мережі.

Захист від перевантажень повинні мати мережі житлових будинків і споруд громадського призначення, службово-побутових приміщень промислових підприємств, торгових установ, електромережі у вибухо- та пожежонебезпечних зонах. Силові мережі повинні мати захист від перевантажень, тільки якщо за

умовами технологічного процесу може статися тривале перевантаження провідників.

Захист від струмів витоку за допомогою улаштування ПЗВ є обов'язковим для електричних мереж житлових будинків, будівель та споруд громадського призначення.

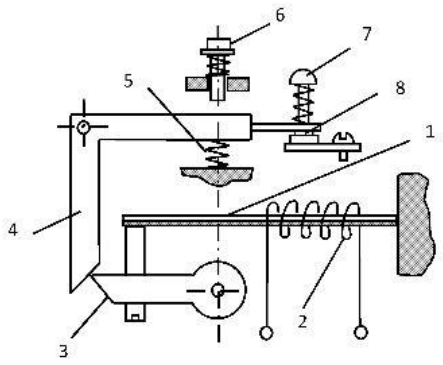
Захист від перенапруг, викликаних розрядами блискавки, рекомендується виконувати шляхом встановлення ПЗІП в електричних мережах на межах зон захисту від вторинних дій блискавки.

Класифікація апаратів захисту за принципом дії:

- роз'єднання кола в результаті розплавляння струмоведучого елемента (плавкий запобіжник);
- роз'єднання кола в результаті спрацьовування електромагніту (автоматичний вимикач з електромагнітним розчіплювачем);
- роз'єднання кола в результаті безпосереднього або непрямого нагрівання і вигинання біметалевого елемента апарата захисту (автоматичний вимикач з тепловим розчіплювачем, теплове реле);
- роз'єднання кола за допомогою напівпровідникового силового приладу (автоматичний вимикач з напівпровідниковим розчіплювачем);
- роз'єднання кола за досягнення (перевищення) диференційним струмом заданої величини струму (пристрій захисного відключення, керований диференційним струмом (ПЗВД));
- шунтування електричного кола при виникненні імпульсної перенапруги (ПЗІП).

Класифікація апаратів захисту за ступенем захисту оболонки. За ступенем захисту оболонки апарати захисту повинні відповідати умовам навколишнього середовища. Апарати захисту у вибухозахищеному виконанні не випускаються. Як правило, апарати захисту встановлюються в розподільних пристроях, захисна оболонка (або вибухозахист) яких повинна відповідати умовам навколишнього середовища.

Плавкий запобіжник (рис. 7.1) – це пристрій, який при наявності струму, що перевищує допустимі значення, розтоплює плавку вставку і розмикає електричну мережу. Він складається з самої плавкої вставки (тоненького дроту з легкоплавкого металу), контактного пристрою, що утримує її, та патрона (корпусу). Плавка вставка підлягає заміні після спрацювання запобіжника. Під час розплавлення вставки спостерігається іскроутворення, може виникати електрична дуга. Плавкі запобіжники надійно захищають мережі від струмів короткого замикання, але менш ефективні для захисту електричних мереж та апаратів від перевантаження.



1 – контакт; 2, 3 – гвинти; 4 – пластини кріплення; 5 – диски; 6 – плавка вставка; 7 – порцелянова трубка; 8 – азбестова прокладка; 9 – кварцовий пісок; 10 – свинцево-олов'яна напайка

Рисунок 7.1 – Конструкція плавкого пластинчатого запобіжника серії ПН-2

Технічні вимоги до плавких запобіжників регламентуються національним стандартом ДСТУ EN 60269-1:2017

Плавкий запобіжник складається з трьох основних частин: корпуса (призначений для монтажу складових елементів плавкого запобіжника), контактів (призначені для вмикання плавкого запобіжника в монтажну панель) і плавкої вставки (чутливий елемент). Деякі плавкі запобіжники оснащуються покажчиком спрацювання (індикатором), який дозволяє візуально визначати стан (цілісність) плавкої вставки [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8_%D0%B7%D0%B0%D1%85%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%83].

Принцип дії плавкого запобіжника базується на виділенні тепла струмом, що проходить по плавкій вставці. У нормальних умовах це тепло розсіюється в навколишнє середовище. Якщо кількість виділеного тепла перевищує кількість відведеного тепла, то його надлишок викликає підвищення температури вставки і вона перегоряє (плавиться або спрацьовує).

Корпус плавкого запобіжника виготовляється з негорючих полімерних матеріалів, скла, кераміки. Більшість плавких запобіжників виготовляється із закритим корпусом. Плавкі запобіжники із закритим корпусом можуть бути з наповнювачем і без нього. У плавких запобіжниках з наповнювачем електрична дуга, що виникає при розплавлянні плавкої вставки, гаситься в порошкоподібному або зернистому наповнювачі, а у плавких запобіжниках без наповнювача – внаслідок високого тиску газів у корпусі.

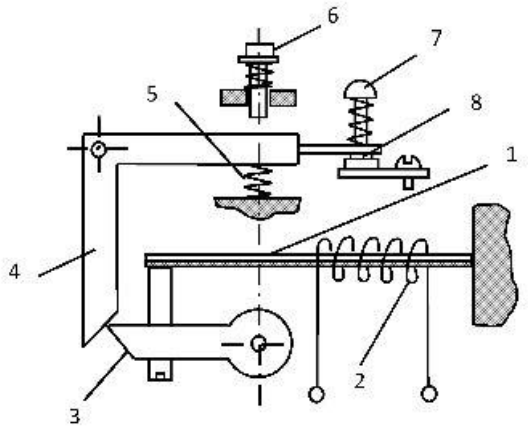
Автоматичні вимикачі. Автоматичний вимикач (автомат) – це електромеханічний комутаційний апарат багаторазової дії, спроможний вмикати, проводити та вимикати струми при нормальному стані електричного кола, а також вмикати, проводити протягом заданого часу й автоматично вимикати струми у визначених ненормальних режимах роботи електричного кола. Технічні умови до автоматичних вимикачів регламентуються національним стандартом ДСТУ 3025-95.

Автоматичні вимикачі за номінальної напруги та номінальної сили струму до 100 А повинні витримувати не менше 1500 вмикань, за номінальної сили струму від 100 до 630 А – 1000 вмикань, вище 630 А – 500 вмикань.

Автоматичний вимикач складається з таких основних частин: корпус, кришка, дугогасна камера, механізм керування, механізм вільного розчіплювання, розчіплювач (автоматичний вимикач може мати декілька розчіплювачів).

Теплові реле (рис. 7.2). Теплові реле застосовуються для захисту від перевантажень. Достатньо часто теплові реле для захисту від перевантажень електричних двигунів вбудовуються у магнітні пускачі.

Чутливим елементом теплового реле є біметалева пластина, що нагрівається струмом (подібно тепловому розчіплювачу автоматичного вимикача). Нагрівання біметалевої пластини може здійснюватися від спеціального нагрівального елемента, що вмикається паралельно біметалевій пластині (аналогічно тепловому розчіплювачу непрямої дії), або від струму в самій біметалевій пластині (розчіплювач із безпосереднім нагрівом), або комбіновано (розчіплювач зі змішаним нагрівом).



1– біметалева пластина; 2 – нагрівальний елемент; 3 – засувка; 4 – важіль; 5 – пружина; 6 – кнопка; 7 – регулювальний гвинт; 8 – контакти

Рисунок 7.2 – Конструкція теплового реле з розчіплювачем із безпосереднім нагрівом

При проходженні струму перевантаження по нагрівальному елементу 2 біметалевої пластини 1 теплового реле її незакріплений кінець вигинається униз (у бік металу з меншим коефіцієнтом лінійного поширення) і звільняє засувку 3, яка, у свою чергу, звільняє важіль 4. Важіль 4 під дією пружини 5 повертається проти стрілки годинника і розмикає контакти 8. Кнопка 6 призначена для ручного повертання важеля 4 у вихідне положення. Гвинт 7 є регулювальним.

Пристрої захисного автоматичного вимикання живлення називається автоматичне розмикання одного або кількох лінійних (фазних) провідників і, у разі потреби, нейтрального провідника, яке виконується з метою електробезпеки.

Захисне автоматичне вимикання живлення забезпечується за допомогою ПЗВ.

ПЗВ не тільки забезпечує електробезпеку, але й запобігає пожежам. ПЗВ здійснює вимикання споживачів електричної енергії при виникненні струмів витоку, величина яких є значно меншою за струму КЗ. Тому ПЗВ запобігає нагріву провідників – тобто забезпечує пожежну безпеку.

Диференційні автоматичні вимикачі – це пристрій, що поєднує в одному апараті автоматичний вимикач та ПЗВ, тобто здійснює захист як від КЗ та

перевантаження, так і від струмів витоку. Характеристики диференційного автомата поєднують у собі характеристики відповідно автоматичного вимикача та ПЗВ.

Пристрої захисту від імпульсної перенапруги. В електричних мережах може виникати імпульсна (короткочасна) перенапруга, викликана, наприклад, розрядом блискавки або перехідним процесом при комутації. Захистом електричних мереж від впливу перенапруги є улаштування ефективної системи заземлення, вирівнювання потенціалів та улаштування ПЗІП.

Пристрій захисту від імпульсної перенапруги (ПЗІП) – пристрій, призначений для обмеження перехідних перенапруг і для відводу імпульсного струму. Випускаються ПЗІП одноразової та багаторазової дії.

4 Використання пристроїв блискавкозахисту

Дія блискавки на будівлі та споруди проявляється у вигляді прямого удару блискавки в об'єкт, дії електростатичної та електромагнітної індукції і в занесенні високих потенціалів у будівлі і споруди [https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu-en-62305-1-2012.pdf].

Найнебезпечнішим є прямий удар блискавки в об'єкт, тому що при ньому протягом частки секунди (1-100 мкс) по каналу блискавки протікає струм силою 200-500 кА, розігріваючи його до 20 000 °С.

Електростатична індукція проявляється в наведенні потенціалів на наземних об'єктах у результаті змін електричного поля грозової хмари. Це створює небезпеку іскріння міх металевими елементами конструкцій і обладнання.

Електромагнітна індукція – наведення потенціалів у незамкнутих металевих контурах у результаті швидких змін струму блискавки, що створює небезпеку іскріння в місцях зближення цих контурів. Занесення високих потенціалів – перенесення наведених блискавкою високих електричних потенціалів у будівлі й споруди по зовнішніх металевих комунікаціях (наприклад, естакади, монорейки, канатні дороги, трубопроводи, електричні кабелі з металевими оболонками, прокладені в землі, каналах, тунелях тощо).

Індуктивні струми і заноси високих потенціалів, крім породжуваних ними іскрінь, можуть призводити до нагрівання металевих конструкцій і обладнання та запалювання горючих матеріалів і речовин, які знаходяться поблизу.

Близький удар блискавки внаслідок електромагнітної індукції створює також індуктовані перенапруги в електричних мережах, що викликає серйозну небезпеку для ізоляції електроустановок, призводить до ураження людей електричним струмом, виникнення пожежі. У зв'язку з цим, необхідно приділяти увагу питанням блискавкозахисту будівель, електричних мереж, станцій, підстанцій та інших споруд.

Блискавкозахист – це сукупність заходів і технічних засобів для охорони будівель, споруд, обладнання та електричних пристроїв від дії блискавки.

Влаштування блискавкозахисту в Україні підтримується наступними документами:

- ДСТУ EN 62305-1:2012 Захист від блискавки. Частина 1. Загальні принципи (EN 62305-1:2011, IDT);

- ДСТУ IEC 62305-2:2012 Захист від блискавки. Частина 2. Керування ризиками (IEC 62305-2:2010, IDT) ;

- 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) ;

- ДСТУ EN 62561-1:2019 Компоненти системи блискавкозахисту (LPSC). Частина 1. Вимоги до з'єднувальних компонентів (EN 62561-1:2017, IDT; IEC 62561-1:2017, IDT) ;

- ДСТУ EN IEC 62561-2:2019 Компоненти системи блискавкозахисту (LPSC). Частина 2. Вимоги до провідників та уземлювальних електродів (EN IEC 62561-2:2018, IDT; IEC 62561-2:2018, IDT).

Головна мета блискавкозахисту полягає в уникненні пожеж, пошкоджень будівельної конструкції, знищення електронного устаткування та інших проблем, що можуть виникнути в результаті удару блискавки.

Головний чинник, що визначає блискавкозахист, – **характеристика місцевості за грозовою активністю**. Вона залежить від рельєфу, клімату, характеристик ґрунту, рослинності тощо. Для розрахунку блискавкозахисту треба мати дані про грозову активність у районі розміщення об'єкта. На метеостанціях можна отримати кількість годин грозової активності на рік n_0, год/рік. Від цієї активності залежить кількість уражень блискавкою на 1 км^2 поверхні. Якщо дані спостережень на метеостанції відсутні, то цю кількість можна приблизно розрахувати за формулою, км$^{-2}$ рік$^{-1}$ [https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2022/11/12_3_21.pdf]:

$$n = 6{,}7\ T_{гр}/100 \qquad (7.1)$$

де $T_{гр}$ – середня тривалість гроз, год, визначена за картами інтенсивності грозової діяльності або за середніми багаторічними (не менш 10 років) даними метеостанції, найближчої до місця знаходження об'єкта.

Очікувана кількість ударів блискавки за рік по об'єкту, рік$^{-1}$:

- прямокутної форми завширшки S, м, завдовжки L, м, і заввишки $h_{об}$, м,

$$N = [(S + 6\ h_{об})(L + 6\ h_{об}) - 7{,}7 \cdot h_{об}^2\ ]\ n \cdot 10^{-6}\ , \qquad (7.2)$$

- для зосередженого висотного об'єкту (башта, труба, вишка) заввишки hоб, м,

$$N = 9\ \pi\ h_{об}^2\ n \cdot 10^{-6}\ , \qquad (7.3)$$

- для протяжного об'єкта завдовжки L, м (лінії електропередавання, зв'язку і т.п),

$$N = 6\ L\ h_{об}\ n \cdot 10^{-6}\ , \qquad (7.4)$$

Система блискавкозахисту складається із зовнішньої і внутрішньої систем блискавкозахисту.

Зовнішня система блискавкозахисту – частина системи блискавкозахисту, що складається з блискавкоприймачів, доземних провідників і уземлювачів.

Зовнішня система блискавкозахисту (LPS) призначена для того, щоб:

- вловлювати прямий удар блискавки в будівлю (з блискавкоприймачем);
- безпечно проводити струм блискавки в землю (використовуючи доземні провідники);
- розсіювати струм блискавки в землі (використовуючи уземлюючі пристрої).

Зовнішня LPS запобігає небезпечному іскрінню в будівлі завдяки зрівнюванню грозових потенціалів, забезпечення безпечної відстані (і електроізоляції) між компонентами зовнішньої LPS і іншими електропровідними елементами всередині будівлі.

Основні заходи захисту від блискавки і ураження людей електричним струмом внаслідок контактної і крокової напруги спрямовані на:

- зниження небезпечного протікання струму по тілу людини за допомогою ізолювання виступаючих струмопровідних елементів і (або) підвищення опору поверхні землі;
- зниження виникнення небезпечної контактної і крокової напруги за допомогою фізичних обмежень і (або) попереджувальних написів.

Зовнішня LPS може бути ізольованою або не ізольованою від захищуваної будівлі.

Ізольовану LPS встановлюють в будівлях із займистим покриттям та стінами, або з зонами, в яких є ризик виникнення вибуху або пожежі. Внутрішня система блискавкозахисту – частина системи блискавкозахисту, що складається з системи вирівнювання грозових потенціалів і (або) пристроїв захисту від імпульсної перенапруги.

Внутрішня система блискавкозахисту призначена для вирівнювання потенціалів в струмопровідних комунікаціях та захисту електричного та електронного обладнання. Основним пристроєм системи внутрішнього блискавкозахисту є пристрій захисту від імпульсних перенапруг.

Основні компоненти блискавкозахисту включають наступне: грозозахисні блискавковідводи; грозозахисні заземлювачі; захист електричних систем; захист від надтисків і пожеж; грозозахисні системи для спеціальних об’єктів.

Грозозахисні блискавковідводи (або блискавкоприймачі) – це металеві конструкції, які встановлюють на даху будівлі і призначені для привертання блискавки. Вони відводять струм блискавки в безпечну для довкілля землю, запобігаючи його проникненню в будівлю.

Грозозахисні заземлювачі – це металеві електроди або системи електродів, які підключаються до грозозахисних молниєотводів і занурюються у землю. Вони служать для відведення струму блискавки в землю і розподілу його безпечним шляхом.

Захист електричних систем включає в себе заходи для захисту електричних систем будівель від можливих пошкоджень, які можуть виникнути в результаті

перенапруги, спричиненої ударом блискавки. Це може включати розрядники, захисні пристрої, грозозахисні фільтри та інші заходи.

Захист від надтисків і пожеж. При вибуху блискавки в близькості будівлі виникають надтиски, які можуть призвести до пошкодження структур будівель, вікон, дверей тощо. Для зменшення цього ризику використовуються віконні і дверні системи, які забезпечують стійкість до надтисків, а також протипожежні системи для запобігання поширенню вогню.

Грозозахисні системи для спеціальних об’єктів. Деякі спеціальні об'єкти, такі як аеропорти, радіомачті, телекомунікаційні вежі тощо, потребують спеціальних грозозахисних систем, оскільки вони мають високий ризик отримати удар блискавки або можуть мати важливу роль у комунікації та безпеці.

При виборі пристроїв блискавкозахисту для різних категорій будівель та споруд враховують важливість об’єкта, його висоту, розташування серед сусідніх об'єктів, інтенсивність грозової активності та інші характеристики.

Пристрої блискавкозахисту повинні відповідати таким основним вимогам [Рожков]:

- відповідність типу блискавкозахисту характеру виробничого процесу в будівлі або споруді, а також на об'єкті в цілому;
- можливість типізації конструктивних елементів блискавкозахисту;
- значний строк служби, який має досягати понад 10 років;
- надійність дій усіх елементів блискавкозахисту;
- можливість застосування недорогих матеріалів та використання конструктивних елементів будівель;
- наочність монтажу, створення умов безпеки для персоналу об'єкта;
- легкий доступ до всіх елементів для проведення контролю, ремонту або відновлення;
- відносно нескладна експлуатація.

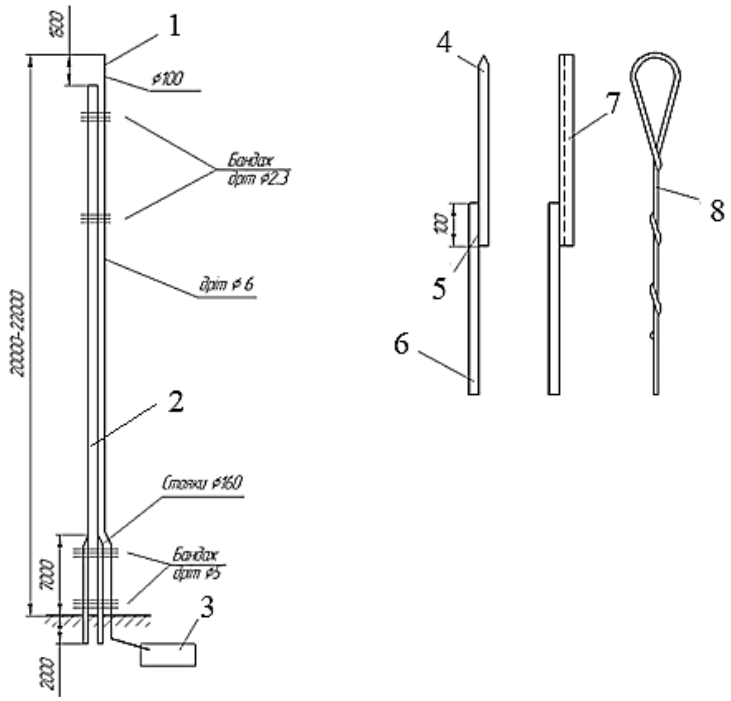
Конструктивно блискавковідвід складається з трьох основних частин (рис.7.3): блискавкоприймача, який безпосередньо сприймає удар блискавки; струмовідводу (спуску), що з’єднує блискавкоприймач з заземлювачем, та заземлювача, через який струм блискавки переходить безпосередньо в землю.

Заземлювальний пристрій 3, залежно від розмірів, розміщення та форми електродів, може бути: заглибленим (зі штаби, кутикової чи круглої сталі, прокладених по дну котловану для фундаменту будинку); вертикальним (зі стольних вертикально вкручених у землю стержнів довжиною 4,5...5 м або забитих електродів із кутикової сталі довжиною 2,5...3 м верхні кінці цих електродів заглиблені на 0,6...0,7 м і з’єднані між собою); горизонтальним (зі штаби, кутикової чи круглої сталі, прокладених у землі на глибині 0,6... 0,7 м); комбінованим (з вертикальних стержнів довжиною 2,5...3,0 м, верхні кінці яких заглиблено на 0,6...0,7 м у землю і з’єднано по контуру стальною штабою, яку розміщують горизонтально на ребро). Тип заземлювача залежить від питомого опору ґрунту та необхідного імпульсного опору.

Бискавкозахисні пристрої, залежно від категорії влаштування блискавкозахисту і типом зони захисту, можуть бути виконані по-різному.

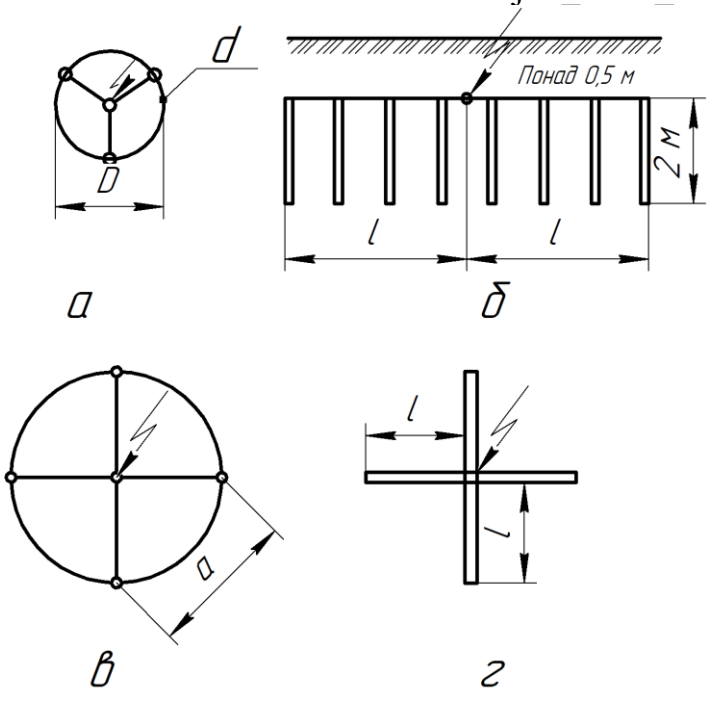
Блискавковідводи бувають стрижневими, тросовими, сітчастими, настінними та покрівельними. Конструкції заземлювачів схематично наведені на рис. 7.4.

Отже, розміри і конструкція блискавковідводів залежать від вибраного рівня захисту об’єкта (табл. 7.1) та очікуваної кількості ударів блискавки за рік по об’єкту (формули (7.1)-(7.4)).



1 – блискавкоприймач; 2 – струмовідвід; 3 – заземлювальний пристрій; 4 – блискавкоприймач з труби; 5 – зварювальний шов; 6 – струмовідвід; 7 – блискавкоприймач з кутикового металу; 8 – блискавкоприймач з дроту діаметром 8...10 мм

Рисунок 7.3 – Конструкції блискавковідводів
[https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2022/Berezjuk_2017_98.pdf]



а – кільцевий в плані (сталева штаба завширшки 4 см або кругла сталь діаметром 1-2 см); б – двопроменевий із вертикальних електродів, з'єднаних смугою перерізу не менше 160 мм (аналогічно виконуються трипроменеві та чотирипроменеві з загальною точкою приєднання до струмовідводу); в – чотириелектродний вертикальний заземлювач зі з'єднаннями штабовою сталлю по периферії та радіусам (таким же чином утворюються трьох- та двохелектродні заземлювачі); г – чотирипроменевий симетричний з горизонтальних смугових або кутових електродів в плані (аналогічно виконується заземлювач з трьох та двох променів)

Рисунок 7.4 – Схематичні конструкції заземлювачів для блискавковідводів

Зона захисту блискавковідводу – простір, усередині якого будівельна конструкція захищена від прямого удару блискавки з надійністю не нижче ніж: для об'єктів I рівня блискавкозахисту – 99,0 % і вище; для об'єктів II рівня блискавкозахисту – 95 - 99 %; для об'єктів III рівня блискавкозахисту – 90 - 95 %; для об'єктів IV рівня блискавкозахисту – не нижче 85 %.

Таблиця 7.1 – Визначення необхідності та рівня блискавкозахисту об'єкта від прямого удару блискавки

№ з/п	Об'єкт	Очікувана кількість уражень об'єкта за рік, за якою виконується блискавкозахист N, уражень/рік	Рівень блискавкозахисту
1	Будівлі і споруди або їхні частини, приміщення яких згідно з НПАОП 0.00-1.32-01 і СОУ-Н ЕЕ 40.1-21677681- 88:2013 (НАПБ В.01.056-2013/111) відносяться до зон класів 1 і 20	Незалежно від N	I
2	Будівлі і споруди або їхні частини, приміщення яких згідно з НПАОП 0.00-1.32-01 і СОУ-Н ЕЕ 40.1-21677681- 88:2013 (НАПБ В.01.056-2013/111) відносяться до зон класів 2 і 21	N>1	I
		N≤ 1	II
3	Зовнішні установки, що створюють згідно з НПАОП 0.00-1.32-01 і СОУ-Н ЕЕ 40.1-21677681-88:2013 (НАПБ В.01.056-2013/111) зону класу 1	Незалежно від N	II
4	Будівлі і споруди або їхні частини, приміщення яких згідно з НПАОП 0.00- 1.32-01 і СОУ-Н ЕЕ 40.1-21677681- 88:2013 (НАПБ В.01.056-2013/111) відносяться до зон класів П-I, П-II, П-IIа	Для будівель і споруд I і II ступеня вогнестійкості в разі 0,1	II, III
		те саме, але у разі N>2	II
5	Розташовані в сільській місцевості невеликі будівлі III-V ступенів вогнестійкості, приміщення яких згідно з НПАОП 0.00-1.32-01 і СОУ-	N<0,02	IV

	Н ЕЕ 40.1-21677681-88:2013 (НАПБ В.01.056-2013/111) відносяться до зон класів П-I, П-II, П-IIа		
6	Зовнішні установки і відкриті склади, що створюють згідно з НПАОП 0.00-1.32-01 і СОУ-Н ЕЕ 40.1-21677681-88:2013 (НАПБ В.01.056-2013/111) зону класів П-III	0,1<N≤2	III
		N>2	II
7	Будівлі і споруди III, IIIа, IIIб, IV, V ступенів вогнестійкості, у яких відсутні приміщення, віднесені за НПАОП 0.00- 1.32-01 і СОУ-Н ЕЕ 40.1-21677681- 88:2013 (НАПБ В.01.056-2013/111) до зон вибухо- й пожежонебезпечних класів	0,1<N≤2	III
		N>2	II
8	Будівлі і споруди з легких металевих конструкцій з горючим утеплювачем (IVа ступеню вогнестійкості), у яких відсутні приміщення, віднесені за НПАОП 0.00-1.32-01 і СОУ-Н ЕЕ 40.1- 21677681-88:2013 (НАПБ В.01.056- 2013/111) до зон вибухо- і пожежонебезпечних класів	0,02<N≤2	III
		N>2	II
9	Невеликі будівлі III-V ступенів вогнестійкості, розташовані в сільській місцевості, у яких відсутні приміщення, що відносяться за НПАОП 0.00-1.32-01 і СОУ-Н ЕЕ 40.1-21677681-88:2013 (НАПБ В.01.056-2013/111) до зон вибухо- і пожежонебезпечних класів	Для III, IIIа, III6, IV, V ступеня вогнестійкості в разі N	IV
10	Будівлі обчислювальних центрів, а також будівлі, у яких встановлено обладнання інформаційних технологій або будь-яке інше електронне обладнання, чутливе до атмосферних перешкод	Незалежно від N	I, II
11	Тваринницькі і птахівничі будівлі і споруди III-V ступенів вогнестійкості: для великої рогатої худоби і свиней на 100 і більше голів, для овець на 500 голів і більше, для птахів на 1000 голів і більше, для коней на 40 голів і більше	Незалежно від N	II, III
12	Димові та інші труби підприємств і котелень, башти й вежі всіх призначень заввишки 15 м і більше	Незалежно від N	III
13	Житлові і громадські будівлі, висота яких на 25 м і більше перевищує середню висоту навколишніх будівель у радіусі 400 м, а також окремі будівлі заввишки понад 30 м,	Незалежно від N	III

	що віддалені від інших будівель більше ніж на 400 м		
14	Окремо житлові й громадські будівлі в сільській місцевості заввишки понад 30 м	Незалежно від N	III
15	Громадські будівлі III—V ступенів вогнестійкості такого призначення: дитячі дошкільні установи, школи і школи-інтернати, стаціонари лікувальних установ, спальні корпуси та їдальні установ охорони здоров'я і відпочинку, культурно-освітні й видовищні установи, адміністративні будівлі, вокзали, готелі, мотелі, кемпінги	Незалежно від N	III
16	Відкриті видовищні установи (зали для глядачів відкритих кінотеатрів, трибуни відкритих стадіонів тощо)	Незалежно від N	III
17	Будівлі і споруди, що є пам'ятниками історії, архітектури і культури (скульптури, обеліски тощо)	Незалежно від N	III

Згідно ДСТУ IEC 62305-2:2012 визначають **чотири рівні блискавкозахисту**:

I та II рівень – об’єкти, які треба захищати від прямих ударів, вторинних проявів та занесення високого потенціалу через надземні і підземні комунікації;

III рівень – будинки і споруди, які треба захищати від прямого удару та занесення високого потенціалу через надземні і наземні комунікації;

IV рівень – невеликі нежитлові об’єкти, розташовані у сільській місцевості.

Методика розрахунку блискавкозахисту буде наведена на практичних заняттях.

Питання до самоконтролю: