

ТЕМА 5. Загальні відомості про електричні установки (8 год)

Урок №16. Повітряні лінії електропередачі.

Основні елементи повітряних ліній електропередачі: фундаменти, опори, троси, арматура, ізолятори. Характеристика ліній електропередачі до і понад 1000 В.

Призначення та види повітряних ліній електропередачі.

Повітряною лінією (ПЛ) називається пристрій для передачі та розподілу електроенергії по проводах, розміщених на відкритому повітрі і прикріплених за допомогою ізоляторів і арматури до опор або в окремих випадках до кронштейнів і стояків на інженерних спорудах (мостах, шляхопроводах тощо).

Повітряні лінії електропередачі поділяються на ПЛ напругою до 1000 В і понад 1000 В (3, 6, 10, 35 кВ і т.д.).

Лінії напругою до 1000 В призначені для передачі й розподілу електроенергії на невеликі відстані всередині міст, селищ і сіл до введів у будинки або на підприємства. У містах ці лінії часто виконують кабельними.

Лінії напругою 2—110 кВ використовують для передачі електроенергії від районних підстанцій до населених пунктів і підприємств, що розміщені на відстані 10—20 км.

Лінії напругою 110—330 кВ, а інколи і 500 кВ призначені для передачі великих потужностей між електричними станціями і великими районними підстанціями для електропостачання великих міст або економічних районів на відстані від 30 до 600 км.

Лінії напругою 500 кВ використовують для передачі потужності до 1 млн кВт і служать для зв'язку різних енергетичних систем, які розміщені на відстані до 1200 км.

Лінії напругою 750 кВ служать для передачі потужності 2—2,5 млн кВт на відстань до 2000 км.

Основною особливістю ліній, що визначає їх конструктивне виконання, є їх підданість впливу вітру, температури, атмосферних опадів, ожеледі, грози і т. д. При цьому можливі поєднання різних факторів.

Велику небезпеку для ліній ПЛ становить обледеніння, оскільки на проводах створюються додаткові, а часто досить значні навантаження, які можуть стати причиною обривання проводів і навіть руйнування опор лінії.

Район обледеніння визначають за товщиною стінок льоду, який утворюється на проводах ПЛ лінії. За цими ознаками розрізняють чотири райони обледенінню:

I район — товщина стінок льоду на проводі до 5 мм;

II район — " " " від 6 до 10 мм;

III район — " " " від 11 до 15 мм;

IV район — " " " від 16 до 20 мм.

Якщо товщина стінок льоду, що утворився на проводах, перевищує 20 мм, то цю

місцевість зараховують до особливо об'єднаного району.

За номінальною напругою і категорією приєднаних до неї споживачів ПЛ поділяються на I, II, III класи. Повітряні лінії напругою до 1000 В незалежно від категорії приєднаних до них споживачів належать до III класу.

Розрізняють нормальний та аварійний режими роботи ПЛ. Нормальний режим — це робота при необірваних проводах і тросах. Аварійний режим — це робота при повністю або частково обірваних проводах або тросах.

Будова повітряних ліній електропередачі напругою до 1000 В.

Основні конструктивні елементи

ПЛ складається з таких основних конструктивних елементів:

1. **Опор** різних типів — для підвішування проводів і грозозахисних тросів.
2. **Фундаментів опор.**
3. **Проводів** різних конструкцій і перерізів, які передають електричний струм.
4. **Грозозахисних тросів**, які захищають лінії від грозових розрядів.
5. **Ізоляторів** або гірлянд ізоляторів для ізоляції проводів від заземлених частин опори.
6. **Лінійної арматури**, яка служить для кріплення проводів і тросів до ізоляторів та опор, а також для з'єднання проводів і тросів.
7. **Заземлювальних пристроїв і трубчастих розрядників**, які забезпечують відведення струмів блискавки в землю.

Основні елементи лінії

Проводи. Для ПЛ використовують одножильні та багатожильні проводи з алюмінію і сталі. Багатожильні проводи виготовляють обмотуючим на центральний стальний дріт алюмінієвих жил. Саме це надає необхідну механічну міцність. Такі проводи називають сталеалюмінієвими. Позначення таких проводів: А — алюмінієвий багатожильний провід; АС — сталеалюмінієвий багатожильний провід; ПС — стальний багатожильний провід; ПСО — стальний одножильний провід.

Проводи випускають найрізноманітніших стандартних перерізів, який у квадратних міліметрах вказується в маркуванні проводів. Наприклад, провід А-25 має переріз 25 мм². Винятком є одножильні сталі проводи, для яких цифри у марці показують діаметр жили. Наприклад, для проводу ПСО — 5 діаметр жили 5 мм.

Згідно з умовами механічної міцності для ПЛ можна використовувати проводи перерізом не менше, ніж 16 мм² — алюмінієві; 10 мм² — сталеалюмінієві; 25 мм² — сталі багатожильні; 5 мм² — сталі одножильні.

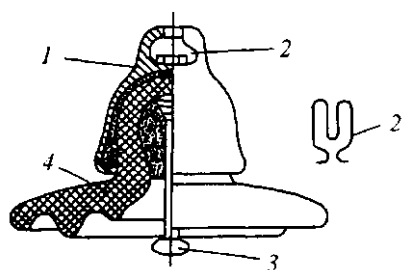
Ізолятори. Ізолятори призначені для кріплення проводів до опор і створення необхідного електричного опору між проводом, що перебуває під напругою та опорою.

Залежно від призначення та способу кріплення ізоляторів до опор розрізняють підвісні ізолятори, які використовують на лініях напругою 35 кВ та більше, і штирові, які застосовують на лініях до 35 кВ. Підвісні ізолятори мають вищі механічні характеристики, ніж штирові. Конструкція підвісних ізоляторів дає змогу складати з окремих ізоляторів гірлянди необхідної довжини залежно від напруги лінії. Штирові ізолятори розраховують тільки на одну з напруг лінії, тому лініям різних напруг відповідають різні типи штирових ізоляторів.

Основними ізоляційними матеріалами, з яких виготовляють ізолятори, є фарфор і скло. Фарфор має високі ізоляційні властивості та механічну міцність, що забезпечує тривалу роботу ізоляторів. В останні роки все ширше використовують ізолятори із загартованого скла, які дешеві та зручні в експлуатації. Дефектний ізолятор із загартованого скла можна виявити безпосереднім оглядом, оскільки у нього руйнується скляна тарілка.

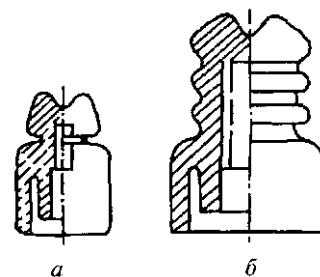
Конструкція фарфорових і скляних підвісних ізоляторів аналогічна (мал. 16.1), вони складаються з шапки 1, тарілки 4, стержня 3, замка 2, шплінта. Тарілка є ізолюючою частиною і виготовляється з фарфору або скла. Шапка і стержень служать для кріплення до арматури і з'єднання ізоляторів у гірлянді. Стальний замок запобігає розщепленню ізоляторів. Шапка і стержень з'єднані з тарілкою ізолятора шаром цементу.

Для ізоляції проводів ПЛ застосовують штирьові та підвісні ізолятори. Найбільш широко використовують фарфорові ізолятори ТФ (мал. 16.2, а) і ШН-1, а також ізолятори із загартованого скла ТСМ-2. Для виконання розгалужень застосовують фарфоровий багатошийковий ізолятор РФО (мал. 16.2, б). Поверхню фарфорових ізоляторів покривають шаром глазури, яка запобігає проникненню вологи у фарфорі його руйнуванню від дії атмосферних факторів. Крім того, глазуровану поверхню легко чистити від забруднень.



Мал. 16.1. Підвісний ізолятор в розрізі: 1 — шапка; 2 — замок; 3 — стержень; 4 — тарілка

На лініях використовують штирьові фарфорові та скляні ізолятори ШФ і ШС на напругу 6, 10, 20 і 35 кВ. Проводи прикріплюють до штирьових ізоляторів за допомогою прив'язування м'яким дротом або спеціальним затискачем.



Мал. 16.2. Штирьові ізолятори: а — типу ТФ; б — типу РФО

Для кріплення ізоляторів на гаках або штирях внутрішня порожнина ізолятора має гвинтову нарізку. Ізолятор на штир або гак нагвинчують з паклею просоченою суриком (мал. 16.3).

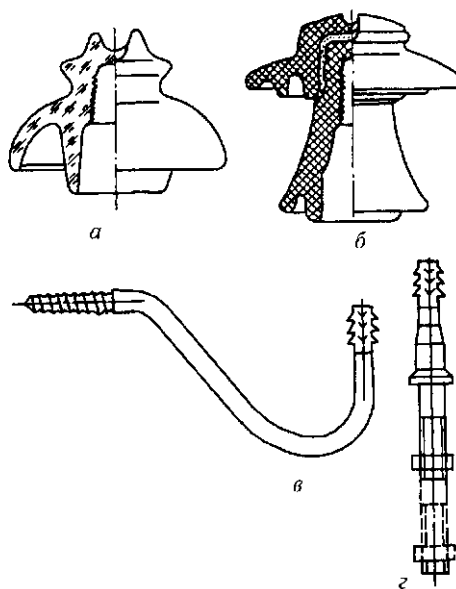
Лінійна арматура. До лінійної арматури відносять металеві деталі, які використовують

для кріплення проводів і тросів до гірлянд ізоляторів і кріплення гірлянд до опор, з'єднання проводів і тросів, підтримування проводів на певній відстані один від одного. За призначенням арматура поділяється на натяжні та підтримуючі затискачі, з'єднувачі, зчеплювальні деталі, дистанційні розпорки, захисні кільця і роги та віброгасильники.

Натяжні затискачі призначені для кріплення проводів і тросів на анкерних опорах, а підтримуючі затискачі — для кріплення проводів на проміжних опорах. До зчеплювальної арматури належать скоби, серезки, пестики, вушка, дволанцюгові й триланцюгові коромисла.

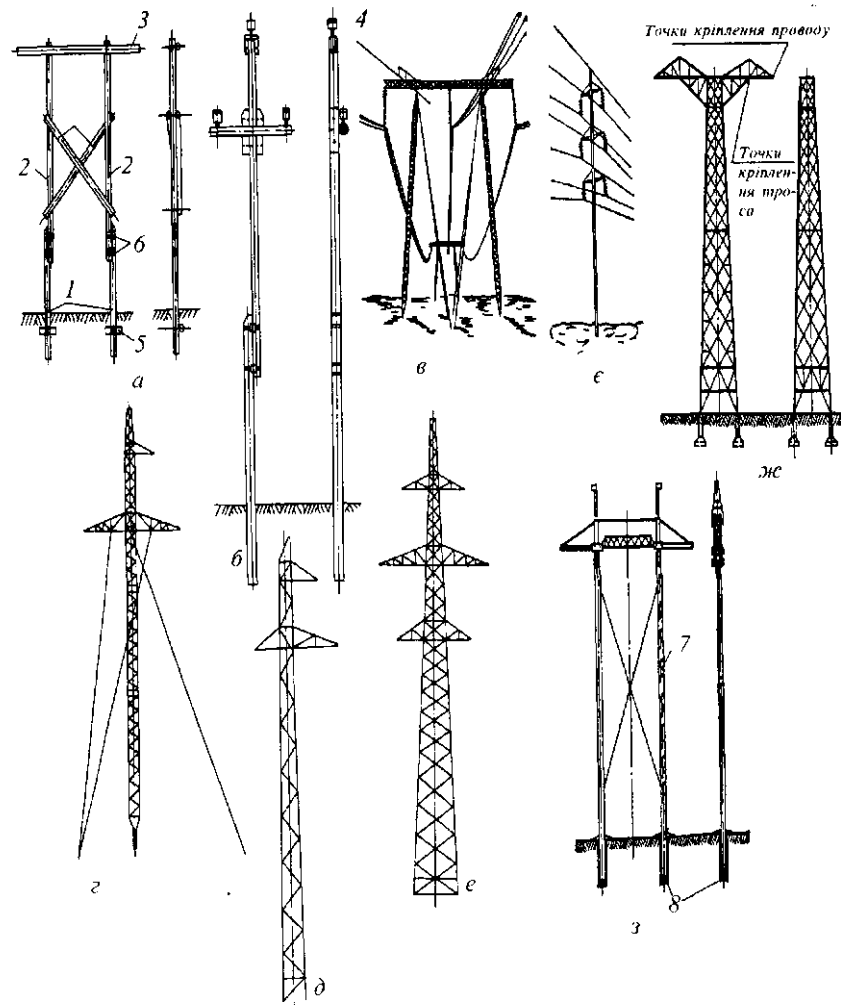
Для з'єднання проводів перерізом до 240 мм² використовують овальні й обтискні з'єднувачі, які монтують обтискуванням або скручуванням.

Захисні кільця та роги призначені для відведення електричної дуги, яка виникає при перекриттях гірлянд ізоляторів, від поверхні ізоляторів і поліпшення розподілу електричної напруги по гірлянді.



Мал. 16.3. Штир'ові ізолятори та деталі їх кріплення: а — суцільний скляний ізолятор на напругу 6—10 кВ; б — фарфоровий ізолятор на напругу 20—35 кВ; в — гак; з — штир

Віброгасильники встановлюють за появи значних пошкоджень проводів або тросів від вібрації або на основі записів вібрографів, а також при встановленні пошкоджень на лінії. Відстань від віброгасильника до підтримуючих або натяжних затискачів залежить від марки проводів лінії і кліматичних умов району, через який проходить траса. Відстань від віброгасильника до затискачів 50—65 см для проводів перерізом до 70 мм² і 150—170 см для проводів більших перерізів.



Мал. 16.4. Конструкція проміжних опор: а — дерев'яна П-подібна опора; б — дерев'яна опора типу свічка; в — металева портална опора з відтяжками; г — металева одностоякова опора з відтяжками; д — металева опора з розміщенням проводів трикутником; е — уніфікована дволанцюгова металева опора; є — залізобетонна одностоякова опора; ж — опора лінії ПВС; з — опора постійного струму; 1 — пасинки; 2 — стояки; 5 — траверса; 4 — розкоси; 5 — ригелі; 6 — бандажі; 7 — драбина; 8 — піддон

Опори. Опори ліній виконують дерев'яними, металевими і залізобетонними. За призначенням розрізняють такі типи опор: проміжні, анкерні, кутові і спеціальні (перехресні, розгалужувальні, транспозиційні, кінцеві).

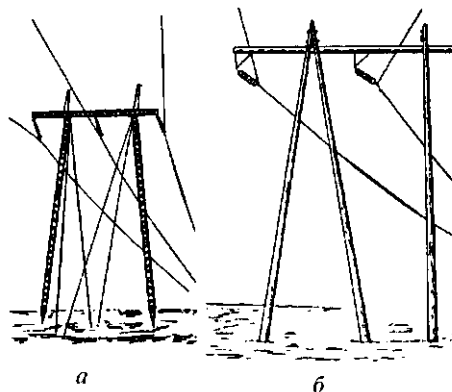
Проміжні опори (мал. 16.4) найчастіше зустрічаються на лініях. Вони призначені для підтримування проводів на прямих ділянках траси.

Кутові опори можуть бути проміжними та анкерними, їх встановлюють у місцях зміни напрямку траси. Проміжні кутові опори (мал. 16.5) використовують при невеликих кутах повороту траси.

Анкерні кутові опори (мал. 16.6) застосовуються на лініях у тих випадках, коли проміжні кутові опори не забезпечують надійності роботи. їх встановлюють на прямих ділянках, коли лінію перетинають різні споруди. Ці опори можуть служити й кінцевими опо-

рами. Різновидністю анкерних опор є кінцеві опори. Вони відрізняються тим, що розраховані на повний натяг всіх проводів і тросів лінії з боку тільки одного з прилеглих прольотів. Кінцеві опори встановлюють перед підстанціями, від яких відходить лінія, на початку відпайок від лінії, та в деяких інших випадках.

Спеціальні опори можуть бути відгалужувальними, транспозиційними і перехідними. На розгалужувальних опорах (мал. 16.7, а) на відміну від звичайних встановлено додаткові траверси, які служать для приєднання і розведення проводів розгалуження або основної лінії.

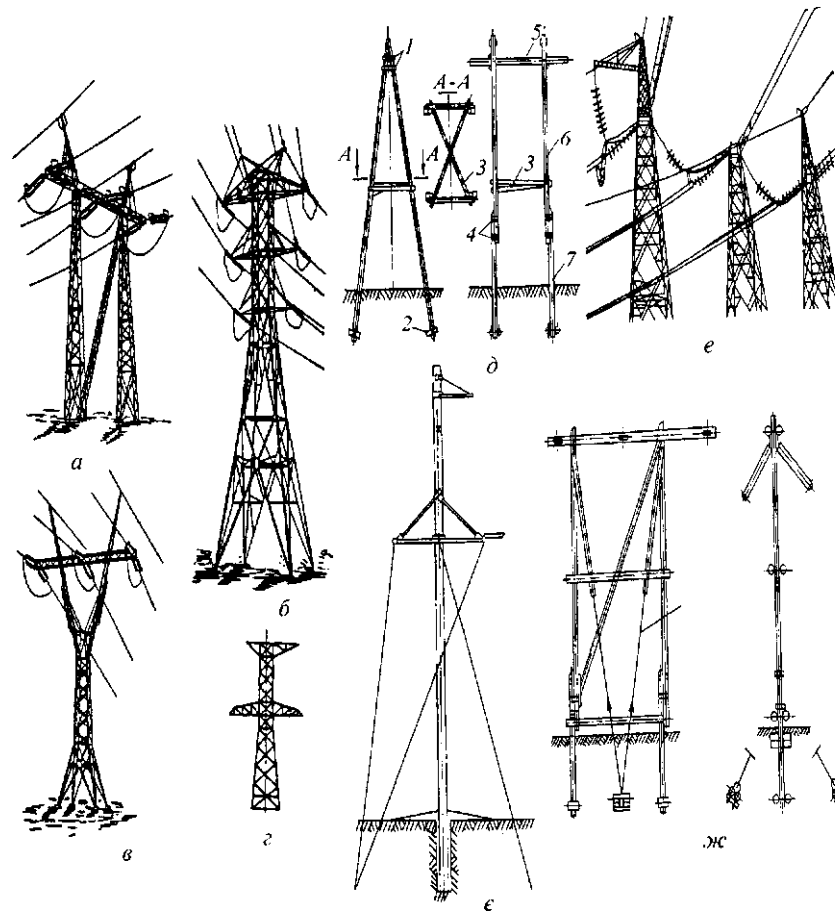


Мал. 16.5. Конструкції проміжних кутових опор: а — одноланцюгова портална з відтяжками; б — дерев'яна кутова опора для кутів повороту до 20°

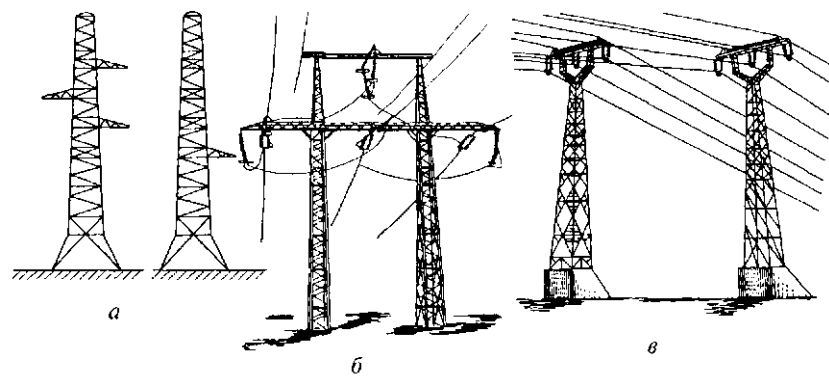
Транспозиційні опори служать для зміни взаємного розміщення проводів ліній напругою 110 кВ (мал. 16.7, б). Вони відрізняються від звичайних анкерних кутових опор наявністю додаткових гірлянд ізоляторів і траверс, які дають змогу змінювати розміщення проводів.

Перехідні опори на відміну від інших типів опор мають більшу висоту місць кріплення проводів і тросів (мал. 16.7, в), тому їх використовують для здійснення переходів через різні інженерні споруди (мости, підвісні канатні дороги), природні перепони (річки, озера, канали, яри), а також лінії електропередач. Перехресні опори ставлять на схрещенні двох напрямків ПЛ.

За конструктивним виконанням опори можуть бути одноланцюгові, дво- і багатоланцюгові. Вони призначені для підвішування відповідно однієї, двох і більше паралельно прокладених ліній.



Мал. 16.6. Конструкції анкерних кутових опор: а — одноланцюгова металева опора; б — дволанцюгова металева опора; в — опора типу "рюмка"; г - Т-подібна опора; д — дерев'яна АП-подібна опора; е — тристоякова анкерна опора 500 кВ; є — одностоякова залізобетонна опора з відтяжками; ж — дерев'яна опора з відтяжками; 1 — підтраверсні бруси; 2 — ригелі; 3 — розкоси; 4 — бандажі; 5 — траверси; 6 — стояки; 7 — косинки; 8 — відтяжки



Мал. 16.7. Конструкція спеціальних опор: а — відгалужувальні опори; б — транспозиційні опори; в — перехідні опори