

ОГЛЯД ЗАСОБІВ ОБМЕЖЕННЯ ВПЛИВУ БЛИСКАВКИ НА БЕЗПЕКУ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ

Слюсар Є. В., студ. (гр. ЕК-91, ФЕА КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. У статті проаналізовано інформацію щодо новітніх типів розрядників та їхні конструкції. Основне призначення розрядника – захист ізоляції електроустановок та працівників, котрі займаються експлуатацією такого устаткування, від підвищених рівнів напруги, спричинених дією електричних розрядів блискавки. Наведено нові підходи під час розробки та впровадження нових видів розрядників.

Ключові слова: блискавка, розрядник, сучасні технології.

Abstract. New types of arrester have been discussed in this article. The main purpose of an arrester is to protect electricians from the danger of being struck by lightning. The design and application of the arresters have been reviewed.

Keywords: arrester, lightning, modern technology

Вступ. Одним з показників безпеки на електроенергетичних об'єктах є захищеність працівників і засобів виробництва від дії грозових електричних розрядів. Щоб уникнути небезпечних наслідків від потрапляння блискавки, потрібно впроваджувати комплексні заходи з метою забезпечення надійного захисту персоналу та обладнання зовні та в середині об'єкта. Важливо забезпечити захист від блискавки, оскільки такий розряд може мати напругу до 50 000 кВ та струм до 100 кА, що є надзвичайно небезпечним для обладнання та живих істот. Систему захисту від блискавок створюють для безперебійної роботи електроустановок, електронних заходів управління та контролю, захисту працівників.

Аналізу стану питання. Розрядник – пристрій, який використовується для захисту ізоляції в електроустановках у разі виникнення умов перенапруги [1]. Він затримує та розряджає підвищений рівень напруги на землю під час ударів блискавки або під час роботи обладнання. Такі пристрої встановлюють у проміжках між лінією електропередавання та захисним заземленням. Конструктивно розрядник складається з пари електродів і дугогасильного компонента.

Мета статті – огляд новітніх типів розрядників та визначення сфери їх застосування.

Методики, матеріали і результати досліджень. Принцип роботи розрядника такий. Один з електродів підключають до фази повітряної лінії (ПЛ) або трансформатора, які потрібно захистити, другий приєднують до захисного заземлення енергетичного об'єкту. Повітряний зазор між електродами утворює іскровий проміжок. Якщо величина напруги досягає значень пробою повітряного середовища (більш як 30 кВ/см), в цьому зазорі відбувається пробій іскрового проміжку і як результат – зняття перенапруги. Імпульс перенапруги замикається через захисне заземлення. Після пробою іскрового проміжку

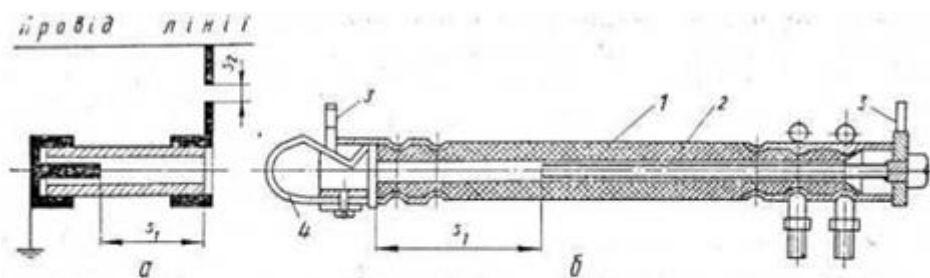
відбувається процес іонізації, що може призвести до виникнення короткого замикання. Наявність дугогасильного елементу максимально швидко усуває цей ефект і попереджає спрацювання захисних пристроїв [2]. Розглянемо більш детально конструкції кількох типів розрядників

Розрядні роги, повітряний розрядник

Такий розрядник є самим простим по типу конструкції, в якому повітря виступає діелектриком. Його використовують як додатковий пристрій на ПЛ всіх класів напруги. Розрядник спрацьовує у випадку прямих попадань блискавки у грозозахисний трос або у дроти ПЛ. Конструктивно він виконується у вигляді низки рогів задля створення контрольованості дуги та її відведення на безпечну відстань від інших конструкцій з можливим термічним руйнуванням ізоляторів. Вадю такого пристрою є залежність від вологості повітря, яке впливає на його провідність та величини напруги пробою, що затрудняє вибір порогу спрацювання.

Трубчастий повітряний розрядник

Такий розрядник створено у формі дугогасної полімерної (полівінілхлориду або полістиролу) трубки, з різних кінців якої закріплені електроди (рис. 1). Такі полімери здатні піддаватися термічній деструкції з виділенням великої кількості газів і без обуглювання,



а – схема внутрішнього та зовнішнього іскрових проміжків;

б – будова розрядника

Рис. 1. Будова трубчастого повітряного розряднику

Один з електродів заземлюють, а інший розташовують на певній відстані від нього (відстань залежить від напруги спрацювання або напруги пробою). Коли відбувається пробій, в трубці виникає потужна газогенерація та через вихлопний отвір утворюється поздовжнє дуття для гасіння дуги. У відкритому типі таких розрядників викид плазмових газів здійснюється в атмосферу.

Газовий розрядник

Розрядник має будову аналогічну повітряному розряднику, заповнений інертними газами, які іонізуються під дією перенапруги, яка спричинена електричним розрядом блискавки. Газонаповнене середовище забезпечує покращені умови гасіння розряду та швидкодію. Напруга пробою газонаповненого розрядника знаходиться в межах від 60 В до 5 кВ залежно від конструкції.

Перевагою газового розрядника є більший струм порівняно з іншими

типами розрядників за таких самих розмірів. Газові розрядники витримують невелику кількість великих перенапруг та значно більшу кількість невеликих перенапруг [3]. Іноді, поряд з газовими розрядниками, встановлюють додаткові розрядники, які виконують функцію шунтування перед початком іонізації. Такий тип розрядника часто використовують у телекомунікаційному обладнанні та електричних двигунах.

Вентильний розрядник (тип РВ)

Вентильний розрядник має структуру багатоступеневого іскрового проміжку (декілька послідовно з'єднаних одиничних іскрових проміжків) і робочого резистора (рис. 2).



Рис. 2. Зовнішній вигляд вентильного розрядника

Через нелінійний опір, який зменшується зі зростанням величини струму, є можливість пропустити більший струм за меншого падіння напруги. Під час перенапруги багаторазовий іскровий проміжок пробивається, а завдання робочого резистора знизити значення струму, що виникає, до величини, яку можна успішно погасити іскровими проміжками. Серед інших переваг вентильних розрядників слід відзначити безшумність спрацьовування та відсутність викидів газу або полум'я.

Магнітовентильний розрядник (тип РВМГ)

РВМГ складається з декількох послідовних блоків з магнітними іскровими проміжками та певної кількості влітових дисків. Кожен блок конструктивно виконано як почергове з'єднання одиничних іскрових проміжків і постійних магнітів, які розміщено в порцеляновому циліндрі. Під

час пробою в одиничних іскрових проміжках виникає дуга, яка завдяки дії магнітного поля кільцевих магнітів, починає обертатися з великою швидкістю, що забезпечує швидший, порівняно з вентильними розрядниками, процес дугогасіння.

Нелінійний обмежувач перенапруг (тип ОПН)

Захисні властивості ОПН, аналогічно до вентильних розрядників (РВ) базуються на нелінійності вольт-амперних характеристик їхніх робочих елементів (рис. 3).

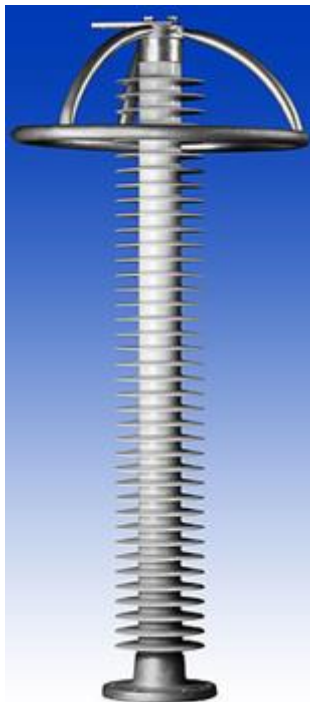


Рис. 3. Зовнішній вигляд обмежувача перенапруг

Це має змогу зменшити опір у разі підвищення напруги. Плоский згин нелінійної вольт-амперної характеристики робочих елементів у розрядниках не дає можливість забезпечити одночасно і достатньо глибоке обмеження перенапруги, і малий струм провідності [4]. Покращення захисної дії досягають: налаштуванням додаткової низки іскрових проміжків, послідовно приєднаних до нелінійних елементів; використанням в конструкції оксидно-цинкових елементів, які мають більш вертикальну вольт-амперну характеристику.

Висновок. Розрядник є ефективним засобом захисту від природних електричних розрядів, який дає змогу захистити електротехнічне устаткування та електротехнічних працівників, котрі обслуговують діючі електроустановки. З початку 2000-х років, вентильні розрядники практично зняті з виробництва та з діючих електроустановок через обмежений термін використання. Побудова схем захисту ізоляції обладнання нових і модернізованих підстанцій від грозових і комутаційних перенапруг тепер здійснюють з використанням нелінійних обмежувачів перенапруги.

Науковий керівник: Третьякова Л. Д., д.т.н., проф. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Література

1. Вимоги безпеки до виробничого обладнання. Охорона праці і пожежна безпека, 2020. № 3. С. 23-28. Retrieved from <https://oppb.com.ua/news/vymogy-bezpeky-do-vyrobnychogo-obladnannya>
2. Обладнання електричної підстанції / Інтернет-сайт «Ілюстрація - Все про електротехніку та електроніку». Retrieved from <https://illustrationprize.com/uk/458-electrical-substation-equipment.html>
3. Десять установок, яке ви повинні визнати в кожній розподільчій підстанції / Журнал «Круштимки. Енергія для всіх», 2019 Retrieved from <https://crushtymks.com/uk/energy-and-power/818-10-equipment-you-must-recognize-in-every-distribution-substation.html>
4. Вакуленко М. О. Тлумачний словник із фізики. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. 767 с.