

## Практичне заняття № 3

**Тема:** Монтаж повітряних ліній

**Навчальна мета:** Набути практичних навиків по монтажу повітряних ліній

**Методичне забезпечення:**

1. Інструкційна карта.
2. Принц М.В., Цимбалістий В.М. Електричні мережі. Монтаж, обслуговування та ремонт. – Львів: Оріяна – Нова, 2003. – 300 с.
3. Козирський В.В. Електропостачання агропромислового комплексу. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 448 с.

**Матеріально – технічне забезпечення робочого місця, інструмент**

1. Опори різних типів.
2. Неізольовані проводи.
3. Грозозахисні троси.
4. Ізолятори.
5. Лінійна арматура.
6. Заземлюючі пристрої і трубчасті розрядники.
7. Комплект інструментів електромонтера.

**Вимоги правил техніки безпеки**

1. Всі роботи починати тільки з дозволу викладача.
2. Користуватись тільки справним інструментом.
3. Бути обережним при монтажі.
4. Не залишати незакріплені апарати і електроустановки.

**Послідовність виконання завдання:**

1. Ознайомитись з основними елементами повітряних ліній.

2. Розглянути підготовчі роботи при будівництві ПЛ.
3. Ознайомитись з основними роботами по спорудженню повітряних ліній та монтажу основних елементів ПЛ.
4. Ознайомитись з технікою безпеки під час монтажу ПЛ.

## **Методичні вказівки до виконання роботи**

### **1. Підготовчі роботи**

У підготовчий період будівництва ПЛ виконують роботи, які забезпечують безперебійне та раціонально організоване виготовлення фундаментів, установлення опор і натягування проводів.

До підготовчих належать наступні роботи: обладнання під'їзду до траси ПЛ і тимчасових полігонів для виготовлення та збирання дерев'яних опор, вирубування просіки й очищення траси від пнів і кущів, розміщення замовлень на виготовлення деталей, комплектація матеріалів та обладнання, механізмів, інструментів, пристосувань, комплектація бригад, складання графіків виконання робіт.

Роботи безпосередньо на трасі починають з приймання від проектною організації і замовника виробничого пікетажу траси ПЛ, тобто з розмітки розташування всіх опор на місцевості. Потім прорубують просіку (якщо ПЛ або окремі її ділянки проходять по лісовій місцевості). Її ширину між кронами дерев у лісових масивах і зелених насадженнях приймають залежно від ситуації.

1. У насадженнях заввишки до 4 м — не менше відстані між крайніми проводами ПЛ плюс по 3 м в кожний бік від крайніх проводів.

2. У насадженнях висотою понад 4 м — не менше відстані між крайніми проводами ПЛ плюс по відстані, що дорівнює середній висоті дерев основного лісового масиву на кожний бік від крайніх проводів. При цьому окремі дерева (або їх групи), що ростуть скраю просіки, вирубують, якщо їх висота перевищує висоту дерев основного масиву. Недоцільно споруджувати ПЛ в насадженнях, які йдуть вузькою смугою вздовж траси лінії.

3. На косогорах і ярах просіки прорубують із врахуванням висоти дерев, маючи на увазі, що коли відстань по вертикалі від верхівки дерев до проводу ПЛ понад 8 м, то просіку прорубують тільки під ПЛ шириною, яка дорівнює відстані між крайніми проводами плюс по 2 м у кожен бік.

У парках, заповідниках, лісових зонах навколо населених пунктів, цінних лісових масивах, захисних смугах вздовж залізничних і шосейних доріг, по берегах річок, озер ширину просіки ПЛ встановлює організація, яка є власником подібних насаджень, з обов'язковою умовою, щоб відстань від проводів до крони була не меншою 2 м для ПЛ напругою до 20 кВ і 3 м — для ПЛ напругою 110 кВ.

При проходженні ПЛ по території садів з висотою дерев не вище 4 м вирубка просіки не обов'язкова.

Всі дерева, що перебувають усередині межі просіки вирубують так, щоб висота пнів після рубки дерев не перевищувала їх діаметр.

Для проїзду транспорту та механізмів по середині просіки на

ширині не менше 2,5 м дерева вирубують рівно із землею.

Узимку під час рубання лісу сніг навколо кожного дерева розчищують до рівня землі.

Деревину зрубаних дерев сортують, розкроюють і укладають у штабелі вздовж просіки. Гілки складають на купи для вивезення або спалення.

### ***Контрольні запитання***

1. Які роботи належать до підготовчих?
2. Яка повинна бути ширина просіки між кронами дерев у лісових масивах?
3. Якою має бути ширина просіки в парках, заповідниках навколо населених пунктів тощо?
4. Яким способом вирубують дерева в просіці?

## **2. Розбивання траси повітряних ліній і риття котлованів під опори**

**Розбивання траси повітряних ліній.** Розбивання траси ПЛ включає комплекс робіт з визначення на місцевості проектних напрямків лінії та місць встановлення опор. Траса має бути прокладена на місцевості так, щоб після спорудження лінії забезпечувалися нормальні умови руху транспорту та пішоходів, зручності експлуатаційного обслуговування та ремонту всіх елементів лінії.

Відстані від опор і проводів до різних підземних комунікацій та надземних споруд наведені у табл. 1.

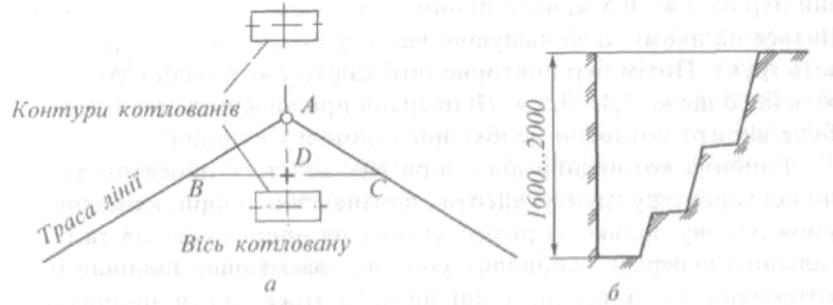
Таблиця 1 Відстані від опор і проводів до різних комунікацій

Об'єкт зближення	Найменші відстані, м
Підземні трубопроводи, каналізаційні труби і кабелі	1
Пожежні гідранти, водорозбірні колонки, колодязі (люки) підземної каналізації	2
Бензинороздавальні колонки	6

Розбивання траси повітряної лінії починають з того, що за допомогою теодоліта визначають напрямок першої прямолінійної ділянки, а потім за цим напрямком встановлюють дві вішки: одну на початку ділянки, а другу на відстані 200—300 м від неї (незалежно від умов видимості). За отриманим

напрямок у місцях розташування опор, зазначених у проекті, встановлюють тимчасово вішки, які візують з кінців ділянки для перевірки правильності розташування їх у створі споруджуваної ПЛ, а потім забирають, замінюючи їх пікетними знаками. На кожному пікетному знаку зазначають його номер, а також проектний номер опори, яка буде встановлена в цьому місці. Пікетні знаки встановлюють у центрі майбутніх котлованів.

Котловани під одностоякові і А-подібні опори, які встановлюють вздовж осі лінії, повинні довгою частиною розташовуватися по осі траси, а котловани під А-подібні опори, що встановлюються впоперек створу лінії, — перпендикулярно до осі траси.



У пункті зміни напрямку лінії на А-подібній кутовій опорі треба попередньо провести розбивання кута повороту траси. Для цього, обравши опору за вершину кута (рис. 1, а), відкладають у напрямку обох боків однакові відрізки  $AB$  і  $AC$ . Потім з'єднують точки  $B$  і  $C$ , а середину відрізка  $BC$  з'єднують з точкою  $A$ . Пряма  $AD$  і буде бісектрисою кута. Котловани розміщені на цій бісектрисі й мають бути віддалені від точки  $A$  на однакові відстані, що визначаються розхилом ніг опори, яка встановлюється. Розбивання котлованів під А-подібні опори доцільно здійснювати за

Рис 1. Котловани під опори:

а – розбивання котловану під кутову анкерну (А-подібну) опору; б – готовий котлован для одно стоякової проміжної опори

допомогою спеціальних шаблонів, застосування яких дає змогу швидко і точно виконати цю операцію. Кути повороту лінії позначають кутовими знаками. На кутовому пікетному знаку ставлять його номер, величину кута повороту лінії та проектний номер опори.

Здійснене розбивання траси на місцевості звіряють з проектом; наявні відхилення від проекту ліквідують або погоджують з проектною організацією, а потім розпочинають риття котлованів під опори.

**Риття котлованів під опори.** Риття котлованів під опори повинно здійснюватися механізованим способом. Котловани циліндричної форми під одностоякові опори риють за допомогою автотрамбурів і самохідних бурильно-кранових машин, а прямокутні котловани під анкерні опори — одноковшовим екскаватором. Риття котлованів вручну допускається при незначному обсязі земляних робіт і в разі, коли неможливо застосувати відповідні механізми внаслідок обмежених умов на трасі, є небезпека пошкодження працюючими механізмами розташованих поблизу об'єктів (підземних комунікацій, наземних споруд тощо) або нанесення травм.

Роботи і спорудження ПЛ доцільно організувати так, щоб у міру

готовності котлованів у них відразу встановлювалися опори. Поєднання цих робіт дає змогу залишати котловани відкритими протягом мінімального часу і таким чином уникнути нещасних випадків з людьми і тваринами, а також осипання стінок та накопичення вологи на дні котлованів.

Котловани бурять автотямобуром у кілька прийомів. Заглибивши бур на 0,4—0,5 м, його підіймають разом з ґрунтом, що знаходиться на ньому, і, збільшуючи частоту обертання бура, розкидують ґрунт. Потім бур повторно опускають у котлован і заглиблюють його ще на 0,4—0,5 м. Ці операції продовжують доти, доки не буде вирито котлован необхідної глибини і ширини.

Глибина котлованів під опори визначається проектом залежно від характеру ґрунту, висоти і призначення опори, кліматичних умов району, кількості розміщуваних на опорі проводів та їх загального перерізу, особливих умов на трасі тощо. Зовнішні межі котлованів на поверхні землі визначаються кутом природного відкосу. Необхідно, щоб площа основи котловану допускала переміщення опори на 10—15 см впоперек осі траси для більш точного встановлення опор у створі лінії.

Котловани під кутові та кінцеві опори риють так, щоб незаймана стінка котлована перебувала з боку тяжіння проводів ПЛ.

На ділянках траси з крутими схилами, які розмиває вода, котловани риють вручну, при цьому повздовжня вісь котловану під опору повинна бути розташована перпендикулярно до напрямку схилу, а котлован для встановлення підкосу (ригелю) опори — перпендикулярно до виготовленого котловану. Котлован вручну копають уступами (рис. 1, б), щоб полегшити його та встановлення опори.

Якщо опори встановлюють на ділянках траси, які затоплюють паводкові води й можливе розмивання ґрунту, то опори слід закріпити, підсилавши ґрунт і вимостивши буличний камінь навколо опори.

Ручне розроблення ґрунту ведуть за допомогою ручного бура, ковша-лопати, саперної лопати, лома, плішні та інших інструментів. Якщо глибина котлована становить понад 2 м і його риття здійснюють у насичених водою ґрунтах, а також за необхідності тривалого перебування робітника в котловані, стінки котлована повинні мати кріплення з дощок товщиною не менше 25 мм і розпірок діаметром не менше 100 мм.

Взимку рити котловани і встановлювати в них опори необхідно в гранично стислі строки, що уникнути промерзання дна котлована, яке надалі може призвести до відтавання й осідання ґрунту під опорою та опускання опори, а внаслідок цього — до порушення габариту проводів. При температурі навколишнього повітря нижче 0°C для уникнення промерзання котловани риють на глибину меншу ніж проектна позначка на 15—20 см. Не вибраний шар ґрунту знімають з дна котлована вже безпосередньо перед встановленням опори.

Котловани слід рити, дотримуючись заходів безпеки особливо після досягнення глибини 0,4 м, оскільки можна пошкодити комунікації або споруди, які перебувають у землі. При виявленні під час розробки котлована підземного кабелю чи будь-яких трубопроводів, або появи запаху газу, слід негайно припинити роботи і повідомити про це керівника для отримання подальших вказівок.

## *Контрольні запитання*

1. Що таке розбивання траси ПЛ?

214516672. Які умови повинні забезпечуватися після прокладання траси ПЛ?

214516720. З чого починають розбивання траси ПЛ?

214516721. Яким способом здійснюють риття котлованів під опори?

214516722. Які правила риття котлованів узимку?

### **3. Монтаж опор повітряних ліній**

Монтаж опор повітряних ліній електропередач складається з доставки на монтажну зону, піднімання і встановлення їх в котловани. До початку робіт з доставки, піднімання і встановлення опор перевіряють можливість вільного пересування на трасі транспорту, який має доставити опори та механізмів, що призначені для піднімання або встановлення опор у котловани.

Необхідно перевірити та привести у робочий стан такелажні механізми і пристрої. Особливу увагу слід звернути на справність лебідок, блоків і поліспастів, а також міцність і цілість тросів, канатів тощо.

Піднімання і встановлення опор у котловани здійснюють із застосуванням піднімальних кранів або спеціальних механізмів. Кран розміщують біля котлована на відстані 3—4 м від осі траси, а опору в складеному вигляді укладають над котлованом або фундаментом з таким розрахунком, щоб центр ваги її перебував над центром котлована. Потім опору піднімають до вертикального положення і опускають пасинками чи стояками в котлован або на фундамент. Опору встановлюють так, щоб осі траверс опори були розміщені перпендикулярно до осі траси. Далі перевіряють, щоб вісь опори була строго вертикальна та збігалась з віссю траси, після чого засипають котлован ґрунтом або закріплюють опору на фундаменті. На закінчення знімають стропи, кран звільняють і переводять для встановлення наступної опори.

У разі піднімання та встановлення А-подібних опор за допомогою падаючої стріли опору викладають поблизу котлованів долілиць з таким розрахунком, щоб основи ніг опори розміщались біля краю котлованів на відстані 0,3 м від них. До стінки котлованів вертикально приставляють дошки для забезпечення ковзання по них опор під час їх встановлення. До верхівки опор прикріплюють дві відтяжки і гальмівний трос. Відтяжки призначені для утримування опор від можливих поперечних переміщень під час піднімання, а гальмівний трос утримує її від падіння під час установа у вертикальне положення. Тягловий трос від лебідки пропускають через вершину стріли і міцно прикріплюють до верхів'я опори, після чого здійснюють пробне піднімання опори на 0,5—0,8 м від землі для перевірки міцності кріплення троса і правильності положення стріли й опори. Висота стріли повинна бути на 1—2 м більшою за відстань від центра ваги опори до її основи.

Перед початком піднімання стрілу кріплять до поперечного бруса за допомогою мотузки з блоком, щоб утримати її від падіння після виходу з роботи. Опору піднімають повільно, без ривків і одночасно стежать за тим,

щоб ноги опори, ковзаючи по дошках, опускалися в котлован. Після виходу стріли з роботи піднімання опори продовжують безпосередньо тягловим тросом. Під час підходу верхівки опори до точки "перевалу" гальмівний трос підтягують і стежать за тим, щоб він перебував у натягнутому стані до монтажу, коли опора опиниться у вертикальному положенні.

Важкі та складні опори ПЛ напругою 110 кВ встановлюють за допомогою кранів (з використанням трактора як тяглового механізму). Натяжні та підтримуючі гірлянди лінійних ізоляторів складають у майстернях МЕЗ у строгій відповідності з кресленнями проекту, у зібраному вигляді їх підвозять до місця встановлення, а там піднімають на опори і закріплюють.

Під час встановлення опор слід дотримуватись таких вимог:

- 1) осі опор повинні бути вертикальними як вздовж, так і впоперек осі траси; допускається відхилення від вертикального положення дерев'яних опор не більше ніж на 5 мм, а залізобетонних — не більш ніж на 1 мм на кожний метр довжини опори;
- 2) траверси мають бути розташовані горизонтально; допускається перекис траверс не більш ніж на 10 мм на 1 м її довжини;
- 3) опори повинні бути розташовані в створі лінії; допускається відхилення від створу лінії не більш ніж на 100 мм.

Після перевірки правильності встановлення опори котлован з опорою засипають і ущільнюють ґрунт трамбуванням через кожні 30—40 см засипанням. Опору, що стоїть, звільняють від такелажу, за допомогою якого здійснювали її піднімання та встановлення. Забороняється піднімати опори під час сильного вітру, а також прибирати такелаж, багри та рогаці до засипання котловану повністю.

#### *Контрольні запитання*

1. З яких операцій складається монтаж опор ПЛ?
2. Як монтують А-подібні опори?  
214516768. Як монтують залізобетонні опори?  
214516769. Яких вимог необхідно дотримуватися при встановленні опор?  
214516770. Які операції виконують після встановлення опори в котлован?

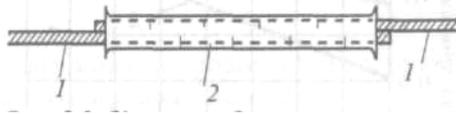
#### **4. Монтаж проводів повітряних ліній**

До монтажних робіт приступають після підготовки траси. Траса лінії вважається підготовленою, якщо прорублені й прочищені від дерев, пнів просіки та встановлені, вивірені і закріплені опори. Монтажна бригада повинна мати план траси з розміщенням опор, а також монтажні криві або таблиці, в яких показані значення стріл провисання проводу при різних температурах навколишнього середовища. Крім цього, до початку монтажних робіт повинні бути розроблені окремі вузли лінії (вводи, розгалуження).

Монтаж проводів ПЛ до 1000 В складається з таких операцій:

розкочування та піднімання проводів на опорі; з'єднання, натягування і закріплення проводів на опорах; виконання розгалужень, введів і заземлення.

Розкочування та піднімання проводів на опорі виконують одним із двох способів. Часто проводи розкочують зі стаціонарного барабана, який встановлюють на козли на відстані 5—10 м від першої кінцевої або анкерної опори. Розкочування здійснюють ручним або механізованим способом в напрямі другої кінцевої або анкерної опори. Інколи розкочують з барабана, встановленого на спеціальному розкочувальному візку чи автомашині. В цьому випадку передовсім прикріплюють провід до першої кінцевої або анкерної опори. Підіймання проводів на гаки або траверси при невеликих їх перерізах і невеликих прольотах відбувається за допомогою штанг. В іншому разі підіймання здійснюють з опор за допомогою мотузок.



З'єднують проводи зразу після розкочування так, щоб у цьому місці у проводу забезпечувався надійний електричний контакт та механічна міцність. Одножильні проводи з'єднують скручуванням або бандажним паянням. Під час з'єднання бандажним паянням два кінці з'єднувальних проводів накладають один на одного, обмотують на довжині 75—100 мм дротом діаметром 1,5 мм і пропаюють. Багатожильні алюмінієві проводи найкраще з'єднувати спеціальними трубчастими овальними з'єднувачами (рис. 2). Кінці 1 з'єднуваних проводів вводять в з'єднувач 2. Після цього його обтискають спеціальними кліщами від одного краю до іншого по рисках, нанесених в шаховому порядку. Перед стиканням всі контактні поверхні зачищують та промивають бензином, після чого металевою щіткою усувають шари окислів і змащують ці поверхні технічним вазеліном.

Рис.2. З'єднання багатожильних проводів трубчастим овальним з'єднувачем:

1-кінці з'єднувальних проводів; 2 - з'єднувач.

Натягування проводів проводять між анкерними, розгалужувальними, кінцевими і перехресними опорами. До початку натягування підіймають проводи на всі проміжні опори і виконують їх кінцеві кріплення (рис.3). Допускається кінцеве з'єднання простим в'язанням (рис.3, а), при якому кінець проводу закручують не менше ніж на 10 витків. Натягують проводи вручну за допомогою лебідки або автомашини. Проводи натягують або почергово, або відразу натягують декілька проводів, використовуючи різні пристрої. Натягують провід доти, доки його стріла провисання в прольоті між опорами не сягне значень, заданих в монтажних кривих або таблицях.

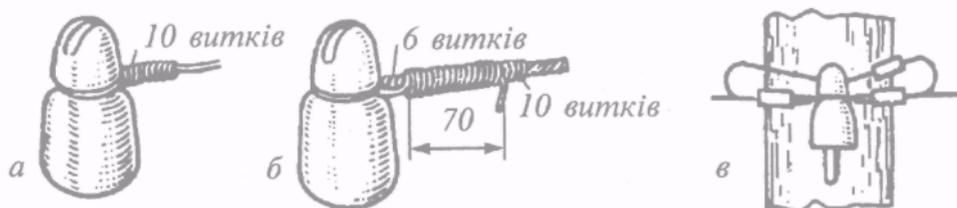


Рис. 3 Кінцеве кріплення проводів:

*a* — просте в'язання проводу ПСО-4; *б* — накладання додаткового бандажу;  
*в* — з'єднання проводів перерізом о 20 мм<sup>2</sup> овальними з'єднувачами

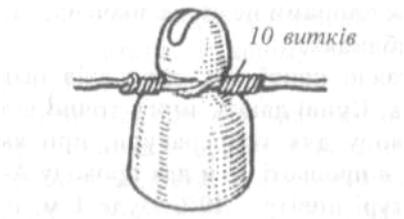
На рис. 4 показані монтажні криві для прольотів різної довжини і різних марок проводів. Криві дають змогу точно встановити стрілу провисання проводу для температури, при якій відбувається монтаж. Наприклад, в прольоті 30 м для проводу А-35 стріла провисання при температурі повітря -10°C буде 1 м; при температурі +10°C — біля 1,1 м. Регулювання стріли провисання проводів при монтуванні виключає небезпечні натяги зимою і недопустиме провисання літом.

Рис.4. Монтажні криві:

- 1 – для проводів ПСО-5, ПС-25 і ПС-35;
- 2 – для проводів А-16, А-25, А-35, А-50, А-70.

Під час натягування проводу стрілу провисання регулюють в одному із середніх прольотів між проміжними опорами шляхом візуального огляду. Визначивши за допомогою таблиць або монтажних кривих величину стріли провисання для конкретного прольоту, відкладають її на двох рейках. Рейки з відмітками закріплюють на двох сусідніх проміжних опорах на висоті установки ізоляторів. Майстер розміщується на одній з опор з таким розрахунком, щоб його очі під час натягування проводу майстер дивиться на нижню відмітку рейки, закріпленої на сусідній опорі. Натягування проводиться до тих пір, поки нижня точка підйимального проводу не попаде в поле зору монтера і не розміститься на прямій, яка з'єднує нижні відмітки обох рейках. При вертикальному розміщенні проводів регулювання стріли провисання починають з верхнього проводу, а при горизонтальному розміщенні — із середнього проводу. Решту проводів натягують по першому проводу.

Натягнуті проводи закріплюють на другій анкерній опорі, а потім прикріплюють в'язкою до шийок ізоляторів на проміжних опорах (рис.5). В'язання алюмінієвих і сталюалюмінієвих проводів виконують без використання пасатижів, щоб запобігти пошкодженню проводів.



Для в'язання використовують жили закріпленого проводу.

Рис.5. Кріплення проводів прив'язуванням до шийки ізолятора на проміжній опорі

Розгалуження і виводи роблять після монтування магістральної мережі. Розгалуження і вводи лінії в будинки виконують відповідно до типових креслень цих вузлів. З метою захисту від грозових перенапруг на опорах з розгалуженнями до будинків заземлюють гаки і штирі фазних проводів та

нульовий провід.

### ***Контрольні запитання***

1. З яких операцій складається монтаж проводів ПЛ до 1000 В?
2. Як розкочують і підіймають проводи на опорі?
3. Як з'єднують проводи ПЛ?
4. Якими способами натягують проводи?
5. Що таке візування стріли провисання проводів, як його виконують?

### **5. Техніка безпеки під час монтування повітряних ліній**

Під час установлення опор і натягування проводів відтяжки закріплюють за допомогою укріплених в землі якорів. Закріплювати відтяжки до опор лінії, що монтується або до діючої ПЛ електропередачі заборонено. Після встановлення і вивіряння опор роботи не зупиняють до повного засипання котлованів. В містах і населених пунктах при монтуванні ПЛ встановлюють попереджувальні сигнали або сторожеві пости, що попереджують про недопустимість проходу пішоходів та проїзду транспорту в прольотах під час підвішування проводів.

При роботі на кутовій опорі слід знаходитися на боці опори, протилежної до внутрішнього кута, утвореного проводами.

Монтуючи ПЛ окремі змонтовані ділянки довжиною 3—5 км закорочують і заземлюють. Під час грози роботи на монтажній зоні ПЛ припиняють, а людей вивозять на безпечну відстань. Змонтовані ПЛ і окремі їх ділянки, що проходять поблизу діючих ліній, а також переходи, що перетинають діючі лінії напругою понад 1000 В, закорочують та заземлюють.

Працюючи з автомобільним краном його слід встановити на безпечній відстані від котлована, а ходову частину загальмувати ручним гальмом.

Гаки та штирі на опорах напругою до 1000 В, до яких прикріплюють фазні проводи, а також арматура залізобетонних опор ПЛ потрібно заземлювати.

## Практичне заняття № 4

**Тема:** Монтаж кабельних ліній

**Навчальна мета:** Набути практичних навиків по монтажу кабельних ліній

**Методичне забезпечення:**

1. Інструкційна карта.
2. Принц М.В., Цимбалістий В.М. Електричні мережі. Монтаж, обслуговування та ремонт. – Львів: Оріяна – Нова, 2003. – 300 с.
3. Козирський В.В. Електропостачання агропромислового комплексу. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 448 с.

**Матеріально – технічне забезпечення робочого місця, інструмент**

1. Кабелі різних типів.
2. Кабельні муфти різних типів.
3. Кінцева стальна воронка.
6. Заземлюючі пристрої.
7. Комплект інструментів електромонтера.

**Вимоги правил техніки безпеки**

1. Всі роботи починати тільки з дозволу викладача.
2. Користуватись тільки справним інструментом.
3. Бути обережним при монтажі.
4. Не залишати незакріплені апарати і електроустановки.

**Послідовність виконання завдання:**

1. Ознайомитись з основними елементами кабельних ліній (КЛ).
2. Розглянути підготовку трас кабельних ліній.
3. Розглянути класифікацію кабельних муфт та їх призначення.

4. Ознайомитись з монтажем кабелів у з'єднувальних муфтах.
5. Розглянути з окінцюванням струмопровідних жил кабелю.
6. Ознайомитись з монтажем кабельних ліній у траншеях.
7. Ознайомитись з без траншейним прокладанням кабелю в землі.
8. Ознайомитись з технікою безпеки під час монтажу КЛ.

## **Методичні вказівки до виконання роботи**

### **1. Підготовка трас кабельних ліній**

Під час вибору траси кабельної лінії бажано уникати ділянок з ґрунтами, агресивними відносно оболонки кабелів. Трасу кабельної лінії обирають також з урахуванням найменшої витрати кабелю, забезпечення його якісного зберігання, захисту від корозії, вібрації, перегрівання, а також від пошкодження сусідніх кабелів електричною дугою при виникненні короткого замикання на одному з кабелів. Розміщуючи кабелі, слід уникати перехрещення їх між собою, з трубами та ін.

Кабельні споруди та конструкції, на яких укладають кабелі, слід виконувати з негорючих матеріалів.

Під час монтажу кабельних ліній необхідно уникати небезпечних механічних напруг і їх пошкоджень.

З огляду на це потрібно, щоб:

- 1) кабелі прокладалися із запасом за довжиною, достатньою для компенсації можливих зміщень ґрунту та температурних деформацій самих кабелів і конструкцій, по яких їх прокладено;
- 2) кабелі, прокладені по конструкціях і стінах, закріплювалися в кінцевих точках, з обох боків зворотів, біля з'єднувальних і стопорних муфт;
- 3) кабелі (в тому числі й броньовані), розміщені в місцях, де можливі механічні пошкодження, захищалися на висоті 2 м від підлоги та 0,3 м у землі;
- 4) у місцях жорсткого кріплення оболонок кабелів до конструкцій передбачалися еластичні прокладки для захисту кабелів від механічних і корозійних пошкоджень.

На трасі кабельної лінії, прокладеній у незабудованій місцевості, повинні бути розпізнавальні знаки.

Під час зберігання та перевезення кабелів необхідно оберігати обшивку дерев'яних кабельних барабанів до прокладки кабелю, герметичні влаштування кінців кабелю; слід оберігати кабелі з пластмасовою ізоляцією від дії прямих сонячних променів. Навантаження, вивантаження, перевезення барабанів і розкачування кабелів виконують за допомогою транспортерів, обладнаних лебідкою вантажних машин, трубоукладчиків, автотранспорту та інших вантажопідійомних механізмів і такелажних засобів. Скидання барабанів з кабелем з усіх видів транспортних засобів заборонене.

Риття траншеї відбувається після очистки траси від дерев, кущів,

сторонніх предметів і після планувальних робіт, щоб надалі при загальному плануванні території кабелі не виявилися розміщеними на не допустимій глибині або дуже близько до поверхні ґрунту. Крім цього, при механізованому плануванні будівельного майданчика можливі розриви кабелів, якщо вони не розміщені на проектній позначці.

Для оберігання споруд, в яких прокладаються кабелі, від ґрунтових і дощових вод труби закладають в стіни або в фундамент споруди з деяким нахилом до поверхні ґрунту і після прокладання кабелю кінці труб щільно забивають джгутовим кабельним обплетенням на глибину не менше 50 мм та густо обмазують бітумом чи рідкою глиною.

До початку прокладання кабелю завозять на кабельну трасу і розкладають вздовж неї червону цеглу або бетонні плити для захисту прокладеного кабелю від механічних пошкоджень.

При вивченні й уточненні траси кабельної лінії визначають місця розташування по трасі барабанів з кабелями і розміщення з'єднувальних муфт з урахуванням довжини кабельної лінії, геодезичного плану місцевості та забезпечення зручності монтажу й експлуатації.

При розподілі барабанів вздовж траси враховують довжину кабелів на них, розміри заносять до розкладочної карти, за якою барабани розвозять по трасі. Барабани по трасі розподіляють так, щоб з'єднувальні муфти не довелося монтувати під дорогами, в кюветах та інших незручних місцях. Перед розкачуванням проводять зовнішній огляд кожного барабана. При виявленні пошкоджень кабелів або порушенні герметичності запаяних кінців кабелі піддають попереднім випробуванням підвищеною напругою.

Прокладаючи в одній траншеї декілька кабелів, місця муфтових з'єднань слід розміщувати на відстані не менше 2 м одне від іншого. На кінцях кабелів лишають запас в 0,5—0,7 м перед з'єднувальною муфтою для можливого ремонту або заміни муфти.

### ***Контрольні запитання***

1. Як обирають трасу для кабельної лінії?
2. З якого матеріалу виготовляють кабельні споруди?
3. Які роботи належать до підготовчих?

## **2. Класифікація кабельних муфт та їх призначення**

***Муфти*** призначені для з'єднання кінців кабелів й утворення відгалужень та для приєднання їх до електроапаратів або повітряних ліній, а також для ізоляції цих місць від вологи.

Муфти за призначенням поділяються на з'єднувальні, перехідні, стопорні, розгалужувальні, кінцеві та пристрої для обробки кінців кабелю. Залежно від виду матеріалу вони бувають чавунні, сталеві, свинцеві, латунні і епоксидні.

***З'єднувальна кабельна муфта*** — це пристрій, призначений для з'єднання кабелів.

***Перехідною муфтою*** називають спеціальну з'єднувальну муфту для сполучення кабелів з паперовою ізоляцією з кабелями зі пластмасовою ізоляцією.

**Стопорна кабельна муфта (Ст)** — це спеціальна з'єднувальна муфта, призначена для з'єднання кабелів і запобігання стіканню кабельної маси при прокладанні кабелів на похилих трасах.

**Стопорно-перехідна кабельна муфта (СтП)** — спеціальна з'єднувальна муфта, призначена для з'єднання кабелів з різною просоченою паперовою ізоляцією, і запобігання стіканню кабельної маси при прокладанні кабелів на вертикальних і похилих площинах.

**Розгалужувальні кабельні муфти (Р)** — це спеціальні муфти, призначені для приєднання розгалужувального кабелю до магістральної кабельної лінії.

**Кінцева кабельна муфта (КЗ і КЩ)** — пристрій для приєднання кабелів до електроапаратів зовнішньої та внутрішньої установки або повітряної лінії електропередачі.

Пристрій для обробки кінців кабелю (КО) призначений для приєднання кабелів до електроапаратів внутрішньої установки.

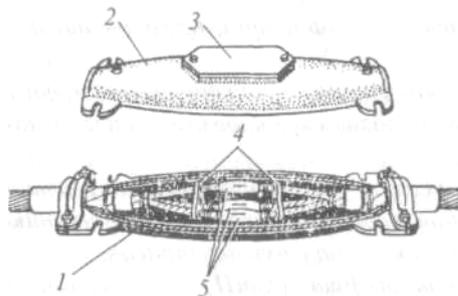
Чавунні з'єднувальні муфти використовують для з'єднання три-і чотирижильних кабелів з паперовою ізоляцією до 1 кВ.

Свинцеві з'єднувальні муфти призначені для з'єднання кабелів напругою 6—10 кВ в алюмінієвій та свинцевій оболонці.

Залежно від способу ізолювання жил муфти мають різні марки: з паперовими роликками та з самосклеюваними стрічками.

Свинцеві муфти мають низку переваг над чавунними і тому поширені більше. Вони герметично запаяні та не пропускають всередину вологи. Для захисту свинцевих муфт від механічних пошкоджень їх вміщують у чавунні або сталеві кожухи.

Корпуси муфт складаються з верхньої і нижньої половин, з'єднаних болтами. Герметичність в місцях вводу кабелю в муфту забезпечується підмотуванням смоляної стрічки.



Чавунна з'єднувальна муфта (ЗЧ) складається з підмотаної смоляної стрічки, верхньої і нижньої половин корпусу, провідника заземлення, кришки, болтів кріплення, з'єднувальної гільзи, фарфорової розпірки, дротяного бандажу, болта заземлення, герметизуючої прокладки і бітумної маси (рис. 1).

Рис.1. Чавунна з'єднувальна муфта:

1 - нижня частина; 2 - верхня частина; 3 – кришка отвору для заливання кабельної маси; 4 – розпірна фарфорова пластина; 5 – гільзи.

У з'єднувальній чавунній малогабаритній муфті (ЗЧм) замість фарфорової розпірки використовують ізолюючі підмотки зі стрічки ЛЕТСАР, яку наносять на оголену жилу. Муфта складається з підмотки смоляної стрічки, верхньої і нижньої напівмуфт, трубки, заливного отвору,

болтів кріплення, з'єднувальної гільзи і провідника заземлення.

Розгалужувальна чавунна Т-подібна муфта (РЧт) призначена для виконання розгалуження під кутом  $90^\circ$  в один бік. У-подібна (РЧу) необхідна для виконання розгалужень під кутом близько  $30^\circ$ , хрестоподібна (РЧх) — для виконання розгалужень під кутом  $90^\circ$  в різні боки. Розгалужувальні муфти складаються з верхньої і нижньої напівмуфт, кришки, підмотки самосклеюваної стрічки, пробки, розпірного паперового ролика і провідника заземлення.

Кінцеві муфти встановлюють у місцях підведення кабелю до струмоприймача.

Марка муфти	Розміри, мм					
	А	Б	В	Ж	О	П
ЗЧ-40	295	125	170	115	35	20
ЗЧ-50	365	135	230	175	35	20
ЗЧ-60	420	155	265	210	35	20
ЗЧ-70	455	160	295	240	35	20
ЗЧм-40	245	105	140	100	25	5

Кінцеві муфти зовнішнього встановлення (КЗ) і щоглові (КЩ) використовують для окінцювання три- і чотирижильних кабелів перерізом до  $240 \text{ мм}^2$ , при переході кабельних ліній на повітряні за температури навколишнього середовища від  $+50$  до  $-50^\circ\text{C}$  та до  $35^\circ\text{C}$  при відносній вологості до 98% на висоті до 1000 м над рівнем моря. Така муфта складається з пробки для заливання маси, кришки, фарфорових прохідних ізоляторів, чавунного корпусу, конуса, провідника заземлення, манжети і кабелю (рис.2.)

Таблиця 1. Розміри для обробки кінців кабелю для муфт марок ЗЧ і ЗЧм

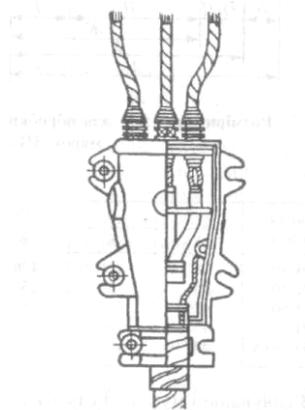
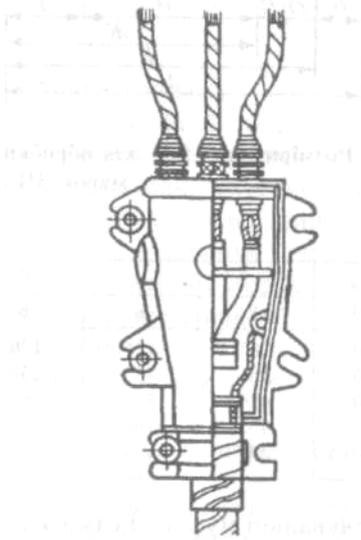


Рис. 2. Чавунна кінцева муфта манжети і кабелю



Щоб надійно з'єднати кінці кабелів, їх попередньо треба відповідно підготувати, тобто зняти шар ізоляції і зрізати оболонки. Цю операцію називають обробкою кінців кабелю. На рис.3 показано оброблений кінець кабелю.

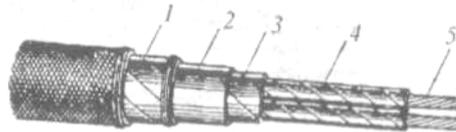


Рис.3. Оброблений кінець кабелю:

1 – оголена броня для приєднання заземлюючого дроту; 2 – свинцева оболонка для припаювання муфти; 3 – поясна ізоляція; 4 – заводська ізоляція; 5 – оголені жили

У процесі обробки кабелю його зовнішній захисний шар і броню закріплюють дротяним бандажем у відповідних місцях. Обробляють кінці кабелю зліва на право (рис. 4). Під час обробки кінців кабелю зліва направо треба стежити за тим, щоб не допускати великих перегинів жил.

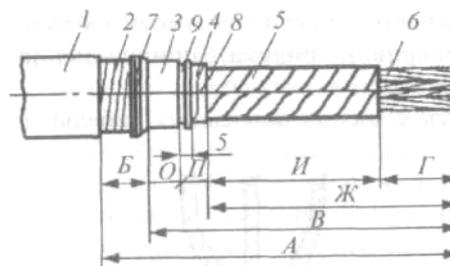


Рис. 4. Обробка кінців трижильного кабелю з поясною паперовою ізоляцією: 1 — зовнішнє покриття; 2 — броня; 3 — свинцева або алюмінієва оболонка; 4 — поясна ізоляція; 5 — ізоляція жили; 6 — жила кабелю; 7,8 — бандажі; 9 — напівпровідний екран

З'єднувальні муфти зі самосклеюваних стрічок призначені для з'єднання кабелів з пластмасовою ізоляцією. Розміри для обробки кінців кабелю для муфт марок ЗЧ, тобто довжини зняття ізоляції, оболонки, броні та ін. подано в табл. 1.

З'єднувальна муфта зі самосклеюваними стрічками має вигляд,

наведений на рис. 5.

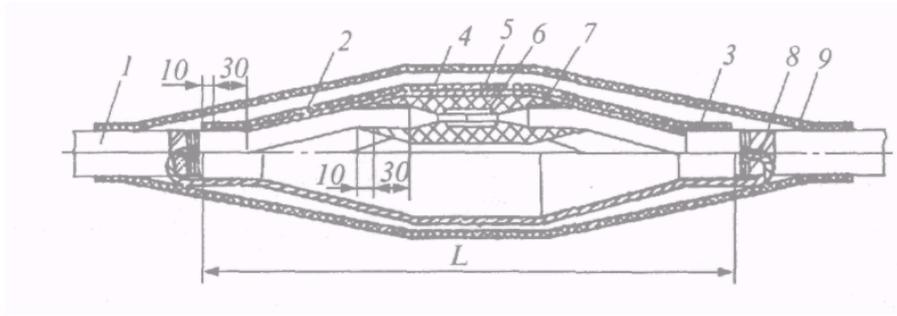


Рис. 5. З'єднувальна муфта ПСсл до 3 кВ:

1 — кабель; 2 — термоусадна трубка; 3 — адгезійний прошарок під трубкою;  
4 — намотка зі стрічки ЛЕТСАР; 5 — загальна намотка зі стрічки ЛЕТСАР або ПВХ; 6 — гільза; 7 — адгезійні прошарки по ізоляції; 8 — провід заземлення;  
9 — кожух.

Епоксидні з'єднувальні муфти марки ЗЄ використовують для з'єднання кабелів з паперовою ізоляцією напругою до 10 кВ в алюмінієвій та свинцевій оболонці.

#### *Контрольні запитання*

1. Яке призначення муфт?
2. Як поділяються муфти за призначенням?
3. З якого матеріалу виготовляють муфти?
4. Для чого використовують з'єднувальні муфти?
5. Для чого служать перехідна і стопорна кабельні муфти?
6. Для чого використовується розгалужувальна і кінцева муфти?
7. Для чого призначений пристрій для обробки кінців кабелю?
8. Яка конструкція з'єднувальної чавунної муфти?
9. В якому місці встановлюються кінцеві муфти?
10. Що таке обробка кінців кабелю?
11. Як відбувається процес обробки кінців кабелю?

### **3.Монтування кабелів у з'єднувальних муфтах**

Найбільш складною роботою під час передачі електроенергії кабелями є обробка кінців кабелю та їх з'єднання.

Загальні вимоги до всіх видів обробки кабелів і їх з'єднань — це забезпечення герметичності ізоляції кабелю в місці виводу струмопровідних жил для запобігання проникненню вологи в кабель.

Надійність обробки кабелів і їх муфт залежить від ретельного виконання монтажу, дотримання технології та норм санітарної гігієни.

Попадання вологи чи бруду в муфту різко погіршує електричну міцність і призводить до виходу із ладу кабелю під час його випробування або експлуатації. Тому роботи з монтажу муфт і обробки кабелю повинні виконуватися чистими руками та інструментом, без перерви в роботі до

повного їх закінчення. Корпус муфти перед початком роботи також необхідно ретельно очистити з обох боків і протерти ганчірками, змоченими в бензині.

Монтаж чавунної з'єднувальної муфти (див. рис. 1) виконують у такій послідовності. Оброблені кінці кабелів обережно вигинають і пропускають через отвори розпірної фарфорової пластини 4. Підігнавши оброблені кінці кабелів до муфти, починають їх з'єднувати. Мідні жили з'єднують у мідних залуджених гільзах 5 (кінці кабелів з алюмінієвими жилами зварюють). Мідні гільзи одягають на оголені ділянки жил і пропаюють розплавленим припоєм, наливаючи його в отвори гільз. Пропаювати місця з'єднання паяльною лампою заборонено.

Закінчивши паяння, з поверхні гільзи обережно знімають всі залишки припою і напилком зачищають шорсткі ділянки з'єднання. Після цього, щоб горловина муфти щільно затиснула кабель, на місця, якими він ляже на обидві її горловини, намотують кілька шарів просмоленого паперу і асфальтової стрічки. У сальники муфти закладають ще джгут або чисту мішковину. Потім кабель кладуть у нижню частину муфти 1 (див. рис. 1) і виводять заземлюючі проводи. Верхню частину муфти накладають на нижню і затягують болтами. Через кришку 3 верхньої половини муфти заливають кабельну масу.

Кінці кабелів у свинцевій муфті з'єднують наступним чином.

Спочатку муфту одягають на один кінець кабелю, попередньо обмотаний чистою сухою ганчіркою. Оброблені кінці жил вигинають і спаюють так, як описано вище. Місце з'єднання обмотують просоченою в оліфі стрічкою і кабельним папером (рис. 6).

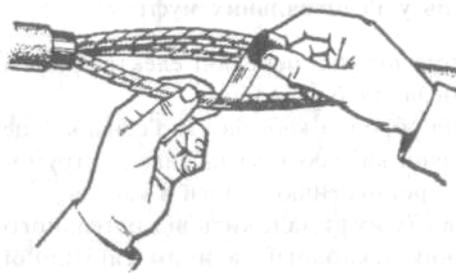


Рис.6. Обмотування місць з'єднання жил кабелів

Потім між жилами закладають дерев'яну розпірку, а самі жили притуляють одна до одної і знову обмотують паперовою стрічкою.

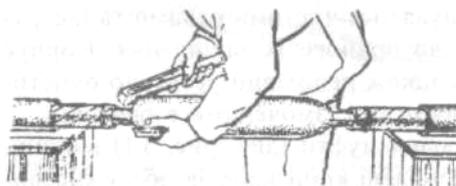


Рис.7. Обстукування торців свинцевої муфти дерев'яною киянкою

Щоб видалити вологу, після намотування ізоляції місце з'єднання прогрівають гарячою компаундною масою. Потім на нього насувають муфту і

її кінці обстукують дерев'яною киянкою (рис.7) доти, доки вони не прилягатимуть щільно до свинцевої оболонки кабелю. Всі щілини між кінцями муфти і оболонкою кабелю надійно пропаюють. Для паяння можна використовувати паяльну лампу, але треба стежити, щоб полум'я не пропало муфти.

Після цього на муфті вирубують два трикутних отвори, через один з яких у неї заливають кабельну масу, а через інший — виходить повітря. Після заливання ці отвори також запаюють.

### *Контрольні запитання*

1. В якій послідовності виконують монтаж з'єднувальної чавунної муфти?
2. Як з'єднують мідні жили?
3. Як з'єднують кінці кабелів у свинцевій муфті?
4. Які загальні вимоги до обробки кабелів та їх з'єднань?
5. Від чого залежить надійність обробки кабелів та їх муфт?
6. Як виконується монтаж чавунної муфти?

## **4. Суха обробка кінців кабелів**

Монтаж муфт починають з монтажної операції, яка називається обробкою кінців кабелю. При обробці кінців кабелю з нього послідовно знімають (на певній довжині) захисні покриття, броню, оболонки та ізоляцію. Внаслідок цього дістаємо східчасту обробку кінців кабелю, розміри ступенів якої залежать від напруги, типу і габаритів муфт. Усунену ізоляцію відновлюють ізолюванням місць з'єднань і окінцювань паперовими рулонами, а останнім часом ще й самозлипальними стрічками.

Перед обробкою кабелю перевіряють паперову ізоляцію на відсутність вологи: обривають з кінців кабелю паперову стрічку і опускають у розігрітий до 140—150°C парафін. При зволоженій ізоляції спостерігається потріскування і виділення піни. Зволожену ізоляцію на ділянці 250—300 мм відрізають і ще раз перевіряють до одержання позитивного результату.

В електромонтажній практиці зараз широко застосовують так звану суху обробку кабелю. На рис. 8 показано кінець одножильного кабелю з сухою обробкою. Виконують її так. Спочатку на оголену жилу 2 кабелю напаяють наконечник 7. Потім кабельну ізоляцію 4 щільно обмотують просоченим прядивом 3 і стрічками з локотканини 6. Поверх усього навивають бандаж з просоченого шпагату 5, який охоплює і закриває піднятий кінець 7 свинцевої оболонки кабелю.

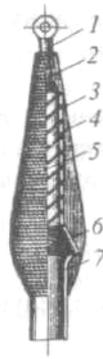
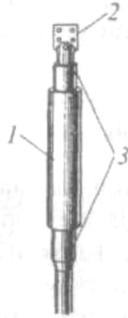


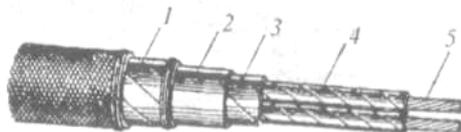
Рис.8. Суха обробка одножильного кабелю



Сушу обробку одножильного кабелю виконують іноді за допомогою бакелітового циліндра 1, кінці якого армовані мідними втулками 3 (рис.9). Циліндр одягають на жилу, попередньо обмотану просоченим кабельним папером. Один кінець мідної втулки припаюють до свинцевої оболонки кабелю, а інший – до кабельного наконечника 2.

Рис.9. Суха обробка одножильного кабелю із застосуванням бакелітового циліндра

Один з найпростіших способів обробки трижильних кабелів показано на рис. 10. Так обробляють кабелі, прокладені в сухих приміщеннях і призначені для напруги до 1000 В. Після східчастої обробки кабелю до кінців жил припаюють наконечники 5. Потім кожну жилу від місця виходу з поясної ізоляції до наконечника обмотують кількома шарами поліхлорвінілової стрічки 4. Далі на оброблену частину кабелю накладають поясну обмотку 3 з полівінілхлоридної стрічки так, щоб вона охопила свинцеву (або алюмінієву) оболонку 1 і жили кабелю. Кінці обмоток закріплюють бандажами 2 зі шпагату. Для підвищення вологостійкості оброблену частину кабелю покривають шаром ізолюючого лаку.



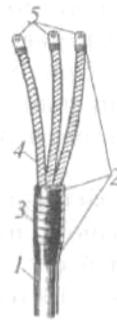


Рис. 10. Суха обробка трижильного кабелю

Більш надійною є суха обробка кабелю за допомогою спеціальних свинцевих або гумових рукавичок (рис.11).



Рис. 11. Суха обробка кабелю із застосуванням свинцевої рукавички

Сушу обробку кабелю із самосклеюваних стрічок рекомендується використовувати в сухих, жарких і в приміщеннях з хімічно активним середовищем (крім вибухонебезпечних). Виконуючи суху обробку кабелю при східчастій обробці його кінців, усувають просочувальну масу, а місце обробки і жили герметизують самосклеюваними стрічками. Обробка складається з наконечника, підмоток зі стрічок ЛЕТСАР, паперової ізоляції, хрестоподібної ущільнювальної підмотки, центральної і бокової ущільнювальних конусних вкладок, бандажа зі стрічки ЛЕТСАР і герметизуючої стрічкової підмотки.

#### *Контрольні запитання*

1. Як виконується суха обробка одножильного кабелю?  
214516816. Як виконується суха обробка кабелю із застосуванням бачка літвого циліндра?
214516817. Як виконується суха обробка трижильного кабелю?
214516818. Де застосовують суху обробку кабелю із самосклеюваними стрічками?
214516819. Як виконати суху обробку кабелю із самосклеюваними стрічками?

### **5. Окінцювання струмопровідних жил кабелю**

Окінцювання кабелів здійснюється для того, щоб приєднати кінці жил до апаратів, електричних машин та інших споживачів або джерел електричної енергії.

Жили кабелів окінцьовують наконечниками, опресуванням, паянням або зварюванням. Конструкція наконечника та спосіб його з'єднання зі струмопровідною жилою визначаються матеріалом жили (алюміній або мідь).

Найнадійніший і найпоширеніший спосіб окінцювання жил наконечниками опресування, його слід застосовувати в усіх доступних випадках.

Для окінцювання кабелів напругою до 1000 В з паперовою ізоляцією рекомендуються трубки різних виконань з герметизацією жил: ТВ (термоусадкові), К (кремнійорганічні), Н (із найритової гуми), Т (тришарові пластмасові), а також у свинцевих та Гумових рукавицях і сталених воронках.

Кінцева обробка в Гумових рукавицях використовується для окінцювання трижильних і чотирижильних силових кабелів з паперовою ізоляцією до 1000 В. При цьому необхідна Гумова рукавичка, до пальців якої приклеєні трубки з найритової гуми для герметизації жил. Трубки захоплюють циліндричну частину наконечника і ущільнюються на них бандажами зі сталених смужок. Нижню частину рукавички приклеюють до оболонки кабелю і ущільнюють хомутиком.

Алюмінієві жили перерізом 15—240 мм<sup>2</sup> окінцьовують опресуванням трубчастими наконечниками типу ТА або ТАМ, а мідні жили перерізом 4—240 мм<sup>2</sup> наконечниками типу Т. Опресування здійснюють шляхом місцевого втискання трубчастої частини наконечника за допомогою спеціальних механізмів. Для цього очищують сталевим йоржем 1 (рис. 12) внутрішню поверхню трубчастого наконечника 2 (рис. 12, а) до металічного блиску. Змащують зачищену внутрішню поверхню наконечника кварцовазеліновою пастою (рис. 12, б), яка складається на 50 % з кварцового піску дрібного млива і на 50 % з технічного вазеліну. Звільнений від ізоляції кінець жили зачищають щіткою 3 з кордострічки (рис. 12, в) і наносять на неї дерев'яною лопаткою 4 тонкий шар кварцо-вазелінової пасту (рис. 12, г). Наконечник встановлюють, насадивши його до упору на кінець струмопровідної жили (рис. 12, д), а жилу з наконечником в опресувальному механізмі 5 (рис. 12, е) із задалегідь підібраними пуансоном та матрицею і опресовують. Трубчасту частину наконечника і ямки б готового окінцювання (рис. 12, е) протирають ганчіркою, змоченою в бензині.

Алюмінієві жили можна також окінцьовувати електрозварюванням, методом контактного розігрівання або газовим зварюванням із застосуванням литих наконечників типу ЛА.

Допускається окінцювання алюмінієвих і мідних жил паянням мідних наконечників серії П. Для з'єднання мідного наконечника

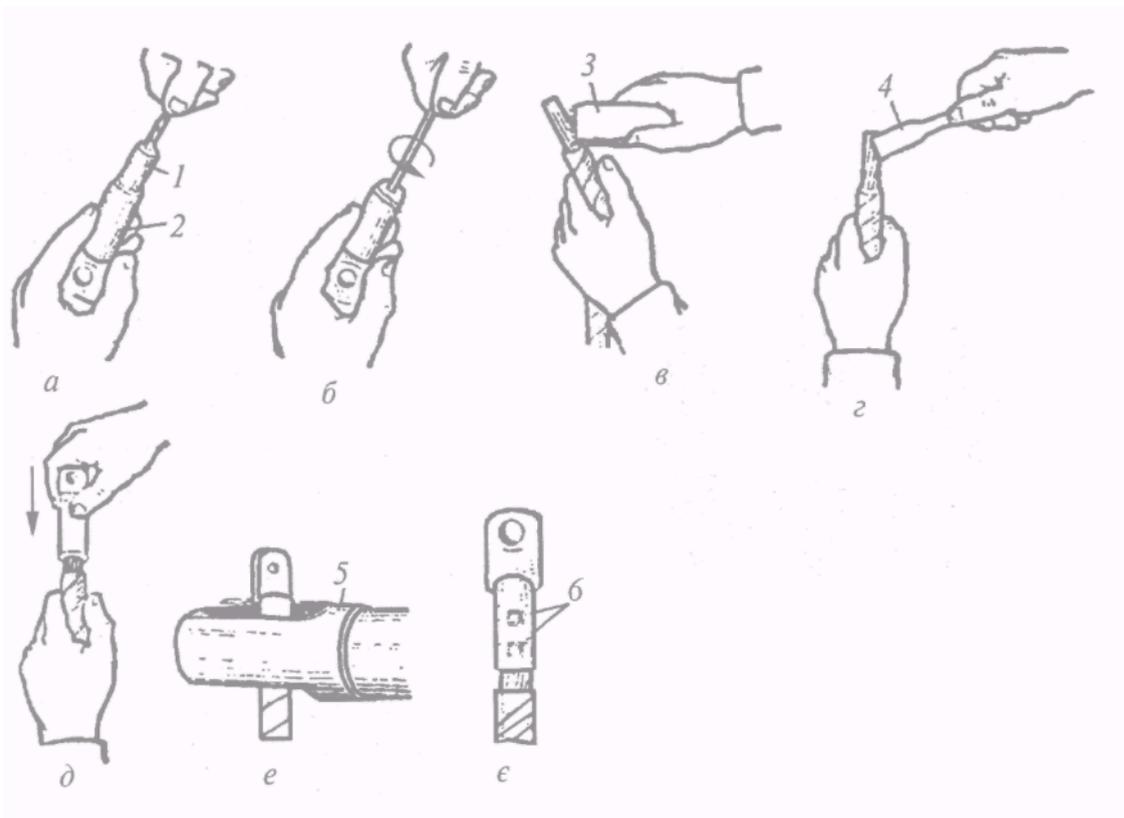


Рис.12. Окінцювання алюмінієвої жили кабелю опресуванням наконечника способом місцевого втискання

з алюмінієвою струмопровідною жилою застосовують такі припої: марки А з попереднім облужуванням цим припоєм жили кабелю; марки ЦО - 12 та ЦА - 15 без попереднього облужування. Епоксидні кінцеві муфти з трубками із найритової гуми на жилах призначені для окінцювання трижильних кабелів з паперовою просоченою ізоляцією напругою до 10 кВ. Після виконання східчастої обробки кабелю на жили надягають найритові трубки, закріплюють наконечники, верхню частину трубки насувають на тіло наконечника і герметизують ділянку жили між паперовою ізоляцією та торцем наконечника, підмотуючи кіперну стрічку, просочену епоксидним компаундом. Нижній кінець трубки зрізують косо так, щоб вона на 30—40 мм заходила в епоксидний корпус, далі знежирюють бензином, напильником роблять шершавості та змащують епоксидним компаундом. Потім на оброблений кабель натягають воронкоподібну форму і заливають епоксидним компаундом. Через добу форму знімають, а через 5—6 діб кабель готовий до роботи. Пластмасовий корпус і кришка муфти забезпечують гарантовані розміри між жилами кабелю на виході, а також між жилами кабелю і корпусом. Нова конструкція підвищує надійність муфт і їх монтажну готовність.

Обробка кабелю у сталевих воронках трудомістка і недостатньо надійна в експлуатації, тому застосовується рідко. При різниці рівнів прокладання кабелів можливе витікання просочувальної кабельної маси. За високої температури і вологості навколишнього середовища воронкою втягується вологість, а за низьких температур у бітумній мастиці з'являються тріщини, через які в кабель може проникати волога з навколишнього середовища.

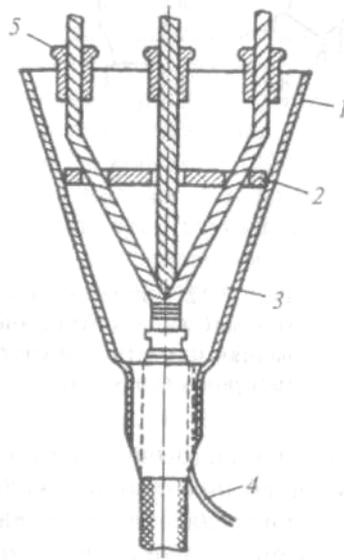


Рис. 13. Кінцева сталева воронка

Змонтована кінцева воронка зображена на рис.13. У сталевому корпусі воронки 1 вміщено оброблені кінці кабелів. Розпірна фарфорова пластина 2 забезпечує розміщення жил на певній відстані одна від одної. Для заземлення оболонки кабелю і воронки приєднано заземлюючий дріт 4. Зверху на кінці жил натягають фарфорові втулки 5. Воронку заливають кабельною мастикою 3.

#### *Контрольні запитання*

1. Як окінцьовують кабелі?
2. Як окінцьовують алюмінієві жили перерізом 16—240 мм<sup>2</sup>?
3. Як окінцьовують мідні жили кабелів?
4. Для чого призначені епоксидні кінцеві муфти?
5. В чому недоліки сталевих воронок?
6. Як монтувати кінцеві воронки?

214516864. Як виконується окінцювання кабелів у свинцевих або гумових рукавицях?

### **6. Монтаж кабельних ліній у траншеях**

Кабельна траншея — це відкрита штучна споруда певної глибини і ширини, вирита в землі.

Процес прокладання силових кабелів у траншеях складається з таких операцій:

- 1) підготовчі роботи;
- 2) копання траншей і котлованів для монтажу муфт;
- 3) доставка барабанів з кабелем до місця монтажу;
- 4) розмотування кабелів та укладання їх у траншеї;
- 5) захист кабелів від механічного пошкодження;
- 6) засипання траншеї;
- 7) ущільнення ґрунту;
- 8) вивезення зайвого ґрунту.

До початку риття траншеї керівник монтажно-ї організації, разом з представниками експлуатаційної та будівельної організацій обстежують запроєктовану для прокладання кабельної лінії трасу. В разі потреби до проекту та кошторису прокладання кабельної лінії проектна організація вносить необхідні зміни, узгодивши їх з представниками замовника.

Ширина траншеї визначається кількістю та типом прокладуваних кабельних ліній, допустимими відстанями між ними, а також технічними даними землерийних механізмів. При ритті траншеї в слабких і нестійких ґрунтах для попередження зсувів і просадок ставлять кріплення.

Траншею слід робити по можливості прямолінійною. На всіх поворотах, перетинах й інших вузьких місцях траси розміри траншеї (глибину, ширину) роблять такими, щоб можна було прокласти кабель з допустимим радіусом заокруглення і витримати необхідні відстані між прокладуваним кабелем та іншими спорудами в місцях зближення та перетину.

Дно траншеї вирівнюють, очищають від сміття і роблять підсипку товщиною до 100 мм землею, що не містить каміння, будівельного сміття та шлаків. Крім цього, необхідно виявляти на трасі місця, в яких наявні речовини руйнівної дії (солончаки, вапно, воду тощо), що здатні руйнувати металеві покриття та оболонки кабелів. Якщо обійти їх неможливо, то кабель необхідно прокладати в безнапірних азбестоцементних трубах, покритих ззовні та всередині бітумною сполукою.

Кабель у траншеї прокладають розкочуючи його з барабана, розміщеного на кабельному транспортері, автомобілі чи трубоукладачеві, які переміщуються вздовж траси. Робітники при цьому приймають розмотуваний кабель і укладають його на дно траншеї. На трасах з великою кількістю перетинів з інженерними спорудами кабель розкочують лебідкою по роликах. Силові кабелі слід укладати із запасом за довжиною на 1—3 % "змієюю". Кабелі у траншеї укладають на певній відстані один від одного: кабелі з робочою напругою до 1000 В на відстані 6 см, до 10 кВ — 10 см, до 35 кВ — 25 см. Порушення цих вимог призведе до перегрівання магнітними полями сусідніх струмопровідних жил. Після того як кабель укладений в траншею, зверху також насипають шар піску товщиною 10—15 см. На нього укладають захисний шар цегли або залізобетонні плити, після чого остаточно засипають траншею землею (рис. 14). Для цієї операції використовують плуги автоскрепери. Землю надійно утрамбовують спеціальними котками. Згідно з чинними нормативними документами глибина закладання силових кабелів у траншею від планувальної позначки повинна бути не меншою ніж: 0,7 м при напрузі лінії до 20 кВ; 1 м при напрузі лінії 35 кВ; 1 м при схрещуванні вулиць і майданів незалежно від напруги; 1 м при прокладанні на орних землях.

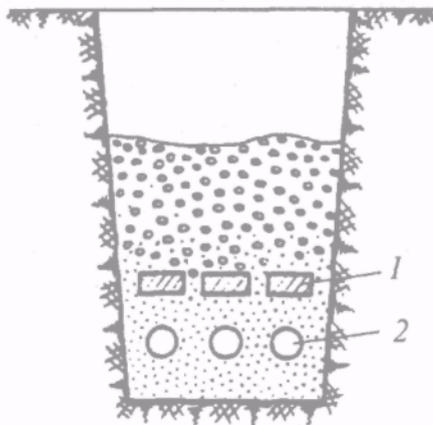


Рис. 14. Поперечний переріз кабельної траншеї

На закритих територіях глибина закладання кабелів не нормується.

Під час прокладання кабельних ліній у зоні зелених насаджень відстань від кабелів до стовбурів дерев, як правило, повинна бути не меншою ніж 2 м.

В утруднених умовах допускається зменшення зазначених відстаней згідно з чинними нормативними документами без спеціального захисту кабелів і при прокладанні їх у трубах.

На переходах через шосейні дороги або залізничні колії кабель вміщують у трубу, яку закопують у землю на глибину не менше ніж 1 м від верхнього шару покриття дороги.

Якщо кабелі перетинаються, то високовольтний кабель прокладають під низьковольтним. Відстань між ними по вертикалі повинна бути не меншою ніж 35 см для кабелів напругою до 10 кВ та 50 см для кабелів напругою до 35 кВ.

Кабелі, розміщені на глибині 1—1,2 м, можна не захищати від механічних пошкоджень, а для кабелів напругою до 1000 В захист виконують тільки у місцях імовірних механічних пошкоджень.

Для вводу кабелю, що виходить з траншеї в будинок, у стіні попередньо закладають відрізки сталевих або чавунних труб. Труби розміщують на відстані одні від одних при горизонтальному розміщенні не менше 100 мм і при вертикальному не менше 250 мм. Труби беруть з внутрішнім діаметром, який дорівнює 1,5—2 зовнішнім діаметрам кабелю. При такому діаметрі труб кабель легко протягується, а у разі потреби його легко можна замінити. Кабель вводять в будинок із запасом по довжині 1,5—2 м на випадок, якщо буде необхідно замінити кінцеві муфти. Щоб в будинок по трубах не проникала вода, у місцях вводу кабелю накладають гідроізоляцію між стіною будинку і трубою, а після прокладання кабелю вхідний отвір труби ущільнюють джгутовим плетеним шнуром, змащеним водонепроникною глиною.

Перевага прокладання силових кабелів у траншеях виявляється у малому обсязі будівельних робіт, створенні добрих умов для охолодження кабелів. Недоліком є можливість механічного пошкодження кабелю під час земляних робіт.

За великої кількості силових кабелів їх рекомендують прокладати в окремих траншеях з відстанню між групами кабелів не менше 0,5 м. Спосіб прокладання силових кабелів у траншеях не застосовують на ділянках, схильних до інтенсивної ґрунтової корозії або дії блукаючих струмів, а також

там, де може бути розлитий гарячий метал.

При великій кількості силових кабелів (понад 20), які йдуть в одному напрямку, їх рекомендують прокладати в тунелях, каналах, по естакадах і галереях.

### Контрольні запитання

1. Що таке кабельна траншея?
2. Як прокласти кабель у траншеї?
- 3.3 яких операцій складається процес прокладання кабелів у траншеях?
4. Як виконується ввід кабелю в будинок з траншеї?
5. Від чого залежить глибина прокладання кабелю в траншеї?
6. В чому переваги і недоліки кабельної лінії в траншеях?

## 7. Безтраншейне прокладання кабелю в землі

Безтраншейне прокладання силового броньованого кабелю у свинцевій чи алюмінієвій оболонці напругою до 10 кВ допускається зі спеціальних самохідних або пересувних кабелеукладачів ножового типу.

Спосіб безтраншейного прокладання кабелю за допомогою кабелеукладача ножового типу при прокладанні кабельних трас, віддалених від підземних споруд, в ґрунтах першої, другої і третьої категорій (піщаних та глинистих) без обмежень місць застосування і довжини прокладуваної лінії.

Розбивка траси на місцевості відбувається відповідно до проекту. До початку робіт трасу слід очистити від пнів, вирівняти, виконати під'їзди для підготовки робочої зони кабелеукладача.

Робота кабелеукладача ножового типу базується на принципі розклинювання ґрунту і утворення в ньому щілини шириною до 100 мм і глибиною до 1,2 м від рівня поверхні землі. В утворену щілину, по мірі пересування кабелеукладача, через прикріплену до ножа касету укладається кабель, який вимотується з барабана, розміщеного на кабельному транспортері. Створення "подушки", присипання кабелю дрібною землею і механічний захист кабелю при цьому не потрібні. Засипання кабелю здійснюється розрізним ножом кабелеукладача при його поступовому пересуванні.

На рис. 15 показано безтраншейне прокладання кабелю кабелеукладачем типу КУ-150.

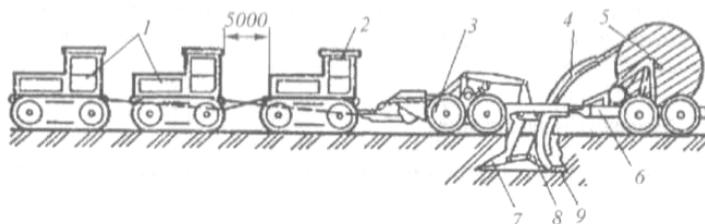


Рис. 15. Прокладання кабелю кабелеукладачем:

1 — трактори типу Т-100 М; 2 — трактор типу Т-100 МБГ; 3 — кабелеукладач типу

КУ-150; 4 — вхідний лоток касети; 5 — барабан із кабелем; 6 — кабельний транспортер; 7 — ніж; 8 — касета для кабелю; 9 — кабель

Середня швидкість прокладання кабелю становить 2,4 км/год. Щоб запобігти його пошкодженню, кабелеукладач повинен плавно пересуватися по трасі без різких поштовхів і гальмувань.

Під час прокладання слід мірною планкою контролювати заглиблення кабелю в ґрунт через кожні 20—50 м. Відхилення глибини закладання кабелю від проектної допускається в межах 50 мм.

При прокладанні необхідно враховувати будівельну довжину кабелю на барабані, щоб з'єднувальні муфти були розміщені в зручних для монтажу та експлуатації місцях. Перед закінченням розмотування кабелю з одного барабана кінець його з'єднують з кінцем кабелю іншого барабана.

У містах або селищах на ділянках, що мають підземні комунікації і перетинаються з інженерними спорудами, безтраншейне прокладання кабелю заборонене.

### *Контрольні запитання*

1. В яких випадках використовують безтраншейне прокладання кабелю?
2. За допомогою чого виконується безтраншейне прокладання кабелів?
3. Як прокладається кабель за допомогою кабелеукладача?
4. Яким вимогам повинна відповідати лінія, прокладена кабелеукладачем?

## **8. Техніка безпеки під час монтажі кабельних ліній**

Під час прокладання кабелю ручним способом його вага, що припадає на одного дорослого робітника, не повинна перевищувати 35 кг для чоловіків і 20 кг для жінок.

У місцях розміщення підземних комунікацій земляні роботи розпочинаються тільки за наявності письмового дозволу організацій, які відповідають за експлуатацію цих комунікацій. Поблизу підземних комунікацій (трубопроводів та ін.) земляні роботи здійснюються під безпосереднім наглядом майстра, а поблизу діючих кабелів — ще й відповідального працівника енергосистеми, яка експлуатує ці кабелі.

Використовувати ударний інвентар (ломи, кирки, клини, пневмоінструмент), а також землерийні машини поблизу діючих підземних комунікацій (електричні кабельні лінії, газопроводи, напірні трубопроводи тощо) заборонено. Якщо під час робіт виявляють не передбачені у плані траси підземні комунікації, то земляні роботи зразу ж зупиняють до з'ясування й одержання відповідного дозволу.

Кабелі й муфти, виявлені при земляних роботах, потрібно захистити

щитами і плакатами, які б попереджали про наявність напруги та небезпеки для життя.

При опусканні барабанів з платформ або з автомобілів допускається присутність людей поблизу похилих площин.

Під час прогрівання кабелю електричним струмом не допускається використання напруги, вищої за 250 В. Силкові трансформатори, зварювальні та інші машини, що використовують під час прогрівання кабелю при напрузі понад 36 В, підлягають заземленню разом з металевою оболонкою кабелю.

Огляд колодязів, тунелів, колекторів і роботи у них слід проводити двома і більше особами.

Колодязь або тунель при відкритті люка потрібно спочатку провентилувати. До робіт у колодязях і тунелях можна приступати тільки в тому випадку, коли не буде виявлено газу (наявність газу встановлюють спеціальні служби).

Під час роботи у колодязях, тунелях і колекторах допускається використання переносних ламп напругою не вище 12 В.

До монтажу кінцевої обробки кабелю з використанням епоксидного компаунда і спеціальних лаків допускаються лише електромонтажники, що пройшли спеціальний інструктаж.

Розігривають кабельну масу і припой, а також заливають масу в муфту обов'язково в брезентових рукавицях і захисних окулярах.

### *Контрольні запитання*

1. Які основні правила техніки безпеки при монтуванні кабелів?

214516912. Якими індивідуальними засобами захисту користуються при монтажі кабелів?

