



**Міністерство освіти і науки України**

**ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет енергетики, робототехніки та комп'ютерних  
технологій**

**Кафедра електропостачання та енергетичного  
менеджменту**

**ОХОРОНА ПРАЦІ У ГАЛУЗІ. ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА**

**Курс лекцій**

**для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти  
денної та заочної форми навчання  
зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка»**

**Харків  
2024**

Міністерство освіти і науки України  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет енергетики, робототехніки та  
комп'ютерних технологій  
Кафедра електропостачання та  
енергетичного менеджменту

## **ОХОРОНА ПРАЦІ У ГАЛУЗІ (ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА)**

Курс лекцій  
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти  
денної та заочної форми навчання  
зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Затверджено рішенням  
науково-методичної ради  
факультету енергетики,  
робототехніки та комп'ютерних технологій  
Протокол № 3 від 26.12.2024 року

Харків  
2024

УДК 621.31  
М 63

Схвалено на засіданні кафедри  
електропостачання та енергетичного менеджменту  
Протокол №5 від 11 грудня 2024 р.

**Рецензенти:**

**С. О. Тимчук**, д-р техн. наук, проф. кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій ДБТУ;

**Ю. М. Хандола**, канд. техн. наук, зав. кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки ДБТУ.

М 31 Охорона праці у галузі (електробезпека): курс лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навч., зі спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», Державний біотехнологічний університет, авт.-уклад.: О. О. Мірошник – Харків: 2024. – 58 с.

Курс лекцій розроблено відповідно до програми навчальної дисципліни. Видання включає перелік тем та питань для вивчення, контрольні запитання та перелік рекомендованої літератури.

Видання призначене для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

**УДК 621.31**

**Відповідальний за випуск: О. О. Мірошник**, д-р техн. наук  
© Мірошник О. О. 2024.  
© ДБТУ, 2024

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ.....	6
Тема 1. Електробезпека.....	7
Тема 2. Захисне заземлення та занулення електроустановок.....	16
Тема 3 Колективні та індивідуальні засоби захисту в електроустановках .....	26
Тема 4. Заходи безпеки при роботі з електрифікованим інструментом .....	31
Тема 5. Організаційні та технічні заходи з безпечного виконання робіт в електроустановках.....	36
Тема 6. Техніка безпеки під час роботи на кабельних лініях електропередачі ..	45
Тема 7. Випробування електрообладнання .....	49

## ВСТУП

Вітаємо вас, шановні слухачі курсу Охорона праці у галузі. Електробезпека. Сучасний світ не уявляє себе без активного використання електричної енергії, що робить питання безпеки в галузі електричної інженерії надзвичайно важливими та актуальними.

Лекційний курс дисципліни "Охорона праці у галузі. Електробезпека" призначений для того, щоб надати фундаментальні знання та розуміння принципів електробезпеки, які необхідні для безпечної роботи на підприємствах та об'єктах енергетичної галузі. Даний курс охоплює різноманітні аспекти, починаючи від основних понять електробезпеки та закінчуючи застосуванням сучасних стандартів та технологій для забезпечення безпеки на робочому місці.

Даний курс охоплює різноманітні аспекти електробезпеки та дає розуміння, що правильна робота з електричним обладнанням та забезпечення безпеки під час його експлуатації є запорукою якісної та ефективної роботи. Даний курс дає не тільки теоретичні знання, але й дозволяє розвинути здатність аналізувати ризики та вживати заходи безпеки на практиці.

Даний курс лекцій є важливим кроком у поглибленні розуміння електробезпеки та допоможе стати фахівцем в галузі електричної інженерії.

## МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета вивчення дисципліни:** полягає у наданні слухачам систематизованих та глибоких знань з основних питань безпечної роботи під напругою з електричним обладнанням. Задача курсу - навчити слухачів ефективно застосовувати принципи електробезпеки для запобігання нещасних випадків та неправильних дій під час роботи з електроустаткуванням.

Ключові завдання:

1. **Розуміння основних принципів електробезпеки:** Надання глибокого розуміння основних понять та принципів, які лежать в основі електробезпеки, включаючи правила експлуатації та обслуговування електрообладнання.
2. **Знання сучасних стандартів та нормативів:** Ознайомлення з національними та міжнародними стандартами безпеки, які стосуються роботи з електроустаткуванням, та уміння їх використовувати.
3. **Підготовка до дії у випадку надзвичайних ситуацій:** Розвиток навичок реагування на екстрені ситуації та надання студентам практичних навичок з використання засобів евакуації та першої допомоги в контексті електротехнічних небезпек.

# Тема 1 Електробезпека

## План

1. Загальна характеристика електроустановок;
2. Вимоги до виробничих і допоміжних приміщень з електроустановками;
3. Класифікація виробничих приміщень за рівнем електробезпеки;
4. Основні небезпеки при експлуатації електроустановок;
5. Основні випадки ураження струмом

### 1. Загальна характеристика електроустановок

**Електроустановка (ЕУ)** – це установка, в якій виробляється, перетворюється, передається, розподіляється та споживається (перетворюється у інші види) електрична енергія.

**Електробезпека** – відсутність загрози з боку ЕУ життю, здоров'ю та майну людей, тваринам, рослинам та довкіллю.

Актуальність проблем електробезпеки нині характеризується такими умовами:

- широким розповсюдженням електричної енергії в усіх без винятку проявах життя і діяльності людини: на виробництві, транспорті, побуті та ін.;
- умовами виникнення електротравм;
- особливостями електротравматизму;
- великою кількістю електротравм в Україні.

#### **ЕУ поділяють:**

*За місцем розташування на:*

- закриті або внутрішні – це ЕУ, захищені будівлею від атмосферного впливу;
- відкриті або зовнішні – це ЕУ, не захищені будівлею від атмосферного впливу

*За видами струму:* на установки змінного та постійного струму;

*За схемою з'єднання:* на однофазні і трифазні;

*За рівнем напруги:* Стандартними напругами до 1 кВ є: 220/127, 380/220 та 660/380 В. Найбільш розповсюдженими є ЕУ з напругою 380/220 В (трифазні споживачі) чи 220 В (однофазні споживачі). Стандартними напругами понад 1 кВ є: 6, 10, 35, 110, 150, 220, 400, 500 і 750 кВ;

*За режимом роботи нейтралі.* Щодо заходів електробезпеки і режиму нейтралі ДЖ відносно землі ЕУ поділяють:

- ЕУ напругою до 1 кВ в ЕМ з ізольованою нейтраллю; 380 В, 660 В;
- ЕУ напругою більш як 1 кВ з ізольованою, компенсованою або (і) заземленою через резистор нейтраллю: 3 кВ, 6 кВ, 10 кВ, 20 кВ, 35 кВ;

- напругою більш як 1 кВ з глухозаземленою або ефективно заземленою нейтраллю: 110 – 750 кВ.

**Глухозаземлена нейтраль** – нейтраль генератора або трансформатора, приєднана до заземлювального пристрою (ЗП) безпосередньо або через малий опір (наприклад, трансформатор струму).

**Ізольована нейтраль** – нейтраль генератора або трансформатора, не приєднана до ЗП або приєднана до нього через великий опір приладів сигналізації, вимірювання та інших.

**Компенсована нейтраль** – нейтраль генератора або трансформатора, приєднана до ЗП через дугогасні реактори для компенсації ємнісного струму у мережі під час однофазних замикань на землю.

Заземлена через резистор нейтраль – нейтраль генератора або трансформатора в ЕМ з ізольованою або компенсованою нейтраллю, приєднана до ЗП через резистор, наприклад, для захисту мережі від перенапруги або (і) виконання селективного захисту у разі замикання на землю, що призводить до збільшення струму замикання.

ЕУ мають такі основні конструктивні елементи:

- струмовідна частина – провідник або провідна частина, що перебуває у процесі нормальної роботи ЕУ під напругою, включаючи нейтральний (N-) провідник;
- струмопровідна частина – частина ЕУ, яка може перебувати під напругою в результаті аварій (порушенні ізоляції);
- лінійний А (фазний) провідник (L) – провідник, який у нормальному режимі роботи ЕУ знаходиться під напругою і використовується для передавання і розподілу електричної енергії, але не є провідником середньої точки або нейтральним провідником;
- нейтральний провідник (N-провідник) – провідник в ЕУ напругою до 1 кВ, електрично з'єднаний з нейтральною точкою ДЖ, що використовується для розподілення електричної енергії;
- захисний провідник – провідник призначений для забезпечення електробезпеки;
- РЕ-провідник – захисний провідник в ЕУ напругою до 1кВ, призначений для захисту від ураження електричним струмом;
- PEN-провідник – провідник в ЕУ напругою до 1 кВ, який поєднує у собі функції нейтрального (N-) і захисного (РЕ-) провідників.

## **2. Вимоги до виробничих і допоміжних приміщень з електроустановками**

Виробничі приміщення з ЕУ відповідно до вимог чинних нормативів мають бути забезпечені достатнім природним освітленням. Обов'язковим є також улаштування ефективною за екологічними і санітарно-гігієнічними показниками вентиляції.



Висота виробничих приміщень повинна бути не менше 3,2 м, а об'єм і площа – 15 м<sup>3</sup> та 4,5 м<sup>2</sup> відповідно на кожного працівника.

До допоміжних відносяться приміщення та будівлі адміністративні, санітарно-побутові, громадського харчування, охорони здоров'я, культурного 31 обслуговування, конструкторських бюро, для учбових занять та громадських організацій. Допоміжні приміщення різного призначення слід розміщувати в одній будівлі з виробничими приміщеннями або прибудовах до них у місцях з найменшим впливом шкідливих факторів, а якщо таке розміщення неможливе, то їх можна розміщувати і в окремих будівлях.

Висота поверхів окремих будівель, прибудов чи вбудованих приміщень має бути не менш як 3,3 м, висота від підлоги до низу перекриттів – 2,2 м, а у місцях нерегулярного переходу людей – 1,8 м. Висота допоміжних приміщень, що розміщені у виробничих будівлях, має бути не менш як 2,4 м.

Площа допоміжних приміщень має бути не меншою ніж 4 м<sup>2</sup> на одне робоче місце у кімнаті управління і 6 м<sup>2</sup> – у конструкторських бюро; 0,9 м<sup>2</sup> на одне місце в залі нарад; 0,27 м<sup>2</sup> на одного співробітника у вестибюлях та гардеробних.

До групи санітарно-побутових приміщень входять: гардеробні, душові, туалети, кімнати для вмивання та паління, приміщення для знешкодження, сушіння та знепилювання робочого одягу, приміщення для особистої гігієни жінок та годування немовлят, приміщення для обігрівання працівників. У санітарно-побутових приміщеннях підлоги мають бути вологостійкими, з неслизькою поверхнею, світлих тонів, стіни та перегородки – облицьовані вологостійким, світлих тонів матеріалами на висоту 1,8 м. У гардеробних приміщеннях для зберігання одягу мають бути шафи розмірами: висота 1650 мм, ширина 250...400 мм, глибина 300 мм. Кількість шаф має відповідати списковій кількості працівників.

Площа, яку необхідно виділяти для одного робочого місця з комп'ютером повинна складати не менше 6 м<sup>2</sup>, а обсяг – не менше 20 м<sup>3</sup>. Робочі місця з комп'ютером відносно світлових віконних прорізів повинні розміщуватися так, щоб природне світло падало збоку і переважно зліва.

### **3. Класифікація виробничих приміщень за рівнем електробезпеки**

На підприємствах електроустаткування розміщують в Електроприміщеннях. Електроприміщення – це приміщення або відгороджені частини, наприклад сітками, приміщень, в яких розміщено ЕУ і доступні виключно для кваліфікованих обслуговуючих працівників, За ступенем небезпеки поразки працівників електричним струмом виокремлено такі види електроприміщень.

*Приміщення без підвищеної небезпеки* – це сухі приміщення з відносною вологістю не більш як 75 % і температурою до +35 °С, з підлогами, які мають ізолювальні властивості і відповідно великий електричний опір, з повітряним середовищем без струмопровідного пилу, в яких відсутні умови, що створюють підвищену або особливу небезпеку.

*Приміщення з підвищеною небезпекою*, які характеризуються наявністю однієї з ознак, яка зумовлює підвищену небезпеку:

- підвищена вологість повітря (вологість повітря тривалий час перевищує 75 %);
- наявність у повітрі струмопровідного пилу (вугільний чи металевий пил);
- наявність струмопровідних підлог (земляні, бетонні, цегляні, металеві та ін.);
- підвищена температура повітря (постійно або періодично, більше доби, перевищуючої +35°C);
- можливість одночасного дотику людини до будівельних або технологічних металоконструкцій, що мають гарний контакт із землею з одного боку і до корпусів ЕУ – з іншого боку.

*Особливо небезпечні приміщення* – приміщення, які характеризуються одночасно двома і більше ознаками, що входить до класу приміщень з підвищеною небезпекою, наприклад, приміщення з струмопровідним пилом і з вологими струмопровідними підлогами. або однієї з таких умов особливої небезпеки:

- велика вологість повітря (вологість близька до 100%);
- хімічно або біологічно активне середовище, яке діє руйнівню на ізоляцію і струмовідні частини устаткування (пари кислот, лугів, мікроорганізми).

*Зовнішні електроустановки* або установки під навісами прирівнюються до *особливо небезпечних приміщень*.

#### **4. Основні небезпеки при експлуатації електроустановок**

Небезпека експлуатації ЕУ полягає у можливості включення людини під напругу дотику і напругу кроку (рис. 1):

- напруга дотику – це напруга, яка виникає на тілі людини або тварини у разі одночасного дотику до двох провідних частин;
- напруга кроку – це напруга між двома точками на поверхні локальної землі, розташованими на відстані 1 м одна від одної, що відповідає довжині великого кроку людини.

Згідно ПУЕ-2010 розрізняють дві схеми дотику людини:

- **прямий дотик** – це електричний контакт людей або тварин зі струмовідними частинами, що перебувають під напругою, або наближення до них на небезпечну відстань;
- **непрямий дотик** – це електричний контакт людей або тварин з відкритою провідною частиною (найчастіше - корпусом ЕУ), яка опинилася під напругою внаслідок пошкодження ізоляції.

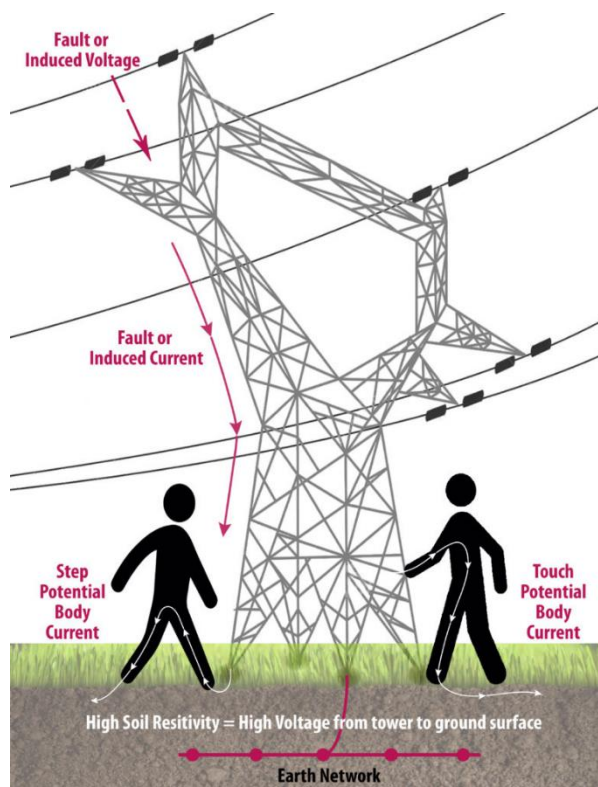


Рисунок 1. Напруга дотику(step potential) та напруга кроку(touch potential)

## 5. Основні випадки ураження струмом

Людина потрапляє під дію електричного струму:

- у разі випадкового дотикання до струмопровідних частин електроустановки або наближення до цих частин на неприпустимо близьку відстань;
- під час виникнення в електроустановці аварійного режиму (ушкодження ізоляції, обрив проводів тощо).

Аналізуючи умови виникнення електричного кола через тіло людини, розрізняють безпосередній контакт людини зі струмопровідними частинами і опосередкований. Непрямий контакт настає під час пробоя ізоляції на корпусі обладнання. Найчастішим і характерним випадком дотикання людини до струмопровідних частин є однофазне дотикання.

За однофазного дотикання у мережі з глухозаземленою нейтраллю (рис. 2) струм, що проходить через тіло людини, піде колом: фаза А – тіло людини – підлога (грунт) – заземлювач нейтралі – нейтраль (нульова точка джерела живлення).

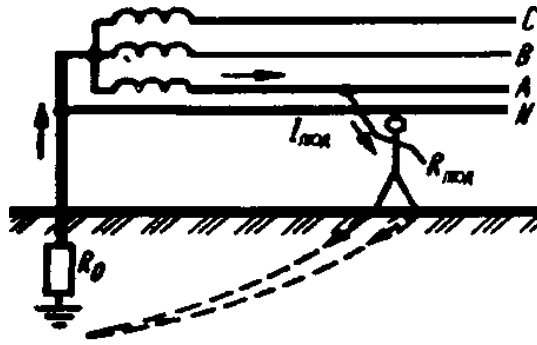


Рисунок 2. Однофазне дотикання в мережі з глухозаземленою нейтраллю

За законом Ома:

$$I_{\text{люд}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{люд}} + R_{\text{п}} + R_0},$$

де  $U_{\phi}$  - фазна напруга, яка діє на людину;

$R_{\text{люд}}$  - опір людини;

$R_{\text{п}}$  - опір підлоги;

$R_0$  - опір заземлення нейтралі.

Якщо підлога струмопровідна, то  $R_{\text{п}} = 0$

За однофазного дотикання в мережі з нейтраллю, що ізольована (рис. 3), струм, який проходить через тіло людини, замкнеться колом: фаза А – тіло людини – підлога (грунт) і далі повернеться до мережі (коло струму обов'язково повинно бути замкнене) через ізоляції фаз В і С, надалі струм йде колом: ізоляція фази В – фаза В – нейтраль (нульова точка) та ізоляція фази С – фаза С – нейтраль (нульова точка).

Таким чином, у колі струму, що проходить через тіло людини, послідовно з ним також включені ізоляції фаз В і С.

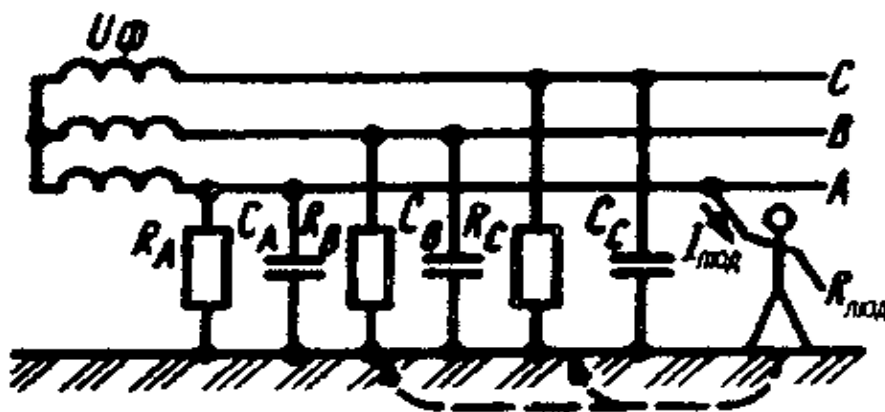


Рисунок 3 – Однофазне дотикання в мережі з нейтраллю, що ізольована

Опір ізоляції фази має активну та ємнісну складові. Активний опір ізоляції  $R_{\text{в}}$  ( $R_{\text{а}}$   $R_{\text{в}}$   $R_{\text{с}}$ ) характеризує ненадійність ізоляції, її здатність проводити в струм, хоча і значно гірше за метали. Ємність фази  $C_{\text{ф}}$  ( $C_{\text{а}}$   $C_{\text{в}}$   $C_{\text{с}}$ ) відносно землі

визначається геометричними розмірами уявного конденсатора, «пластинами» якого є фази і земля.

Оскільки  $R_a=R_b=R_c$ , та  $C_a=C_b=C_c=C_\phi$ , повний опір ізоляції фазного проводу відносно землі дорівнюватиме:

$$Z_{I3} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R_{I3}^2} + (\omega \cdot C_\phi)^2}},$$

де  $\omega=2\pi f$ ,

$f$  – частота мережі (50 Гц).

Обчислимо струм, що проходить через тіло людини:

$$I_{\text{люд}} = \frac{U_\phi}{R_{\text{люд}} + R_{I3}/3}.$$

З виразу видно, що величина струму, яка проходить через тіло людини, залежить не тільки від опору людини, а й від опору ізоляції.

Під час двофазного дотикання, незалежно від режиму нейтралі, людина буде під лінійною напругою мережі  $U_\Delta$ .

**Дотикання до незаземленого корпусу електроустановки**, в якій фаза (наприклад, фаза Д) замкнулась на корпус, рівнозначно дотиканню до самої фази А.

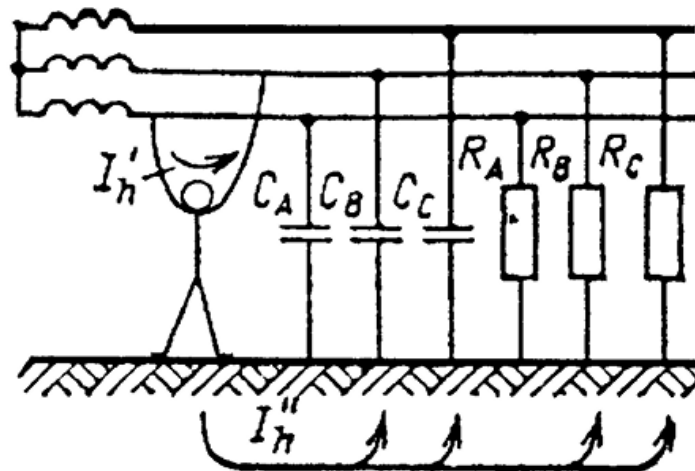


Рисунок 4. Двофазне дотикання

Тому аналіз і висновки для випадків однофазного дотикання, що розглянуті вище, однакові й для замикання на незаземлений корпус.

У випадку замикання фази на землю (обрив і падіння фазного проводу на землю, замикання фази на корпус заземленого обладнання тощо) відбувається розтікання струму в землі (грунті). На поверхні землі з'являється електричний потенціал  $\Phi_x$ , величина якого залежить від  $x$  величини струму замикання на

землю  $I_3$ , питомого опору ґрунту  $\rho$  у зоні з розтікання струму, відстані  $x$  від точки замикання А:

$$\varphi_x = \frac{I_3}{(2\pi \cdot x)}$$

У зоні розтікання струму людина може опинитися під різницею потенціалів, наприклад, на відстані кроку. Напругою дотикання називають напругу між двома точками ланцюга струму, до яких одночасно дотикається людина.

На рис. 4 такими точками є корпус обладнання, що під напругою, та частина ґрунту, яка знаходиться в зоні розтікання струму, на якому стоїть людина.

**Напруга кроку** – це різниця потенціалів між двома точками, на яких одночасно стоїть людина, у зоні розтікання струму на відстані кроку (рис. 5).

Напруга кроку тим більша, чим ближче до заземлювача знаходиться людина, а також чим більше довжина його кроку.

$$U_{кр} = \varphi_x - \varphi_{(x+a)} = \frac{I_3 \rho}{2\pi x(x+a)}$$

Зоною розтікання вважається зона землі, за межами якої електричний потенціал, зумовлений струмами замикання на землю, може умовно дорівнювати нулю.  $U_{кр}$  може досягати небезпечних величин.

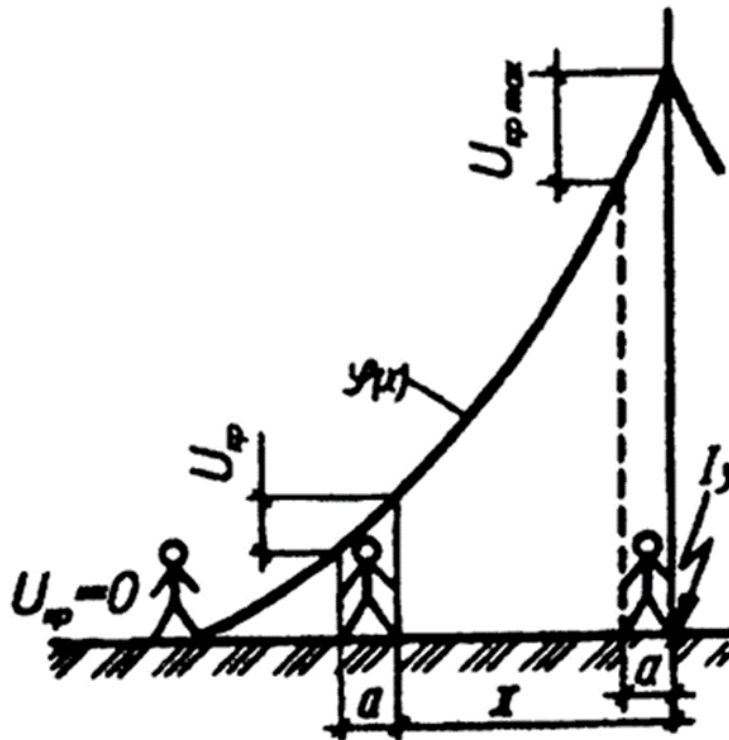


Рисунок – 5 Дія напруги кроку

### Питання для самоперевірки

1. Як визначається напруга кроку?
2. Які основні функції виконує електроустановка?
3. Як можна приєднати ізольовану нейтраль до заземлювального пристрою?
4. Що таке ізольована нейтраль і як вона відрізняється від глухозаземленої?

### Література

1. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. ДНАОП 0.00-1.21-98, К. 1998. – 380с.
2. Електробезпека: навч. посіб. / О. В. Мірошник, О. О. Мірошник, І. М. Трунова [та ін.] за заг. ред. О. В. Мірошника. – Харків: Факт, 2011. – 176
3. Правила улаштування електроустановок. П'яте видання, перероблене та доповнене – Х.: Вид-во «Форд», 2016. – 736с.

## Тема 2. Захисне заземлення та занулення електроустановок

### План

1. Заземлювачі
2. Заземлювальні провідники
3. Заземлювальні пристрої електроустановок напругою до 1 кВ в електричних мережах з глухозаземленою нейтраллю
4. Заземлювальні пристрої електроустановок напругою до 1 кВ в електричних мережах з ізольованою нейтраллю
5. Заземлювальні пристрої електроустановок напругою понад 1 кВ в електричних мережах із ізольованою, компенсованою або (і) заземленою через резистор централлю.

### 1. Заземлювачі

Захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання із землею або її еквівалентом металевих неструмоведучих частин електроустановок, які можуть опинитися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції (рис. 6).

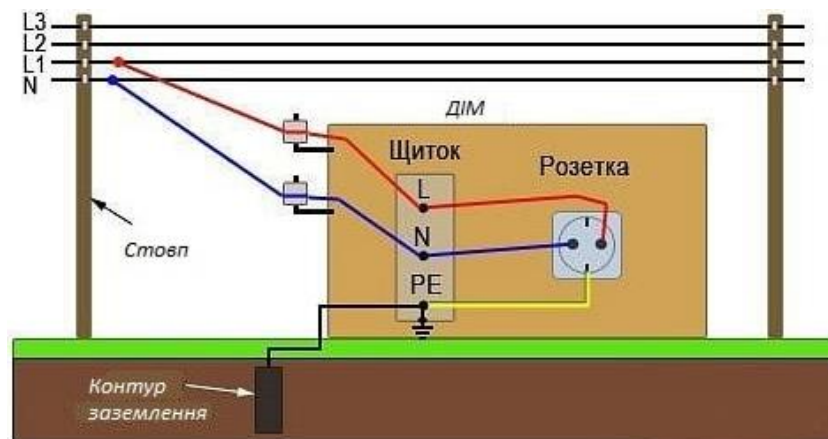


Рисунок 6 Заземлення

Занулення - це навмисне електричне з'єднання відкритих провідних частин електроустановок (рис. 7), що не знаходяться в нормальному стані під напругою, з глухозаземленою нейтральною точкою генератора або трансформатора, в мережах трифазного струму; з глухозаземленою виводом джерела однофазного струму; з заземленою точкою джерела у мережах постійного струму, що виконується в цілях електробезпеки.



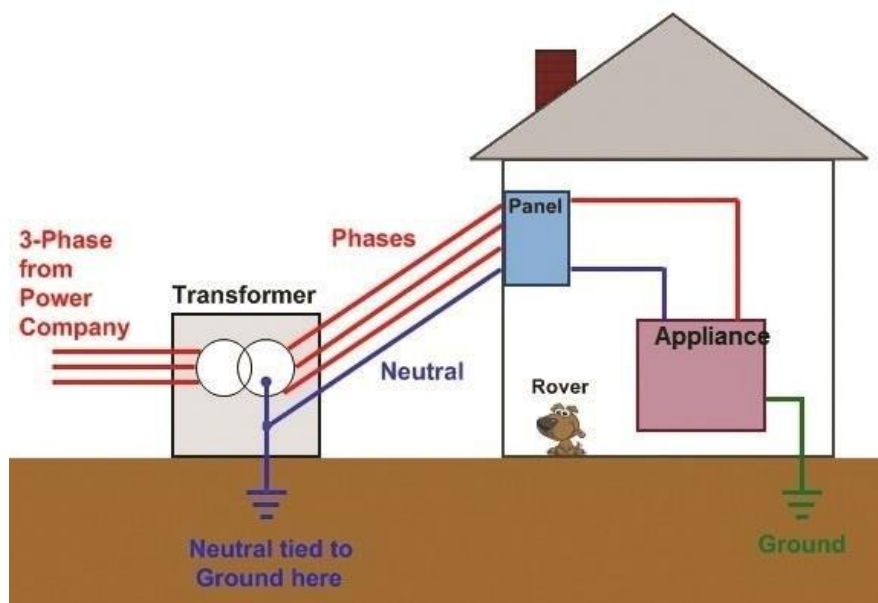


Рисунок 7. Занулення

*Чим же відрізняється заземлення від занулення?*

Якщо в двох словах, то заземлення - це окремий провід, що з'єднує електроприлад з контуром заземлення (який знаходиться поряд з будинком і занурений у землю), а занулення - провід, що з'єднує електроприлад з нульовою шиною на розподільному щитку ("фаза і нуль", пам'ятаєте таку фразу, так от "нуль", це і є занулення). Говорячи простою мовою, якщо для занулення необхідно мати спеціальні технічні знання і навички, які допомагають визначити точку занулення електричного приладу і визначати спосіб занулення залежно від кількості споживаного напруги, то для захисного заземлення досить слідувати інструкціям, зазначеним у технічному паспорті електричного приладу - спосіб захисного заземлення не буде відрізнятися в залежності від фазності приладу.

Основна мета заземлення чи занулення - захистити від можливого удару струмом. Іншими словами, заземлення є дублером захисних функцій запобіжників. Заземлювати всі електроприлади, наявні в будинку, немає необхідності: у більшості з них є надійний пластмасовий корпус, який сам по собі захищає від ураження електричним струмом.

Як природні заземлювачі можуть бути використані:

1. Металеві і залізобетонні конструкції будинків і споруд (рис. 8), які контактують з землею, в тому числі залізобетонні фундаменти будинків і споруд, які мають захисні ізоляційні покриття в неагресивних, слабоагресивних і середньоагресивних середовищах;



Рисунок 8. Металева конструкція

2. Металеві оболонки броньованих кабелів (рис. 9), прокладених в землі. Оболонки кабелів можуть бути єдиними заземлювачами при кількості кабелів не менше двох. Алюмінієві оболонки кабелів використовувати як заземлювачі не допускається;

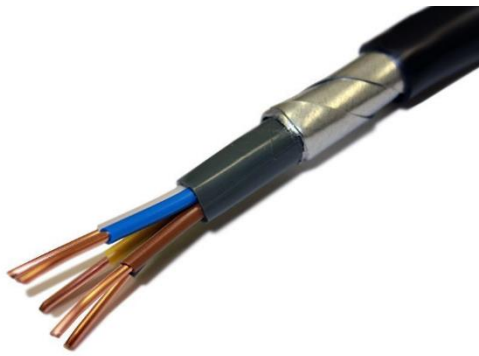


Рисунок 9. Броньований кабель

3. Інші провідні частини, які є придатними для цілей заземлення і не можуть бути навіть тимчасово демонтовані (повністю або частково) без відома персоналу, що експлуатує електроустановку (обсадні труби бурових свердловин, металеві шпунти гідротехнічних споруд, закладні частини затворів тощо);
4. Заземлювачі опор повітряних ліній електропередачі, з'єднані з заземлювальним пристроєм електроустановки за допомогою грозозахисного троса, якщо трос не ізолюваний від опор лінії;
5. Заземлювачі PEN- провідника (повторні, блискавкозахисні, тощо) повітряних ліній електропередачі до 1 кВ, з'єднані PEN- провідником із заземлювальним пристроєм джерела живлення, при кількості ліній не менше двох;
6. Рейки магістральних неелектрифікованих залізниць і під'їзні колії за наявності навмисного виконання перемичок між рейками.

Не допускається використання як природних заземлювачів трубопроводів горючих рідин, горючих або вибухонебезпечних газів і сумішей. Не слід також використовувати як природні заземлювачі труби водопроводу, каналізації та

центрального опалення. Проте, ці вимоги не виключають необхідності приєднання цих трубопроводів і труб в електроустановках напругою до 1 кВ до основної системи зрівнювання потенціалів. Не слід також використовувати як природні заземлювачі залізобетонні конструкції будівель і споруд з попередньо напруженою арматурою, проте це обмеження не розповсюджується на опори повітряних ліній електропередач і опорні конструкції відкритих розподільних пристроїв.

Можливість використання природних заземлювачів за умовою густини струму, що протікає через них, необхідність зварювання арматурних стрижнів залізобетонних фундаментів і конструкцій, приварювання анкерних болтів до арматурних стрижнів залізобетонних фундаментів, а також можливість використання фундаментів у дуже агресивних середовищах повинні бути визначені розрахунками.

Штучні заземлювачі можуть бути з чорної сталі без покриття або з цинковим чи мідним покриттям і мідними. Штучні заземлювачі не повинні фарбуватися.

Матеріал і мінімальні розміри заземлювачів повинні відповідати наведеним в табл. 1.

Таблиця 1 – Мінімальні розміри заземлювачів і заземлювальних провідників, прокладених в землі

Матеріал	Характеристика зовнішньої поверхні	Тип заземлювачів	Мінімальні розміри		
			Діаметр, мм	Переріз, мм <sup>2</sup>	Товщина стінки, мм
Сталь чорна	Без покриття	Круглий для вертикальних заземлювачів	16	–	–
		Круглий для горизонтальних заземлювачів	10	–	–
		Прямокутна штаба	–	100	4
		Профіль	–	100	4
		Труба	32	–	3,5
Сталь з покриттям, в оболонці	Цинкове покриття	Круглий для вертикальних заземлювачів	16	–	–
		Круглий для горизонтальних заземлювачів	10	–	–
		Прямокутна штаба	–	90	3

		Профіль	–	90	3
		Труба	25	–	2
	Мідне покриття	Круглий для горизонтальних заземлювачів	14	–	–
Мідь	Без покриття	Круглий дріт для горизонтальних заземлювачів	–	25	–
		Прямокутна штаба	–	50	2
		Багатодротовий канал	1,8 для кожного з дротів	25	–
		Труба	20	–	2

Заземлювачі з чорної сталі, як правило, не слід використовувати в дуже агресивному середовищі. У цьому випадку рекомендується застосовувати заземлювальні провідники з гальванічним покриття або мідні. У разі використання заземлювачів з чорної сталі в середньоагресивному середовищі, їх розміри рекомендується збільшувати порівняно з тими, що наведені в таблиці в залежності від розрахункового терміну служби заземлювального пристрою. Переріз горизонтальних заземлювачів для електроустановок напругою понад 1 кВ необхідно вибирати за умовою термічної стійкості за допустимою температурою нагріву 400°C (короткочасний нагрів, що відповідає повному часу дії захисту і вимикання вимикача). За розрахунковий струм приймається струм однофазного замикання на землю в електроустановках з ефективно і глухозаземленою нейтраллю і струм подвійного замикання на землю в електроустановках з ізольованою, компенсованою або заземленою через резистор нейтраллю. Траншеї для горизонтальних заземлювачів повинні заповнюватись однорідним ґрунтом, який не містить в собі щебеню і будівельного сміття. Не слід розташовувати заземлювачі в місцях, де земля підсушується дією штучного нагрівання, наприклад поблизу трубопроводів.

## 2. Заземлювальні провідники

В електроустановках напругою до 1 кВ мінімальний переріз заземлювального провідника повинен бути не меншим: 4 мм<sup>2</sup> для міді, 6 мм<sup>2</sup> для алюмінію. Заземлювальні провідники із сталі повинні мати діаметр не менше 5 мм в будинках і 6 мм в зовнішніх установках.


Якщо заземлювальний провідник прокладається в землі, його мінімальний переріз в залежності від матеріалу з якого він виготовлений, повинен відповідати значенням, що наведені в таблиці 1.

Прокладання в землі неізолюваних алюмінієвих заземлювальних провідників не допускається.

В електроустановках напругою понад 1 кВ з глухозаземленою або ефективно заземленою нейтраллю переріз заземлювальних провідників необхідно вибирати таким чином, щоб при протіканні по них найбільшого струму однофазного замикання на землю температура заземлювальних провідників не перевищувала 400°C (короткочасне нагрівання, що відповідає повному часу дії захисту і відключення вимикача).

В електроустановках напругою понад 1 кВ електричної мережі з ізолюваною, компенсованою або заземленою через резистор нейтраллю провідність заземлювальних провідників перерізом до 25 мм<sup>2</sup> по міді або рівноцінних йому за провідністю з інших матеріалів повинна складати не менше 1/3 провідності фазних провідників. Як правило, не вимагається застосування мідних провідників перерізом більше 25 мм<sup>2</sup>, алюмінієвих - 35 мм<sup>2</sup>, сталевих - 120 мм<sup>2</sup>.

Для вимірювання опору заземлювального пристрою повинна бути передбачена в зручному місці можливість від'єднання заземлювального провідника. В електроустановках напругою до 1 кВ таким місцем, як правило не є головна заземлювальна шина. Від'єднання повинно бути можливим тільки за допомогою інструмента.

В місці введення в будинок або споруду заземлювального провідника, який не входить до складу живильного кабелю, повинен бути нанесений знак .

### **3. Заземлювальні пристрої електроустановок напругою до 1 кВ в електричних мережах з глухозаземленою нейтраллю**

В електроустановках з глухозаземленою нейтраллю, нейтраль джерела живлення трифазного змінного струму, середня точка джерела постійного струму, один з виводів джерела однофазного струму повинні бути надійно приєднані до заземлювача за допомогою заземлювального провідника.

Переріз заземлювального провідника повинен бути не менше наведеного в таблиці 1. Не допускається використання PEN(PE або N провідників, які з'єднують нейтраль, з розподільним щитом, як заземлювальних.

Опір заземлювального пристрою, до якого приєднані нейтралі джерела живлення або виводи джерела однофазного струму, у будь-яку пору року не повинен перевищувати 2, 4 і 8 Ом, відповідно при лінійних напругах 660, 380 і 220В джерела трифазного струму або 380, 220 і 127В джерела однофазного струму. Цей опір повинен бути забезпечений з врахуванням використання всіх заземлювачів, приєднаних до PEN (PE) - провідника (повторних, блискавкозахисних і природних) при кількості ліній не менше двох.

Опір заземлювача, до якого безпосередньо приєднуються нейтралі джерела трифазного струму або виводи джерела однофазного струму, повинен бути не більше ніж 15, 30 і 60 Ом, відповідно, при лінійних напругах 660, 380 і 220 В джерела трифазного струму або 380, 220 і 127 В джерела однофазного струму.

На кінцях повітряних ліній електропередачі як з неізолюваними, так і з самоутримними ізолюваними проводами, або відгалужень від них довжиною більше 200 м повинні бути виконані повторні заземлення PEN (PE)- провідника з величиною опору наведеного далі. При цьому, в першу чергу, необхідно використовувати природні заземлювачі (підземні частини залізобетонних і металевих опор), а також заземлювальні пристрої, призначені для захисту від грозових перенапруг.

На вводі в електроустановку будинку рекомендується виконувати повторне заземлення PEN (PE)-провідника, якщо у будинку не може бути виконана основна система зрівнювання потенціалів за відсутності в будинку комунікацій водопостачання, газопостачання, металевих і залізобетонних конструкцій тощо. Опір заземлювального пристрою для повторного заземлення PE (PEN) -провідника на ввіді в будинок повинен бути не більше 30 Ом.

Спільний опір розтікання всіх заземлювачів приєднаних до PEN провідника кожної лінії, в тому числі природних заземлювачів, в будь-яку пору року не повинен перевищувати 5, 10 і 20 Ом, відповідно, при лінійних напругах 660, 380 і 220 В джерела трифазного струму або 380, 220 і 127 В джерела однофазного струму. При цьому опір розтікання кожного з повторних заземлень повинен бути не більше ніж 15, 30 і 60 Ом, відповідно, при тих же напругах.

#### **4. Заземлювальні пристрої електроустановок напругою до 1 кВ в електричних мережах з ізолюваною нейтраллю**

Опір заземлювального пристрою, який використовується для захисного заземлення відкритих провідних частин, в системі заземлення IT повинен відповідати умові:

$$R \leq \frac{U_d}{I},$$

де  $R$  – опір заземлювального пристрою, Ом;

$U_d$  – напруга дотику, значення якої приймається рівне 50 В;

$I$  – повний струм замикання на землю (на відкриті провідні частини), А.

Як правило, опір заземлювального пристрою в системі IT слід приймати 4 Ом. При потужності генераторів і трансформаторів до 100 кВА, якщо дотримана вищезгадана умова, заземлювальні пристрої можуть мати опір 10 Ом. Якщо генератори або трансформатори працюють паралельно, то опір величиною в 10 Ом допускається при сумарній їх потужності не більше 100 кВА.

#### **5. Заземлювальні пристрої електроустановок напругою понад 1 кВ в електричних мережах із ізолюваною, компенсованою або (і) заземленою через резистор централлю**

В електроустановках напругою понад 1 кВ електричної мережі з ізолюваною, компенсованою або (і) заземленою через резистор нейтраллю опір заземлювального пристрою при проходженні розрахункового струму замикання

на землю в будь-яку пору року з врахуванням опору природних заземлювачів повинен бути

$$R = \frac{250}{I},$$

але не більше ніж 10 Ом, де  $I$  – розрахунковий струм замикання на землю, А.

За розрахунковий струм приймається:

1. В електричних мережах із ізольованою нейтраллю - ємнісний струм замикання на землю;
2. В електричних мережах із компенсованою нейтраллю:
  - для заземлювальних пристроїв, до яких приєднані дугогасні реактори - струм, рівний 125 % від номінального струму найбільш потужного з них;
  - для заземлювальних пристроїв, до яких не приєднані дугогасні реактори - струм замикання на землю, який проходить в даній мережі при відключенні найбільш потужного з реакторів;

Якщо нейтраль заземлена через резистор, або через дугогасні реактори і резистор, то при визначенні розрахункового струму замикання на землю повинен враховуватись додатковий активний струм, який протікає через резистори до місця пошкодження. Розрахунковий струм у цьому випадку визначається:

$$I = \sqrt{I_c^2 + \left(\frac{U_\phi}{R_p}\right)^2},$$

де  $U_\phi$  – фазна напруга мережі (максимальна), В;

$I_c$  – струм, прийнятий в 1) або 2), при відсутності резистора, А;

$R_p$  – опір резистора, Ом.

Розрахунковий струм замикання на землю повинен бути визначений для тієї з можливих в експлуатації схем мережі, при якій цей струм має найбільше значення.

Заземлювальний пристрій повинен мати замкнутий горизонтальний заземлювач (контур), прокладений навкруги площі, зайнятої електрообладнанням, на глибині не менше 0,5 м і на відстані не більше 1 м від краю фундаментів, на яких воно встановлено. Відкриті провідні частини електрообладнання, що заземлюється, приєднуються до замкнутого заземлювача.

При використанні заземлювального пристрою одночасно для електроустановок напругою до 1 кВ з ізольованою нейтраллю опір заземлювального пристрою повинен також відповідати нормативним вимогам.

При використанні заземлювального пристрою одночасно для електроустановок напругою до 1 кВ із глухозаземленою нейтраллю опір заземлювального пристрою повинен задовольняти таку умову:

$$R \leq \frac{50}{I}.$$

Значення  $R$  повинно визначатись з урахуванням всіх природних заземлювачів, приєднаних до заземлювача на підстанції (наприклад, металевих оболонок кабелів напругою до і понад 1 кВ), а також всіх заземлювачів приєднаних до PEN- провідника (повторних, блискавкозахисних, підземних частин залізобетонних і металевих опор).

Наведена в формулі умова виконується завжди в електричних мережах напругою понад 1 кВ зі струмами замикання на землю до 10 А, а в електричних мережах з компенсованою нейтраллю – при приєднанні до заземлювального пристрою підстанції металевих оболонок кабелів загальною довжиною не менше 1 км, або при значеннях опору заземлювального пристрою до 1 Ом з урахуванням всіх штучних заземлювачів, а також заземлювачів PEN (PE) -провідника.

Якщо наведена умова не виконується, а подальше зменшення  $R$  недоцільне, слід передбачити окремий незалежний заземлювач для заземлення нейтралі трансформатора на стороні напругою до 1 кВ.

Для підстанцій напругою 6-10-35/0,4 кВ повинен бути, як правило, виконаний один загальний заземлювальний пристрій, до якого повинні бути приєднані:

- нейтралі трансформаторів на стороні напругою до 1 кВ (для систем TN і TT);
- корпуси трансформаторів;
- металеві оболонки і броня кабелів напругою до і понад 1 кВ;
- заземлювальні провідники відкритих провідних частин обладнання напругою до та понад 1 кВ;
- провідники для вирівнювання потенціалів;
- сторонні провідні частини.

Штучний заземлювач, як правило, повинен розташовуватись біля трансформатора.

Для внутрішньо цехових підстанцій допускається розміщувати штучний заземлювач біля стіни будівлі.

Якщо фундамент будівлі, в якому розміщується підстанція, використовується як природний заземлювач, нейтраль трансформатора слід заземлювати шляхом приєднання не менше ніж до двох металевих колон або до закладних деталей, приварених до арматури не менше ніж двох залізобетонних фундаментів.

При розміщені вбудованих підстанцій на різних поверхах багатоповерхової будівлі заземлення нейтралі трансформаторів таких підстанцій повинно бути виконане за допомогою спеціально прокладеного заземлювального провідника. В цьому випадку заземлювальний провідник повинен бути додатково приєднаний до колони будівлі, найближчої до трансформатора, а його опір врахований при визначенні опору розтікання заземлювального пристрою, до якого приєднана нейтраль трансформатора. В



усіх випадках повинні бути вжиті заходи щодо забезпечення безперервності кола заземлення і захисту заземлювального провідника від механічних ушкоджень.

### **Питання для самоперевірки**

1. Які умови призводять до активації захисного заземлення?
2. Які частини електроустановок можуть бути занулені?
3. Який мінімальний переріз заземлювального провідника рекомендується для міді в електроустановках напругою до 1 кВ?
4. Чому важливо дотримуватися вказаних стандартів при виборі заземлювальних провідників у електроустановках?

### **Література**

1. Правила експлуатації електрозахисних засобів / ДНАОП 1.1.10-1.07-01. К., 2003. – 117с.
2. Основи охорони праці / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний та ін. // За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського: Підручн. – К.: Основа, 2006. – 448 с.
3. ГКД 34.20.507-2003. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила. – К.: ГРІФРЕ, 2003. – 688 с.

## Тема 3 Колективні та індивідуальні засоби захисту в електроустановках

### План

1. Захисне заземлення та занулення
2. Захисне відімкнення
3. Огороджувальні пристрої
4. Попереджувальна сигналізація, блокування, знаки безпеки
5. Основи електрозахисні засоби

#### 1. Захисне заземлення та занулення

Для захисту людей від ураження електричним струмом внаслідок пошкодження ізоляції і переході напруги на струмопровідні частини машин, механізмів, інструментів застосовують захисне заземлення чи занулення.

**Захисне заземлення** - навмисне електричне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих струмопровідних частин, що можуть опинитися під напругою (рис. 10). Заземлення здійснюється за допомогою природних, штучних або змішаних заземлювачів.

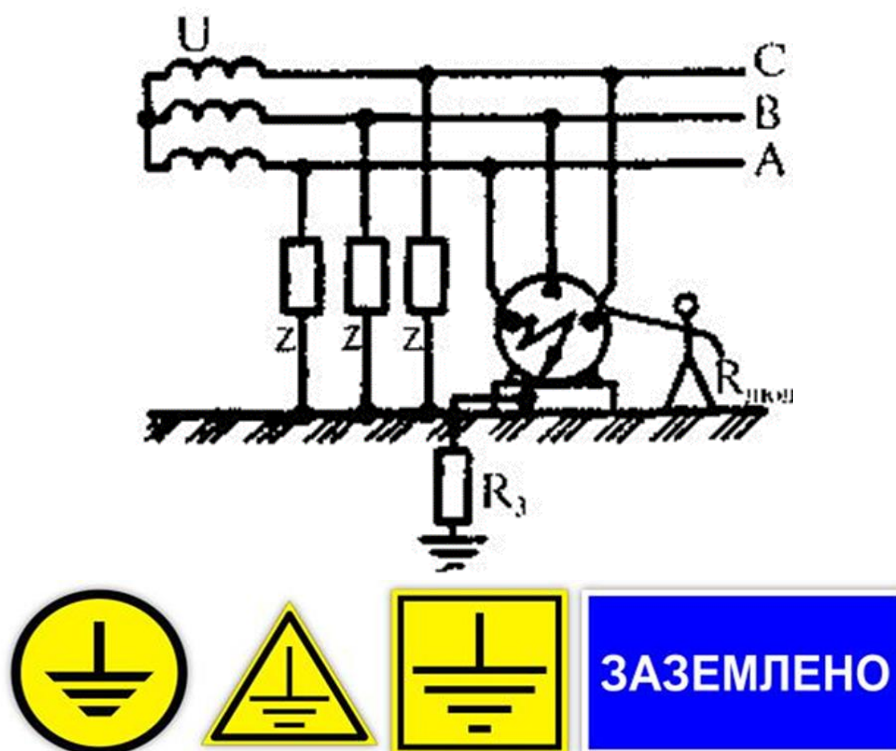


Рисунок 10. Захисне заземлення

Занулення - це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих струмонепровідних частин, які можуть опинитися під напругою (корпуси електроустановок, кабельні конструкції, сталеві труби тощо) (рис. 11).

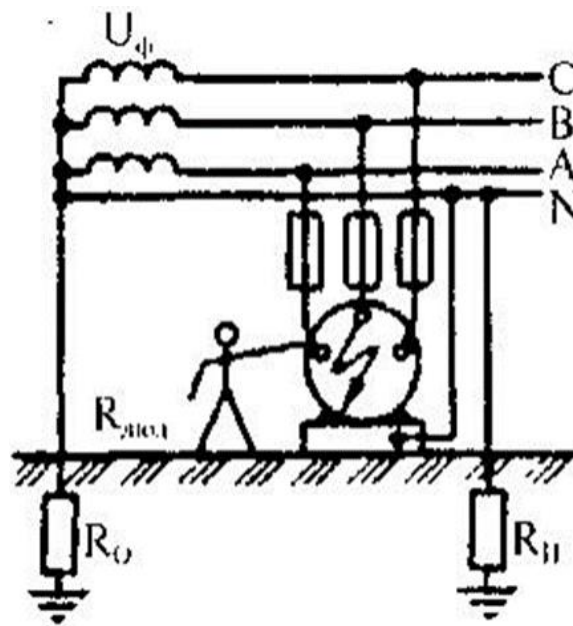


Рисунок 11. Занулення

## 2. Захисне відімкнення

*Захисне відімкнення* – захист швидкої дії, що забезпечує автоматичне відімкнення електроустановки під час виникнення в ній небезпеки ураження людини струмом. Така небезпека може виникнути при замиканні фази на корпус, зниження опору ізоляції мережі нижче відповідного рівня, а також у випадку дотику людини безпосередньо до струмоведучої частини, що знаходиться під струмом.

Захисне відімкнення використовується у тих випадках, коли інші захисні заходи (заземлення, занулення) ненадійні, їх важко здійснити ( в умовах вічної мерзлоти), багато коштують або у випадках, коли до безпеки обслуговування пред'являють підвищені вимоги (в шахтах, кар'єрах), а також у пересувних електроустановках. Найбільше розповсюдження устрої захисного відімкнення знайшли в мережах до 1000 В. Захисне відімкнення обов'язкове для ручних електроінструментів. Основні вимоги, яким повинні відповідати устрої захисного відімкнення: висока чутливість, малий час відімкнення, здатність здійснювати самоконтроль справності, надійність. До захисту від дотику до частин, що знаходяться під напругою, використовується також подвійна ізоляція – електрична ізоляція, що складається з робочої та додаткової ізоляції. Робоча ізоляція – ізоляція струмоведучих частин електроустановки. Додаткова ізоляція найбільш просто здійснюється виготовленням корпусу з ізоляційного матеріалу (електропобутові прилади). Огороджувальні переносні засоби призначені для тимчасового огороження струмоведучих частин і запобігання помилкових операцій з комутаційною апаратурою. До них належать ізоляційні накладки, ковпаки, переносні заземлення (заземлювачі) та плакати, переносні щити, клітки. Часто використовується звукова та світлова сигналізація, надписи, плакати та інші засоби інформації, що попереджують про небезпеку.

Основні вимоги, яким повинні відповідати устрої захисного відімкнення: висока чутливість, малий час відімкнення, здатність здійснювати самоконтроль справності, надійність

До захисту від дотику до частин, що знаходяться під напругою, використовується також подвійна ізоляція – електрична ізоляція, що складається з робочої та додаткової ізоляції. Робоча ізоляція – ізоляція струмоведучих частин електроустановки. Додаткова ізоляція найбільш просто здійснюється виготовленням корпусу з ізоляційного матеріалу (електропобутові прилади).

### 3. Огороджувальні пристрої

Огороджувальні переносні засоби призначені для тимчасового огороження струмоведучих частин і запобігання помилкових операцій з комутаційною апаратурою. До них належать ізоляційні накладки, ковпаки, переносні заземлення (заземлювачі) та плакати, переносні щити, клітки.

Часто використовується звукова та світлова сигналізація, надписи, плакати та інші засоби інформації, що попереджують про небезпеку.

Огороджувальні пристрої використовуються як суцільні, так і сітчасті. Суцільні огороджувальні пристрої у вигляді кожухів та кришок використовують в електроустановках напругою до 1000 В. Сітчасті огороджувальні пристрої використовуються в електроустановках напругою до 1000 В та вище.

### 4. Попереджувальна сигналізація, блокування, знаки безпеки

Блокування застосовується в електроустановках напругою вище 220 В, в яких часто ведуться роботи на струмоведучих частинах, що огорожуються. Блокування забезпечує зняття напруги із струмоведучої частини електроустановки під час проникнення до них без зняття напруги. За принципом дії блокування поділяють на механічне, електричне та електромагнітне. Електричне блокування здійснює розрив мережі контактами, що встановлені на дверях огороджувальних пристроїв, кришках і дверцятах кожухів. Механічне блокування використовують в електричних апаратах (рубильниках, автоматах). В апаратурі автоматики, обчислювальних машинах використовують блочні схеми: коли блок видаляється зі свого місця, штепсельний роз'єм розмикається.

Запобіжні надписи, плакати та пристрої призначені для привернення уваги працюючих до безпосередньої небезпеки, наказу й дозволу певних дій з метою забезпечення безпеки, а також одержання необхідної інформації (рис. 12).



Рисунок 12. Запобіжні надписи

Всі знаки безпеки встановлюють у місцях, перебування в яких пов'язано з можливою небезпекою для працюючих, а також на виробничому устаткуванні, що є джерелом такої небезпеки.

### 5. Основі електрозахисні засоби

До основних засобів відносяться: боти, калоши, килимки, ізольовані підставки; переносні безпечні світильники напругою 12–42 В, знижувальні трансформатори, захисні пристрої, знаки безпеки, захисне заземлення (рис. 13).

Ці засоби надійно ізолюють та витримують напругу мережі, обладнання, дають можливість до них доторкатися і працювати. До додаткових засобів захисту належать: діелектричні килимки, доріжки, захисні окуляри, спеціальні рукавиці, захисні каски, пристрої тощо

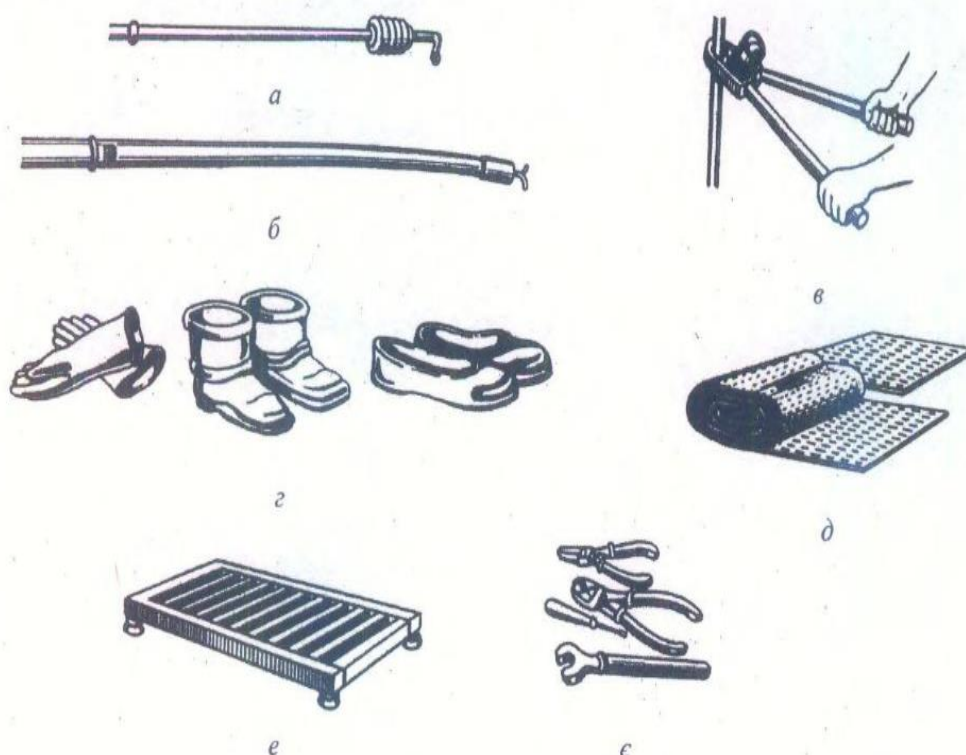


Рисунок 13. Ізолювальні електрозахисні засоби

а – ізолювальна штанга; б – показчик напруги; в – електровимірювальні кліщі; г – діелектричні рукавички, боти, калоші; д - гумові килимки та доріжки; е – ізолювальна підставка; є – інструменти з ізолювальними рукоятками

Для електробезпеки потрібно застосовувати ізолюючі прилади та засоби захисту: показчики напруги до 1000 В, показчики напруги понад 1000 В, вимірювачі опору, ізолюючі штанги, кліщі, ізолюючі підставки, інструмент з ізольованими ручками.

Показчики напруги використовуються для перевірки наявності чи відсутності напруги в мережі або струпровідних частинах.

Ізолююча штанга, кліщі застосовуються під час звільнення потерпілого від струмопровідних частин, що перебувають під напругою понад 1000 В.

Електровимірювальні кліщі застосовують в електроустановках закритого типу і у відкритому при сухій погоді для вимірювання величини струму.

Ізолююча підставка є додатковим засобом захисту, що ізолює працюючого, який знаходиться під будь-якою напругою, під час операцій зі штангою, кліщами.

Вимоги до електрозахисних засобів наведені в Правилах експлуатації електрозахисних засобів НПАОП 40.1–1.07–01

В цих Правилах наведено перелік засобів захисту, вимоги до них, обсяги і норми випробувань, порядок застосування, зберігання їх, а також норми комплектування засобами захисту електроустановок і виробничих бригад, електроустановок

### **Питання для самоперевірки**

1. Які частини електричної системи потребують захисного заземлення?
2. Що таке занулення?
3. Навіщо потрібні діелектричні килимки, доріжки та інші електрозахисні засоби, і як їх використання допомагає уникнути травм та нещасних випадків?
4. Для чого призначені огорожувальні переносні засоби в електроустановках?

### **Література**

1. Правила користування електричною енергією/ Затв. постановою НКРЕ України № 928 від 22.08.2002 р.; введ. 14.11.2002 р.
2. ДНАОП 0.00-8.19.99. Порядок проведення опосвідчення електроустановок споживачів. – К.: Держнаглядохоронпраці, 2000. – 95 с.
3. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підручник для студ. вищ. навч. закл.: затв. МОНУ/ В. Ц.Жидецький.- 4-те вид., перероб. і доп. - К. : Знання, 2010.

## Тема 4. Заходи безпеки при роботі з електрифікованим інструментом

### План

1. Вимоги до працівників які працюють з електроінструментом
2. Класи на які поділяється електроінструмент
3. Робота з електроінструментом
4. Законодавча база

#### **1. Вимоги до працівників які працюють з електроінструментом**

Ризик отримання травми працівником значно підвищується, якщо він працює із обладнанням чи інструментами, які потребують особливої уважності при їх використанні. Одними з таких видів обладнання є електроінструменти.

Вимоги безпеки під час роботи з електрифікованим інструментом визначені чинним НПАОП 0.00-1.71-13 «Правила охорони прані під час роботи з інструментом і пристроями» (далі – Правила), затвердженим наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 19.12.2013 р. № 966. Ці вимоги є обов'язковими як для роботодавців, так і для працівників, які безпосередньо виконують роботи з цим інструментом і пристроями.

До роботи з електрифікованим інструментом допускають працівників, яким виповнилось 18 років та за результатами медичного обстеження вони не мають протипоказань для виконання цього виду робіт, які пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці, мають групу допуску з електробезпеки не нижче II.

Керівник робіт та працівник повинні вміти оцінити характер і умови робіт, можливі чинники небезпеки. Адже згідно Орієнтовного переліку небезпек, наведеного у Додатку 2 до Мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці, затверджених наказом Міністерства соціальної політики України 29.11.2018 р. № 1804, існують небезпеки для організму, спричинені фізичними факторами: підвищене значення електричної напруги, механічні ураження. Це потрібно зробити для визначення засобів індивідуального захисту (далі – ЗІЗ), які необхідно буде застосовувати. Якщо ЗІЗ не зазначені в Нормам безоплатної видачі ЗІЗ, але передбачені іншими нормативно-правовими актами з охорони праці (правилами, інструкціями з охорони праці тощо), вони мають бути видані працівникам залежно від характеру й умов робіт, що виконуються, на строк використання (носіння) – до зношення, але не більше граничного строку використання, який вказаний в сертифікаті (декларації) відповідності виробника. Усі ЗІЗ, які використовують працівники, повинні відповідати вимогам Технічного регламенту засобів індивідуального захисту, затвердженого постановою Кабінету міністрів України від 27.08.2008 р. № 761.

Також потрібно уважно ставитись до електрифікованого інструменту: інформація про те, до якої категорії належить ваш інструмент та який у нього ступінь захисту від пилу, бризок і т. ін., міститься в інструкції з його експлуатації

(паспорті). Вимоги до робіт із застосуванням ручного електрифікованого інструменту містяться у Правилах безпечної експлуатації електроустановок споживачів (далі – ПБЕЕС), затверджених наказом Держнаглядохоронпраці від 09.01.1998 р. № 4. Зокрема згідно п. 6.7.8. ПБЕЕС: Безпосередньо перед початком роботи необхідно перевіряти:

- відповідність напруги і частоти струму електричної мережі до напруги і частоти струму електродвигуна електроінструмента, зазначених в паспортних даних;
- надійність закріплення робочого інструменту (свердел, абразивних кругів, дискових пил, ключів-насадок та ін.).

А згідно п. 6.7.17. ПБЕЕС: Забороняється працювати електроінструментом з приставних драбин. Під час роботи електродрилу предмети, що підлягають свердлінню, необхідно надійно закріплювати. Забороняється торкатись до різального інструменту, що обертається.

Життєво важлива вимога міститься у п. 6.7.22. ПБЕЕС: Забороняється продовження робіт електроінструментом в разі найменших ознак його несправності, або якщо особа, що працює з ним, раптом відчує хоча б слабку дію електроструму: в обох випадках робота має бути негайно припинена, а несправний електроінструмент зданий для перевірки і ремонту.

У електроінструмента не рідше одного разу на 6 міс. перевіряється опір ізоляції струмопровідних частин, про що має бути зроблено позначку на корпусі інструмента із зазначенням дати проведення останнього випробування.

Ручний електроінструмент може закріплюватися за працівниками дня індивідуальною або бригадного користування. Працівник, який поставив свій підпис у Журналі видачі електрифікованого інструмента, автоматично бере на себе не тільки матеріальну відповідальність за йот цілість, а й відповідає за його безпечну експлуатацію. Остання вимога стосується як працівника, за яким закріплено конкретний інструмент, так і інших осіб, що виконують роботи з цим інструментом.

Ризик отримання електротравми працівником потрібно виключити. Найбільш сучасним й ефективним засобом захисту працівників від ураження електричним струмом є пристрої захисного вимкнення (ПЗВ). Якщо інструмент підключити до лінії, захищеної встановленим на ній ПЗВ, то в разі будь-якого витoku струму із силою, у кілька разів меншою, ніж небезпечні для життя значення, відбувається знеструмлення лінії за менше ніж 0,1 с.

## **2. Класи на які поділяється електроінструмент**

I – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під на-пругою, ізольовані і штепсельна вилка має заземлювальний контакт;

II – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, мають подвійну або посилену ізоляцію. Цей електроін-струмент не має пристроїв для заземлення. Номінальна напруга для електроінструмента класів I і II повинна бути не більше 220 В для електроінструмента постійного струму, 380 В – для електроін-струмента змінного струму;



III – електроінструмент на номінальну напругу не вище 42 В, у якого ані внутрішні, ані зовнішні кола не перебувають під ін-шою напругою. Електроінструмент класу III призначений для жи-влення від безпечної наднизької напруги.

Якщо безпечну наднизьку напругу одержують перетворенням вищої напруги, то це слід здійснювати за допомогою безпечного ізолювального трансформатора (далі – розподільний трансформа-тор безпеки або перетворювач з окремими обмотками).

### **3. Робота з електроінструментом**

Забороняється під час роботи з електроінструментом:

- працювати електроінструментом під час дощу, а також снігу, якщо робоче місце не обладнане навісом;
- працювати електроінструментом на висоті більше 1,3 м з інвентарних риштувань, що не мають відповідних огорожень;
- працювати електроінструментом з приставних і складаних драбин;
- залишати електроінструмент на риштуваннях або підвішувати на драбинах, щоб запобігти випадковому падінню.

Усі підготовчі роботи (очистку від іржі, свердління отворів та ін.) з використанням електроінструменту рекомендується виконувати на спеціальних площадках на землі.

В разі перерви в подачі електроенергії або тимчасової пе-рерви в роботі з яких-небудь причин слід терміново відключити електроінструмент від мережі.

Забороняється залишати електроінструмент без нагляду, переходити з однієї ділянки роботи на іншій з включеним елек-тродвигуном інструмента.

Оброблювальний матеріал потрібно встановити стійко і зручно на робочому місці, а дрібні деталі під час їх обробки за-кріпити в надійних пристосуваннях.

Під час роботи електрошліфувальними машинами, електроточилами необхідно виконувати наступні правила:

- ретельно перевірити абразивний круг для встановлення відсутності тріщин;
- забороняється працювати абразивним кругом, що змінив правильну форму;
- не допускається одягати круг на шпіндель за допомогою ударних інструментів, а гайку дозволяється затягувати тільки ключем;
- насаджувати абразивний круг на шпіндель точно по центру із щільною 0,1–1 мм (залежно від діаметру круга) і надійно затиснути його фланцями через картонні прокладки; товщина прокладок 0,5–1 мм; діаметр – на 4 мм більше діаметра фланців;
- забороняється працювати електромашиною, якщо абразивний круг її не огорожений кожухом;
- використовувати захисні окуляри під час правлення точильного круга електроточила і заточування інструментів;
- забороняється заточувати інструменти периферійною поверхнею круга і торкатися руками їх леза;

- особа, яка працює на електроточилі повинна стояти на резиновому килимі або сухому дерев'яному щитку.

Забороняється працювати електроточилами, у яких пиляль-ний диск не захищений кожухом.

Під час роботи стрічковою пилкою необхідно слідкувати за тим, щоб не було прогибів стрічки пилки, що може призвести до її пошкодження.

Під час роботи деревообробним електроінструментом не-обхідно попереджувати попадання під ріжучі частини цвяхів, гвин-тів та інших металевих предметів.

В разі виявлення в електроінструменті дефектів, напруги на корпусі необхідно припинити роботу і повідомити виконроба.

Ремонтувати або замінити запобіжники в електромережі, розбирати електродвигун і вимикач електроінструмента, особам що не мають на це права, забороняється.

Під час роботи з перетворювачами частоти струму слід виконувати наступні вимоги:

- не підключати перетворювач в електромережу без заземлення його корпусу;
- не дозволяється знімати огороження під час роботи, а також проводити ремонт, не відключивши перетворювач від мережі;
- не залишати без нагляду перетворювачі, що підключені до мережі;
- переносити перетворювач дозволяється тільки після відключення його від електромережі.

Під час роботи з понижувальними трансформаторами необхідно виконувати наступні правила:

- включати трансформатор, тільки пересвідчившись в його придатності;
- обов'язково заземлювати корпус трансформатора, а також один кінець або нейтраль повторної обмотки;
- не торкатися струмоведучих проводів трансформатора після його підключення до електромережі.

Вимоги до електроінструменту з подвійною ізоляцією:

- забороняється заземлення металевих частин інструмента;
- не дозволяється проводити роботи без діелектричних рукавичок, бот, килимів;
- через кожні 100 годин роботи, але не рідше одного разу на місяць необхідно проводити ревізію, з видаленням пилу стиснутим повітрям.

#### **4. Законодавча база**

Інструкція з охорони праці під час виконання роботи із застосуванням електричних ручних машин та інструментів (далі – Інструкція) розроблена на підставі законодавства України про охорону праці, ПУЕ, ПТЕЕС, ПБЕЕС (НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98)) і Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями (НПАОП 0.00-1.31-99 (ДНАОП 1.1.10-1.04.01)).

### **Питання для самоперевірки**

1. Хто має право працювати з електроінструментом, і які умови повинні виконуватися?
2. Що включає в себе регулярна перевірка ізоляції струмопровідних частин електроінструмента і як часто вона повинна проводитися?
3. Що відрізняє електроінструмент класу II від класу I, зокрема щодо ізоляції та заземлення?
4. Які заходи безпеки повинні дотримуватися під час роботи з електроінструментом під час дощу або снігу?

### **Література**

1. Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dnop.kiev.ua/>
2. Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х. : Видпнмицтво «Форт», 2017. - 760 с.
3. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів НПАОП 40.1-1.21-98: Затв. 09.01.98 № 4

## Тема 5. Організаційні та технічні заходи з безпечного виконання робіт в електроустановках

### План

1. Підготовка до виконання робіт в електроустановках
2. Технічні заходи, що створюють безпечні умови виконання робіт
3. Вимикання (зняття напруги)
4. Вивішування плакатів безпеки, огороження робочого місця
5. Перевірка відсутності напруги
6. Встановлення заземлень
7. Встановлення заземлень в електроустановках електростанцій та підстанцій
8. Встановлення заземлень на повітряних лініях електропередавання

### 1. Підготовка до виконання робіт в електроустановках

Підготовка до виконання робіт в електроустановках є важливим етапом в забезпеченні безпеки під час експлуатації електричних систем та пристроїв. Цей процес включає в себе такі етапи:

- Оцінка ризиків: перед тим, як розпочати будь-які роботи в електроустановках, необхідно оцінити ризики, пов'язані з цими роботами. Для цього необхідно враховувати потенційні небезпеки, які можуть виникнути при роботі з електричними системами, такі як ризик ураження електричним струмом, пожеж, вибухів та інші.
- Планування робіт: наступним кроком є планування робіт. Воно включає в себе визначення необхідного обладнання, інструментів та матеріалів, а також складання графіку робіт та визначення відповідальних осіб.
- Відключення живлення: після оцінки ризиків та планування робіт необхідно відключити живлення від електроустановки. Це забезпечить безпеку для людей, які працюють з електричними системами.
- Відключення живлення: після оцінки ризиків та планування робіт необхідно відключити живлення від електроустановки. Це забезпечить безпеку для людей, які працюють з електричними системами.
- Проведення тестування: після виконання робіт необхідно провести тестування, щоб переконатися в тому, що електроустановка відповідає вимогам безпеки та може бути включена в роботу.
- Проведення тестування: після виконання робіт необхідно провести тестування, щоб переконатися в тому, що електроустановка відповідає вимогам безпеки та може бути включена в роботу.
- Проведення тестування: після виконання робіт необхідно провести тестування, щоб переконатися в тому, що електроустановка відповідає вимогам безпеки та може бути включена в роботу.
- Проведення тестування: після виконання робіт необхідно провести тестування, щоб переконатися в тому, що електроустановка відповідає вимогам безпеки та може бути включена в роботу.

- Проведення тестування: після виконання робіт необхідно провести тестування, щоб переконатися в тому, що електроустановка відповідає вимогам безпеки та може бути включена в роботу.
- Постійне вдосконалення системи безпеки: забезпечення безпеки в електроустановках є постійним процесом, тому важливо постійно вдосконалювати систему безпеки та застосовувати нові технології та методи для забезпечення безпеки під час роботи з електроустановками. Це може включати в себе впровадження нових технологій для моніторингу стану електроустановок, розробку нових процедур безпеки, навчання персоналу новим методам та технікам роботи з електроустановками.
- Застосування захисних засобів та спорядження: для забезпечення безпеки під час роботи в електроустановках необхідно використовувати захисні засоби та спорядження, які дозволять уникнути можливих небезпек, що виникають в процесі роботи з електрикою. Це можуть бути захисні окуляри, рукавиці, наголовники, захисні ковпачки та інші.
- Використання спеціальних інструментів: під час роботи в електроустановках необхідно використовувати спеціальні інструменти, які дозволять проводити роботу без ризику для життя та здоров'я робітників. Це можуть бути ізольовані гайки, ключі, шурупи та інші.

## **2. Технічні заходи, що створюють безпечні умови виконання робіт**

Для забезпечення безпечних умов виконання робіт в електроустановках необхідно вживати різних технічних заходів, які зменшують ризик виникнення аварій та небезпечних ситуацій. Нижче наведено деякі з таких заходів:

- Встановлення захисних пристроїв: Захисні пристрої, такі як автоматичні вимикачі, розрядники, вимикачі надлишкового струму та інші, допомагають захистити обладнання від перевантажень та коротких замикань, а також зменшують ризик виникнення пожежі та інших аварій.
- Використання заземлення та ізоляції: Заземлення та ізоляція є важливими технічними заходами для забезпечення безпеки в електроустановках. Заземлення дозволяє знизити ризик ураження струмом, а ізоляція - запобігти коротким замиканням та перевантаженням.
- Встановлення системи аварійного відключення: Система аварійного відключення, така як автоматичний вимикач або інші пристрої, дозволяє швидко відключити електропостачання в разі виникнення аварійних ситуацій.
- Регулярний технічний огляд: Регулярний технічний огляд обладнання та електроустановок дозволяє вчасно виявляти та усувати можливі проблеми та дефекти, що зменшує ризик виникнення аварій.
- Використання автоматизованих систем: Використання автоматизованих систем контролю та керування дозволяє зменшити ризик людського фактору та забезпечити більш точну та ефективну роботу електроустановок.

- Використання автоматизованих систем: Використання автоматизованих систем контролю та керування дозволяє зменшити ризик людського фактору та забезпечити більш точну та ефективну роботу електроустановок.
- Використання автоматизованих систем: Використання автоматизованих систем контролю та керування дозволяє зменшити ризик людського фактору та забезпечити більш точну та ефективну роботу електроустановок.
- Використання автоматизованих систем: Використання автоматизованих систем контролю та керування дозволяє зменшити ризик людського фактору та забезпечити більш точну та ефективну роботу електроустановок.
- Використання автоматизованих систем: Використання автоматизованих систем контролю та керування дозволяє зменшити ризик людського фактору та забезпечити більш точну та ефективну роботу електроустановок.

Застосування цих технічних заходів допомагає забезпечити безпечні умови виконання робіт в електроустановках та зменшити ризик аварій та небезпечних ситуацій. Проте, необхідно пам'ятати, що технічні заходи самі по собі не забезпечують повної безпеки, тому дуже важливо дотримуватися правил електробезпеки та виконувати роботи з електроустановками тільки кваліфікованими спеціалістами.

### **3. Вимикання (знімання напруги)**

Вимикання (знімання напруги) є одним з найважливіших технічних заходів, що допомагає забезпечити безпечні умови виконання робіт в електроустановках. Знімання напруги дозволяє уникнути ризику ураження струмом та інших травм, пов'язаних з роботою в електричному полі.

Вимикання можна здійснити різними способами, залежно від типу та характеристик електроустановки. Найбільш поширеними способами є вимкнення автоматичними вимикачами, вимкнення вимикачами навантаження, роз'єднання провідників або встановлення знаків "Не вмикати" та інших інформаційних написів.

Перед вимиканням необхідно перевірити, що жоден з працівників не знаходиться в електроустановці, а всі прилади та інструменти, що використовуються для виконання робіт, відключені. Після виконання робіт та перевірки безпечності установки можна знову ввімкнути живлення.

Важливо пам'ятати, що вимикання є тимчасовим заходом техніки безпеки і не може замінити дотримання правил електробезпеки. Для запобігання небезпеки ураження струмом необхідно виконувати роботи тільки кваліфікованими спеціалістами та дотримуватися правил безпеки при роботі з електроустановками.

Знімання напруги також може здійснюватися з використанням засобів ізоляції, наприклад, за допомогою ізолюючих пристроїв, ізольованих ручок, ізольованих перчаток тощо. Використання таких засобів забезпечує додаткову захист від ураження струмом та дозволяє виконувати роботи у небезпечній зоні, при цьому забезпечуючи безпеку виконання робіт.

Крім того, важливим заходом техніки безпеки є застосування знаків безпеки та інформаційних написів. Знаки безпеки допомагають ідентифікувати потенційну небезпеку та попереджати про можливі наслідки неправильної дії. Інформаційні написи можуть містити інструкції з електробезпеки, вказівки щодо виконання робіт, порядок дій в надзвичайних ситуаціях та іншу корисну інформацію.

Крім того, перед виконанням робіт в електроустановках необхідно перевірити наявність необхідних інструментів та обладнання, які забезпечать безпечне виконання робіт. Це можуть бути ізолюючі пристрої, ізольовані ручки, ізольовані перчатки, набори інструментів для виконання робіт на різні напруги, а також засоби особистого захисту (захисні окуляри, шоломи, засоби захисту від шуму та ін.).

Технічні заходи, що створюють безпечні умови виконання робіт в електроустановках, повинні бути добре продумані та відповідати характеристикам конкретної електроустановки.

#### **4. Вивішування плакатів безпеки, огороження робочого місця**

Ще одним важливим технічним заходом є вивішування плакатів безпеки та огороження робочого місця. Плакати безпеки допомагають попередити про можливі небезпечні ситуації, надають необхідну інформацію про електробезпеку та процедури безпечної роботи з електричним обладнанням. Наприклад, на плакатах можуть бути зображені графіки залежності струму від напруги, інструкції з безпечної роботи з електрообладнанням, надписи з попередженнями про потенційні небезпеки тощо.

Огороження робочого місця також є важливим заходом техніки безпеки. Огороження робочого місця дозволяє встановити безпечну зону, що відділяє працівника від можливих джерел небезпеки. Це можуть бути захисні огороження, бар'єри, паркани та інші види заборонних конструкцій. Ці заходи не тільки зменшують ризик випадкового контакту з напругою, але й допомагають уникнути можливих наслідків падіння з висоти, наїзду на електрообладнання та інші аварійні ситуації.

Огороження робочого місця можуть бути змонтовані як тимчасово, для забезпечення безпеки при проведенні ремонтних робіт, так і постійно, для забезпечення безпеки працівників, які щоденно працюють з електрообладнанням. Огороження повинні бути відповідними до типу та характеристик електроустановки, а також до характеру виконуваних робіт.

Таким чином, вивішування плакатів безпеки та огороження робочого місця допомагають забезпечити безпеку працівників, які працюють з електроустановками, та знижують ризик випадкових контактів з електричним струмом. Важливо також забезпечити своєчасну та правильну інформацію працівників про можливі небезпеки та заходи безпеки при роботі з електричним обладнанням.

Крім технічних заходів, важливо також враховувати інші аспекти безпеки при роботі з електроустановками, такі як підготовка та навчання персоналу,

застосування правильних методів та інструментів для роботи з електричним обладнанням, виконання профілактичних робіт та регулярний технічний огляд обладнання.

Отже, забезпечення безпеки при роботі з електроустановками потребує комплексного підходу, що включає в себе технічні, організаційні та кадрові заходи. Виконання цих заходів допоможе забезпечити безпеку працівників та запобігти можливим аварійним ситуаціям.

## **5. Перевірка відсутності напруги**

Перевірка відсутності напруги - це важливий технічний захід, який має на меті запобігти випадковим контактам з електричним струмом. Цей процес передбачає перевірку наявності або відсутності напруги на всіх елементах електроустановки, з якими працює персонал.

Перевірка відсутності напруги зазвичай виконується за допомогою спеціальних пристроїв, таких як вимикачі, вимірювачі напруги, тестери і т.д. Перед виконанням будь-яких робіт з електроустановками необхідно відключити напругу, вимкнути вимикачі, зняти запобіжники і переконатися, що напруга дійсно відключена.

Після того, як напруга була відключена, необхідно перевірити відсутність напруги на кожному елементі електроустановки, з яким працюють працівники. Для цього використовуються спеціальні вимірювальні пристрої, які дозволяють вимірювати наявну напругу в системі.

Після перевірки відсутності напруги необхідно переконатися, що робоче місце обладнане захисними засобами та плакатами з безпеки робіт з електроустановками. Також необхідно дотримуватися правил безпеки та відповідних інструкцій при роботі з електроустановками.

Отже, перевірка відсутності напруги є важливим етапом при підготовці до роботи з електроустановками, який дозволяє забезпечити безпеку працівників та запобігти можливим небезпекам.

## **6. Встановлення заземлень**

Перед тим, як встановлювати заземлення в електроустановках, необхідно переконатися у відсутності напруги на пристроях, які підлягають заземленню. Для цього можна використовувати вимикачі, вимірювальні прилади або інші засоби перевірки.

Після цього можна розпочинати процес встановлення заземлень, який складається з таких етапів:

1. Визначення місця встановлення заземлювача. Місце встановлення заземлювача повинно бути таким, щоб воно забезпечувало ефективний електричний контакт з землею. Відстань між заземлювачами в різних точках електроустановки повинна бути однаковою.
2. Визначення місця встановлення заземлювача. Місце встановлення заземлювача повинно бути таким, щоб воно забезпечувало ефективний



електричний контакт з землею. Відстань між заземлювачами в різних точках електроустановки повинна бути однаковою.

3. Визначення місця встановлення заземлювача. Місце встановлення заземлювача повинно бути таким, щоб воно забезпечувало ефективний електричний контакт з землею. Відстань між заземлювачами в різних точках електроустановки повинна бути однаковою.
4. Визначення місця встановлення заземлювача. Місце встановлення заземлювача повинно бути таким, щоб воно забезпечувало ефективний електричний контакт з землею. Відстань між заземлювачами в різних точках електроустановки повинна бути однаковою.
5. Підключення заземлювача до заземлювального пристрою. Заземлювач повинен бути надійно з'єднаний з заземлювальним пристроєм.
6. Підключення заземлювача до заземлювального пристрою. Заземлювач повинен бути надійно з'єднаний з заземлювальним пристроєм.
7. Перевірка якості заземлення. Після встановлення заземлення перевірити якість заземлення.

Опір заземлення повинен відповідати вимогам нормативних документів та технічних умов. Якщо опір заземлення перевищує нормативні вимоги, то необхідно провести додаткові заходи для підвищення якості заземлення.

Також слід зазначити, що встановлення заземлення в електроустановках повинно проводитися лише спеціалізованими організаціями та фахівцями з належною кваліфікацією. Неправильно встановлене заземлення може створити додаткові небезпеки для працівників та збільшити ризик аварій.

Отже, встановлення заземлень є важливим етапом підготовки до виконання робіт в електроустановках та дозволяє зменшити ризик виникнення аварійних ситуацій та небезпек для працівників. При цьому слід дотримуватися всіх вимог нормативних документів та технічних умов.

## **7. Встановлення заземлень в електроустановках електростанцій та підстанцій**

Встановлення заземлень в електроустановках електростанцій та підстанцій є особливо важливим завданням, оскільки вони мають високі рівні напруги та потужності. Неправильно встановлене заземлення може призвести до небезпеки не тільки для працівників, але й для окремих пристроїв та систем, що працюють в електроустановці.

Першим кроком для встановлення заземлення є ретельне планування та розробка проекту. Проект повинен передбачати всі необхідні заземлювальні пристрої та провідники, які будуть використовуватися для забезпечення безпеки в електроустановці.

Для встановлення заземлення в електроустановках електростанцій та підстанцій використовують різні типи заземлювальних пристроїв, такі як металеві колодязі, заземлювальні прутки, пластини та інші. Для визначення оптимального типу заземлювального пристрою необхідно враховувати характеристики конкретної електроустановки та особливості її експлуатації.

Особливу увагу слід приділити якості заземлення. Для цього використовують вимірювальні прилади, які дозволяють визначити опір заземлення. Якщо опір заземлення перевищує нормативні вимоги, то необхідно провести додаткові заходи для підвищення якості заземлення.

Для забезпечення безпеки працівників та електроустановки в електростанціях та підстанціях також використовують інші технічні заходи, такі як вимкнення або розрядка ліній живлення перед проведенням робіт, використання захисного обладнання та інші.

## **8. Встановлення заземлень на повітряних лініях електропередавання**

ПЛ напругою понад 1000 В заземлюються в усіх РУ і біля секціонувальних комутаційних апаратів, де відключена лінія.

Допускається:

- ПЛ напругою 35 кВ і вищою з відгалуженнями – не заземлювати на підстанціях, підключених до цих відгалужень, за умови, що лінія заземлена з двох кінців, а на цих підстанціях заземлення встановлені за відключеними лінійними роз'єднувачами (з боку підстанції);

- ПЛ напругою від 6 до 20 кВ – заземлювати тільки в одному РУ або біля одного секціонувального апарату, чи на найближчій до РУ чи секціонувального апарату опорі. В решті РУ цієї напруги та біля секціонувальних комутаційних апаратів, де ПЛ вимкнено, допускається її не заземлювати за умови, що на ПЛ будуть встановлені заземлення між робочим місцем і цими РУ або секціонувальними комутаційними апаратами. На ПЛ зазначені заземлення слід встановлювати на опорах, що мають заземлювальні пристрої;

- на ПЛ напругою до 1000 В достатньо встановити заземлення тільки на робочому місці.

Під час пофазного ремонту ПЛ заземлювати в РУ провід відключеної фази забороняється.

Додатково до заземлень, зазначених на робочому місці кожної бригади мають бути заземлені проводи всіх фаз, а в разі необхідності і троси.

На одноколових ПЛ заземлення на робочому місці необхідно встановлювати на опорі, на якій проводиться робота, або на сусідній. Допускається встановлення заземлень з обох боків ділянки ПЛ, на якій працює бригада, за умови, що відстань між заземленнями не перевищує 2 км.

Під час виконання робіт на проводах ПЛ в прольоті перетину з іншою ПЛ, яка перебуває під напругою, заземлення необхідно встановлювати на тій опорі, де проводиться робота.

Якщо в цьому прольоті підвішуються чи замінюються проводи або троси, то з обох боків від місця перетину заземлюються як підвішуваний, так і той, що замінюється, провід (трос).

Під час роботи на ізолюваному від опори блискавкозахисному тросі або на конструкціях опори, коли вимагається наближення до цього тросу на відстань меншу 1,0 м, трос заземлюють.

Заземлення треба встановлювати в бік прольоту, в якому трос ізольований, або в цьому прольоті.

Якщо на цьому тросі передбачене плавлення ожеледі, то перед початком роботи трос має бути вимкнений і заземлений з тих боків, звідки на нього може бути подано напругу.

Перед розривом електричного кола на робочому місці (роз'єднання проводів, тросів, відключення секціонувального роз'єднувача) заземлення встановлюється з обох боків розриву.

Переносні заземлення слід приєднувати: на металевих опорах – до їхніх елементів, на залізобетонних і дерев'яних опорах із заземлювальними спусками – до цих спусків після перевірки їхньої цілості.

На залізобетонних опорах допускається приєднувати переносне заземлення до арматури або до металевих елементів опори, що мають металевий зв'язок з арматурою.

В електромережах напругою до 1000 В із заземленою нейтраллю за наявності повторного заземлення нульового проводу допускається приєднувати переносні заземлення до нульового проводу.

Місця приєднання переносних заземлень до заземлювальних провідників або до конструкцій мають бути очищені.

На дерев'яних опорах, що не мають заземлювальних пристроїв, переносне заземлення на робочому місці можна приєднувати до спеціального заземлювача, заглибленого в ґрунт на глибину, не меншу ніж 0,5 м, або, залежно від місцевих умов, до заземлювачів інших типів.

На ПЛ напругою до 1000 В під час робіт, що виконуються з опор або з телескопічної вишки без ізолювальної секції, заземлення має бути встановлене як на проводі лінії, що ремонтується, так і на всі інші підвішені на цих опорах неізольовані проводи, у тому числі на проводи зв'язку, радіотрансляції і телемеханіки.

На ПЛ, в разі підвішування проводів на різних рівнях, заземлення встановлюється знизу вгору, починаючи з нижнього проводу, а в разі горизонтального підвішування – починаючи з найближчого проводу.

Під час робіт, що виконуються з опор, на проводах (тросах) ПЛ, що проходить в зоні наведеної напруги, або на відключеному колі багатоколової ПЛ, інші кола котрої перебувають під напругою, заземлення встановлюється на кожній опорі, де проводиться робота.

Якщо роботи проводяться на проводах (тросах) зоні наведеної напруги з телескопічної вишки або іншого механізму для підіймання людей, і якщо ці вишки або механізми не мають ізолювальної секції, то їх робочі площадки з'єднуються за допомогою переносного заземлення з проводом (тросом), а сама вишка чи механізм заземлюються. Провід (трос) в цьому разі має бути заземлений на найближчій опорі.

На ПЛ встановлювати переносні заземлення і вмикати заземлювальні ножі повинні два оперативні працівники (оперативно-ремонтні), один з яких – керівник робіт, з групою IV на ПЛ напругою понад 1000 В і з групою III – на ПЛ

напругою до 1000 В, а другий працівник – член бригади, який має групу Ш. Знімати переносні заземлення допускається двом працівникам, які мають групу Ш.

Під час встановлення і зняття заземлень один з двох працівників, що виконують ці операції, має залишатися на землі та вести нагляд за іншим.

Відключати заземлювальні ножі дозволяється одному працівнику з групою з електробезпеки Ш з числа оперативних чи оперативно-ремонтних працівників.

### **Питання для самоперевірки**

1. Які захисні засоби та спорядження слід використовувати під час роботи в електроустановках для забезпечення безпеки?
2. Чому заземлення та ізоляція є важливими технічними заходами для забезпечення безпеки в роботі з електроустановками?
3. Які заходи перед вимиканням допомагають уникнути травм чи аварій?
4. Як огороження робочого місця сприяє безпеці працівників при роботі з електроустановками?

### **Література**

1. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів НПАОП 40.1-1.21-98: Затв. 09.01.98 № 4
2. Основи безпечної експлуатації електроустановок: Підручник / С. В. Панченко, О. І. Акімов, М. М. Бабаєв та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – 149 с.

## **Тема 6. Техніка безпеки під час роботи на кабельних лініях електропередачі**

1. Загальні положення про безпеку під час роботи на кабельних лініях електропередачі
2. Вимоги безпеки перед початком роботи
3. Вимоги безпеки під час виконання роботи
4. Вимоги безпеки після закінчення роботи
5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

### **1. Загальні положення про безпеку під час роботи на кабельних лініях електропередачі**

Безпека під час робіт на кабельних лініях електропередачі базується на наступних положеннях:

- Положення про розробку інструкцій з охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 29.01.1998 № 9 (в редакції наказу Мінсоцполітики України від 30.03.2017 № 526);

- Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 № 15.

Техніком може працювати особа, яка досягла 18-річного віку, має базову або неповну вищу технічну освіту відповідного напрямку підготовки, пройшла навчання та стажування з безпечних методів і прийомів ведення робіт, а також пройшла вступний інструктаж з питань охорони праці та первинний інструктаж на робочому місці й не має протипоказань до виконання обов'язків за станом здоров'я.

Структурована кабельна система – це система набору слабкострумівих кабелів з високою пропускну здатністю, зібраних в джгути, яка з допомогою периферійних пристроїв призначена для передачі різного типу інформаційних сигналів (телефонного зв'язку, систем відеоспостереження, пожежної сигналізації, охоронної сигналізації тощо) у межах однієї мережі. Проектування і монтаж системи, як правило, виконується на етапі будівництва споруди чи в процесі її ремонту.

Технік повинен знати (застосовувати):

- технічну документацію на обладнання, правила і вимоги до виконання робіт згідно з технологічним процесом;
- призначення кабелів і правила їхнього прокладання;
- траси кабельних ліній;
- способи захисту кабельних ліній від пошкоджень;
- норми, методи і прийоми безпечного виконання роботи тощо.

Під час роботи технік повинен:

- знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці та навколишнє середовище;

- керуватися вимогами правил внутрішнього трудового розпорядку, інструкцій з пожежної безпеки та електробезпеки;
- дотримуватись правил особистої гігієни;
- забезпечити раціональну організацію праці на робочому місці;
- не приступати і не виконувати роботу у стані алкогольного, наркотичного або медикаментозного сп'яніння, у хворобливому або стомленому стані;
- не допускати на своє робоче місце сторонніх осіб;
- користуватися спецодягом та засобами індивідуального захисту;
- знати місця розташування аптечки та первинних засобів пожежогасіння і вміти користуватися ними.

Під час роботи на техніка можуть впливати такі шкідливі виробничі фактори, як: недостатнє освітлення робочої зони, підвищена запиленість повітря робочої зони та підвищений рівень шуму на робочому місці, ураження електричним струмом, інші негативні фактори.

Технік забезпечується засобами індивідуального захисту з урахуванням вимог законодавства та галузевих норм.

## **2. Вимоги безпеки перед початком роботи**

Перед початком роботи технік повинен ознайомитись з технологічною картою і планом робіт, а також отримати завдання від безпосереднього керівника про порядок і безпечні прийоми їх виконання.

Візуально визначити ступінь готовності відповідних будівельно-монтажних робіт на об'єкті.

Оцінити можливість безпечного застосування машин, механізмів, пристосувань у місці прокладення лінійно-кабельних комунікацій.

Підготувати робоче місце: прибрати зайві предмети, перевірити освітлення, надійність настилів та огорож, перекриття каналів та закриття отворів.

Одягнути спецодяг, взуття, головний убір та інші засоби індивідуального захисту.

Перевірити забезпеченість робочого місця інструментами і матеріалами, розташувати їх у зручному для користування порядку.

Пересвідчитися в справності електрообладнання, а також витяжної вентиляції.

Про всі несправності електропроводки, обладнання та інвентарю технік повинен повідомити керівника або іншого працівника, відповідального за провадження цього виду робіт для їх усунення.

## **3. Вимоги безпеки під час виконання роботи**

Технік зобов'язаний виконувати тільки ту роботу, до якої допущений та щодо якої він проінструктований, враховувати, що у технологічній карті на прокладення структурованої лінійно-кабельної системи зазначаються небезпечні місця проведення робіт (зближення з підземними лінійними спорудами, а також перетини з продуктопроводами, силовими електрокабелями і кабелями зв'язку).

Прокладання кабелів слід виконувати в рукавицях. Працюючи з ручними ударними інструментами слід застосувати захисні щитки або окуляри з непробивним склом.

Тягові механізми, кутові і лінійні ролики повинні бути надійно закріплені.

Необхідно контролювати, щоб:

- електричні світильники, апарати та прилади, пожежні сповіщувачі, датчики появи води та інші пристрої, які використовуються у приміщеннях вводу і прокладення кабелів, мали допустимий ступінь захисту відповідно до вимог нормативно-правових актів з охорони праці;
- приміщення вводу кабелів відокремлювалось від інших приміщень протипожежними перегородками, а вхідні двері були протипожежними;
- приміщення, в яких прокладається кабельна система були обладнані відповідною системою пожежної сигналізації.

У приміщення вводу кабелів не дозволяється введення силових кабелів, водопроводу, трубопроводів та газопроводу.

Роботи з прокладання кабелів по трасі здійснюються за умови надійного візуального, телефонного чи радіозв'язку з керівником робіт та іншими працівниками.

Необхідно своєчасно очищати робоче місце і прохід по трасі від сміття та непотрібних предметів.

У разі припинення подачі струму під час заміни робочого інструменту, у випадку його технічного обслуговування, ремонтно-технологічне устаткування необхідно вимкнути.

#### **4. Вимоги безпеки після закінчення роботи**

Робоче місце слід залишити після закріплення кабелю на відповідних кабельних конструкціях.

Використовувані інструменти і пристрої необхідно від'єднати від електроживлення.

Упорядкувати робоче місце, прибрати сміття і сторонні предмети.

Очистити інструменти, пристрої та помістити їх у відповідне місце.

Зняти спецодяг і взуття, очистити їх від бруду, помістити у відведене для зберігання місце. Умитися (прийняти душ), переодягнутися.

Повідомити безпосереднього керівника про всі надзвичайні події, які відбулися під час роботи та вжиті заходи щодо їх усунення.

#### **5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях**

При виникненні аварійних ситуацій (замикання електропроводки, задимлення, поява сторонніх звуків, запахів та ін.), які можуть призвести до травмування людей технік зобов'язаний негайно відключити механізми та вжити заходів щодо ліквідації такої ситуації. Проінформувати про інцидент, що стався, керівництво.

У випадку пожежі необхідно:

- викликати пожежно-рятувальну службу, зазначивши адресу місця роботи, своє прізвище, об'єкт та місце загоряння;
- вжити заходів з гасіння пожежі протипожежними засобами, що є в наявності.

Якщо стався нещасний випадок, а також при раптовому захворюванні необхідно:

- усунути дію на організм потерпілого небезпечних та шкідливих факторів, які загрожують його здоров'ю і життю;
- надати потерпілому невідкладну медичну допомогу, а в разі потреби викликати швидку медичну допомогу.

В усіх випадках необхідно виконувати вказівки керівництва по усуненню наслідків аварійної ситуації.

### **Питання для самоперевірки**

1. Які основні технічні документи та правила технік повинен знати та використовувати при виконанні своєї роботи?
2. Які кроки технік повинен виконати при підготовці робочого місця перед початком робіт?
3. Чому не дозволяється вводити силові кабелі, водопровід, трубопроводи та газопровід у приміщення вводу кабелів?
4. Як технік повинен діяти при аварії або пожежі?

### **Література**

1. Електричні мережі та системи. Режими роботи розімкнених мереж. Навчальний посібник з дисципліни для всіх форм навчання та студентів іноземців напряму підготовки 6.050701 “Електротехніка та електротехнології”/Уклад. В.В.Кирик.-К.: НТУУ «КПІ», 2014.- 130с.
2. Електробезпека: навч. посіб. / О. В. Мірошник, О. О. Мірошник, І. М. Трунова [та ін.] за заг. ред. О. В. Мірошника. – Харків: Факт, 2011. – 176 с..
3. Правила улаштування електроустановок. П'яте видання, перероблене та доповнене – Х.: Вид-во «Форд», 2016. – 736с.



## Тема 7. Випробування електрообладнання

### План

1. Загалі вимоги до проведення електричних випробувань
2. Загальні вимоги перед початком випробувань
3. Вимоги безпеки під час виконання випробування
4. Вимоги безпеки після закінчення випробування
5. Заходи безпеки в аварійних ситуаціях

### 1. Загалі вимоги до проведення електричних випробувань

До проведення електричних вимірювань (випробувань) допускаються працівники не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний та первинний інструктажі з питань охорони праці та пожежної безпеки, мають спеціальну підготовку на право проведення таких робіт, а також відповідне посвідчення про перевірку знань, яке засвідчує право працівника на роботу в діючих електроустановках.

Під час виконання службових обов'язків працівник повинен мати це посвідчення з собою. За відсутності цього посвідчення або його наявності з простроченим терміном перевірки знань працівник до роботи не допускається. В разі порушення нормативних актів з охорони праці посвідчення може бути вилучене.

Працівники повинні один раз на 3 місяці проходити повторні інструктажі з питань охорони праці, а при виконанні разових робіт, безпосередньо не пов'язаних із посадовими обов'язками або обов'язками за спеціальністю, цільовий інструктаж відповідно до характеру виконуваної роботи.

Один раз на рік працівники повинні проходити перевірку знань Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ПБЕЕС), Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕС), правил пожежної безпеки, виробничих інструкцій та інструкцій з охорони праці.

При залученні працівників до виконання робіт, пов'язаних з підняттям на висоту 1,3 м і вище, вони повинні попередньо пройти медичний огляд та спеціальне навчання з безпечного виконання робіт на висоті.

Кожен працівник під час виконання своїх трудових обов'язків повинен:

- виконувати тільки ту роботу, яка передбачена посадовими чи робочими інструкціями або доручена йому керівником;
- дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку;
- знати будову і призначення електровимірювального обладнання; – дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території університету;
- знати і виконувати вимоги правил пожежної безпеки, знати місця знаходження первинних засобів пожежогасіння та уміти ними користуватися;

- знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, вимоги санітарно-гігієнічних норм і правил, вміти надавати домедичну допомогу;
- користуватися передбаченими засобами колективного та індивідуального захисту

Палити та приймати їжу дозволяється тільки у спеціально відведених для цього місцях.

Основними шкідливими та небезпечними виробничими факторами, які за певних обставин можуть призвести до травматизму чи професійних захворювань, є такі:

- підвищена напруга електричної мережі;
- підвищена чи знижена температура повітря;
- підвищений рівень шуму;
- підвищений рівень ультразвуку;
- підвищена напруженість електромагнітного поля.

Працівник безоплатно забезпечується спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) відповідно до діючих Типових галузевих норм чи норм, передбачених Колективним договором.

Вимірювання та випробування електрообладнання або електроустановок, нововведених в експлуатацію, проводяться відповідно до норм, передбачених діючими Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ), вимогами організацій-виробників, вимогами стандартів, а вимірювання та випробування діючих електроустановок та електрообладнання – в обсязі вимог норм і правил з їх експлуатації. Вимірювання та випробування необхідно проводити за встановленими програмами і методиками, технічними умовами організацій-виробників або стандартами на продукцію.

Вимірювання та випробування, що проводяться на випробувальному стенді виконують без оформлення будь-якого розпорядження, у іншому випадку – за розпорядженням керівника електровимірювальної лабораторії (або іншої уповноваженої посадової особи).

## **2. Загальні вимоги перед початком випробувань**

Працівник перед початком роботи повинен

- отримати завдання на виконання робіт;
- одягнути та привести до ладу передбачені для виконання роботи спецодяг та спецвзуття;
- перевірити стан (оглянути) захисних діелектричних засобів (діелектричних рукавичок, килимків, калош тощо);
- оглянути інструмент, інвентар, пристосування, які будуть використовуватися у роботі, перевірити їх справність; робочий інструмент повинен бути випробуваним;
- переконатися в достатній освітленості робочого місця; при недостатньому освітленні задіяти переносні освітлювальні пристрої.

Підготовку об'єкта і засобів вимірювання до випробувань або вимірювань слід проводити за відсутності на них напруги і залишкового заряду. Робоча напруга і залишковий заряд повинні бути також зняті з інших об'єктів (інших частин об'єктів випробувань і вимірювань), якщо не виключено можливість дотику або наближення до них, або ці об'єкти повинні бути на час підготовки та проведення випробувань огорожені.

Складання та розбирання випробувальних та (або) вимірювальних ланцюгів слід виконувати за відсутності на об'єкті випробування і (або) вимірювання або його частини і на засобах вимірювання та (або) випробування напруги і залишкового заряду.

Збірку кола випробування (вимірювання) обладнання здійснює персонал бригади, яка проводить випробування (вимірювання). При цьому слід встановити захисне і робоче заземлення випробувальної або вимірювальної установки і, при необхідності, – захисне заземлення корпусу обладнання. При приєднанні випробувальної або вимірювальної установки до мережі напругою 380/220 В на виводі високої напруги установки слід встановити заземлення.

Знімати встановлені в електроустановці заземлення, які перешкоджають проведенню випробувань або вимірювань, і накладати їх знову слід тільки за вказівкою керівника випробувань або вимірювань

Місце проведення випробувань або вимірювань слід огорожувати. Огородження встановлюється персоналом бригади, яка проводить випробування або вимірювання. В якості огороження можуть застосовуватися щити, бар'єри, канати з підвішеними на них плакатами «Випробування. Небезпечно для життя!». При знаходженні об'єкта випробувань (вимірювань) та випробувальної (вимірювальної) установки в різних приміщеннях або місцях (ділянках), поряд з огороженням виставляється охорона з одного або декількох проінструктованих працівників зі складу персоналу, що проводить випробування (вимірювання), з групою з електробезпеки не нижче II, розміщених поза огороження. Покинути пост ці працівники можуть тільки за вказівкою керівника робіт з випробувань (вимірювань).

Для спостереження за станом ланцюгів випробування (вимірювання) або об'єкта випробувань (вимірювань) при знаходженні їх у різних приміщеннях або місцях (ділянках) у разі необхідності в приміщенні окремо від керівника робіт з випробувань (вимірювань) або виконавця робіт дозволяється за умовами роботи залишатися одному працівнику зі складу бригади, що має групу з електробезпеки не нижче III. Працівник повинен отримати необхідний інструктаж від керівника (виробника) робіт.

На огороженні, а також у місцях розташування частин об'єктів випробувань (вимірювань) слід вивішувати знаки (плакати) безпеки з пояснювальними написами. Знімати знаки безпеки та огороження слід тільки після зняття випробувального (вимірювального) навантаження і залишкового заряду.

При виявленні загрози безпечному проведенню роботи, необхідно доповісти керівнику і до роботи не приступати. Дозволяється приступати до роботи тільки після усунення виявлених недоліків.

### **3. Вимоги безпеки під час виконання випробування**

Випробування електрообладнання з подачею підвищеної напруги від стороннього джерела.

Для забезпечення захисту від ураження при випадковому дотику до струмовідних частин діючої електроустановки або частин, що знаходяться під вимірювальною або випробувальною напругою, необхідно використовувати наступні способи і засоби захисту:

- захисні оболонки;
- захисні огорожі (тимчасові або стаціонарні);
- безпечне розташування струмоведучих частин;
- малу напругу;
- захисне відключення;
- ізоляцію струмовідних частин (робочу, додаткову, посилену, подвійну тощо);
- ізоляцію робочого місця;
- попереджувальну сигналізацію, блокування, знаки безпеки.

Для забезпечення захисту від ураження електричним струмом при випадковому дотику до металевих неструмовідних частин, які можуть опинитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції, необхідно використовувати наступні способи і засоби захисту:

- захисне заземлення;
- занулення;
- вирівнювання потенціалів;
- систему захисних проводів;
- захисне відключення;
- ізоляцію неструмовідних частин;
- електричне розділення мережі;
- малу (не більше 25 В) напругу;
- контроль ізоляції;
- компенсацію струмів замикання на землю; – засоби індивідуального захисту.

Для забезпечення безпеки проведення вимірювальних (випробувальних) робіт зі зняттям напруги в електроустановці слід виконати наступні дії:

- відключити електроустановку (частини установки) від джерела живлення;
- здійснити заходи, що виключають можливість помилкової або випадкової подачі напруги на робоче місце (механічне замикання приводів комутаційних апаратів, зняття запобіжників, від'єднання кінців струмовідних ліній тощо)
- переконатися у відсутності напруги;
- заземлити відключені струмовідні частини шляхом накладення переносних заземлень, включення заземлюючих ножів тощо;

- огородити робоче місце або частини електроустановки, що залишаються під напругою, і до яких в процесі роботи можна доторкнутися або наблизитися на неприпустиму відстань;

- вивісити забороняючі плакати на приводах ручного і на ключах дистанційного керування комутаційною апаратурою.

Вимоги безпеки при виконанні конкретних видів вимірювань та випробувань визначаються:

- стадією існування продукції (виготовлення, монтаж, експлуатація, ремонт);

- розміщенням об'єкта вимірювань і випробувань;

- наявністю або відсутністю необхідності здійснювати контакт засобів випробувань і (або) вимірювань з об'єктом вимірювань або випробувань.

Безпека проведення вимірювальних і випробувальних робіт повинна забезпечуватися захистом від можливих негативних впливів природного характеру і погодних умов.

Небезпечні зони на території організації, у виробничих будівлях і спорудах, на робочих майданчиках, робочих місцях, повинні бути позначені відповідними знаками безпеки.

При проведенні випробувань (вимірювань) приєднання вимірювальних приладів, а також встановлення і зняття електролічильників для їх перевірки виконуються тільки після зняття напруги.

Приєднання і від'єднання засобів випробувань (вимірювань) на об'єктах випробувань (вимірювань), що мають рухомі частини, необхідно виконувати після повної зупинки цих частин. Також необхідно запобігати непередбаченому пуску таких об'єктів під час виконання з'єднань.

Приєднання з'єднувального проводу до устаткування або кабелю (шини, проводу тощо), що випробовується (вимірюється), і його від'єднання слід проводити тільки після їх заземлення і за вказівкою керівника робіт.

Керівник робіт перед вимірюванням або випробуванням зобов'язаний перевірити правильність складання кола та надійність робочих і захисних заземлень.

Приєднання випробувальної або вимірювальної установки до мережі напругою 380/220 В слід проводити через комутаційний апарат, який забезпечує видимий розрив ланцюга, або через штепсельний роз'єм, встановлений у місці керування установкою.

Перед кожним включенням випробувальної (вимірювальної) установки керівник робіт зобов'язаний:

- перевірити місцезнаходження кожного члена бригади;

- видалити сторонніх осіб;

- попередити всіх членів бригади про подачу напруги словами: «Подаю напругу»;

- переконатися, що попередження почуто всіма членами бригади;

- зняти заземлення з виводу випробувальної установки і подати на неї напругу

При подачі випробувальної напруги працівник повинен стояти на ізолюючому килимку. З моменту подачі напруги не допускається проводити будь-якого перез'єднання випробувальної (вимірювальної) схеми і випробуваного обладнання.

До випробувань (вимірювань) можна приступати тільки переконавшись у відсутності людей, що працюють на тій частині електроустановки, до якої повинен бути приєднаний випробувальний (вимірювальний) прилад. Перед початком випробувань або вимірювань необхідно заборонити особам, які знаходяться поблизу випробувального (вимірювального) приладу, торкатися до його струмоведучих частин або частин, що знаходяться під випробувальною (вимірювальною) напругою, а при необхідності виставити охорону.

Не допускається проводити ремонтні, монтажні чи налагоджувальні роботи на обладнанні (електроустановці), що знаходиться під випробувальною (вимірювальною) напругою, у період проведення його (її) випробування (вимірювання).

За персоналом, що працює з переносними засобами вимірювань (випробувань) на висоті, необхідне безперервне спостереження з землі (підлоги).

Короткочасний електричний контакт засобів вимірювань (випробувань) з об'єктом випробувань (вимірювань) слід проводити гнучкими проводами, що закінчуються щупами.

Випробування (вимірювання) ізоляції лінії, яка може живитися з двох сторін, можна проводити тільки після того, як отримано повідомлення відповідальної особи електроустановки, приєднаної до іншого кінця цієї лінії, по телефону (нарочним) про те, що комутаційна апаратура (лінійні роз'єднувачі, вимикач тощо) відключені і вивішений плакат «Не вмикати! Працюють люди».

При випробуваннях кабельної лінії (КЛ), якщо її протилежний кінець розташований в замкненій камері, відсіку комплектного розподільчого пристрою (КРУ) або в приміщенні, на дверях або огороженні має бути вивішений попереджувальний плакат «Випробування. Небезпечно для життя!». Якщо двері і огороження не замкнені або випробуванню підлягає лінія з розібраними на трасі жилами кабелю, крім вивішування плакатів біля дверей, огорожень і розібраних жил кабелю, повинна бути виставлена охорона з членів бригади, які мають II групу, або чергового персоналу.

Після закінчення випробувань виробник робіт зобов'язаний:

- знизити напругу випробувальної (вимірювальної) установки до нуля;
- відключити установку від живильної її мережі;
- заземлити вивід установки і повідомити про це бригаді словами: «Напруга знята»

Тільки після цього допускається перез'єднання проводів або, в разі повного закінчення випробування, від'єднання їх від випробувальної установки і знімання огороження. При роботі на КЛ і повітряних лініях (ПЛ) електропередач знімати огороження і плакати дозволяється, тільки переконавшись у повній відсутності залишкового заряду.

Зняття напруги і залишкового заряду з об'єкта випробувань і засобів вимірювань, а також запобігання появи на них напруги забезпечується наступними заходами:

- відключенням джерел живлення (зовнішніх і внутрішніх);
- розрядкою елементів, що заряджаються (фільтрів, накопичувальних ємностей тощо);
- заземленням виводів та інших доступних до дотику струмоведучих частин.

Після випробування обладнання зі значною ємністю (кабелі, генератори), залишковий заряд з нього повинен бути знятий спеціальною розрядною штангою.

Масові випробування (вимірювання) засобів захисту, ізоляційних деталей тощо, які проводяться поза діючими електроустановками з використанням стендів, у яких струмовідні частини закриті суцільним або сітчастим огороженням, а двері забезпечені блокуванням, можуть виконуватися працівником з групою з електробезпеки не нижче III одноосібно в порядку поточної експлуатації.

### **Вимоги безпеки після закінчення випробування**

Відключити випробувальне (вимірювальне) обладнання, від'єднати проводи. Зняти всі тимчасові огороження, переносні заземлюючі пристрої і плакати. Стаціонарні огороження на електрообладнанні повинні бути встановлені на місце і закріплені. Розподільні шафи та щити необхідно закрити на замок.

Зібрати інструмент та пристосування, які використовувались у процесі роботи, та помістити їх до відведених для зберігання місць.

Зняти спеціальний одяг, спецвзуття, інші ЗІЗ та помістити їх до місця зберігання.

Вимити руки, обличчя, при необхідності прийняти душ, переодягнутися у чистий одяг.

Доповісти керівнику про виявлені під час роботи недоліки.

### **Заходи безпеки в аварійних ситуаціях**

В процесі роботи можуть виникнути наступні аварійні ситуації:

- загоряння обладнання або матеріалів, виникнення пожежі;
- пошкодження ізоляції електрообладнання, виникнення напруги дотику та крокової напруги;
- дія природних факторів або явищ (підвищена або знижена температури, снігопад, гроза тощо).

У разі виникнення аварійної ситуації необхідно:

- обгородити небезпечну зону і не допускати в неї сторонніх осіб; якщо обстановка не загрожує життю і здоров'ю працівників і не повинна призвести до більш тяжких наслідків, необхідно її зберегти такою, якою вона була на момент настання події, для проведення розслідування;

- при пожежі приступити до її ліквідації; якщо погасити пожежу своїми силами неможливо, викликати пожежну команду;
  - повідомити про те, що сталося, керівника робіт  
У разі настання нещасного випадку:
  - негайно звільнити потерпілого від дії вражаючого фактору;
  - перенести його в безпечне місце;
  - визначити стан потерпілого, при необхідності надати йому домедичну допомогу, а у тяжких випадках викликати екстрену медичну допомогу.
- При ліквідації аварійної ситуації виконувати вказівки керівника робіт.

### **Питання для самоперевірки**

1. Що робити, якщо у працівника відсутнє посвідчення для проведення електричних робіт?
2. Чому важливо заземлити випробувальну установку і як це зробити?
3. Які заходи безпеки повинні бути вжиті під час проведення вимірювальних (випробувальних) робіт зі зняттям напруги в електроустановці?
4. Як уникнути травм при пошкодженні ізоляції електрообладнання?

### **Література**

1. ГКД 34.20.302-2002. Норми випробування електрообладнання. – К.: ГРІФРЕ, 2002. – 217 с.
2. ДНАОП 0.00-8.19.99. Порядок проведення опосвідчення електроустановок споживачів. – К.: Держнаглядохоронпраці, 2000. – 95 с.
3. Норми випробування електрообладнання: СОУ-Н ЕЕ 20.302:2007. (Довідник енергетика: книга 8)



Навчальне видання

ОХОРОНА ПРАЦІ У ГАЛУЗІ (ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА)

Курс лекцій

для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти  
денної та заочної форми навчання

Автори-укладачі:

Мірошник Олександр Олександрович

Формат 60×84/16. Гарнітура Times New Roman  
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.  
Ум. друк. арк. 0,6. Наклад 100 пр.  
Державний біотехнологічний університет  
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44

