

# ОСНОВНІ ЕТАПИ ПРОЕКТУВАННЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ

Кузенний Є. О., студент, Паненко О. М., асистент

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних мереж та систем*

**Вступ.** З підвищенням темпів урбанізації, щільності населення та, як наслідок, зростанням щільності міської забудови використання повітряних ліній електропередавання стає ускладненим (з багатьох причин, наприклад, через необхідність відведення великих площ під повітряну лінію, забезпечення безпеки експлуатації при обриві фази, тощо), тому з розвитком технології ізоляції кабельних ліній їх переваги ставали все суттєвішими.

У процесі розробки проектної документації для будівництва кабельних ліній потрібно виконувати відповідні екологічні, електротехнічні та конструкторсько-механічні розрахунки, а також техніко-економічні обґрунтування [2].

**Мета роботи:** визначити основні етапи проектування кабельних ліній та їх особливості.

**Матеріал дослідження.** Основними перевагами кабельних ліній (КЛ) є:

- високий рівень надійності через меншу залежність від погодних умов;
- менший рівень електромагнітного випромінювання;
- більша безпека експлуатації за дотримання ПУЕ, а саме відстаней до інших об'єктів та вимог щодо екранування та виконання траншеї.
- економічна доцільність, що проявляється у відсутності необхідності відведення великих площ в містах, де її вартість є високою, та менші витрати на експлуатацію;
- можливість використання високовольтних кабелів, що дозволяє використовувати більш потужні трансформатори;
- менший вплив на екологію, особливо на зелені насадження у зоні відведення повітряних ліній аналогічної напруги;
- менші вимоги щодо ландшафту та погодних [3].

Однак, варто зауважити, що в деяких регіонах прокладка кабельних ліній ускладнена чи фінансово менш вигідна ніж будівництва повітряних через кам'янистий ґрунт, близькість кам'яних порід, гранітних щитів до поверхні та звичайно в регіонах та місцевостях в яких вище згадані переваги не є важливими чи вирішальними.

Проектування кабельних ліній це початковий етап створення лінії, під час якого в тому числі прораховують економічну доцільність та технічну можливість побудови кабельної лінії.

Робочий проект, як основний документ для будівництва КЛ, є результатом проектувальних робіт і виконується на підставі наступних документів: договору на виконання проектних робіт, завдання на проектування, виданого замовником та листа від замовника, в якому можуть зазначатися рекомендації щодо виконання проекту, наприклад рекомендований переріз кабелю [2].

Першим етапом проектування є визначення місця проходження проекрованої траси, після цього виконуються інженерні вишукування зі збором необхідних документів для проектування саме цієї лінії. Так, не допускається розробка проектної документації без інженерних вишукувань нових трас КЛ та майданчиків для трансформаторних підстанцій, а за умов реконструкції – без уточнення. Інженерні вишукування та проектну і робочу документацію на будівництво КЛ виконують згідно діючої нормативної документації [2]. У відповідності до завдання на проектування, виданого замовником, виокремлюють трансформаторні підстанції та розподільчі пристрої, що є початком та кінцем кабельної лінії (за умови заміни або прокладки кабелю між підстанціями), в подальшому відносно цих підстанцій буде розраховано номінальні та аварійні навантаження. Так, навіть за наданням рекомендацій щодо перерізу кабелю здійснюється його перевірка для розрахункового навантаження лінії в аварійному режимі по номінальних потужностях трансформаторів та тривало допустимому струму.

Існує важлива особливість щодо кабельних ліній, особливо високої напруги, вона полягає в створенні лінією небажаного рівня магнітного поля в приміщеннях та жилих районах. Вищезгадана проблема особливо проявляється у виборі методу заземлення, так найдешевший метод двостороннього заземлення створює велике магнітне поле, що має вплив на роботу електронних приладів та самопочуття людей що тривалий час знаходяться під його впливом. Тому важливо враховувати використання екрануючих елементів для кабельних ліній.

Отже отримавши результати інженерних вишукувань, починається другий етап проектування, а саме *розробка плану трас*. Згідно з ПУЕ на кресленнях плану прокладання трас зображено:

- трасу прокладання кабелю, кабелепроводів з прив'язкою до постійних орієнтирів та зазначенням пікетів, прив'язки зображають кожні 50м прямої ділянки траси або на її поворотах;
- марку кабелю, спосіб прокладання (тип кабелепроводу, в траншеї, в трубі, методом проколу тощо);
- протяжність траси та, за наявності, профілі перетинів географічних перешкод та інженерних конструкцій зі зазначенням глибини прокладання кабелю [1].

Однією з важливих особливостей кабельних ліній є те що, під час проектування КЛ в межах міста вони можуть бути прокладені досить щільно до інших комунікацій, так, посилаючись на ПУЕ, можемо дізнатися основні габарити щодо фундаментів споруд чи інших комунікацій [1]. Наприклад, для дотримання безпечної відстані від підземних частин будівель необхідно дотримуватись горизонтальної відстані від найближчого до будівлі кабелю рівної глибини прокладання кабелю та не меншої за 0,6 м [1]. Також важливим є спосіб прокладки КЛ при перетині, зближені чи паралельному прокладанні кабелю з іншими комунікаціями чи фундаментами споруд.

Іншою особливістю проектування КЛ є можливість прокладання одразу декількох кабельних ліній в одній траншеї, що для повітряної лінії потребувало би створення дволанцюгової лінії чи побудови декількох паралельних ліній. Ця

особливість є особливо важливою для міських умов, так як використання ліній більшої напруги може бути неможливою через необхідність побудови відповідних підстанцій. Так згідно ПУЕ за умови прокладання декількох повітряних ліній в одній траншеї щодо них має бути дотримана відстань 0,1м для кабелів напругою до 10 кВ, 0,25м для між кабелями напругою 20 – 35 кВ та іншими кабелями відносно них напругою до 20кВ, 0,5м для кабелів напругою 110 – 330 кВ, для останніх необхідно розділяти кабельні лініями залізобетонними плитами поставленими на ребро [1].

Після розробки плану траси та його затвердження, на наступних етапах, проводиться *формування відомості об'ємів робіт, відомості перетинів та специфікації*. Також створюють *ситуаційний план* на якому схематично зображено розташування проекрованої траси до проєктованих чи вже існуючих. У відомості перетинів, зазвичай формується одразу після чи разом з проєктуванням плану трас. В ній зазначається об'єкт який перетинає КЛ, глибина її проходження в місці перетину, вертикальний габарит, спосіб захисту кабелю при перетині (труба поліетиленова, труба гофрована), а також довжина труби (визначається відносно об'єкту, що перетинається згідно з ПУЕ), також перетин нумерується та позначається на плані трас у виносці [1]. У відомості об'ємів робіт зазначають основні типи робіт та їх об'єми, посилаючись на план трас та відомість перетинів, основними з них є наступні пункти:

- монтаж / демонтаж кабелів (в трубі, в траншеї та в розподільчому пристрої), кінцевих та з'єднувальних муфт та бордюрів;
- розробка ґрунтів при різній глибині (наявність різних глибин прокладання кабелю пояснюється різними вимогами щодо вертикального габариту з різними комунікаціями) та ширині (якщо в одній траншеї лежить одразу декілька кабелів різних КЛ) траншеї;
- необхідна довжина прокладення сигнальної стрічки, цегли, або постелі, гофрованої труби та улаштування підземного переходу методом проколу.

У специфікації розраховують, спираючись на відомість об'ємів робіт необхідну кількість матеріалів для побудови КЛ, а саме: кількість піску, цегли, герметика для труб, кабельних стяжок, необхідну довжину кабелю, кількість з'єднувальних та кінцевих муфт, екранів та їх заземлювачів, довжини труб та сигнальної стрічки. На завершальному етапі починають формувати кошторисну документацію, погоджують з власниками землі та комунікацій, органами виконавчої влади.

**Висновки.** Розглянуто основні етапи проєктування кабельних ліній, показано необхідність урахування їх особливостей щодо місць та способів прокладання.

#### Перелік посилань

1. Правила улаштування електроустановок. вид. – К.: Міненерговугілля України, 2017 – 793 с.
2. СОУ-Н МЕНВ 40.1-37471933-49:2011 Проєктування кабельних ліній напругою до 330 кВ. Настанова (у редакції наказу від 26.01.2017 № 82).
3. Electric-power/cable-lines. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://structum.ua/services/electric-power/cable-lines/>