

## СИСТЕМИ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Вінницький національний технічний університет;

### *Анотація*

*Проведений огляд блискавкозахисту елементів електричної мережі. Виконаний порівняльний аналіз різного устаткування для блискавкозахисту повітряних ліній.*

**Ключові слова:** : блискавкозахист, довго-іскрові розрядники

### *Abstract*

*The inspection of lightning protection of electric network elements is carried out. A comparative analysis of various equipment for lightning protection of overhead lines.*

**Keywords:** lightning protection, long-spark arresters.

### Вступ

Блискавкозахист будівель і споруд, розподільчих станцій та підстанцій – це комплекс технічних рішень і спеціальних пристосувань для забезпечення безпеки будівлі, а також майна і людей тих, що знаходяться в них та гарантії стабільного електропостачання.

Наявність грозо активності в Україні суттєвим чином впливає ефективну роботу системи електропостачання в цілому.

Удари блискавки в лінії електропередачі або поблизу них призводять до появи імпульсних перенапруг, небезпечних як для ізоляції самих ліній, так і для електрообладнання підстанцій. Значний матеріальний збиток пов'язаний і з непрямым впливом грозових розрядів. Він обумовлений порушеннями технологічних процесів внаслідок виходу з ладу систем технологічного управління, мікропроцесорних та комп'ютерних пристроїв управління, регулювання, вимірювання, сигналізації тощо [1,3].

Основною причиною виходу з ладу ізоляції об'єктів електроенергетики, перерв в електропостачанні і витрат на його відновлення до теперішнього часу є ураження блискавкою об'єктів електроенергетики [3].

Захисту об'єктів електроенергетики від прямих ударів блискавки і від перенапруг завжди приділялася велика увага. З метою такого захисту використовуються блискавковідводи, обмежувачі перенапруг, розрядники, відповідні системи заземлення. Блискавковідводами обладнуються також інші важливі об'єкти, такі як житлові і виробничі будівлі, склади і т.д. Мета цих заходів - запобігти безпосередні удари блискавки в захищені об'єкти і організувати протікання струмів блискавки по безпечному шляху [3].

Метою роботи є дослідження елементів блискавкозахисту електричної мережі.

### Результати дослідження

Блискавкозахист підстанцій, крім захисту від прямих ударів блискавки, має містити в собі наступні типи захистів:

- 1) від перекриття при ударах блискавки в заземлені конструкції підстанцій;
- 2) від хвиль, що надходять із лінії.

Для виконання першої вимоги необхідно забезпечити малий опір заземлення підстанції. Для напруги вище 1000 В опір заземлення підстанції  $R_3 \ll 0,5 \text{ Ом}$ .

Для виконання другої вимоги застосовуються трубчасті розрядники (РТ), вентильні розрядники

(РВ) і обмежувачі перенапруги (ОПН).

Найбільш широке поширення в мережах високої напруги одержали вентиляльні розрядники. Вони складаються з кількох послідовно ввімкнених іскрових проміжків (ІП), нелінійних робочих опорів (НО), також ввімкнених послідовно, і шунтувальних опорів ( $R_{ш}$ ).

РВ обмежує перенапруги і гасить дугу супровідного струму без відімкнення мережі або підстанції.

Після гасіння дуги розрядник вертається у вихідний стан і готовий до повторної роботи. Кількість спрацювань РВ 20 або 50 разів.

Істотне поліпшення захисних характеристик може бути досягнуте при відмові від використання іскрових проміжків. Для цього на основі оксиду цинку виготовляють нелінійні резистори — варистори. Захисні пристрої на такій основі - це нелінійні обмежувачі перенапруг (ОПН). ОПН збираються з окремих дисків на основі оксиду цинку (варисторів), які містяться в герметичному порцеляновому корпусі.

ОПН підключаються безпосередньо до мережі і заземлюються через реєстратор спрацювань. Малий коефіцієнт нелінійності ОПН дозволяє глибоко обмежувати перенапруги і застосовувати їх у мережах надвисокого і ультрависокого класів напруги.

Проте в умовах побудови та використання ПЛЗ (повітряна лінія захищеного типу), коли традиційні заходи блискавкозахисту не дають бажаного ефекту і число грозових відключень є неприпустимо великим, з'являється необхідність відмовитися від застосування грозозахисних тросів. Для цього було прийнято рішення застосовувати нові типи розрядників, такі як РДІ і ІРМК. У процесі роботи були визначені недоліки і переваги перед різними блискавко захисними пристроями [2,4].

Основу ізолятора-розрядника складає скляний тарілчастий ізолятор, що масово випускається, на якому спеціальним чином встановлені мультикамерна система (МКС) і електроди. Такі доповнення не призводять до погіршення ізоляційних властивостей ізолятора, але завдяки ним він набуває властивість розрядника. Тому у разі застосування ІРМК на ПЛ не потрібно застосування грозозахисного троса. При цьому знижується висота, маса і вартість опор, а також вартість усієї ПЛ в цілому і забезпечується надійний блискавкозахист ліній, тобто різко скорочується число відключень ліній та зменшуються витрати від недовідпущення електроенергії і експлуатаційні витрати.

Таблиця 1 - Порівняльна таблиця блискавко захисного обладнання

Засоби	Функція	Вартість	Старі лінії	Нові лінії	Ефект	Обслуговування
Грозозахисний трос	Перехоплення прямого розряду блискавки, зменшення індукованої перенапруги	Висока	Важко	Легко	Середній	Нема
ОПН	Поглинання енергії блискавки і обмеження грозового перенапруження	Висока	Важко	Легко	Високий	Досить часто
ОПН із захисним тросом	Поглинання енергії блискавки і обмеження грозового перенапруження, зменшення кількості пошкоджень розрядників	Дуже висока	Важко	Легко	Дуже високий	Часто
РДІ	Збільшення шляху розряду, усунення горіння дуги	Низька	Легко	Легко	Висока	Практично нема
Часткове збільшення товщини ізоляції	Збільшення шляху розряду, усунення горіння дуги	Висока	Дуже важко	Важко	Середній	Нема
ІРМК	Усунення горіння дуги всередині камер	Низька	Легко	Легко	Висока	Практично нема
Ізоляційна система з каскадним з'єднанням елементів	Скорочення ушкоджень головної лінії за рахунок наявності місць зі слабкою ізоляцією	Середня	Неможливо	Можливо	Висока	Середні
Ізолятори з іскровими проміжками	Сприяння можливості горіння дуги і недопущення пошкодження проводу	Висока	Важко	Легко	Висока	Нема
Посилений захищений провід	Збільшення дугостійкості проводу	Висока	Неможливо	Легко	Середній	Нечасті
Часткова зачистка ізоляції і установка затиску	Сприяння можливості горіння дуги і недопущення пошкодження проводу	Низька	Важко	Важко	Високий	Практично нема

## Висновки

1. На переважній частині території України грозова діяльність з часом посилюється, що підтверджує актуальність прийняття заходів із посилення блискавко захисту об'єктів електроенергетики.

2. При використанні ІРМК для захисту від грозових перенапруг знижується висота, маса і вартість опор, а також вартість усієї ПЛЗ (повітряна лінія захищеного типу) в цілому. ІРМК забезпечують

надійну грозозахист ліній, тобто скорочення кількості відключень ліній, зменшення збитку від недо-випуску електроенергії, а також скорочення експлуатаційних витрат. ІРМК може забезпечити надійний захист ПЛ 6-35 кВ і вище як від індукованих перенапруг, так і від прямих ударів блискавки.

3. РДІ-ІТ захищає ПЛЗ як від індукованих, так і від прямих ударів блискавки в провід. ІРД (ізолятор-розрядник) забезпечує довгий шлях проходження імпульсного перекриття спіральним каналом навколо тіла ізолятора зі спіральними ребрами завдяки наявності напрямного електрода, який створює високу напруженість електричного поля на початку каналу розряду, що сприяє розвитку ковзного розряду. Градієнт потенціалу в каналі перекриття дуже малий, що запобігає виникненню силової дуги.

4. Чинні сьогодні нормативні вимоги щодо блискавкозахисту ПЛЗ в загальному вигляді закріплені в главі 2.5 ПУЕ, де рекомендовано встановлювати пристроїв захисту ізоляції проводів ПЛЗ 6-20 кВ під час грозових перекриттів, і конкретизовані в методичних вказівках щодо захисту розподільних електричних мереж напругою 0,4–10 кВ від грозових перенапруг. Відповідно до них на ПЛЗ 6, 10 кВ, що проходять населеною місцевістю і в зоні з грозовою діяльністю в середньому 20 грозових годин і більше, необхідно передбачати установа для захисту від грозових перенапруг довго-іскрові розрядники.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила улаштування електроустановок. – Видання офіційне. Міненерговугілля України. – Х. : Видавництво «Форт», 2017. – 760 с.

2. Ліщак І. В. Сучасний грозозахист розподільчих повітряних ліній 6, 10 кВ довго-іскровими розрядниками (РДІ) / І. В. Ліщак, Т. В. Бінкевич // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2012. – № 736 : Електроенергетичні та електромеханічні системи. - С. 75-80.

3. Перенапруги і блискавкозахист в електричних системах: навчальний посібник/ В. С. Собчук, Н. В. Собчук, О. Б. Бурикін.–Вінниця: ВНТУ, 2010.–145 с.

4. Ліщак І. В. Оцінка надійності схем грозозахисту повітряних ліній електропередавання / І. В. Ліщак, Т. В. Бінкевич // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2014. – № 785 : Електроенергетичні та електромеханічні системи. – С. 39-45.

**Пташник Артем Дмитрович** — студент групи 1ЕС-22м, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

**Толстий Захар Олександрович** — студент групи 2ЕС-22м, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

**Гук Дмитро Анатолійович** — студент групи 1ЕС-22м, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

**Ладанюк Сергій Дмитрович** — студент групи 2ЕСМ-22м, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Науковий керівник: **Нетребський Володимир Васильович** — кандидат технічних наук, доцент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: netrebskiy@ukr.net

*Ptashnik A. - student, Vinnitsa National Technical University, student of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine;*

*Tolsty Z. - student, Vinnitsa National Technical University, student of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine;*

*Guk D. - student, Vinnitsa National Technical University, student of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine;*

*Ladanyuk S. - student, Vinnitsa National Technical University, student of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine*

Supervisor: Netrebskiy V. – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.),docent, Vinnitsa National Technical University, docent of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine; e-mail: netrebskiy@ukr.net