

А. М. Гребенюк

(Україна, Дніпропетровськ, Національний гірничий університет)

ДО ПИТАННЯ ПРО РЕАЛЬНІ МЕТОДИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЙ ВІД ЗЛЕДЕНІННЯ ЛЕП

Всі конструктивні частини повітряних ліній працюють в досить важких умовах, що змінюються в широкому діапазоні. Вони повинні протидіяти цілому ряду зовнішніх факторів, найбільш вагомими із яких є:

- механічні сили ваги всіх частин повітряних ліній;
- вага ожеледі на дротах, тросах і опорах;
- тиск вітру на них, а також тяжіння від дротів і тросів;
- добові, сезонні і річні зміни температури повітря;

Повітряна лінія електропередачі являє собою досить складну інженерну споруду, як з точки зору механіки, так і з точки зору електротехніки. З точки зору механіки найбільш суттєвим є взаємодія між опорами і дротами. На дроти і троси діють рівномірно розподілені по довжині вертикальні навантаження від власної маси, а при певних кліматичних умовах – вертикальні від ожеледі і горизонтальні від вітру. Додаткові зовнішні навантаження на дроти і троси не завжди розподілені рівномірно по довжині дроту. Окремі пориви вітру і раптові скиди ожеледі іноді надають зовнішнім навантаженням динамічний характер [1].

Ціль цієї статті - зробити аналіз можливих методів боротьби з проблемою з'явлення ожеледі на дротах, що призводить до аварій та значних перерв в електропостачанні споживачів.

Аналіз аварій в енергосистемах і режимів роботи електричних приймачів показує, що вони залежать від економічного стану країни. Так як навантаження ліній електропередач при СРСР було практично розрахункове так як промислові підприємства працювали на повну потужність. Тобто струм протікав такої сили що температура дротів ліній електропередач навіть при низьких температурах повітря була більша, що не давало змоги відкладатися ожеледі і на лінії електропередач діяли додаткові навантаження тільки від тиску вітру.

При зменшенні навантаження або при відключенні лінії тепловий стан дроту буде змінюватися. при цьому виділення у дроті теплоти зменшується або припиняється, а віддавання її середовищу триває доти, доки перевищення температури дроту не досягне відповідно усталеного нового значення або не стане рівним нулю. На такій лінії почне відкладатися ожеледь, паморозь чи налипати мокрий сніг. В тому випадку коли, погодні умови викликають механічні навантаження, які перевищують розрахункові навантаження, то потрібно вживати заходи, що попереджують можливі пошкодження ліній електропередач.

Усунення ожеледі з дротів можливо виконати шляхом механічного усунення або шляхом теплового впливу на ожеледь.

Механічне усунення ожеледі з дротів не потребує значних додаткових ви-

трат, але його ефективність досить низька. Механічні засоби усунення ожеледі з дротів вимагають значних затрат часу, та можливі тільки при підходящих місцях проходження траси. Тому теплові методи усунення ожеледі мають суттєві переваги. Потрібну кількість тепла для розплавлення ожеледі на дротах можливо отримати шляхом збільшення навантаження мережі або застосування при змінному або постійному струмі різних схем, в залежності від прийнятого джерела струму, що забезпечує потрібний тепловий режим дротів. Збільшення навантаження можливо тільки тоді коли є можливість переключення навантаження з декількох мереж на одну.

Схеми плавлення ожеледі повинні бути простими і надійними. Рекомендований спосіб для плавлення ожеледі є спосіб короткого замикання, обігрівана лінія закорочується з одного кінця, а з другого підводиться напруга, достатня для забезпечення протікання потрібного струму для плавлення ожеледі.

Теплові методи застосовуються при відключенні споживачів, тому важливе значення при розтопленні ожеледі має час застосування такого заходу, так як цим визначається збиток для споживачів. А якщо ожеледь покриває цілий регіон і почнеться її плавлення, то енергетична система нашої країни може не витримати навантаження.

Якщо зменшити довжину прольоту то зменшаться і навантаження на повітряну лінію електропередач, але це можна робити тільки там де в зв'язку з аварією було зруйновано або пошкоджено опори на великій ділянці, а також при проектуванні і монтажі нових ліній електропередач.

Хоча габаритні розміри повітряної мережі задаються, виходячи з напруженості електричного поля і безпеки людей, які можуть проходити під дротами. Крім того, потрібно враховувати біозахист та охорону навколишнього середовища. Для повітряних ліній різних номінальних напруг директивними документами визначені найменші допустимі габарити наближення дротів до землі [6].

Геометричні розміри опори тісно пов'язані з довжиною прольоту (L_2). Зв'язок довжини прольоту (L_2) і висоти опори (H_2) при незмінній величині габариту наближення дротів до землі (h_r) показаний на рисунку.

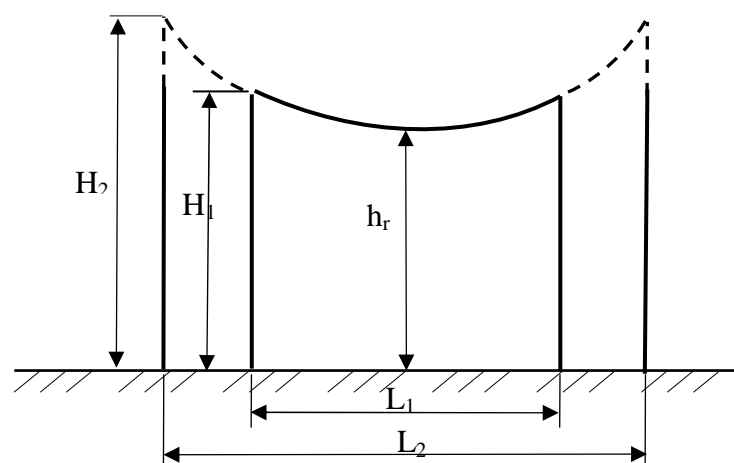


Рис.1. Взаємна залежність опори та довжини прольоту

При зменшенні довжини прольоту (L_1) потрібно зменшувати висоту опори (H_1), що веде до зменшення витрати металу на одну опору. Для повітряних ліній різних номінальних напруг директивними документами визначені найменші допустимі габарити наближення дротів до землі.

$$h_{r(\text{don})} = H - f_{\text{нб}} - h_n - \lambda - h_m$$

де $h_{r(\text{don})}$ - габарит наближення дротів до землі; $f_{\text{нб}}$ - найбільша стріла прогину дроту; відстань по вертикалі між прямою з нижчою точкою провису дроту; H - висота опори; h_n - відстань між дротами на опорі; λ - висота гірлянди ізоляторів; h_m - висота закріплення тросу.

Таким чином, вибір довжини прольоту є технічною (механічне навантаження дротів) і економічною (кількість опор в лінії) задачею.

Надійна робота повітряної лінії при будь-яких кліматичних умовах забезпечується їх механічною міцністю. Тому в процесі проектування ПЛ її механічну міцність розраховують як при нормальному, так і при аварійному (обрив одного або двох дротів, одного троса) режимах. В зв'язку з тим, що в електроенергетиці застосовують метод уніфікації конструктивних виробів (опор, фундаментів, дротів, тросів), то розробляти конструкцію цих елементів для кожної конкретної повітряної лінії не має сенсу. При прийнятих уніфікованих опорах і довжині прольоту, потрібно виконати тільки перевірку по мінімально допустимому перетину дротів. Виключення складають особливі випадки, коли умови використання уніфікованих виробів потребують додаткових розрахунків. До таких відносять випадки при дуже великих прольотах ліній, обумовлених проходженням через широкі річки, в гірських умовах тощо.

Забезпечення потрібної надійності дротів можливо шляхом збільшення мінімально допустимого перетину дротів. Такий шлях в теперішній час не являється прийнятним, тому що потребує збільшення витрат кольорового металу на мережі, а це приведе до зростання вартості мереж.

Можливо значно підвищити ефективність заходів по боротьбі з ожеледдю, шляхом використання методу накладення, використовуючи діелектричні втрати в ожеледі при частоті приблизно от 60 кГц до 100 кГц. В цих частотах в ожеледі виникають діелектричні втрати, крім того поверхневий ефект змушує струм протікати тільки по поверхні лінії і нагріває її.

Електромагнітне поле довгої лінії при 100 кГц має потенціал, що створює перешкоди для системи радіозв'язку, і емісія в діапазоні цієї частоти регулюється в багатьох країнах [7]. У надзвичайній ситуації операції по боротьбі зі зледенінням можуть бути більш важливими, чим можливі перешкоди.

Можна здійснювати боротьбу зі зледенінням на більш низьких частотах. Наприклад, 8 кГц, на жаль, це далеко від діапазону частоти де поверхневий ефект і діелектричне нагрівання ожеледі можуть бути легко збалансовані для

однорідного нагрівання. Але нагрівання поверхневим ефектом саме по собі, може бути досить ефективним.

Висновки

1. Традиційні схеми що застосовуються при розтопленні ожеледі, мають недоліки, такі як необхідність відключення споживачів та час розтоплення ожеледі досить тривалий (близько однієї години), також збитки у споживачів від перерви, або зниження потужності в електропостачанні будуть досить великі, що призводить до значних втрат в економіці країни.

2. Перспективний є метод накладення оперативного струму високої частоти, але він потребує досліджень впливу струму високої частоти на процес нагріву дроту і структуру льоду.

Список літератури

1. Розрахунки електричних мереж систем електропостачання: Навч. посібник /Г.Г.Півняк, Н.С. Волотковська, Г.А.Кігель, А.В.Коротун. за ред. Г.Г.Півняка.-К.: ІЗМН, 1998.-136 с.
2. Бургсдорф В.В., Мурешов Н.С. Гололедные нагрузки воздушных линий электропередачи в СССР.// Труды ВНИИЗ, высш. X. Госэнергоиздат, 1960.
3. Бучинский В.Е. Гололед и борьба с ним. – М.: Гидрометеиздат, 1960.
4. Крюков К.П., Новгородцев Б.П. Конструкция и механический расчет линий электропередачи. – М.: Энергия, 1970.
5. Мельников Н.А. Электрические сети и системы. – М.: Энергия, 1975.-462 с.
6. Правила устройств электроустановок. – М.: Электроатомиздат, 1986.
7. Joshua D. McCurdy, Charles R. Sullivan and Victor F. Petrenko, Using ielectric Losses to De-Ice Power Transmission Lines with 100 kHz High-Voltage Excitation, Thayer School of Engineering Dartmouth College Hanover NH 03755, www.mikesoilfield.com/deicing.htm