

А. М. Гребенюк

(Україна, Дніпропетровськ, Національний гірничий університет)

ВПЛИВ КОРОЗІЇ НА МЕХАНІЧНІ ПАРАМЕТРИ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Повітряна лінія електропередачі являє собою досить складне інженерне спорудження, як з погляду механіки, так і з погляду електротехніки. Всі конструктивні частини повітряних ліній працюють у досить жорстких умовах експлуатації, які змінюються в широкому діапазоні. Лінії електропередачі повинні протидіяти цілому ряду зовнішніх факторів, найбільш значимими з яких є:

- механічні сили ваги всіх частин повітряних ліній;
- вага ожеледі на проводах, тросах і ізоляторах;
- тиск вітру на них, а також тяжіння від проводів і тросів;
- добові, сезонні та річні зміни температури повітря;
- атмосферна корозія.

З погляду механіки найбільш істотним є взаємодія між ізоляторами та проводами. На провода та троси діють рівномірно розподілені по довжині вертикальні навантаження від власної маси, а при певних кліматичних умовах – додаткові вертикальні від ожеледі та горизонтальні від вітру. Додаткові зовнішні навантаження на провода та троси не завжди розподілені рівномірно по довжині проводу. Окремі пориви вітру й раптові скидання ожеледі іноді надають зовнішнім навантаженням динамічний характер.

Мета статті – дослідження впливу корозії на механічні параметри стаціонарних повітряних ліній електропередач.

Повітряні лінії електропередач з часом піддаються атмосферній корозії, що є однією з найпоширеніших видів корозії металів. У свою чергу атмосферна корозія металів, у тому числі й алюмінію, – корозія електрохімічна. Електрохімічні процеси йдуть у тонкій плівці вологи, що перебуває при атмосферній корозії на поверхні металу.

Усі корозійні явища, насамперед можна розділити на два великих класи: хімічна корозія та електрохімічна корозія.

Електрохімічна корозія має місце при дії на метали рідких електролітів по більшій частині водяних розчинів солей, кислот і лугів. У випадку корозії в атмосфері електроліт на металі утворить тонку плівку вологи, і корозія йде при впливі на метал саме цього рідкого шару [1]. При зниженні температури або при збільшенні кількості пару води в повітрі буде досягнута точка роси, і на металі почнеться осадження водяного туману у вигляді дрібних крапельок. Залежно від природи металу, стану поверхні й ступеня пересичення атмосфери вологою крапельки можуть бути більш-менш великими. При подальшому осадженні водяної пари, крапельки зливаються та утворюють тонку суцільну плівку вологи. Якщо поверхня металу шорсткувата або ж якщо на поверхні металу є

тверді часточки пилу, вугілля й т.д., а також шпаристі ділянки захисної плівки, продуктів корозії, то ще задовго до досягнення точки роси в поглибленнях, порах і тріщинах буде відбуватися конденсація вологи з утворенням шару води.

Швидкість атмосферної корозії зростає при підвищенні вологості повітря. Значення відносної вологості, при якій спостерігається різке збільшення швидкості корозії, прийнято називати критичною вологістю.

При довгостроковій експлуатації ліній електропередач механічна міцність їх зменшується, у той час втрати енергії в них навіть при незмінному навантаженні зростають. Одна з причин – зміна конфігурації окремих ділянок ЛЕП і, у зв'язку з цим, зміна значень еквівалентних опорів. З основних можливих причин зміни опорів ЛЕП можна відзначити:

- зменшення поперечного перетину та збільшення довжини проводів, обумовленого їхньою залишковою деформацією внаслідок дії вітрових, ожеледневих та інших навантажень;

- корозія проводів ЛЕП при впливі на них різних кліматичних факторів, у тому числі кислотних дощів, вологості, підвищеної температури, сонячної радіації також приводить до зниження їх активного поперечного перетину;

- збільшення питомого опору матеріалу проводів ЛЕП, викликаного зміною їхньої структури (старінням) і залишковою деформацією (наклепом);

У неагресивній атмосфері алюмінієві сплави досить стійкі; у промисловій і морській атмосфері сплави алюмінію піддаються корозії переважно виразковій. Механічні напруги й деформація завжди збільшують швидкість корозії й часто погіршують розподіл корозії, переводячи її з рівномірної або місцевої в інтеркристалічну. Механічні напруги відіграють велику роль також і в появі так званої "каустичної крихкості" сталі. Лінії електропередач одночасно піддаються дії корозійно-активного середовища та змінних напруг (температурні зміни, вітрові та ожеледневі навантаження). Самі по собі змінні напруги, як відомо, викликають явища втоми металів, і якщо змінні напруги досягають величини межі втоми матеріалу, то через деяке число циклів розвиваються тріщини втоми, що приводить до збільшення місцевої корозії й руйнуванню провідника.

Змінні напруги зовсім не викликають посилення загальної корозії. Прискорене руйнування матеріалу походить від передчасної появи тріщин корозійної втоми. Ці тріщини трохи відрізняються від звичайних утомних тріщин. У випадку корозійної втоми часто виходить сітка мікроскопічних тріщин, що переходять у велику тріщину, тоді як у випадку звичайної втоми, як правило, спостерігається виникнення однієї тріщини втоми.

Корозійний процес веде до зменшення діаметра провідника d для алюмінію в середньому 8 мкм/рік [5]. Зневажимо нерівномірністю корозійних процесів по всій довжині лінії електропередач. Тоді можна сказати, що корозія алюмінію проводів лінії електропередач приводить до зменшення діаметра алюмінієвої жили проводу на величину Δd_0 за один рік. У свою чергу зміна діаметра проводу впливає на механічну міцність ліній електропередач.

Відповідно при зміні перетину проводу механічна міцність зменшується, а якщо при цьому враховувати місцеву корозію, то це пояснює ту кількість аварій, що спостерігається в Україні на сьогоднішній день.

Використовуємо відомий вираз для механічної напруги в проводі [5]

$$s = R_{II} / F ,$$

де $F = \frac{\rho \cdot d'^2}{4}$ – сумарна площа перетину проводу, $d' = d - \Delta d$ – діаметр проводу після впливу корозії, d – первісний діаметр проводу, Δd – зміна діаметра проводу від корозії, R_{II} – розривне зусилля проводу.

На рисунку наведена зміна розривного зусилля за період експлуатації лінії (10 років). За 1 прийняте розривне зусилля для нової лінії.

Основні механічні напруги, що виникають у проводі повітряної лінії електропередач, обумовлені його розтяганням. Чим вище максимальна міцність дротів, з яких виготовлений провід, тим більше натяг він може витримати. Але згодом (рис. 1) межа міцності проводу зменшується у зв'язку з корозією.

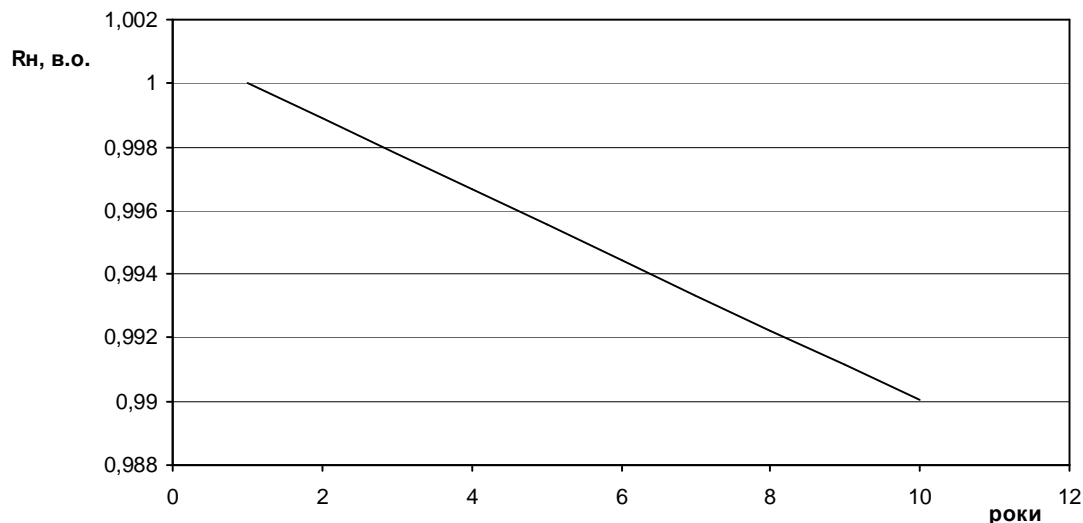


Рис. 1 Графік залежності розривного зусилля при зміні діаметра проводу

Вивід

При тривалій експлуатації повітряних ліній електропередач зменшується діаметр проводів ліній, що приводить до зменшенню механічної міцності проводів.

Список літератури

1. Акимов Г.В. Основы учения о коррозии и защите металлов. – М.: Государ. науч.-техн. изд. литературы по черной и цветной металлургии, 1946.
2. Герасимов В.В. Коррозия алюминия и его сплавов. – М.: Издательство "Металлургия", 1967. – 230 с.
3. Розрахунки електричних мереж систем електропостачання: Навч. посібник / Г.Г. Півняк, Г.А. Кігель, Н.С. Волотковська; За ред. Г.Г. Півняка. – 2-е вид., перероб. і доп. – Д.: Національний гірничий університет, 2002. – 219 с.

4. Крюков К.П., Новгородцев Б.П. Конструкции и механический расчет линий электропередач. – Л.: Энергия, 1970. – 392 с.
5. Бошнякович А.Д. Механический расчет проводов и тросов линий электропередачи. – Л.: Энергия, 1971. – 296 с.
6. Андреев И.Н. Коррозия металлов и их защита. – Казань: Татарское кн. изд-во, 1979. – 120 с.