

ВИКОРИСТАННЯ ОПН ДЛЯ ОБМЕЖЕННЯ ПЕРЕНАПРУГ НА ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЯХ

Лугін Д. М., студент, Паненко О. М., асистент

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних мереж та систем

Вступ. Важливість блискавозахисту повітряних ліній (ПЛ) зростає із попитом на якість електропостачання. На лініях електропередачі в діапазоні від 60 до 330 кВ, як правило, більше половини відключень лінії спричинені перенапружками від блискавки [1]. Останнім часом для обмеження перенапруг, спричинених блискавкою, стає розповсюдженою практикою використання на ПЛ обмежувачів перенапруги нелінійних (ОПН), що сприяє забезпеченню стійкої роботи енергосистеми.

Мета роботи – визначити основні особливості встановлення ОПН на опорах для захисту ПЛ високої та надвисокої напруги.

Матеріали і результати досліджень. На сучасних ПЛ використовуються два типи ОПН: або типового конструктивного виконання (блок металооксидних варисторів) без зовнішніх розривів при приєднанні до проводів лінії; або обмежувачі із зовнішнім іскровим проміжком, що розташований послідовно з варисторним блоком (рис.1).

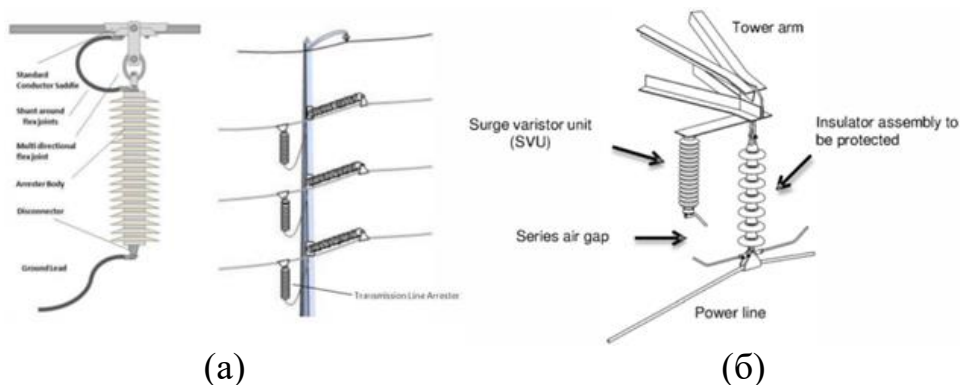


Рисунок 1 – Підключення ОПН без іскрового проміжку (а) і ОПН з іскровим проміжком (б).

ОПН без проміжків. За конструкцією це типовий ОПН у полімерному корпусі де розміщені металооксидні варистори. Корпуси зазвичай механічно зміцнені пластиком армованим волокнами. Оскільки такий ОПН постійно знаходиться під впливом робочої напруги та всіх перенапруг на лінії (не тільки обумовлених блискавкою), він повинен бути розрахованим на витримку всіх названих впливів, що призводить до необхідності застосовувати потужні та важкі конструкції (що є основним недоліком їх використання). Особливістю є обладнання ОПН роз'єднувачем у нижній частині, для від'єднання заземлюючого проводу в разі перевантаження ОПН і забезпечення можливості повторного включення лінії [3]. Встановлення ОПН повинно бути виконано таким чином, щоб у разі спрацювання роз'єднувача опора витримувала щонайменше таку ж саму пробивну здатність, як і до встановлення ОПН. Переваги та недоліки використання ОПН без іскрового проміжку наведені у таблиці 1 [2].

Таблиця 1 – Основні переваги та недоліки встановлення ОПН без проміжків

Переваги	Недоліки
<ul style="list-style-type: none"> - простий монтаж, в деяких випадках з використанням методів роботи під напругою - можливість обмеження комутаційних перенапруг з повільним фронтом імпульсу - несправний ОПН можна виявити за допомогою візуального огляду з великої відстані (коли роз'єднувальна ланка відпала від обмежувача) 	<ul style="list-style-type: none"> - варистори ОПН постійно під впливом робочої напруги, піддаються впливу тимчасових і комутаційних перенапруг - роз'єднувач і гнучкий провід, який виводить роз'єднувач з експлуатації у разі виходу його з ладу, часто є слабким місцем; він може вийти з ладу механічно через вібрацію, галопування, перетискання провідника, корозію або інші навантаження - забруднення та кліматичні опади в районах з сильним забрудненням або з сильною ожеледдю можуть бути проблемою та призводити до виходу обмежувачів з ладу

ОПН з іскровим проміжком. ОПН даного типу має зовнішню конструкцію з проміжками, як показано на рисунку 1. Блок металооксидних варисторів в полімерній ізоляції, подібний за конструкцією ОПН без проміжків, за винятком розмірів. Оскільки блок варисторів відрізаний від постійного впливу напруги іскровим проміжком і працює лише під час впливу грозових перенапруг, він є більш компактним і легким. Послідовний проміжок спроектований таким чином, щоб іскроутворення проходило з достатньою відстанню від захищеного ізолятора [3]. Переваги та недоліки ОПН з іскровим проміжком наведені у таблиці 2 [2].

Таблиця 2 – Основні переваги та недоліки встановлення ОПН з проміжками

Переваги	Недоліки
<ul style="list-style-type: none"> - відсутність постійно діючої напруги на варисторному блоці - номінальна напруга обмежувача перенапруги нижча за робочу, що дає змогу скоротити довжину струмоведучої частини - старіння корпусу відбувається повільніше, а надійність підвищується - не потрібен роз'єднувач (роз'єднувач досить складно спроектувати для важких умов експлуатації) - підходить для багатоконтурних опор з проблемами зазору між поперечними плечима 	<ul style="list-style-type: none"> - складність монтажу - складне узгодження ізоляції, вимагає ретельного узгодження вольт секундної характеристики (ВСХ) повітряного зазору з ВСХ ізолятора, що захищається - відсутність можливості обмеження комутаційних перенапруг - може бути технічно складно визначити місцезнаходження ОПН з несправним варисторним блоком (однак, можливо використовувати блоки, оснащені індикатором несправності)

Розташування ОПН на лінії. Щоб зменшити загальну кількість пошкоджень від блискавки, встановлення ОПН на більшій кількості фаз дасть кращі результати. ОПН захищає паралельно підключений фазний ізолятор і зменшує перенапругу від блискавки на інших фазах. Ефективність залежить від розміщення ОПН і розподілу потенціалу перенапруги навколо нього, наприклад,

від конструкції опори, заземлення, типу грозозахисного тросу і проводів лінії електропередачі [3].

Бажано, щоб ОПН були встановлені на всіх опорах на всій лінії або на окремих ділянках, де очікується особливо високий ризик ураження блискавкою. Однак, з точки зору економічної ефективності, вибір опори для встановлення ОПН є важливим питанням. Пріоритет для встановлення ОПН мають опори, що відповідають наступним умовам:

- високий опір опори.
- погана конструкція екранування, наприклад, відсутність блискавкозахисного тросу або за малої відстані між фазами;
- часті випадки влучання блискавки з минулих звітів.

Незалежно від захищеності лінії та лінійного ізолятора від несправностей за допомогою ОПН, все одно існує ймовірність того, що ОПН може вийти з ладу, і в цьому випадку буде втрачений захист не тільки у опорі з обмежувачем, але також зменшується стійкість до перекидання блискавки у сусідні опори. Ризик полягає в тому, що електричний збій може статися на одній з найбільш вразливих до блискавки опор. В залежності від типу ОПН, заходи щодо пом'якшення наслідків виходу з ладу ОПН можуть бути дещо різними.

Несправний ОПН без проміжків повинен бути замінений, коли це можливо, і може бути виявлений або візуальним оглядом, або сигналами про спрацювання роз'єднувача, або відключенням лінії через систему захисту на підстанції.

Електрична несправність ОПН з іскровим проміжком, швидше за все, вплине на блок варисторів і, таким чином, може зробити його провідним. Це може бути критичною несправністю, оскільки тепер має місце опора з нижчою стійкістю до блискавки, ніж до встановлення ОПН. Важливо замінити несправний ОПН, коли це можливо, оскільки є ризик відключення лінії, якщо подальший удар блискавки влучить у лінію на цій конкретній опорі або поблизу неї. Несправний ОПН можна виявити або візуально, або за відключенням лінії.

Основним способом зменшення ризику для ОПН може бути виявлення і відключення лінії з великим ризиком впливів блискавки за допомогою on-line системи локалізації блискавки (LLS), що є загальноприйнятою практикою в деяких індустріально розвинених країнах, що мають LLS. Іншим заходом може бути використання системи пошуку несправностей на повітряних лініях, встановленої на підстанції.

Висновок. Показана доцільність встановлення ОПН для захисту ПЛ від перенапруг блискавки, розглянуто основні види обмежувачів, які можуть бути встановлені, їх особливості, переваги та недоліки.

Перелік посилань

1. CIGRE-WG C4.301 “Use of Surge Arresters for Lightning Protection of Transmission Lines”, CIGRE technical Brochure 440, 2010. 50 p.
2. CIGRE-WG A3.25 “MO Surge Arresters - Metal Oxide Resistors and Surge Arresters for Emerging System Conditions”, CIGRE technical Brochure 696, 2017. 165 p.
3. CIGRE-WG C4.39 “Effectiveness of line surge arresters for lightning protection of overhead transmission lines”, CIGRE technical Brochure 855, 2021. 169 p.