

АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено існуючі методи розрахунку конструктивних елементів ліній електропередач (опор, ізоляторів, проводів).

Ключові слова: лінія електропередачі, провід, ізолятор, опора.

Abstract

The methods of structural elements calculation of transmission lines (supports, insulators, wires) were investigated.

Keywords: power line, wire, insulator, pillar.

Вступ

При проектуванні, спорудженні та експлуатації мереж електричних систем необхідно вирішувати питання конструктивного виконання повітряних ліній електропередачі (ПЛЕП). Вибір конструкцій повітряних ліній, а саме опор, ізоляторів та проводів, значно впливає на техніко-економічні показники і надійність роботи електричних мереж (ЕМ) електроенергетичних систем (ЕЕС). Іноді конструкції впливають на умови та надійність роботи суміжних інженерних споруд, а також повинні оцінюватися за екологічним впливом (для ПЛЕП від 330 кВ) та техніко-естетичним сприйняттям в умовах населених пунктів, історичних ландшафтів і т.д. Таким чином, обґрунтований вибір конструкцій повітряних ліній і їх розрахунки за умовами механічної міцності є важливими завданнями проектування ЕМ.

У загальному випадку до складу основних завдань проектування конструктивної частини повітряних ліній входить вибір та розрахунки: конструкцій проводів і грозозахисних тросів; механічних навантажень і сил, що діють на провода, троси і опори; механічного напруження проводів і тросів в різних режимах роботи і для всього можливого діапазону змін кліматичних впливів і умов; найбільших стріл провисання проводів і тросів; розташування проміжних, анкерних і анкерно-кутових опор по трасі лінії; матеріалу і типу фундаментів опор та ін. [1-3].

Результати дослідження

Специфікою проектування повітряних ліній є економічна доцільність розрахунків механічної міцності проводів, опор та тросів на вплив виключно рідкісних сил тиску вітру, маси ожеледних утворень, що виникають при екстремальних природних умовах. Розрахунок питомих механічних навантажень вимагає наявності даних про характеристики проводів ПЛЕП.

Марка і переріз проводів вибираються на підставі електричних розрахунків ПЛЕП, що проводяться до проектування її конструктивного виконання. Дані по конструкції і технічні характеристики приймаються по довідковим джерелам [4-7]. Навантаження на конструкції ПЛЕП утворюються зовнішніми кліматичними впливами, до яких відносяться вітрове навантаження і навантаження від маси ожеледі, маси проводів, тросів і гірлянд ізоляторів, власна маса конструкцій, монтерів і монтажних пристосувань, натяг проводів і грозозахисних тросів, тиск льоду при проходженні ПЛЕП по заплавах і в руслах річок на великих переходах. Для підрахунку навантажень від проводів і тросів на опори при проектуванні і інших розрахунках користуються значеннями габаритних, вітрових і вагових прольотів, які використовуються при розташуванні опор по повздовжньому профілю траси.

При проектуванні ПЛЕП враховують такі основні методи:

- метод допустимих напружень (для проводів та тросів);
- метод руйнівальних навантажень (для лінійної ізоляції та арматури);

- метод граничного стану (для опор).

Основна вимога метода допустимих напружень полягає в тому, щоб напруження, які виникають в проводах та тросах від навантажень, не перевищували допустимих значень при найбільшому ожеледному навантаженні $\sigma_{ож}$ мінімальної температури σ_{-} та середньорічних (середньо експлуатаційних) умовах σ_e . Значення $\sigma_{ож}$, σ_{-} , σ_e приймаються такими, щоб відношення тимчасового напруження $\sigma_{тимч}$ провода чи троса до будь-якого з вказаних допустимих напружень було б не менше двох:

$$\frac{\sigma_{тимч}}{\sigma_{ож}} \geq 2; \frac{\sigma_{тимч}}{\sigma_{-}} \geq 2; \frac{\sigma_{тимч}}{\sigma_e} \geq 2;$$

де 2 – це коефіцієнт запасу міцності.

Умови міцності елемента (ізоляторів, лінійної арматури) у відповідності з методом руйнівних навантажень полягає в тому, щоб розрахункове значення навантаження Q_k , яке впливає на елемент, не перевищувало гарантованого значення руйнівального навантаження R :

$$Q_k \leq R,$$

де k – коефіцієнт запасу міцності, який приймається рівним при виборі ізоляторів для нормальної роботи лінії – 2,7 (при максимальній ожеледиці та вітрі); при середньорічній температурі – 5; при виборі ізоляторів в умовах аварійного режиму роботи лінії напругою до 330 кВ – 1,8; вище 330 кВ – 2; при виборі лінійної арматури в нормальному та аварійному режимах роботи лінії – 2,5 та 1,7 відповідно.

Опори, фундаменти та основи ПЛЕП розраховуються за методом граничних станів. При цьому розрізняють першу (для несучої здатності) та другу (за придатністю до нормальної експлуатації) групи граничних станів.

Розрахунковий граничний стан – це такий стан, при якому зусилля на конструкцію не перевищує її несучої здатності. Для першої групи граничних станів при розрахунках міцності характерне відношення $N \leq \Phi$, де N – це зусилля в конструкції опори при найбільш вигідному поєднанні розрахункових навантажень; Φ – несуча здатність конструкції, питомі зусилля, які може витримати конструкція.

Висновок

На перспективу до 2030 року в ОЕС України зберігається стратегія розвитку основних електричних мереж, відповідно до якої системоутворюючі функції видачі потужності електростанцій та забезпечення паралельної роботи з енергосистемами інших країн залишаються за мережами 330 і 750 кВ з послідовним зростанням ролі мережі 750 кВ. Саме тому дослідження методів розрахунку опор та проводів ПЛЕП є актуальною задачею. Механічний розрахунок проводів і тросів ПЛЕП проводиться за методом допустимих напружень, розрахунки ізоляторів і арматур – за методом руйнівних навантажень. За обома методами розрахунки проводяться за нормативними навантаженнями. Проектування опор і фундаментів ПЛЕП проводиться за методами розрахункових граничних станів. Застосування інших методів розрахунків у кожному окремому випадку повинне бути обґрунтоване у проекті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. К.П. Крюков, Б.П. Новгородцев. Конструкция и механический расчет ЛЭП. Изд. Энергия. 1979. - 312 с.
2. Электрические системы. Электрические сети: Учеб. для электроэнерг. спец. Вузов / В.А. Веников, А.А. Глазунов, Л.А. Жуков и др.: Под ред. В.А. Веникова, В.А.Строева.-2-е изд., перераб. и доп.-М.: Высш. шк., 1998.-511 с.
3. Зеличенко А.С., Смирнов Б.И. Проектирование механической части воздушных линий сверхвысокого напряжения.- М.: Энергоиздат, 1981.-336 с.
4. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. - М.: ЗАО «Энергосервис», 2003.-421 с.
5. Макаров Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 и 110-1150 кВ / Под редакцией И.Т. Горюнова, А.А. Любимова – М.: Папирус Про. 2003.-640с.

Філатов Тарас Володимирович – студент групи 1ЕЕ-166, факультет електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: taras.filatov48@gmail.com.

Малогулко Юлія Володимирівна – к.т.н., доцент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, juliya_malogulko@ukr.net.

Filatov Taras - student of 1EE-16b group, faculty of electric power, electrotechnics and electromechanics, Vinnitsa national technical university, Vinnitsa, e-mail: taras.filatov48@gmail.com.

Malogulko Yuliia – Ph.D., Associate Professor, department of power plants and systems, Vinnitsa national technical university, Vinnytsia, juliya_malogulko@ukr.net.