

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**Кафедра охорони праці та навколишнього середовища**

**Д. С. Козодой**

**ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА**

*Конспект лекцій*

**з дисципліни**

**«ЗАГАЛЬНА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА  
ТА ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА»**

**Харків – 2021**

Козодой Д. С. Електробезпека: Конспект лекцій з дисципліни «Загальна електротехніка та електробезпека». – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 97 с.

Конспект лекцій розкриває нормативні та організаційно-технічні складові забезпечення електробезпеки в процесі виробничої діяльності. Наведено вимоги нормативних документів. Розглянуто організаційні заходи забезпечення електробезпеки на підприємствах. Висвітлено питання застосування технічних засобів і заходів захисту працівників від ураження електричним струмом.

Рекомендується для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» спеціальності 263 «Цивільний захист» усіх форм навчання.

Іл. 13, табл. 3, бібліогр.:7 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри охорони праці та навколишнього середовища 6 березня 2020 р., протокол № 8.

Рецензент

доц. О. В. Костиркін

## ЗМІСТ

1	Законодавча та нормативно-правова база України з електробезпеки.....	5
1.1	Загальні відомості про електробезпеку.....	5
1.2	Законодавча та нормативно-правова база України з електробезпеки.....	5
2	Організаційні заходи з електробезпеки .....	7
2.1	Класифікація електроустановок.....	7
2.2	Кваліфікаційні групи персоналу з електробезпеки.....	8
2.3	Класифікація виробничих приміщень за ступенем ураження людини електричним струмом.....	9
2.4	Типи мереж.....	10
2.5	Організаційні заходи охорони праці при виконанні робіт в електроустановках.....	14
3	Навчання працівників з питань електробезпеки .....	19
3.1	Навчання з охорони праці працівників в електроустановках.....	19
3.2	Інструктажі з охорони праці при виконанні робіт в електроустановках.....	23
4	Вплив електричного струму на організм людини.....	25
4.1	Класифікація та види електричних травм.....	25
4.2	Фактори, що впливають на тяжкість ураження електричним струмом.....	28
5	Домедична допомога потерпілим при ураженні електричним струмом.....	30
5.1	Звільнення потерпілого з-під дії електричного струму.....	30
5.2	Основні прийоми відновлення дихання та серцевої діяльності. Ознаки ефективності реанімаційних заходів....	33
5.3	Допомога при вторинних пошкодженнях.....	37
6	Схеми включення людини в електричних мережах.....	40
6.1	Аналіз ступеня ураження людини в трифазних електричних мережах напругою до 1000 В з ізольованою та глухозаземленою нейтраллю.....	40
6.2	Розтікання струму при замиканні на землю. Напруга кроку та напруга дотику. Аналіз ступеня ураження людини напругою кроку та напругою дотику.....	43

6.3 Аналіз ураження людини при виконанні робіт в електроустановках напругою вище 1000 В.....	46
7 Заходи захисту при нормальному режимі роботи електроустановок .....	46
7.1 Ізоляція струмовідних частин.....	46
7.2 Попереджувальна сигналізація, знаки, приписи.....	47
7.3 Мала напруга.....	49
7.4 Електричний розподіл мереж.....	50
7.5 Вирівнювання потенціалів.....	52
7.6 Забезпечення недосяжності неізольованих струмовідних частин.....	52
8 Заходи захисту при аварійному режимі роботи електроустановок.....	55
8.1 Захисне заземлення. Принцип дії, конструкційні вимоги ..	55
8.2 Захисне занулення. Принцип дії, конструкційні вимоги ...	57
8.3 Захисне вимикання. Принцип дії, конструкційні вимоги ..	58
9 Вимоги до стану заходів захисту, їх перевірка під час експлуатації.....	60
9.1 Правила експлуатації електрозахисних заходів.....	60
9.2 Контроль стану та випробування електрозахисних засобів .....	67
10 Нормативні документи з організації безпечної експлуатації електроустановок.....	68
10.1 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.....	68
10.2 Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів.....	78
Список літератури.....	89
Додаток А .....	90
Додаток Б.....	94

# 1 ЗАКОНОДАВЧА ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВА БАЗА УКРАЇНИ З ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ

## 1.1 Загальні відомості про електробезпеку

**Електробезпека** – система організаційних і технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливої та небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електричного поля і статичної електрики.

**Електротравма** – травма, спричинена дією на організм людини електричного струму або електричної дуги.

**Електротравматизм** – явище, що характеризується сукупністю електротравм.

**Електроустановки** – машини, апарати, лінії електропередач і допоміжне обладнання (разом із спорудами, приміщеннями, в яких вони розташовані), призначені для виробництва, перетворення, трансформації, передачі, розподілу електричної енергії та перетворення її в інші види енергії.

**Електроприміщення** – приміщення або відгороджені, наприклад сітками, частини приміщень, доступні тільки для кваліфікованого обслуговуючого персоналу, в яких розміщені електроустановки.

**Відкриті або зовнішні електроустановки** – електроустановки, не захищені будівлею від атмосферного впливу.

**Закриті або внутрішні електроустановки** – установки, захищені будівлею від атмосферного впливу [1, 2].

## 1.2 Законодавча та нормативно-правова база України з електробезпеки

Основними нормативними документами в галузі електробезпеки є такі:

– «Правила улаштування електроустановок» (ПУЕ). Дія ПУЕ поширюється на електроустановки, що споруджуються чи реконструюються, напругою до 500 кВт. ПУЕ встановлюють загальні вимоги до будови електроустановок (розділ 1), до передачі електроенергії (розділ 2), до захисту і автоматики

(розділ 3), до розподільних пристроїв і підстанцій (розділ 5), до електричного освітлення (розділ 6) і до електрообладнання спеціальних установок (розділ 7);

– «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» НПАОП 40.1-1.32-01. Цей документ містить деякі питання електричного освітлення та обладнання спеціальних установок зі змінами і доповненнями відповідно до чинних в Україні і міжнародних правових актів;

– «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» НПАОП 40.1-1.21-98 – міжгалузевий нормативно-правовий акт, що визначає вимоги до безпечної експлуатації електроустановок, дія його поширюється на електроустановки напругою до 220 кВ [3];

– «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів» – міжгалузевий нормативно-правовий документ, встановлює основні організаційні й технічні вимоги до експлуатації електроустановок та електрообладнання споживачів і спрямований на забезпечення надійної, безпечної та раціональної експлуатації електроустановок.

Правила поширюються на діючі електроустановки на напругу до 150 кВ включно, які належать суб'єктам господарювання - споживачам електроенергії незалежно від форм власності та відомчої належності, що використовують електричну енергію для забезпечення власних потреб на підставі договору, а також населення, яке на правах власності має електроустановки на напругу понад 1 кВ.

Правила поширюються також на населення, яке є власниками електроустановок на напругу до 1 кВ, у частині вимірювання опору ізоляції електропроводки [4];

– «Правила експлуатації електрозахисних засобів» НПАОП 40.1-1.07-01 – нормативно-правовий акт, що встановлює вимоги до необхідного переліку електрозахисних засобів залежно від конкретних умов, до зберігання, випробування, перевірки стану та користування електрозахисними засобами [5];

– «Порядок проведення опосвідчення електроустановок споживачів» НПАОП 0.00-6.15-99 – регламентує процедуру проведення опосвідчення стану безпеки діючих електроустановок напругою до 220кВ. Вимоги поширюються на всі підприємства і

організації, незалежно від форм власності на засоби виробництва, на які поширюється дія «Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів» НПАОП 40.1-1.21-98.

Крім вищеназваних нормативно-правових актів існують галузеві нормативно-правові акти, нормативні акти підприємств з електробезпеки:

– «Правила безпеки для працівників залізничного транспорту на електрифікованих лініях» НПАОП 60.1-1.48-00 – вимоги поширюються на всі підприємства залізниць. Правила є обов'язковими для працівників, які перебувають на електрифікованих лініях залізниць;

– «Правила безпечної експлуатації контактної мережі та пристроїв електропостачання автоблокування залізниць» НПАОП 60.1-1.02-12 – вимоги поширюються на суб'єктів господарювання незалежно від форм власності, які організують або здійснюють роботи з технічної експлуатації, технічного обслуговування, поточного та капітального ремонту, відновлення, реконструкції та проведення випробувань контактної мережі та пристроїв електропостачання автоблокування залізниць, і на працівників, які виконують роботи, пов'язані з технічною експлуатацією, обслуговуванням, ремонтом, налагоджуванням і випробуванням контактної мережі та пристроїв електропостачання автоблокування залізниць.

## **2 ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ З ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ**

### **2.1 Класифікація електроустановок**

Щодо заходів електробезпеки ПУЕ підрозділяє електроустановки на чотири типи:

– електроустановки напругою до 1 кВ в електричних мережах з ізольованою нейтраллю;

– електроустановки напругою до 1 кВ в електричних мережах з глухозаземленою нейтраллю;

– електроустановки напругою вище 1 кВ в електричних мережах з глухозаземленою або ефективно заземленою нейтраллю;

– електроустановки напругою вище 1 кВ в електричних мережах з ізолюваною, компенсованою або (і) заземленою через резистор нейтраллю.

**Ізолюваною нейтраллю** називається нейтраль трансформатора або генератора, не приєднана до заземлювального пристрою або приєднана до нього через прилади сигналізації, захисту, контролю тощо.

Якщо нейтраль приєднана до заземлювального пристрою безпосередньо або через малий опір, то вона називається **заземленою**.

## **2.2 Кваліфікаційні групи персоналу з електробезпеки**

Встановлено п'ять кваліфікаційних груп з електробезпеки: при збільшенні кваліфікаційної групи – збільшуються вимоги до знань й умінь.

Для одержання групи I, незалежно від посади і фаху, необхідно пройти інструктаж з електробезпеки під час роботи в даній електроустановці з оформленням у журналі реєстрації інструктажів з питань охорони праці.

Мінімальний стаж роботи в електроустановках і видання посвідчень працівникам з групою I не вимагаються. Особам молодшим за 18 років не дозволяється присвоювати групу вище II.

Для присвоєння наступної групи з електробезпеки необхідно мати мінімальний стаж роботи в електроустановках з попередньою групою.

Для одержання груп II – III працівники повинні мати стаж роботи з I групою електробезпеки один або два місяці залежно від виду освіти і відповідати таким вимогам:

- чітко усвідомлювати небезпеку, пов'язану з роботою в електроустановках;
- знати і вміти застосовувати на практиці ці та інші правила безпеки в обсязі, потрібному для роботи, яка виконується;
- знати будову електроустановок;
- вміти практично надавати першу допомогу потерпілим у разі нещасних випадків, у тому числі застосовувати способи штучного дихання і зовнішнього масажу серця.



Для одержання груп IV-V додатково необхідно знати компонування електроустановок і уміти організувати безпечне проведення робіт, уміти навчити працівників інших груп Правил безпеки і надання першої допомоги потерпілим від електричного струму. Окрім цього, стаж роботи з попередньою групою має бути: при отриманні групи IV – три місяці для осіб зі спеціальною освітою та 12 місяців для осіб без спеціальної освіти; при отриманні групи V – 6–12 місяців для осіб із спеціальною освітою та 24 місяці для осіб без спеціальної освіти. Для одержання групи V необхідно також розуміти, чим викликані вимоги пунктів ПБЕЕ [2].

### **2.3 Класифікація виробничих приміщень за ступенем ураження людини електричним струмом**

Вимоги до електричного обладнання залежать від приміщення, в якому воно розташовано. За небезпекою ураження людей електричним струмом виробничі приміщення поділяються на приміщення особливо небезпечні, з підвищеною небезпекою та без підвищеної небезпеки.

Особливо небезпечні приміщення характеризуються наявністю одного з таких факторів:

- мають підвищену вологість (відносна вологість у них наближається до 100 %);

- хімічно активне або органічне середовище, яке постійно чи тимчасово протягом тривалого часу руйнівню впливає на ізоляцію та струмовідні частини;

- можлива одночасна наявність двох факторів, що визначають умови підвищеної небезпеки.

Приміщення з підвищеною небезпекою характеризуються наявністю в них одного з таких факторів:

- відносна вологість тривалий час перевищує 75 %;

- наявність струмопровідних підлог (металеві, земляні, залізобетонні та ін.);

- струмопровідний пил;

- висока температура (постійно або періодично більше однієї доби температура перевищує +35 °C);

- наявність великих заземлених металевих конструкцій та можливий одночасний дотик людини до заземлених металоконструкцій будівель з одного боку і металевих корпусів електрообладнання з іншого боку.

Приміщеннями без підвищеної небезпеки є всі приміщення, в яких немає факторів, що визначають особливу і підвищену небезпеку.

Слід зазначити, що електроустановки, які розташовані поза приміщеннями, за ступенем небезпеки прирівнюються до електроустановок, які експлуатуються в особливо небезпечних приміщеннях [2].

## 2.4 Типи мереж

Електричні мережі розрізняються:

1 За родом струму:

а) мережі постійного струму, які використовуються:

- для живлення промислових підприємств (електролізні цехи, електричні печі та ін.);

- міського електротранспорту (трамвай, тролейбус, метрополітен);

- залізничного транспорту (використовується і змінний струм);

- передачі електроенергії на великі відстані (подолання водних перешкод за допомогою кабельних ліній);

б) мережі змінного струму.

2 За значенням номінальної напруги:

а) мережі напругою до 1 кВ (використовується термін «низьковольтні мережі»);

б) мережі напругою вище за 1 кВ (використовується також термін «високовольтні»).

Використовується і така класифікація: мережі низької напруги (до 1 кВ); середньої напруги (6–35 кВ); високої напруги (110–220 кВ); надвисокої (330–750 кВ); ультрависокої (понад 1000 кВ).

3 За конструктивним виконанням:

а) повітряні;

б) кабельні;

в) повітряно-кабельні.

4 За режимом роботи нейтралі мережі:

а) мережі з ізолюваною нейтраллю (рисунок 2.1).

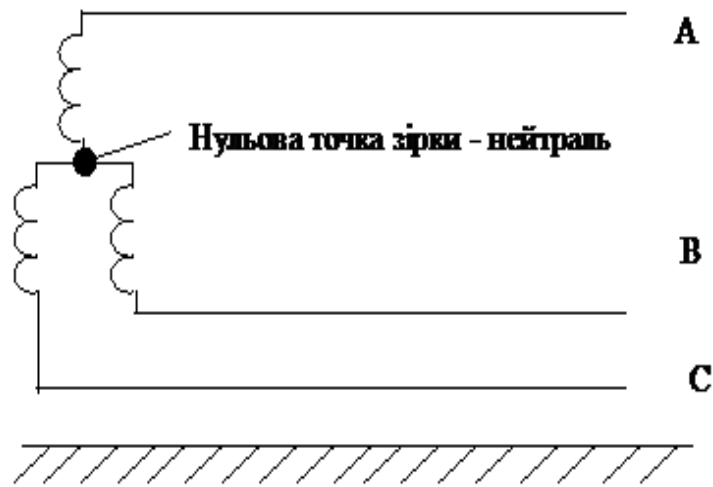


Рисунок 2.1 – Типова схема електричної мережі з ізолюваною нейтраллю

До них належать мережі напругою 6–35 кВ. Як бачимо з рисунка 2.1, нульова точка зірки не має зв'язку із землею (ізолювана від землі). Нульову точку зірки називають нейтраллю. Звідси впливає назва режиму нейтралі мережі напругою 6–35 кВ;

б) мережі з компенсованою нейтраллю (резонансно заземленою) (рисунок 2.2).

Це мережі також напругою 6–35 кВ, але нейтраль пов'язана із землею через регульовану індуктивність;

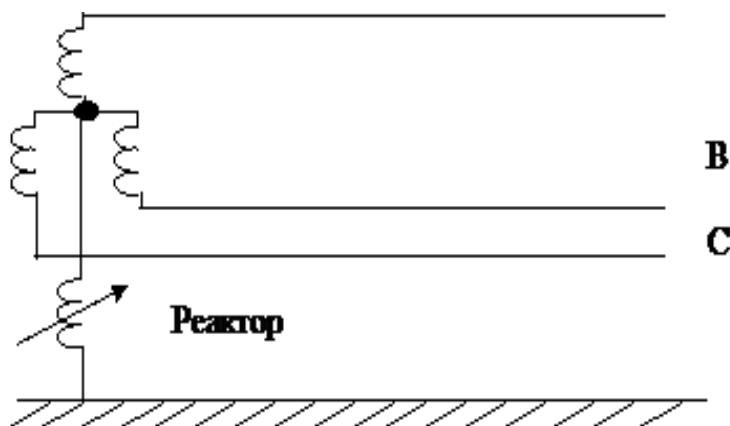


Рисунок 2.2 – Типова схема електричної мережі з компенсованою нейтраллю

в) мережі з глухозаземленою нейтраллю, у яких нейтраль глухо (без опору) пов'язана із землею (рисунок 2.3). До них належать мережі напругою 110 кВ і вище;

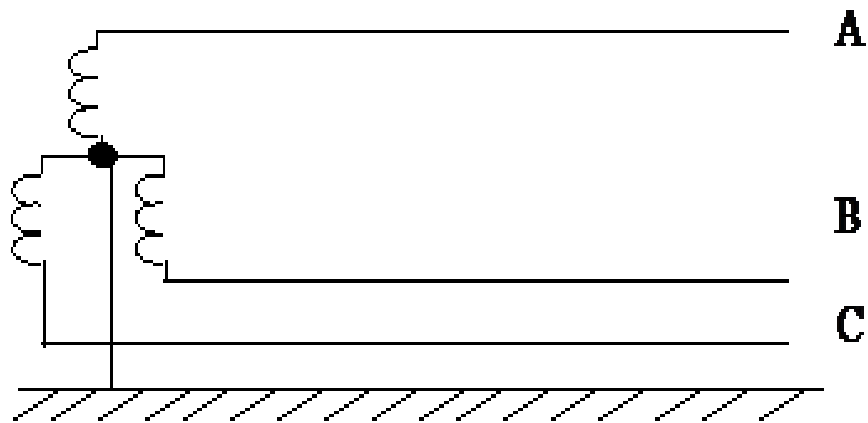


Рисунок 2.3 – Типова схема електричної мережі з глухозаземленою нейтраллю

г) мережі з ефективно заземленою нейтраллю (в мережах напругою 110 і 220 кВ для зниження складової нульової послідовності у струмі несиметричного КЗ диспетчер розземлює нейтраль трансформаторів на деяких підстанціях).

У мережах напругою нижче за 1 кВ режим роботи нейтралі мережі визначається умовами безпеки. У мережах напругою вище за 1 кВ – експлуатацією (струмом замикання на землю).

Розглянемо мережі напругою до 1 кВ:

а) чотирипровідні мережі 380 В (рідше є мережі 220 В) працюють із глухозаземленою нейтраллю (рисунок 2.4).

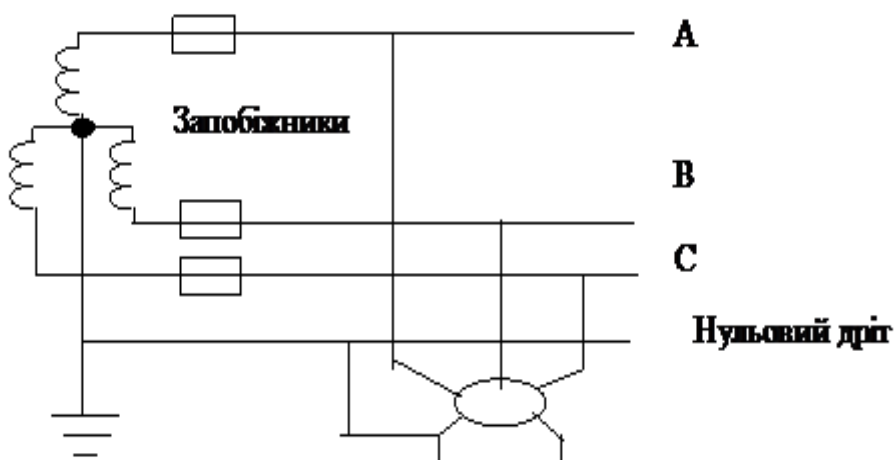


Рисунок 2.4 – Типова схема електричної чотирипровідної мережі

Замикання будь-якої фази на землю призводить до короткого замикання мережі, запобіжник пошкодженої фази перегорає. Корпус двигуна приєднаний до нульового проводу;

б) трипровідні мережі напругою 660 В працюють у режимі з ізольованою нейтраллю. Замикання фази на землю тут не є коротким замиканням і не призводить до вимикання мережі. Однак фазні напруження двох непошкоджених фаз при цьому зростають до лінійних значень. Нижче розглянемо векторну діаграму напружень при замиканні фази на землю.

Мережі напругою вище за 1 кВ.

Мережі зі струмами замикання на землю до 500 А згідно з ПУЕ належать до мереж з малими струмами замикання на землю. Це мережі напругою 6–35 кВ. Вони можуть працювати або з ізольованою нейтраллю, або з компенсованою нейтраллю.

Мережі напругою 110 кВ і вище.

Мережі напругою 110 кВ і вище характеризуються великими струмами замикання на землю. Вони працюють у режимі з глухозаземленою нейтраллю. Замикання однієї фази на землю призводить до короткого замикання, і пошкоджена ділянка автоматично відключається. Робота таких мереж у режимах з ізольованою або компенсованою нейтраллями не може бути обґрунтована ні технічно, ні економічно через великі струми замикання на землю і необхідність посилення ізоляції, яка має бути розрахована на лінійне значення, що потребує додаткових коштів.

Мережі з компенсованою нейтраллю

Мережі зі струмами замикання на землю більше граничних виконують з компенсованою нейтраллю. У нейтраль мережі включають дугогасну котушку. При замиканні на землю однієї фази напруга нейтралі дорівнює фазній напрузі. Під дією цієї напруги через дугогасну котушку піде струм. Опір котушки підбирають таким, щоб індуктивний струм  $I_L$ , що проходить через котушку, дорівнював би за величиною сумарному ємнісному струму  $3I_C$ , що проходить через ємності. При цьому створюються умови для погасання дуги: сповільнюється швидкість наростання напруги в місці замикання і відновлюються діелектричні властивості ізоляції. Пробої ізоляції відбуваються значно рідше – через 12 і більше періодів

промислової частоти. У компенсованих мережах перенапруги на здорових фазах не перевищують  $2.8 U_{\phi}$ . Оскільки в мережі постійно виконується перемикання, то і змінюється ємнісний струм. Котушку необхідно постійно настроювати на резонанс. Це виконують автоматичні системи компенсації струму замикання на землю. Потрібно підкреслити чутливість настройки для створення умов для гасіння дуги. Невелика різниця приводить до того стану, що відповідає умовам мережі з ізольованою нейтраллю.

Мережі з ізольованою або компенсованою нейтраллю не потребують негайного вимикання при виникаючих однофазних замиканнях на землю і можуть працювати із заземленою фазою декілька годин [1,2].

## **2.5 Організаційні заходи охорони праці при виконанні робіт в електроустановках**

До організаційних заходів, що забезпечують безпеку робіт в електроустановках, належать: профвідбір персоналу з обслуговування електроустановок, оформлення роботи, допуск до роботи, нагляд під час роботи, оформлення перерви в роботі, оформлення переведення на інше робоче місце й закінчення роботи.

Роботи в електроустановках щодо їх організації поділяють на виконувані за **нарядом-допуском** та виконувані за **розпорядженням** і в порядку поточної експлуатації.

**Наряд-допуск (наряд)** – це складене на спеціальному бланку розпорядження на безпечне проведення роботи, що визначає її зміст, місце, початок і закінчення, необхідні заходи безпеки, склад бригади і осіб, відповідальних за безпечне виконання роботи [1].

Наряд на роботу виписується у двох примірниках і передається оперативному працівнику або працівнику, який готує робоче місце, перед початком підготовки робочого місця. Допускається передача наряду по телефону працівником, який видає наряд, старшому у зміні оперативному працівнику, зазначеному в наряді електроустановки, або керівнику робіт. У цьому разі наряд заповнюється в трьох примірниках: один

примірник заповнює працівник, який видає наряд, а два – працівник, який приймає його по телефону.

Наряд виписують на одного керівника робіт (наглядача) з однією бригадою. На руки керівнику робіт видається тільки один наряд.

Наряд видається на термін не більше 15 календарних днів від дня початку роботи. Наряд може бути продовжений один раз на термін не більше 15 календарних днів від дня продовження. Продовжити наряд може працівник, який видав наряд, або інший працівник, який має право видачі нарядів на роботи в даній електроустановці.

Чисельність бригади та її склад з урахуванням кваліфікації і груп з електробезпеки працівників визначає працівник, який видає наряд (розпорядження), виходячи зі складності роботи, умов її виконання, а також потреби забезпечення можливості повноцінного нагляду за безпечним виконанням робіт усіма членами бригади з боку керівника робіт (наглядача), але не менше ніж із двох працівників, включно з керівником робіт.

Підготовку робочих місць і допуск можуть провадити тільки з дозволу оперативних працівників.

Забороняється змінювати передбачені нарядом (розпорядженням) заходи з підготовки робочих місць. У разі виникнення сумніву в достатності і правильності заходів з підготовки робочого місця і можливості безпечного виконання роботи, ця підготовка має бути припинена.

Допуск до роботи за нарядами та розпорядженнями проводиться безпосередньо на робочому місці після перевірки технічних заходів з підготовки робочого місця. В цьому разі допускатч зобов'язаний:

- перевірити, чи відповідає склад бригади зазначеному у наряді або розпорядженні, і наявність у членів бригади посвідчень про перевірку знань;

- провести інструктаж: ознайомити бригаду зі змістом наряду, розпорядження; зазначити межі робочого місця і підходи до нього; показати найближче до робочого місця устаткування та струмопровідні частини приєднань, що ремонтуються, та суміжних, до яких забороняється наближатися незалежно від того, перебувають вони під напругою чи ні;

- довести бригаді, що напруга відсутня, показом встановлених заземлень та перевіркою відсутності напруги, якщо заземлення не видно з робочого місця, а в електроустановках 35 кВ і нижче (де дозволяється конструктивне виконання) з наступним дотиком рукою до струмовідних частин, після перевірки відсутності напруги.

Після інструктажу допускача бригаду повинен проінструктувати керівник робіт щодо безпечного виконання робіт, використання інструменту, пристроїв, механізмів і вантажопідіймальних машин.

Без проведення інструктажу допуск бригади забороняється!

Допуск оформлюється в обох примірниках наряду, з яких один залишається у керівника робіт (наглядача), а другий – у допускача.

З моменту допуску бригади до робіт нагляд за нею, з метою запобігання порушенням вимог ПБЕЕ, покладається на керівника робіт або наглядача. Залежно від категорії роботи наглядач повинен мати III або IV кваліфікаційну групу з електробезпеки. Керівник робіт і наглядач мають весь час перебувати на місці робіт, по можливості – на тій ділянці, де виконується найвідповідальніша і найбільш травмонебезпечна робота.

Слід зазначити, що наглядачеві забороняється поєднувати нагляд з виконанням будь-якої роботи.

Під час перерв у роботі протягом робочого дня (на обід, за умовами проведення робіт) бригада у повному складі виводиться з робочого місця. Двері приміщень і огорож електроустановки замикаються на замок, а плакати, огорожі і заземлення залишаються на місці. Наряд залишається у керівника робіт (наглядача).

Члени бригад не мають права повертатися на робоче місце за відсутності керівника робіт (наглядача)!

Допуск бригади до роботи після такої перерви здійснюється керівником робіт без оформлення в наряді.

Під час перерв, пов'язаних із закінченням робочого дня, увесь склад бригади виводиться з робочого місця. Двері приміщень та огорожі електроустановки замикаються на замок.

Закінчення роботи кожного дня оформлюється в наряді, а повторний допуск у наступні дні на підготовлене робоче місце



здійснює допусkach. Керівник робіт (наглядач) з дозволу допусkача може самостійно допускати бригаду до роботи на підготовлене робоче місце, якщо йому це доручено в рядку наряду «Окремі вказівки».

Переведення бригади на нове робоче місце в електроустановках понад 1000 В, що експлуатуються місцевими оперативними працівниками, здійснюється допусkачем. Це переведення може здійснювати працівник, який видав наряд, або керівник робіт, якщо про це є запис у рядку наряду «Окремі вказівки».

В електроустановках до 1000 В на різних робочих місцях переведення на інше робоче місце здійснюється керівником робіт без оформлення в наряді.

Після повного закінчення робіт робочому місцю слід надати належного стану, для цього послідовно виконуються:

- виведення бригади з робочого місця;
- зняття тимчасових огорож і плакатів;
- зняття заземлень;
- встановлення на місце стаціонарних огорож і плакатів, зняття огорож і плакатів, вивішених перед початком робіт;
- замкнення на замки дверей, приміщень.

Наряд може бути закритим лише після огляду устаткування і місць роботи, перевірки відсутності людей, сторонніх предметів і інструменту на робочих місцях у разі наведення належної чистоти.

Закриття наряду оформлюється керівником робіт записом у наряді та журналі обліку робіт за нарядами і розпорядженнями.

Усі роботи, які проводяться в електроустановках, що не потребують оформлення наряду, виконуються або за розпорядженням, або в порядку поточної експлуатації [1, 2].

**Розпорядження** – це завдання на безпечне виконання роботи, що реєструється в журналі та визначає її зміст, місце, час, заходи безпеки і осіб, яким доручено її виконання.

За розпорядженням можуть виконуватися:

- роботи без зняття напруги на відстані від струмовідних частин, що перебувають під напругою, тривалістю не більше однієї зміни;
- аварійно-відбудовні роботи тривалістю до 1 години;

- роботи із зняттям напруги з електроустановок напругою до 1000 В тривалістю не більше однієї зміни.

Розпорядження про проведення робіт має разовий характер. Термін його дії визначається тривалістю робочого дня виконавців. За потреби продовження роботи, в разі зміни її умов або складу бригади, розпорядження видається знову.

Працівник, який видав розпорядження, призначає керівника робіт (наглядача), членів бригади, визначає можливість безпечного проведення робіт і визначає необхідні для цього організаційні та технічні заходи.

Керівник робіт (наглядач) з моменту отримання дозволу на проведення робіт за розпорядженням здійснює нагляд за працівниками, які входять до складу бригади, щодо дотримання ними правил безпеки.

Після закінчення робіт керівник робіт має вивести бригаду з місця роботи, перевірити робоче місце і повідомити про це працівнику, який віддав розпорядження.

Закінчення робіт оформлюється в журналі обліку робіт за нарядами і розпорядженнями.

До робіт, що виконуються в **порядку поточної експлуатації**, належить виконання оперативними або оперативно-ремонтними працівниками самостійно таких робіт на закріпленій за ними ділянці протягом робочої зміни, які не потребують оформлення наряду або розпорядження.

**У порядку поточної експлуатації** можуть виконуватись:

- роботи без зняття напруги на відстані від струмовідних частин, що перебувають під напругою;

- роботи зі зняттям напруги в електроустановках напругою до 1000 В.

Організаційними заходами, які забезпечують безпеку робіт у порядку поточної експлуатації, є:

- визначення робіт у порядку поточної експлуатації;

- складання і затвердження переліку робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації, та додаткових робіт стосовно до місцевих умов із затвердженням цього переліку керівником;

- призначення виконавців (виконавця) робіт з групою з електробезпеки відповідно до характеру робіт, що виконуються.

Види робіт мають бути постійно дозволеними роботами, для виконання яких не потрібно оформлення будь-яких додаткових розпоряджень [2].

### **3 НАВЧАННЯ ПРАЦІВНИКІВ З ПИТАНЬ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ**

#### **3.1 Навчання з охорони праці працівників в електроустановках**

Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів розрізняють навчання і перевірку знань електротехнічних та електротехнологічних працівників: навчання з питань технічної експлуатації електроустановок, яке проводиться відповідно до Положення про спеціальну підготовку і навчання з питань технічної експлуатації об'єктів електроенергетики, затвердженого наказом Міністерства палива та енергетики України від 09.02.2004 № 75; навчання з питань охорони праці, яке проводиться відповідно до Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держгірпромнагляду від 26.01.2005 № 15 (далі — Типове положення). Перевірку знань із зазначених вище напрямів можна проводити разом (п. 2.13 розділу IV ПТЕЕС) [4].

Перевірка знань кожного працівника здійснюється індивідуально за затвердженими керівником центральної комісії споживача з перевірки знань білетами або за допомогою тестування з подальшим опитуванням. Результати перевірки знань оформлюють протоколом із занесенням записів у журналі перевірки знань. У разі проходження перевірки знань з питань технічної експлуатації електроустановок споживачів, пожежної безпеки та охорони праці записи про проходження перевірки знань з цих питань оформлюють окремо за підписом усіх членів комісії (п. 2.23 розділу IV ПТЕЕС) [4].

Керівник з урахуванням енергоємності та складу енергетичного обладнання повинен організувати розроблення та затвердити положення про спеціальну підготовку і навчання

електротехнічних та електротехнологічних працівників з питань технічної експлуатації електроустановок споживачів, яке може поєднуватись з положенням про навчання з питань охорони праці (п. 2.5 розділу IV ПТЕЕС) [4].

ПТЕЕС допускає присвоювати групи з електробезпеки електротехнічним та електротехнологічним працівникам на підприємстві за умови наявності у працівника базової електротехнічної освіти та легітимності складу комісії з перевірки знань.

При цьому вказані працівники повинні проходити один раз на п'ять років навчання у спеціалізованому навчальному закладі з метою підвищення кваліфікації з питань технічної експлуатації електроустановок споживачів (п. 2.18 розділу IV ПТЕЕС) [4].

Особи, відповідальні за електрогосподарство, проходять не рідше одного разу на три роки періодичне навчання з питань технічної експлуатації електроустановок.

Щорічне навчання на виробництві проходять електротехнічні та електротехнологічні працівники, які зайняті на роботах з підвищеною небезпекою або там, де є потреба в професійному доборі. Списки цих працівників щорічно складаються та затверджуються роботодавцем.

Новопризначені працівники, що прийняті на роботу, пов'язану з обслуговуванням електроустановок, або при перерві в роботі понад один рік, проходять первинну перевірку знань [6].

Допускається не проводити перевірки знань з технології робіт у працівника, якого прийнято на роботу за сумісництвом з метою покладення на нього обов'язків особи, відповідальної за електрогосподарство, при одночасному виконанні таких умов:

- якщо з моменту перевірки знань у комісії за основним місцем роботи минуло не більше одного року;
- енергоємність електроустановок, їх складність в організації експлуатації електрогосподарства за сумісництвом не вища, ніж за місцем основної роботи.

У разі переходу на інше підприємство чи переведення на іншу роботу (посаду) у межах одного підприємства або у зв'язку з перервою в роботі особі з електротехнічних працівників, яка успішно пройшла перевірку знань, рішенням комісії може бути

підтверджена та група з електробезпеки, яку вона мала до переходу або перерви в роботі.

Періодичність навчання та періодичної перевірки знань з питань технології робіт, правил пожежної безпеки та охорони праці (далі – перевірка знань) з присвоєнням відповідної групи з електробезпеки проводиться в такі терміни:

- первинне навчання та перевірка знань усіх працівників – до початку виконання роботи;

- для працівників, які безпосередньо організовують та проводять роботи з оперативного обслуговування діючих електроустановок чи виконують у них налагоджувальні, електромонтажні, ремонтні, профілактичні випробування або експлуатують електроустановки у вибухонебезпечних, пожежонебезпечних зонах – один раз на рік;

- для адміністративно-технічних працівників, які не належать до попередньої групи, а також для працівників з охорони праці, допущених до інспектування електроустановок, – один раз на три роки.

Перевірка знань з питань правил пожежної безпеки в працівників, які обслуговують електроустановки у вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зонах, здійснюється один раз на рік, в інших випадках – один раз на три роки.

Для проведення перевірки знань електротехнічного та електротехнологічного персоналу керівник споживача має своїм наказом призначити комісію з перевірки знань.

Головою комісії призначається керівник споживача або його заступник, до службових обов'язків яких входить організація роботи з питань технічної експлуатації електроустановок, охорони праці.

До складу комісії споживача з перевірки знань входять спеціалісти служби охорони праці, представники юридичних, виробничих, технічних служб, представник профспілки або вповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці.

Комісія вважається правочинною, якщо до її складу входять не менше трьох осіб [3].

Перевірку знань з питань технології робіт, правил пожежної безпеки та охорони праці проводять:

1) в особи, відповідальної за електрогосподарство споживача (головного енергетика), його заступника – комісія за участю керівника споживача (його заступника) або комісія організації вищого рівня, інспектора Держенергонагляду, Держпраці;

2) в осіб, відповідальних за електрогосподарство структурних виробничих підрозділів, – комісія за участю особи, відповідальної за електрогосподарство споживача. Склад комісії затверджує керівник споживача;

3) у решти працівників – комісія споживача або його підрозділів, склад яких визначає та затверджує керівник споживача, за участю особи, відповідальної за електрогосподарство споживача (підрозділу). До складу вказаних комісій, як правило, має входити безпосередній керівник того працівника, чий знання перевіряє комісія.

Члени комісій структурних підрозділів повинні пройти перевірку знань правил у центральній комісії споживача.

Після успішної перевірки знань працівник допускається до стажування тривалістю 2 – 15 змін і дублювання на робочому місці.

Допуск оформлюється наказом або розпорядженням керівника споживача (структурного підрозділу) з визначенням тривалості стажувань та призначенням працівника, відповідального за стажування.

Стажування проводиться під час спеціальної підготовки та під час підготовки на нову посаду. У процесі стажування працівник повинен:

- закріпити знання щодо правил технічної експлуатації електрообладнання, правил безпечної експлуатації технологічного обладнання та пожежної безпеки, технологічних і посадових інструкцій, інструкцій з охорони праці;

- набути навичок орієнтування у виробничих ситуаціях у нормальних і аварійних умовах;

- засвоїти в конкретних умовах технологічні процеси та методи безаварійного керування обладнанням з метою забезпечення вимог технічної експлуатації, безпеки праці та економічної експлуатації устаткування, що обслуговується.

Керівник споживача або структурного підрозділу може звільняти від стажування працівника, що має стаж за фахом не менше трьох років, що переходить з одного робочого місця на інше, де характер його роботи і тип устаткування, на якому він працюватиме, не змінюються.

Тривалість стажування працівника встановлюється індивідуально залежно від його рівня професійної освіти, досвіду роботи, професії (посади).

Після закінчення стажування і перевірки знань ремонтні працівники допускаються до самостійної роботи, а оперативні – до дублювання.

Тривалість дублювання на робочому місці встановлюється рішенням комісії з перевірки знань і залежить від кваліфікації працівника та складності обладнання, яке він обслуговуватиме, але не менше шести змін.

Під час дублювання особа, що навчається, може робити оперативні перемикання або інші роботи в електроустановці тільки з дозволу і під наглядом відповідального працівника, який її навчає.

Відповідальним за правильність дій дублера і дотримання ним нормативних документів та інструкцій є як працівник, який навчає, так і сам дублер [4, 6].

### **3.2 Інструктажі з охорони праці при виконанні робіт в електроустановках**

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці (далі – інструктажі) поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий і цільовий.

**Вступний інструктаж** проводиться в кабінеті охорони праці або в приміщенні, яке спеціально для цього обладнане, за програмою, розробленою службою охорони праці з урахуванням особливостей виробництва. Запис про проведення вступного інструктажу робиться в журналі реєстрації вступного інструктажу з питань охорони праці, який зберігається службою охорони праці або працівником, що відповідає за проведення вступного інструктажу. Також робиться запис у наказі про прийняття працівника на роботу.

**Первинний інструктаж** проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником, новоприйнятим (постійно або тимчасово) на підприємство, або з фізичною особою, яка використовує найману працю; працівником, який переводиться з одного структурного підрозділу підприємства в інший; працівником, який виконуватиме нову для нього роботу; відрядженим працівником іншого підприємства, який бере безпосередню участь у виробничому процесі підприємства. Первинний інструктаж проводиться з учнями, курсантами, слухачами і студентами закладів освіти: до початку трудового і професійного навчання; перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів тощо.

**Повторний інструктаж** проводиться на робочому місці індивідуально з окремим працівником або групою працівників, які виконують однотипні роботи, за обсягом і змістом переліку питань первинного інструктажу.

Повторний інструктаж проводиться в терміни, що враховують конкретні умови праці, але не рідше: на роботах з підвищеною небезпекою – один раз на три місяці, для решти робіт – один раз на шість місяців.

**Позаплановий інструктаж** проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці: при наданні чинності новим або переглянутим нормативно-правовим актам з охорони праці, а також при внесенні змін і доповнень до них; при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, приладів і інструментів, початкової сировини, матеріалів та інших чинників, які впливають на стан охорони праці; при порушенні працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці, що спричинили травми, аварії, пожежі тощо; при перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів – для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт – понад 60 днів.

**Цільовий інструктаж** проводиться з працівниками: при ліквідації наслідків аварій або стихійних лих; при виконанні робіт, на які відповідно до законодавства оформлюється наряд-допуск, наказ або розпорядження. Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводить безпосередній



керівник робіт або фізична особа, яка використовує найману працю.

У разі незадовільних результатів перевірки знань, умінь та навичок щодо безпечного виконання робіт після первинного, повторного або позапланового інструктажів, протягом 10 днів додатково проводяться інструктаж і повторна перевірка знань.

У разі незадовільних результатів перевірки знань після цільового інструктажу допуску до виконання робіт не надається. Повторної перевірки знань при цьому не дозволяється.

Про проведення первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажів, видання допуску до роботи особа, яка проводила інструктаж, заносить запис у журнал реєстрації інструктажів з питань охорони праці на робочому місці [6, 7].

## **4 ВПЛИВ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ**

### **4.1 Класифікація та види електричних травм**

Вплив електричного струму на людину надзвичайно різноманітний. Він залежить від безлічі факторів. За характером впливу розрізняють: термічні, біологічні, електролітичні, хімічні й механічні пошкодження.

**Термічна дія** струму проявляється опіками окремих ділянок тіла; почорнінням і обвуглюванням шкіри й м'яких тканин; нагріванням до високої температури органів, розташованих на шляху проходження електричного струму, кровоносних судин і нервових волокон.

**Електролітична дія** струму проявляється в розкладанні різних рідин організму на іони, що порушує їхні властивості.

**Хімічна дія** струму виражається у виникненні хімічних реакцій у крові, лімфі, нервових волокнах з утворенням нових речовин, невластивих організму.

**Біологічна дія** струму проявляється в роздратуванні й збудженні тканин організму, виникненні судом, у зупинці подиху, зміні режиму серцевої діяльності.

**Механічна дія** струму призводить до сильних скорочень м'язів, аж до їхнього розриву, до розривів шкіри, кровоносних судин, переломів кісток, вивихів суглобів, розшарування тканин.

За видами ураження розрізняють електротравми й електричні удари.

**Електротравми** — це місцеві ураження (опіки, електричні знаки, металізація шкіри, механічні пошкодження, електроофтальмія).

**Стумові опіки** підрозділяються на контактні й дугові. Контактні виникають у місці контакту шкіри зі струмовідною частиною електроустановки з напругою не вище 2 кВ. Дугові – у місцях, де виникла електрична дуга, яка супроводжується високою температурою й великою енергією. Дуга може викликати великі опіки тіла, обвуглювання й навіть повне згоряння великих за площею поверхонь тіла.

**Електричні знаки** – це ущільнені ділянки сірого або блідо-жовтого кольору на поверхні шкіри людини, що потрапили під дію струму. Як правило, у місці електричного знака шкіра втрачає чутливість.

**Металізація шкіри** – потрапляння у верхні шари шкіри дрібних частинок металу, що розплавився під дією електричної дуги або заряджених часток електроліту з електролізних ванн.

**Електроофтальмія** — запалення зовнішніх оболонок очей — роговиці й кон'юнктиви (слизової оболонки, що покриває очне яблуко), що виникає в результаті впливу потужного потоку ультрафіолетових променів, які енергійно поглинаються клітинами організму й викликають у них хімічні зміни. Таке опромінення можливе за наявності електричної дуги, що є джерелом інтенсивного випромінювання не тільки видимого світла, але й ультрафіолетових і інфрачервоних променів.

Електроофтальмія спостерігається приблизно в 3 % потерпілих від струму. Електроофтальмія розвивається через 4–8 год після ультрафіолетового опромінення. При цьому можуть бути почервоніння й запалення шкіри та слизових оболонок вік, слезотеча, гнійні виділення з очей, спазми повік і часткова втрата зору. Потерпілий зазнає головного болю і різкого болю в очах, що підсилюється на світлі, тобто в нього виникає так звана світлобоязнь. У важких випадках порушується прозорість рогової

оболонки, звужується зіниця. Звичайно хвороба триває кілька днів. У випадку ураження рогової оболонки лікування виявляється більш складним і тривалим.

**Механічні ушкодження** є в більшості випадків наслідком різких мимовільних судомних скорочень м'язів під дією струму, що проходить через тіло людини. У результаті можуть відбутися розриви сухожиль, шкіри, кровоносних судин і нервової тканини; можуть бути вивихи суглобів і навіть переломи кісток. Механічні ушкодження відбуваються при роботі в основному в установках до 1000 В при відносно тривалому перебуванні людини під напругою. Це, як правило, серйозні травми, що потребують тривалого лікування. На щастя, механічні ушкодження виникають досить рідко — приблизно в 1,0 % осіб, що постраждали від струму. Такі ушкодження завжди супроводжуються електричним ударом, оскільки їх викликає струм, що проходить через тіло людини. Деякі з них супроводжуються, крім того, контактними опіками тіла.

**Електричні удари** — це загальні ураження, пов'язані зі збудженням тканин струмом, який протікає через них (порушення функціонування центральної нервової системи, органів дихання й кровообігу; втрата свідомості; розлад мови, судоми, порушення подиху, аж до зупинки, миттєва смерть).

Залежно від результату ураження, електричні удари можна умовно поділити на п'ять ступенів:

I – судомне ледь відчутне скорочення м'язів;

II – судомне скорочення м'язів, що супроводжується сильними, ледве стерпними болями, без втрати свідомості;

III – судомне скорочення м'язів із втратою свідомості, але зі збереженим диханням і роботою серця;

IV – втрата свідомості й порушення серцевої діяльності або дихання (або того й іншого разом);

V – клінічна смерть, тобто відсутність дихання й кровообігу [2].

## 4.2 Фактори, що впливають на тяжкість ураження електричним струмом

При ураженні електричним струмом основним вражаючим фактором є **величина струму**, що проходить через тіло людини. При цьому ступінь негативного впливу струму на організм людини збільшується зі зростанням струму. Разом з тим результат ураження визначається тривалістю проходження струму, його частотою, а також деякими іншими факторами. Розглянемо докладніше, як змінюється небезпека впливу на людину струму залежно від його значення.

**Відчутний струм.** Людина починає відчувати вплив струму, який проходить через неї шляхом «рука – рука» («рука – ноги»), при його величині в середньому близько 1,1 мА при змінному струмі частотою 50 Гц і близько 6 мА при постійному струмі. Цей вплив обмежується при змінному струмі слабким свербіжем й легким пощипуванням (поколюванням), а при постійному струмі – відчуттям нагрівання шкіри на ділянці, що торкається струмовідної частини.

**Невідпускаючий струм.** Збільшення струму понад граничний відчутний викликає в людини судомні м'язів і болісні відчуття, які із зростанням струму підсилюються й поширюються на все більші ділянки тіла. Так, при 3 – 5 мА (50 Гц) дія струму відчувається всією кистю руки, що торкається струмовідної частини; при 8 – 10 мА биль різко підсилюється й охоплює всю руку, супроводжуючись мимовільними скороченнями м'язів руки й передпліччя. При струмі в середньому близько 15 мА (50 Гц) биль стає ледь стерпним, а судомні м'язів рук виявляються настільки значними, що людина не в змозі їх перебороти. Електричний струм, що викликає при проходженні через людину непереборні судомні скорочення м'язів руки, називається **невідпускаючим струмом**, а найменше його значення – **граничним невідпускаючим струмом**.

**Фібриляційний струм.** Струм 50 мА й більше при 50 Гц, проходячи через тіло людини тими самими шляхами («рука – рука» або «рука – ноги»), поширює свою подразнювальну дію на м'яз серця, розташований глибоко в грудях. Такий стан небезпечний для життя, оскільки через малий проміжок часу,

звичайно через 1 – 3 с із моменту замикання кола струму через людину, може настати фібриляція серця. Електричний струм, що викликає при проходженні через організм фібриляцію серця, називається **фібриляційним струмом**, а найменше його значення – **граничним фібриляційним струмом**. При частоті 50 Гц фібриляційними є струми в межах від 50 мА до 5 А, а середнє значення граничного фібриляційного струму – приблизно 100 мА. При постійному струмі середнім значенням граничного фібриляційного струму можна вважати 300 мА, а верхньою межею – 5 А.

Струм більше 5 А, як змінний при 50 Гц, так і постійний, викликає негайну зупинку серця, минаючи стан фібриляції. Якщо дія струму була короткочасною (1–2 с) і не спричинила ушкоджень серця (у результаті нагрівання, опіку тощо), після відключення струму воно, як правило, самостійно відновлює нормальну діяльність. При великих струмах, навіть у випадку їх короткочасного впливу, поряд із зупинкою серця відбувається й параліч дихання. Після відключення струму дихання, як правило, самостійно не відновлюється, і потрібна негайна допомога потерпілому у вигляді штучного дихання. Тривала (кілька секунд) дія великого струму супроводжується не тільки зупинкою серця й припиненням дихання, але й великими й глибокими опіками тіла, руйнуванням внутрішньої структури тканин організму й іншими важкими ушкодженнями окремих органів, у тому числі серця, які, як правило, призводять до загибелі організму.

У разі ураження струмом велике значення має опір людського тіла. Опір тіла електричному струму змінюється в широких межах – від 100000 до 1000 Ом – і залежить від стану шкіри (суха, волога, груба, пошкоджена чи непошкоджена), від площі та щільності контакту, а також від сили і частоти струму і тривалості його дії. Пошкодження шкіри (рани, подряпини, інші мікротравми), зволоження чи забруднення шкіри збільшує ступінь ураження, зменшуючи опір людини. Підвищення напруги знижує опір тіла. Так, при напругах до 40 – 45 В у зовнішньому шарі шкіри виникають значні напруженості, які повністю або частково руйнують властивості цього шару, знижуючи повний опір людини. У разі збільшення напруги опір зменшується і при

напругах 127 – 220 В практично падає до значення внутрішнього опору тіла.

На наслідок ураження впливає шлях струму в організмі. Найбільшу небезпеку становить шлях, коли струм проходить через життєво важливі органи людини (серце, легені, головний мозок). Так, під час протікання струму шляхом «рука – рука» через серце проходить 3,3 % загального струму, шляхом «ліва рука – ноги» – 3,7 %, «права рука – ноги» – 6,7 %, «нога – нога» – 0,4 %.

Тривалість дії струму в багатьох випадках стає головним фактором, від якого залежить наслідок ураження. Це пояснюється тим, що протягом часу різко падає опір шкіри і більш ймовірним стає ураження серця. Під час короткочасної дії (0,1 – 0,5 с) струм 100 мА не викликає фібриляції серця. Якщо збільшити тривалість дії до 1 с, то цей струм може призвести до смертельних наслідків.

Ступінь ураження залежить також від роду та частоти струму. При напругах менше 500 В більш небезпечним є змінний струм частотою 50 Гц. У разі збільшення або зменшення частоти ступінь ураження зменшується. При напругах 500 В і вище небезпека як змінного, так і постійного струму практично однакова.

Навколишнє середовище (вологість, температура повітря, наявність заземлених металевих конструкцій і підлог, струмопровідного пилю тощо) додатково впливає на умови електробезпеки. У вологих приміщеннях з високою температурою складаються негативні умови з електробезпеки і збільшується небезпека ураження [2].

## **5 ДОМЕДИЧНА ДОПОМОГА ПОТЕРПІЛИМ ПРИ УРАЖЕННІ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ**

### **5.1 Звільнення потерпілого з-під дії електричного струму**

Рятування потерпілого від впливу електричного струму залежить від швидкості звільнення його від струму, а також від швидкості та правильності надання йому допомоги. Зволікання може зумовити загибель потерпілого. При ураженні електричним

струмом смерть часто буває клінічною, тому ніколи не слід відмовлятися від надання допомоги потерпілому і вважати його мертвим через відсутність дихання, серцебиття, пульсу. Вирішувати питання про доцільність або непотрібність заходів з оживлення та робити висновок про його смерть має право лише лікар.

Дотик до струмовідних частин, що перебувають під напругою, викликає мимовільне судомне скорочення м'язів та загальне збудження, яке може призвести до порушення і навіть повного припинення діяльності органів дихання та кровообігу. Якщо потерпілий тримає провід руками, його пальці так сильно стискаються, що звільнити провід стає неможливим. У зв'язку з цим першою дією того, хто надає першу допомогу, має бути швидке вимкнення тієї частини електроустановки, якої торкається потерпілий. Вимкнення здійснюється за допомогою вимикачів, рубильника або іншого вимикального апарата.

Якщо вимкнути установку швидко не можна, слід вжити заходів щодо звільнення потерпілого від струмовідних частин, яких він торкається. У всіх випадках той, хто надає допомогу, не повинен доторкатися до потерпілого без належних запобіжних заходів, оскільки це небезпечно для життя. Він також повинен слідкувати, щоб самому не опинитися в контакті зі струмовідною частиною або під кроковою напругою.

Для звільнення потерпілого від струмовідних частин або проводу напругою до 1000 В слід скористатись канатом, палицею, дошкою або будь-яким сухим предметом, що не проводить електричного струму.

Потерпілого можна також відтягнути за його одяг (якщо він сухий та відстає від тіла), уникаючи дотику до навколишніх металевих предметів та частин тіла. З метою ізоляції рук той, хто надає допомогу, повинен одягнути діелектричні рукавички або обмотати руку шарфом, натягнути на руку рукав піджака або пальто, накинути на потерпілого гумовий килимок, прогумований матеріал (плащ) або просто сухий матеріал. Можна також ізолювати себе, ставши на гумовий килимок, суху дошку або непровідну підстилку, жмут одягу. При відділенні потерпілого від струмопровідних частин рекомендується діяти однією рукою.

Якщо електричний струм проходить у землю через потерпілого і він судомно стискає один провід, то простіше перервати струм, відокремивши потерпілого від землі (підсунувши під нього суху дошку або відтягнувши за ноги від землі вірвовкою, або відтягнувши за одяг), дотримуючись при цьому запобіжних заходів. Можна також перерубати проводи сокирою із сухою ручкою або перекусити їх інструментом з ізольованими ручками. Перерубувати або перекушувати проводи слід пофазово, тобто кожний провід окремо, при цьому рекомендується стояти на сухих дошках, на дерев'яній драбині.

Для звільнення потерпілого від струмовідних частин під напругою понад 1000 В слід одягнути діелектричні рукавички та боти і діяти штангою або ізолювальними кліщами, розрахованими на відповідну напругу (рисунок 5.1).

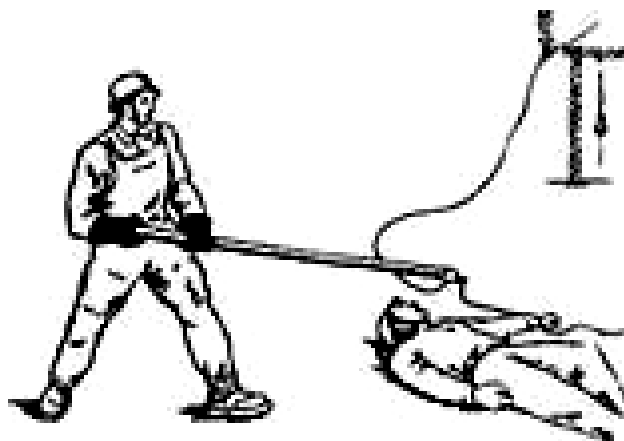


Рисунок 5.1 – Звільнення потерпілого від дії електричного струму за допомогою штанги

Не слід забувати про небезпеку крокової напруги, якщо струмовідна частина лежить на землі. Тому після звільнення потерпілого необхідно винести з цієї зони. Без засобів захисту пересуватися в зоні розтікання струму по землі слід не відриваючи ноги одна від одної.

На лініях електропередачі, коли їх не можна швидко вимкнути, слід з цією метою здійснити замикання проводів накоротко, накинувши на них гнучкий провід. Провід має бути відповідного поперечного перерізу, щоб він не перегорів при проходженні через нього струму короткого замикання. Перед накиданням проводу один кінець слід заземлити (приєднати його



до металевої опори, до заземлювального спуску). З метою забезпечення зручності накидання на вільний кінець провідника бажано прикріпити вантаж. Накидати провід слід так, щоб він не торкнувся людей. Якщо потерпілий торкається лише одного проводу, то достатньо заземлити лише цей провід [2].

## **5.2 Основні прийоми відновлення дихання та серцевої діяльності. Ознаки ефективності реанімаційних заходів**

Заходи домедичної допомоги залежать від стану, в якому перебуває потерпілий після звільнення від електричного струму. Після звільнення потерпілого від дії електричного струму необхідно оцінити його стан. У всіх випадках ураження електричним струмом необхідно обов'язково викликати лікаря незалежно від стану потерпілого.

Якщо потерпілий притомний і є стійке дихання і пульс, але до цього знепритомнював, його слід покласти на підстилку з одягу, розстебнути одяг, що утруднює дихання, забезпечити приплив свіжого повітря, розтерти і зігріти тіло та забезпечити повний спокій, дати понюхати нашатирного спирту, сполоснути обличчя холодною водою. Якщо непритомний потерпілий опритомніє, слід дати йому випити 15—20 крапель настоянки валеріани і гарячого чаю.

У жодному разі не можна дозволяти потерпілому рухатися, а тим більше продовжувати роботу, оскільки відсутність важких симптомів після ураження не виключає можливості подальшого погіршення стану. Лише лікар може робити висновок про стан здоров'я потерпілого.

За відсутності дихання та пульсу у потерпілого внаслідок різкого погіршення кровообігу мозку розширюються зіниці, зростає синюшність шкіри та слизових оболонок. У таких випадках допомога має бути спрямована на відновлення життєвих функцій шляхом проведення штучного дихання та зовнішнього (непрямого) масажу серця.

*Штучна вентиляція легень* виконується в тому випадку, якщо потерпілий не дихає зовсім чи дихає дуже погано (рідко, судомно) чи його дихання поступово погіршується. Робити штучну вентиляцію легень необхідно до позитивного результату

(оживлення) чи до появи безперечних ознак дійсної смерті (поява трупних плям чи трупного задубіння). Спостерігалися випадки, коли нібито померлі хворі були повернуті до життя через кілька годин.

Мета штучної вентиляції легень – наситити кров потерпілого повітрям і видалити з неї вуглекислий газ. З усіх відомих способів штучної вентиляції легень найбільш ефективними способами є «з рота в рот» чи «з рота в ніс».

Перш ніж розпочати проведення штучної вентиляції легень, необхідно швидко виконати такі операції:

- звільнити потерпілого від одягу, що стискає подих, – розстебнути комір, розв'язати краватку, розстебнути штани тощо;
- покласти потерпілого на спину на горизонтальну поверхню; відкрити рот і звільнити порожнину рота від сторонніх предметів і слизу (хусткою чи кінцем сорочки).

Розкриття рота потерпілого може виявитися важким, якщо його щелепи судомно стиснуті. У такому випадку треба розтиснути їх шляхом висування нижньої щелепи (рисунок 5.2).

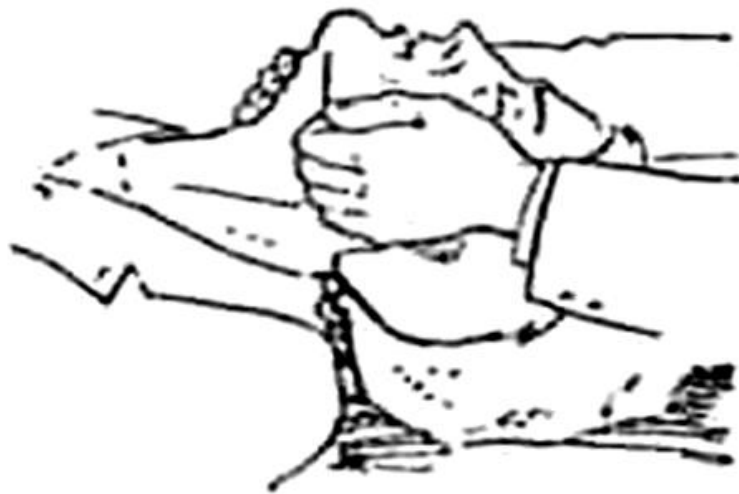


Рисунок 5.2 – Розтискання щелеп потерпілого

Для цього пальці обох рук ставлять до нижньої щелепи і, упираючись великими пальцями в її край, висувають щелепу вперед так, щоб нижні зуби стояли перед верхніх.

Щоб уникнути попадання повітря, що вдувається, у шлунок, необхідно розкрити гортань. Для розкриття гортані необхідно

закинути голову потерпілого назад, підклавши під потилицю руку, а другою рукою надавлювати на чоло потерпілого (рисунок 5.3).



Рисунок 5.3 – Розкриття гортані потерпілого

У цьому положенні корінь язика відходить від входу в гортань і тим самим забезпечує вільну прохідність верхніх дихальних шляхів. Для запобігання западанню язика, що у цьому випадку закрийє гортань, нижню щелепу треба висунути вперед.

Людина, що надає допомогу, робить глибокий вдих, і із силою вдуває повітря в рот чи ніс потерпілого. Потім він відкидається назад, звільняючи рот (ніс) потерпілого, і робить новий вдих для чергового вдування. У цей час грудна клітка потерпілого опускається, відбувається пасивний видих.

Спосіб «з рота в ніс» застосовують у тому випадку, якщо зуби потерпілого стиснуті настільки сильно, що розтиснути рота неможливо.

За хвилину варто робити 10–12 вдувань. З появою в потерпілого слабкого самостійного дихання повітря вдувають у момент вдиху. Штучне дихання проводять доти, поки не відновиться власне глибоке, ритмічне дихання.

*Непрямий масаж серця.* За відсутності в потерпілого пульсу для підтримки життєдіяльності організму незалежно від причини, що викликала припинення роботи серця, одночасно зі штучним диханням проводиться непрямий масаж серця.

Призначення масажу серця – штучна підтримка кровообігу в організмі і відновлення нормальних природних скорочень серця, тобто відновлення його нормальної роботи.

Для проведення непрямого масажу серця потерпілого кладуть на спину на тверду поверхню (земля, підлога, дошка), розстібають одяг, що стискує подих, і оголюють груди. Визначивши промацуванням місце натиснення, яке розташовується на 3–4 см вище мечоподібного відростка (того місця, відкіля розходяться нижні ребра), на нього кладуть долоню однієї руки, а з тильної сторони її під прямим кутом – долоню іншої руки. Потім розпочинають натиснення, злегка допомагаючи собі нахилом корпусу, при цьому передпліччя і кисті рук мають бути розігнуті до краю, а пальці – не торкатися грудної клітки потерпілого.

Натиснення виконують у вигляді 3–5 різких натискань з наступною паузою 2–3 с. Сила натискання має бути достатньою, щоб змістити грудину у бік хребта на 3–4 см, а в повних людей на 5–6 см. Натиснення треба концентрувати на нижній частині грудини як більш рухливій. Надавлювати на верхню частину грудини і закінчення нижніх ребер не рекомендується, оскільки це може призвести до перелому. Не можна надавлювати і на м'які тканини нижче краю грудної клітки, щоб не пошкодити розташовані тут органи.

Для підвищення ефективності масажу серця ноги потерпілого слід підняти на 0,5 м. При такому положенні поліпшується приплив крові до серця з вен нижньої частини тіла.

Достатній кровоток досягається при 50–60 натисненнях за хвилину.

Непрямий масаж серця доцільно проводити одночасно зі штучною вентиляцією легень. При цьому, якщо допомогу надає одна людина, вона повинна після двох-трьох вдукань у рот чи ніс постраждалого 15 разів надавити на грудну клітку, потім знову зробити 2–3 вдукання і 15 натиснень і т. д. Якщо рятувальників двоє, то один проводить штучну вентиляцію, а другий – масаж серця. Рекомендується після одного вдукання робити 5–6 натиснень на грудну клітку. Якщо це робити важко, можна після кожних двох вдукань робити 15 натискань. Не можна

надавлювати на грудину в момент вдиху, тому що це перешкоджає наповненню її повітрям.

При правильному проведенні непрямого масажу серця і штучної вентиляції легень у потерпілого поліпшується колір обличчя, з'являється самостійне дихання, звужуються зіниці очей. Ступінь звуження зіниць служить найбільш точним показником ефективності надаваної допомоги. Вузькі зіниці свідчать про достатнє насичення мозку киснем. І навпаки, розширення зіниць указує на погіршення кровопостачання і необхідність більш ефективних заходів оживлення.

Масаж серця і штучне дихання слід продовжувати до появи в постраждалого самостійного дихання і відновлення роботи серця. Діяльність серця вважається відновленою, якщо в потерпілого з'явився власний, не підтримуваний масажем регулярний пульс. Для перевірки пульсу через кожні 2 хв переривають масаж на 2–3 с. Якщо пульс під час перерви зберігається, це означає, що серце працює нормально. За відсутності пульсу треба негайно продовжити масаж. Тривала відсутність пульсу з появою інших ознак погравлення (самостійного дихання, звуження зіниць і ін.) указує на фібриляцію серця. У таких випадках надання допомоги потерпілому продовжують до прибуття лікаря [2].

### **5.3 Допомога при вторинних пошкодженнях**

Вторинними пошкодженнями внаслідок дії електричного струму на людину можуть бути кровотечі, переломи, вивихи, термічні опіки.

Артеріальна кровотеча характеризується яскраво-червоним кольором крові. Кров б'є фонтаном. При капілярній кровотечі вона виділяється краплями. Венозна кров має темно-червоне забарвлення.

Артеріальну кровотечу зупиняють за допомогою давлючої пов'язки. При кровотечі з великим припливом крові передавлюють артерію пальцем вище місця поранення, а потім накладають давлючу пов'язку. При кровотечі стегнової артерії накладають джгут вище від місця кровотечі. Під джгут кладуть шар марлі, щоб не пошкодити шкіри і нервів, і вставляють

записку із зазначеним часом його накладення. Тривалість використання джгута обмежується двома годинами, інакше омертвіє кінцівка. Якщо протягом цього періоду немає можливості забезпечити додаткову допомогу, то через 1,5–2 год джгут на кілька хвилин відпускають, кровотечу при цьому зменшують іншими методами (давлячим тампоном), а потім знову затягують джгут. При кровотечі сонної артерії рану по можливості здавлюють пальцем, після чого набивають великою кількістю марлі, тобто роблять тампонування.

Капілярна кровотеча добре зупиняється давлючою пов'язкою. Для цього шкіру навколо обробляють розчином йоду, спирту, горілки, одеколону. Якщо з рани виступає сторонній предмет, у місці локалізації його треба зробити у пов'язці отвір, інакше цей предмет може ще глибше проникнути всередину і викликати ускладнення. Венозну кровотечу зупинити легше, ніж артеріальну. Для цього досить підняти кінцівку, максимально зігнути її в суглобі, накласти давлючу пов'язку.

Якщо потерпілий відкашлює яскраво-червоною спіненою кров'ю, це легенева кровотеча. При цьому дихання утруднене. Хворого кладуть у положення напівлежачи, під спину підкладають валик, на груди кладуть холодний компрес. Хворому забороняється говорити і рухатись, необхідна госпіталізація.

Кровотеча з травного тракту характеризується блюванням темно-червоною кров'ю, що зсілася. Потерпілому забезпечують положення напівлежачи, ноги згинають у колінах. При значній крововтраті може розвинутиш шок. Перш за все треба зупинити кровотечу, по можливості напоїти чаєм. Потерпілому надають положення, при якому голова для нормального її кровообігу має бути дещо нижче тулуба.

Термічні опіки. Виникають при дії високої температури (полум'я, попадання на шкіру гарячої рідини, розжарених предметів тощо). Ознаки залежать від тяжкості. Розрізняють чотири ступені опіків:

- I – почервоніння шкіри і набряк;
- II – пухирі, наповнені жовтуватою рідиною;
- III – утворення некрозу шкіри (струпів);
- IV – обуглювання тканин.

Для допомоги необхідно швидко винести або вивести потерпілого із зони вогню. При займанні одягу треба негайно його зняти або накинути щось на потерпілого (покривало, мішок, тканину), тобто припинити доступ повітря до вогню. Полум'я на одязі можна гасити водою, засипати піском, гасити своїм тілом (якщо кататися по землі).

При опіках першого ступеня треба промити уражені ділянки шкіри асептичними засобами, потім обробити спиртом – ректифікатом. До обпечених ділянок не можна торкатися руками, не можна проколювати пухирі і відривати прилиплі до місця опіку шматки одягу, не можна накладати мазі, порошки. Попечену поверхню накривають чистою марлею. Якщо потерпілого морозить, треба зігріти його: укрити, дати багато пиття. При сильних болях можна дати 100–150 мл вина або горілки. Якщо потерпілий знепритомнів у результаті отруєння чадним газом, треба дати понюхати нашатирного спирту. У випадку зупинки дихання треба зробити штучне дихання.

У разі *переломів й вивихів* необхідно забезпечити спокійне та найбільш зручне положення пошкодженої кінцівки після накладення шини. При цьому, якщо травма відкрита, вона може легко забруднитися мікробами, які є і на предметі, через який відбулось поранення, і на шкірі потерпілого, а також у пилу, землі, на руках того, хто надає допомогу, і на брудному перев'язувальному матеріалі. Якщо рана забруднена землею, то для запобігання зараженню правцем необхідно терміново звернутися до лікаря для введення протиправцевої сироватки. Щоб не забруднити рану під час перев'язки, той, хто надає допомогу, повинен чисто вимити руки, а якщо це зробити неможливо, змазати пальці настійкою йоду. Не допускати дотику до рани навіть вимитими руками. При цьому необхідно суворо дотримуватися таких правил: не можна промивати рану водою чи навіть будь-якою лікарською речовиною, засипати порошком і покривати мазями; не вилучати з рани частинки піску, землі; вичистити рану може тільки лікар; не вилучати з рани згустків крові, бо це може викликати сильну кровотечу; не замотувати рану ізоляційною стрічкою [1, 2].

## 6 СХЕМИ ВКЛЮЧЕННЯ ЛЮДИНИ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

### 6.1 Аналіз ступеня ураження людини в трифазних електричних мережах напругою до 1000 В з ізолюваною та глухозаземленою нейтраллю

Оцінка безпеки дотику до струмопровідних частин зводиться до визначення струму, що протікає через людину, і порівняння його з допустимими значеннями.

Рівень безпеки та ступінь ураження залежать від того, яким чином відбулося включення людини в електричну мережу. Розрізняють двофазовий (одночасний дотик до двох фаз) та однофазовий дотик (включення) людини до струмопровідних частин. Статистика свідчить, що найчастіше трапляються однофазові дотики. Небезпека такого дотику в трифазових мережах в основному залежить від режиму нейтралі джерела живлення (ізолювана чи глухозаземлена).

Розглянемо дотик до однієї фази в мережі з ізолюваною нейтраллю (рисунок 6.1). Для спрощення розрахунків вважаємо, що мережа симетрична, а саме: симетричні й однаково активні опори ізоляції фаз, а також ємності та ємнісні опори.

Струм, що проходить через тіло людини при дотику до однієї з фаз у нормальному режимі, визначається таким рівнянням у комплексній формі:

$$I_{л} = \frac{U}{R_{л} + \frac{Z}{3}}, \quad (6.1)$$

де  $U$  – фазна напруга мережі, В;

$R_{л}$  – опір тіла людини, Ом;

$Z$  – комплекс повного опору відносно землі, Ом.

Аналіз рівняння показує, що при симетричних опорах між фазними проводами і землею струм через людину тим менший, чим більші ці опори.



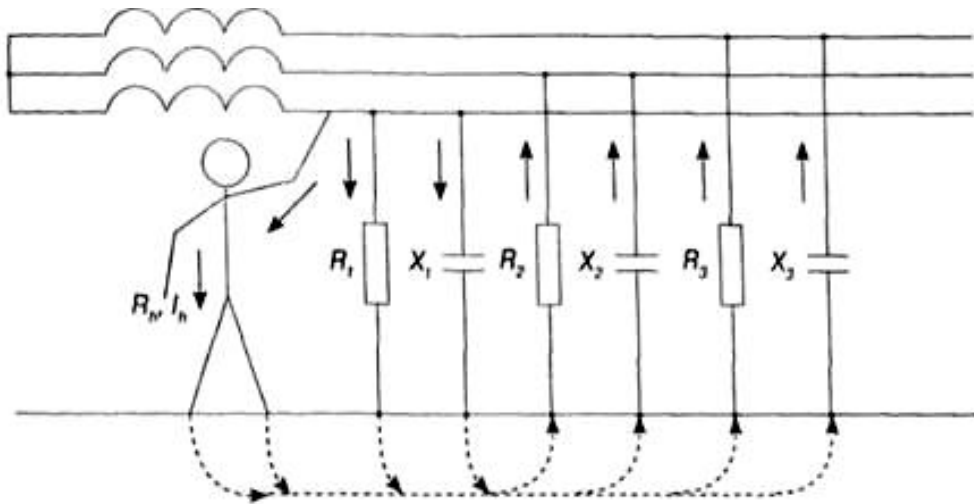


Рисунок 6.1 – Дотик людини до однієї фази в мережі з ізольованою нейтраллю

У мережах з напругою до 1 кВ малої довжини ємність проводів відносно землі мала,  $C = 0$ , тоді  $Z = R$ , опір фази відносно землі дорівнює активному опорю ізоляції і рівняння (6.1) набуває вигляду

$$I_n = \frac{U}{R_n + \frac{R}{3}}, \quad (6.2)$$

де  $R$  – активний опір ізоляції фаз відносно землі, Ом.

Рівняння показує значення ізоляції як фактора безпеки: що вище опір ізоляції  $R$ , то меншим буде струм через людину. Тому короткі повітряні мережі з ізольованою нейтраллю, малою ємністю, високим опором ізоляції не становлять значної небезпеки при дотику до фази.

Мережі з глухозаземленою нейтраллю мають малий опір між нейтраллю і землею  $R_0$ , тому при дотику людини до фази струм через неї практично не залежить від опорю ізоляції та ємності мережі відносно землі (рисунок 6.2).

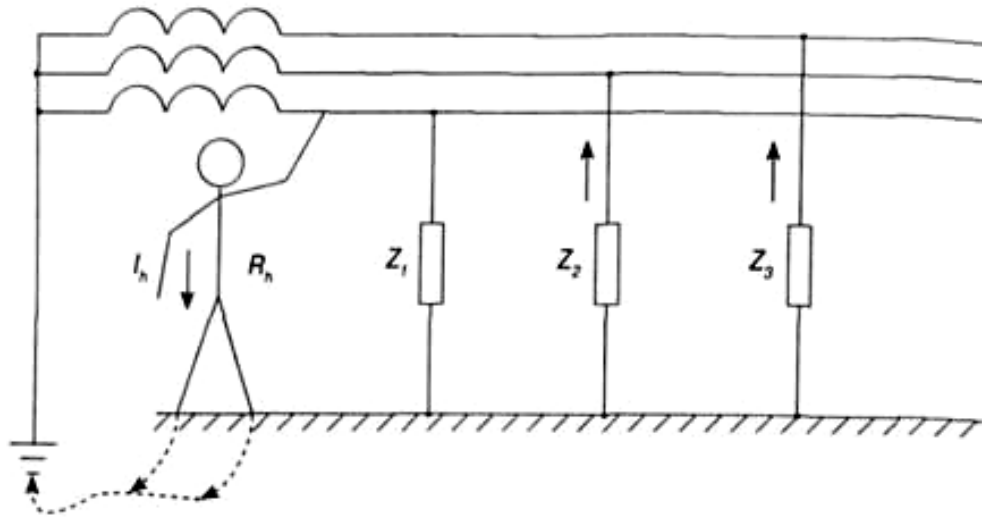


Рисунок 6.2 – Дотик людини до фази в мережі з глухозаземленою нейтраллю

У цьому випадку струм через людину

$$I_l = \frac{U}{R_l + R_0}, \quad (6.3)$$

де  $R_0$  – робоче заземлення нейтралі, Ом.

Оскільки опір тіла людини не нижчий за 1 кОм, а опір заземлення нейтралі не перевищує 10 Ом, людина в цьому випадку перебуває практично під фазовою напругою, що є надто небезпечним.

Враховуючи вищевказане, в нормальному режимі значно безпечнішою є мережа з ізолюваною нейтраллю, малої ємності та з надійною ізоляцією порівняно з мережею з глухозаземленою нейтраллю.

В аварійному режимі мережі з ізолюваною нейтраллю є, навпаки, більш небезпечними, бо в цьому випадку людина потрапляє під лінійну напругу. При замиканні однієї з фаз на землю в мережі встановлюється режим, при якому одна з фаз набуває потенціалу землі, а дві інші – лінійні потенціали  $U_l$ .

Збільшення напруги двох неушкоджених фаз у  $\sqrt{3}$  неприпустиме, оскільки фазова ізоляція розрахована на лінійну напругу  $U_l$ ; однофазові споживачі навантаження підпадають під

значну напругу, збільшується небезпека ураження електричним струмом внаслідок збільшення напруги від фазної  $U_\phi$  до лінійної  $U_L$ .

У період аварійного режиму роботи більш безпечною є чотирипровідна мережа з глухозаземленою нейтраллю, оскільки людина потрапляє в цьому випадку під фазову напругу.

Мережі з глухозаземленою нейтраллю треба використовувати там, де неможливо забезпечити надійну ізоляцію проводів через високу вологість, агресивність середовища тощо, або коли не можна швидко знайти та усунути пошкодження ізоляції, коли ємнісні струми – великі (кабельні лінії). Це міські та сільські мережі, мережі великих підприємств тощо.

Двофазовий дотик людини до мережі, незалежно від режиму нейтралі, завжди небезпечний, бо людина опиняється під лінійною напругою  $U_L$  [1, 2].

## **6.2 Розтікання струму при замиканні на землю. Напруга кроку та напруга дотику. Аналіз ступеня ураження людини напругою кроку та напругою дотику**

Причинами стікання струму в землю є замикання струмовідної частини на заземлений корпус електричного устаткування, падіння проводу на землю, пробій чи пошкодження ізоляції електричних кабелів тощо. При замиканні струму на землю відбувається різке зниження потенціалу – напруга визначається як добуток струму замикання на землю  $I_3$  на опір розтіканню струму в землі  $R_3$ :

$$\varphi_3 = I_3 \cdot R_3 \quad . \quad (6.4)$$

Струм у землі призводить до появи потенціалів на заземлювачі, на металевих частинах комунікацій, що розташовані поблизу заземлювача, у землі та на її поверхні навколо місця замикання і стікання струму в землю.

Різниця потенціалів поблизу замикання може досягати великих значень і тому є небезпечною для людини, що наближається чи рухається в зоні замикання. Людина при цьому зазнає впливу електричного струму шляхом «нога – нога».

Розтікання струму в землі, різниця потенціалів між сусідніми точками, а отже, і небезпека ураження людини залежать:

- від значення струму замикання на землю;
- провідності ґрунту;
- опору заземлених конструкцій;
- їхньої форми і ступеня зіткнення з ґрунтом;
- напруги в мережі (до 1000 В);
- розгалуженості;
- стану ізоляції та ін.

Слід розглянути, як розтікається електричний струм у землі від проводу, що впав на землю, який закон розподілу потенціалів від місця падіння його і яка небезпека крокової напруги.

**Напругою кроку**  $U_{кр}$  називається напруга між двома точками кола струму, що розташовані одна від іншої на відстані кроку, на яких одночасно стоїть людина.

Якщо прийняти, що ґрунт однорідний, струм у ньому буде розтікатися від півкулі рівномірно і симетрично в усі сторони (від радіуса півкулі), щільність його в землі буде зменшуватися з віддаленням від заземлювача (рисунок 6.3). На відстані  $x$ , м, від центра півкулі густина струму,  $A/m^2$ ,

$$J = \frac{I_3}{2\pi x^2}, \quad (6.5)$$

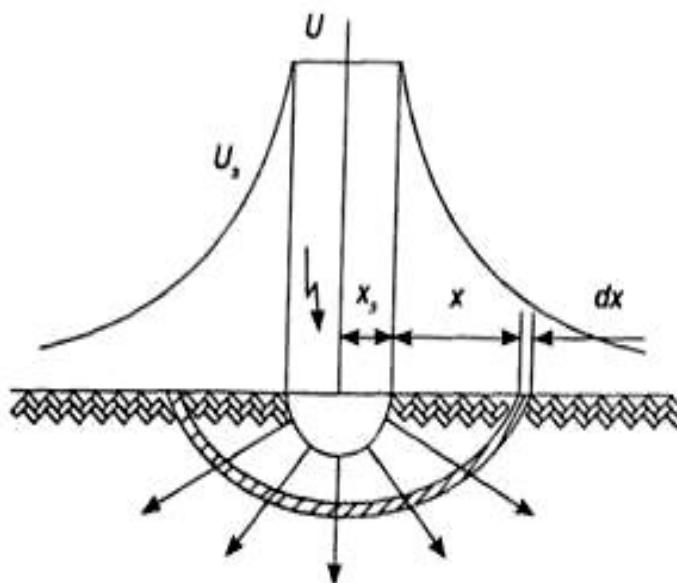


Рисунок 6.3 – Схема розтікання струму при короткому замиканні на землю

В об'ємі землі, де проходить струм, виникає так зване поле розтікання струму. Теоретично воно займає простір до нескінченності. Однак у дійсних умовах вже на відстані 20 м від заземлювача переріз шару землі, через який проходить струм, виявляється настільки великим, що густина струму тут практично дорівнює нулю. Отже, поле розтікання можна вважати обмеженим об'ємом півсфери, радіус якої дорівнює приблизно 20 м.

Потенціал точки в полі розтікання буде дорівнювати:

$$\varphi_3 = \frac{I_3 \rho}{2\pi x}, \quad (6.6)$$

Відповідно, потенціали точок ґрунту у полі розтікання змінюються за гіперболічним законом.

У загальному вигляді величина напруги кроку може бути визначена як різниця між потенціалами двох точок землі на відстані  $a$ :

$$U_3 = \frac{I_3 \rho \cdot a}{2\pi x(x + a)}, \quad (6.7)$$

$a$  – величина кроку, м,  $a = 0,8$  м.

Дотик людини до корпусу пошкодженого обладнання або до корпусу обладнання, з'єднаного з пошкодженим загальним колом заземлення, зумовлює потрапляння людини під напругу дотику.

**Напруга дотику** – це напруга між двома точками кола електричного струму, яких одночасно торкається людина, і дорівнює різниці потенціалів корпусу і точок поверхні ґрунту, де знаходяться ноги людини.

$$U_D = \varphi_3 - \varphi_{осн}, \quad (6.8)$$

де  $\varphi_3$  – потенціал заземлювача або за його відсутності – корпусу електроустановки, В;

$\varphi_{осн}$  – потенціал основи в тому місці, де стоїть людина, В [1].

### **6.3 Аналіз ураження людини при виконанні робіт в електроустановках напругою вище 1000 В**

При напругах вище 1000 В за технічними вимогами мережі з напругою до 35 кВ включно мають ізольовану нейтраль, а вище 35 кВ – заземлену. Оскільки такі мережі, крім високої напруги, як правило, мають ще і велику ємність проводів відносно землі, для людини є однаково небезпечним дотикання до проводу мережі як з ізольованою, так і з заземленою нейтраллю. Тому режим нейтралі мережі напругою вище 1000 В за умовами безпеки не вибирається [1].

## **7 ЗАХОДИ ЗАХИСТУ ПРИ НОРМАЛЬНОМУ РЕЖИМІ РОБОТИ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК**

### **7.1 Ізоляція струмовідних частин**

Ізоляція служить для електричного роз'єднання струмовідних частин, які перебувають під різними потенціалами. Небезпеку торкання струмовідних частин, що перебувають під напругою, можна запобігти шляхом надійної електричної ізоляції, яка постійно підтримується у справному стані.

Ізоляційні матеріали вибираються з урахуванням електричної та механічної міцності, стійкості до нагрівання, дії вологи або хімічного активного середовища.

Розрізняють такі види ізоляції: робочу, додаткову, подвійну та посилену.

**Робоча ізоляція** – електрична ізоляція струмовідних частин електроустановок, що забезпечує їх нормальну роботу та захист від ураження електричним струмом.

**Додаткова ізоляція** – електрична ізоляція, що додатково передбачається до робочої ізоляції для захисту від ураження електричним струмом у разі пошкодження робочої ізоляції.

**Подвійна ізоляція** – електрична ізоляція, яка складається з робочої і додаткової ізоляції.

**Посилена ізоляція** – поліпшена робоча ізоляція, що забезпечує такий самий ступінь захисту від ураження електричним струмом, як і подвійна ізоляція.

За ступенем захисту людини від ураження електричним струмом електротехнічні вироби підрозділяються на п'ять класів.

0 – вироби, що мають принаймні робочу ізоляцію і що не мають елементів для заземлення, якщо ці вироби не віднесені до класів II й III.

0I – вироби, що мають принаймні робочу ізоляцію, елемент для заземлення і провід без жили, що заземлює, для приєднання до джерела живлення.

I – вироби, що мають принаймні робочу ізоляцію й елемент заземлення.

II – вироби, що мають подвійну чи посилену ізоляцію і не мають елементів для заземлення.

III – вироби, що не мають ні внутрішніх, ні зовнішніх електричних кіл з напругою вище 42 В.

Опір ізоляції струмовідних частин значною мірою визначає ступінь безпеки експлуатації будь-яких електроустановок. У мережах з глухозаземленою нейтраллю від стану ізоляції залежить частота виникнення аварійних режимів замикання на землю і, отже, імовірність потрапляння людини під напругу дотику (кроку). У мережах з ізольованою нейтраллю опір ізоляції визначає струми однофазного дотику, замикання на землю або на корпус [2].

## **7.2 Попереджувальна сигналізація, знаки, приписи**

Сигналізація призначена для попередження працівників про пуск і зупинку обладнання, порушення технологічного процесу, аварійну ситуацію. За принципом дії вона може бути світлова, звукова.

Світлову сигналізацію використовують на транспортних засобах, в електроустановках, на пультах керування напівавтоматичними і автоматичними лініями.

За функціональним призначенням сигнальні пристрої поділяються на такі:

аварійні (сповіщають про виникнення небезпечного режиму в роботі);

інформаційні (інформують про вид і значення небезпечних параметрів);

запобіжні (попереджують про необхідність дотримуватися вимог безпеки).

Засоби світлової сигналізації обладнуються світлофільтрами червоного, жовтого, зеленого та синього кольору.

Звукова сигналізація може бути у вигляді сирен, гудків, дзвінків, зумерів, реунів.

Попереджувальні надписи і сигнальне забарвлення застосовуються з метою підвищення уваги працівників, попередження їх про можливу небезпеку на робочому місці.

Кольори сигнальні та знаки безпеки регламентуються ДСТУ ISO 6309:2007. ДСТУ встановлює сигнальні кольори з такими значеннями:

червоний – «Стоп», «Заборона», «Явна небезпека»;

жовтий – «Увага», «Попередження про можливу небезпеку»;

зелений – «Безпека», «Дозвіл», «Шлях вільний»;

синій – «Інформація».

Для посилення контрасту сигнальних кольорів, а також для виконання пояснювальних написів і символічних зображень на знаках слід застосовувати ахроматичні кольори: білий – на червоному, зелений – на синьому, чорний – жовтому і білому фонах.

Червоний сигнальний колір застосовують:

а) у заборонних знаках;

б) для позначення відключення пристроїв машин і механізмів, у тому числі аварійних;

в) для позначення внутрішніх поверхонь огорожувальних кожухів і корпусів;

г) для забарвлення сигнальних ламп, що вказують на порушення умов безпеки.

Жовтий сигнальний колір застосовують: а) у попереджувальних знаках; б) для фарбування огорож небезпечних зон; в) для позначення крайок огорожувальних пристроїв, які не повністю закривають небезпечні місця обладнання.



Зелений сигнальний колір застосовують у розпорядчих знаках, для фарбування пристроїв і засобів забезпечення безпеки, аварійних та рятувальних виходів, пунктів першої допомоги, аптек, а також сигнальних ламп, що сповіщають про нормальний режим роботи машин і механізмів.

Синій сигнальний колір використовують у вказівних знаках і для позначення елементів виробничо-технічної інформації (наприклад робочих входів).

Вивішування плакатів безпеки здійснюють з метою запобігання помилковим діям обслуговуючого персоналу, випадковій подачі напруги.

«Правилами експлуатації електрозахисних засобів» передбачені знаки та плакати, які подано в таблиці А.1 [2,5].

### **7.3 Мала напруга**

Під час виконання робіт за допомогою пересувних електричних машин, переносного електрифікованого інструменту, переносних світильників людина має довгочасний контакт з корпусами цього електрообладнання. Враховуючи ту обставину, що в результаті пересування або під час роботи можливі різні механічні пошкодження, в тому числі й ізоляції, небезпека ураження електричним струмом різко зростає. При цьому можлива поява напруги на корпусі, особливо коли робота виконується в приміщеннях із підвищеною небезпекою, особливо небезпечних або поза приміщеннями.

Захисним засобом, який усуває таку небезпеку, є застосування для живлення вказаного вище електрообладнання малої напруги – не більш як 42 В.

Наднизька (мала) напруга в електроустановках напругою до 1 кВ може бути застосована для захисту від ураження електричним струмом при прямому й (або) непрямому дотику у сполученні із захисним електричним розподілом кіл або у сполученні з автоматичним вимиканням живлення. В цьому випадку напруга електроустановки не перевищує тривало припустимої напруги дотику, і контакт людини із струмовідними частинами буде безпечним. Але в приміщеннях із підвищеною небезпекою, особливо небезпечних приміщеннях, а також в

інших умовах підвищеної небезпеки опір людини може бути суттєво зниженим, і в результаті випадкового дотику до струмовідних частин струм, що проходить через людину, може досягати небезпечних значень. Тому за таких умов рекомендується застосування захисних засобів.

Джерелами зниженої напруги є, як правило, спеціальні знижувальні трансформатори. Щоб виключити небезпеку ураження людини струмом у випадку замикання на корпус або в разі переходу високої напруги на обмотку нижчої напруги, корпус трансформатора, а також один із виводів, нейтраль або середня точка вторинної обмотки мають бути заземлені. Струмовідні частини кіл малої напруги мають бути електрично відділені від інших кіл так, щоб забезпечувався електричний розподіл, рівноцінний розподілу між первинною й вторинною обмотками розподільного трансформатора.

Провідники кіл малої напруги, як правило, мають бути прокладені окремо від провідників більш високих напруг і захисних провідників або відділені від них заземленим металевим екраном (оболонкою), або укладені в неметалеву оболонку додатково до основної ізоляції. Вилки й розетки штепсельних з'єднувачів у колах малої напруги мають не допускати підключення до розеток і вилок інших напруг. Штепсельні розетки мають бути без захисного контакту [2].

#### **7.4 Електричний розподіл мереж**

Якщо єдину дуже розгалужену електричну мережу з великою ємністю та малим опором ізоляції розділити на низку невеликих мереж, які мають таку саму напругу, але з незначними ємностями та великими опорами ізоляції, небезпека ураження людини електричним струмом різко зменшується.

**Електричний розподіл мереж** реалізується ввімкненням у схему мережі розподільного трансформатора: від первинної мережі з ізолюваною або глухозаземленою нейтраллю гальванічно відокремлюється ізолювана від землі ділянка мережі, яка живить електроприймач.

**Розподільний трансформатор** – це спеціальний трансформатор, коефіцієнт трансформації якого дорівнює одиниці, з вторинною напругою до 380 В.

Такий трансформатор має задовольняти спеціальні технічні вимоги щодо підвищеної надійності конструкції та підвищених випробувальних напруг.

В електроустановках з розподільним трансформатором небезпека може виникнути при подвійному замиканні, коли корпус електроприймача виявиться під напругою через «пробій» ізоляції однієї фази і одночасно відбудеться замикання на землю іншої фази. Щоб зменшити ймовірність виникнення подвійного замикання і тим самим зменшити небезпеку ураження, мережа вторинної обмотки розподільного трансформатора мусить бути короткою. Тому від розподільного трансформатора дозволяється живлення тільки одного електроприймача з номінальним струмом плавкої вставки або розчеплювача автомата на первинній стороні не більше 15 А. Забороняється заземлення його вторинної обмотки. Корпус трансформатора залежно від режиму нейтралі джерела мусить бути заземлений або занулений. Заземлення корпусу електроприймача, приєднаного до розподільного трансформатора, не потрібно. Цей трансформатор використовують в електроустановках напругою до 1000 В, які експлуатуються в особливо небезпечних умовах, наприклад, на відкритих площадках.

Як розподільні трансформатори можуть бути використані знижувальні трансформатори з вторинною напругою 42 В і нижче, якщо вони задовольняють вимоги, які ставляться до розподільних трансформаторів.

Струмовідні частини кола, що живиться від розподільного трансформатора, мають бути без з'єднань із заземленими частинами й захисними провідниками інших кіл.

Провідники кіл, що живляться від розподільного трансформатора, рекомендується прокладати окремо від інших кіл. Якщо це неможливо, то для таких кіл необхідно використовувати кабелі без металевої оболонки, броні, екрана або ізольовані проводи, прокладені в ізоляційних трубах, коробах і каналах за умови, що номінальна напруга цих кабелів і проводів

відповідає найбільшій напрузі спільно прокладених кіл, а кожне коло захищене від надструмів [1,2].

## **7.5 Вирівнювання потенціалів**

Вирівнювання потенціалів здійснюється з метою усунення небезпеки ураження електричним струмом у випадку дотику людини до корпусу електроустановки або до інших конструктивних частин, які опинилися під напругою, якщо безпека не забезпечується захисним заземленням або зануленням.

Вирівнювання потенціалів як захисний засіб базується на зниженні різниці потенціалів між точками або елементами конструкції, до яких може доторкнутися людина.

Принцип дії цього способу захисту полягає:

- у зменшенні напруги дотику вирівнюванням потенціалів основи, на якій стоїть людина, і заземленого (зануленого) обладнання шляхом збільшення потенціалу основи в межах площі, з якої можливий дотик, до рівня, що близький до потенціалу обладнання;

- зменшенні напруги між заземленим (зануленим) обладнанням і будівельними або виробничими конструкціями в приміщеннях або зовнішніх установках за рахунок збільшення потенціалу останніх до рівня, що близький до потенціалу обладнання;

- зменшенні напруги кроку шляхом формування зони розтікання струму заземлювачів із більш пологою потенціальною кривою [1, 2].

## **7.6 Забезпечення недосяжності неізольованих струмовідних частин**

Основними заходами забезпечення недоступності струмовідних частин є застосування захисних огорож, закритих комутаційних апаратів (пакетних вимикачів, комплектних пускових пристроїв, дистанційних електромагнітних приладів керування споживачами електроенергії тощо), розміщення неізольованих струмовідних частин на недосяжній для ненавмисного доторкання до них інструментом висоті, різного

роду пристроями тощо, обмеження доступу сторонніх осіб в електротехнічні приміщення.

Розташування струмовідних частин на недосяжній висоті або в недоступному місці забезпечує безпеку без огорож та блокувань.

Висота підвішування проводів повітряних ліній електричної передачі залежить від напруги та місця проходження лінії.

При напрузі  $U_f < 1000$  В висота підвішування проводів повітряних ліній електропередач має бути не менше 6 м.

#### *Огородження струмовідних частин*

В електроустановках напругою до 1000 В застосування ізолюваних проводів забезпечує достатній захист від ураження при дотику до них. Однак ізолювані проводи, які перебувають під напругою понад 1000 В, не менш небезпечні ніж оголені. В цьому випадку одним із засобів забезпечення безпеки є стаціонарні огорожувальні пристрої. Огорожі струмовідних частин бувають суцільні та сітчасті:

- постійні або стаціонарні, які передбачають конструктивні особливості електричного обладнання;

- тимчасові, переносні.

Для напруг  $U < 1000$  В – огорожують тільки оголені струмовідні частини.

Для напруг  $U > 1000$  В – огорожують оголені і ізолювані струмовідні частини.

Сітчасті огорожі мають двері, які замикаються на замок.

Огорожі обладнують кришками або дверима, що замикаються на замок або блокуються.

**Блокування** – це автоматичний пристрій або комплекс автоматичних пристроїв, за допомогою яких запобігають неправильним або небезпечним діям людини. Призначення блокувань безпеки: унеможливити доступ до неізолюваних струмовідних частин без попереднього зняття з них напруги, запобігти помилковим оперативним та керуючим діям персоналу при експлуатації електроустановок, не допустити порушення рівня електробезпеки та вибухозахисту електрообладнання без попереднього відключення його від джерела живлення.

Основними видами блокувань безпеки є механічні, електричні і електромагнітні.

**Механічні блокування** безпеки виконуються, переважно, у вигляді механічних конструкцій (стопори, замки, пружинно-стержневі і гвинтові конструкції тощо), які не дають змоги знімати захисні огорожі електроустановок, відкривати комутаційні апарати без попереднього зняття з них напруги.

**Електричні блокування** забезпечують розрив мережі живлення спеціальними контактами, змонтованими на дверях огорож, розподільних щитів і шаф, кришках і дверцятах кожухів електрообладнання. При дистанційному управлінні електроустановкою ці контакти доцільно включати в мережу керування пускового апарата послідовно з органами пуску. В такому разі подача напруги на установку органами пуску буде неможливою до замикання контактів електричних блокувань.

До одного з варіантів електричних блокувань можна віднести поблокове виконання електричних апаратів, щитів і пультів керування з застосуванням закритих штепсельних роз'ємів. При видаленні такого блока із загального корпусу пульта (стійки) штепсельні роз'єми розмикаються і напруга з блока знімається автоматично.

**Електромагнітні блокування** безпеки вимикачів, роз'єднувачів, заземлювальних ножів використовуються на відкритих і закритих розподільних пристроях з метою забезпечення необхідної послідовності вмикання і вимикання обладнання. Вони виконуються, переважно, у вигляді стержневих електромагнітів. Стержень електромагніту при знеструмленні його обмотки під дією пружини заходить у гніздо корпусу органа управління електроустановки, що не дає змоги маніпулювати цим органом. При подачі напруги на обмотку електромагніту осердя останнього втягується в котушку електромагніту, що забезпечує розблокування органа керування електроустановкою і можливість необхідних маніпулювань цим органом [2].

## 8 ЗАХОДИ ЗАХИСТУ ПРИ АВАРІЙНОМУ РЕЖИМІ РОБОТИ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

### 8.1 Захисне заземлення. Принцип дії, конструкційні вимоги

Захисним заземленням називається навмисне електричне з'єднання із заземлювальним пристроєм металевих неструмовідних частин електроустановки, які у разі пошкодження (пробою) ізоляції можуть опинитися під напругою.

Заземлення застосовується в мережах з ізолюваною нейтраллю до 1000 В і в мережах з ізолюваною і глухозаземленою нейтраллю напругою понад 1000 В.

Заземлення влаштовують для обмеження до безпечної величини струму, що протікає через тіло людини внаслідок дотику до металевих неструмовідних частин електроустановки, які опинилися під напругою у разі пошкодження (пробою) ізоляції (рисунок 8.1).

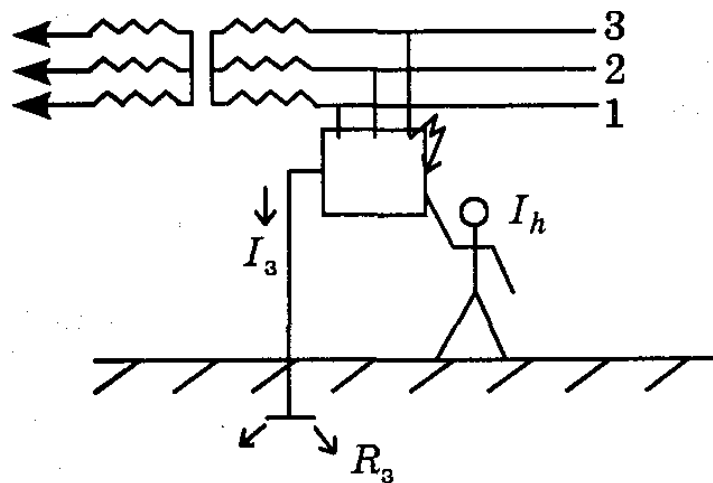


Рисунок 8.1 – Принцип дії захисного заземлення

Згідно з Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ) опір заземлювального пристрою не повинен перевищувати таких значень:

- для електроустановок напругою до 1000 В з ізолюваною нейтраллю –  $R_z \leq 4 \text{ Ом}$ ;
- у разі потужності установки менше 100 кВт –  $R_z \leq 10 \text{ Ом}$ ;

- для електроустановок напругою понад 1000 В з ізольованою нейтраллю –  $R_z = 250 / I_z \leq 10$  Ом;

- для електроустановок напругою понад 1000 В з ізольованою нейтраллю за умовою використання заземлювального пристрою одночасно для електроустановок до 1000 В  $R_z = 125 / I_z$ ;

- для електроустановок напругою понад 1000 В з глухозаземленою нейтраллю –  $R_z \leq 0,5$  Ом.

Для заземлення електроустановок у першу чергу мають використовуватися природні заземлювачі – металеві і залізобетонні конструкції будівель, споруд, що надійно з'єднані із землею, трубопроводи (крім газових і з горючими рідинами) та інші комунікації, які прокладені в землі.

Якщо вказаних конструкцій немає, то використовують штучні заземлювачі, які спеціально зроблені для заземлення. Для штучних заземлювачів використовується сталь без фарбування у вигляді труб, кутової сталі, прута, штаби (рисунок 8.2).

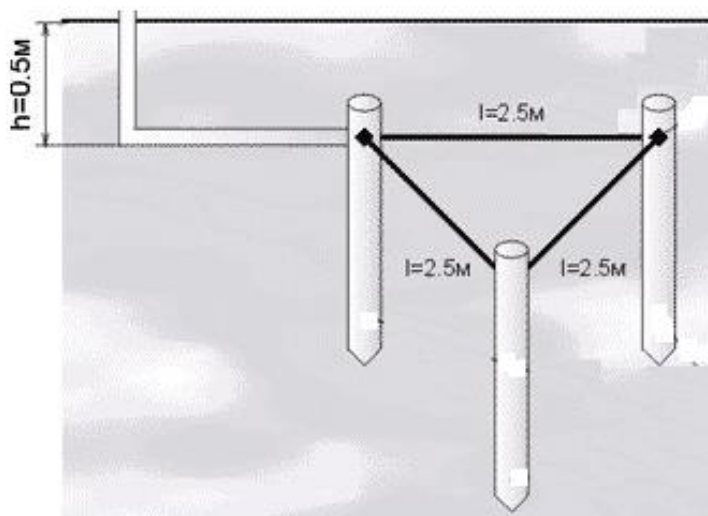


Рисунок 8.2 – Схема побудови штучного захисного заземлення

Заземлювальні провідники приєднують до магістралі заземлення зварюванням, а до корпусів електрообладнання – зварюванням чи надійним болтовим з'єднанням. Усі об'єкти, які підлягають заземленню, приєднуються до магістралі тільки окремим заземлювальним провідником. Заборонено послідовне з'єднання заземлювальних провідників з декількома об'єктами [1, 2, 3].



## 8.2 Захисне занулення. Принцип дії, конструкційні вимоги

Захисне занулення – це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним проводом металевих неструмовідних частин електроустановки, які у разі пошкодження ізоляції можуть опинитися під напругою.

Занулення застосовується в мережах з глухозаземленою нейтраллю напругою до 1000 В. Принцип дії занулення базується на перетворенні замикання на корпус в однофазне коротке замикання, при якому спрацьовує захист (плавка вставка запобіжника, автоматичні вимикачі) і електроустановка вимикається. Таким чином, занулення обмежує час, протягом якого людина, торкаючись корпусу обладнання, може підпасти під напругу (рисунок 8.3).

Час відключення в автоматичному режимі пошкодженої електролінії для фазної напруги мережі 380/220 В, відповідно до ПУЕ, не має перевищувати 0,4 с.

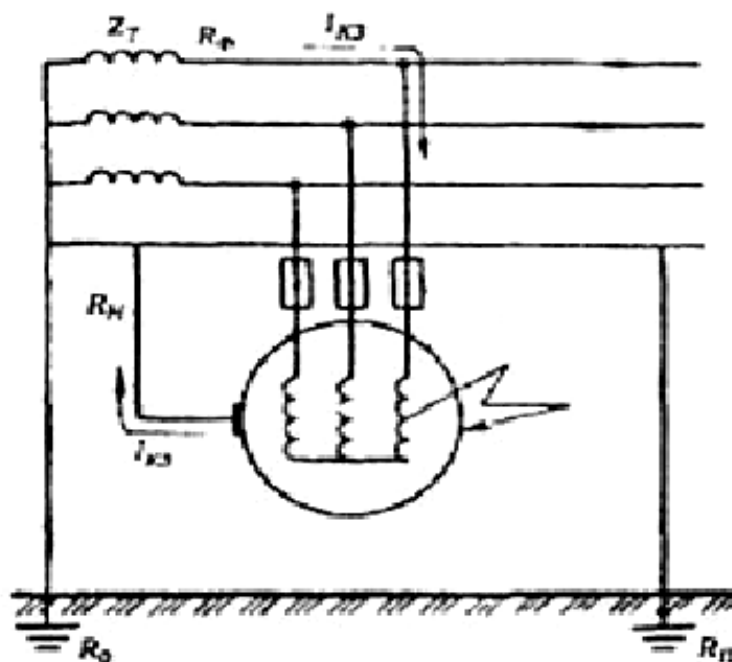


Рисунок 8.3 – Принцип дії захисного занулення

У найбільш несприятливих випадках (обрив нульового проводу) зменшити небезпеку можна влаштуванням повторного

заземлення нульового проводу. Повторне заземлення нульового проводу виконують на повітряних лініях через кожні 200 м, а також на вводах від повітряних ліній до електроустановок (перед вводом його до будівлі) [1, 2, 3].

### **8.3 Захисне вимикання. Принцип дії, конструкційні вимоги**

*Захисне вимикання* – це швидкодійний захист, який забезпечує автоматичне відключення електроустановки у випадку виникнення в ній небезпеки ураження людини струмом. Цей вид захисту спрацьовує за 0,1 – 0,05 с, а занулення за 0,2 с і більше.

При такому нетривалому проходженні струму через тіло людини безпечним є навіть струм 500 – 650 мА.

Захисне вимикання може застосовуватись як основний вид захисту або разом із заземленням і зануленням.

Захисне вимикання окремо чи сукупно з іншими засобами захисту виконує такі функції:

- захист при замиканні на землю або корпус обладнання;
- захист при появі небезпечних струмів витікання;
- захист при переході вищої напруги у бік нижчої;
- автоматичний контроль кола захисного заземлення і занулення.

*Пристрої, що реагують на потенціал корпусу*

Призначення пристроїв захисного вимикання даного типу – усунення небезпеки ураження людей струмом при виникненні на заземленому або зануленому корпусі підвищеного потенціалу. Звичайно ці пристрої є додатковим заходом захисту до заземлення або занулення.

Принцип дії – швидке відключення від мережі пошкодженого устаткування, якщо виниклий на його корпусі потенціал  $\varphi_K$  виявиться вищим за потенціал  $\varphi_{Kдон}$ , при якому напруга дотику до корпусу має найбільше довгостроково припустиме значення  $U_{T доп}$ .

*Пристрої, що реагують на струм замикання на землю*

Призначення – усунення небезпеки ураження струмом людей при дотику до заземленого корпусу в період замикання на нього фази.

Принцип дії – швидке відключення пошкодженого устаткування від мережі у випадку, якщо струм, який проходить через провідник, що заземлює корпус цього устаткування, перевищить деяку межу  $I_{з доп}$ , при якій напруга дотику має найбільше довгостроково припустиме значення  $U_{т доп}$ .

*Пристрої, що реагують на напругу нульової послідовності*

Призначення цих пристроїв захисного вимикання – усунення небезпеки ураження струмом, яка виникає при глухому замиканні однієї або двох фаз на землю, у тому числі при замиканні фази на заземлений корпус.

Ці схеми, як правило, не відключають мережі при замиканні фази на землю через великий опір, а отже, і при дотику людини до струмовідної частини.

Принцип дії – швидке відключення мережі від джерела живлення при виникненні напруги нульової послідовності, обумовленої несиметрією повних провідностей проводів мережі відносно землі вище деякої межі.

*Пристрої, що реагують на струм нульової послідовності*

Призначення пристроїв захисного вимикання цього типу – забезпечити безпеку людини у випадку дотику до заземленого (зануленого) корпусу при замиканні на нього фази або до струмовідної частини, що перебуває під напругою. Отже, цей пристрій може служити додатковим заходом захисту до захисного заземлення й занулення, а також як самостійний захист замість заземлення або занулення.

Принцип дії – швидке відключення ділянки мережі або споживача енергії, якщо струм нульової послідовності перевищує деяке значення, при якому напруга дотику до «пробитого» корпусу або струмовідної частини, яка перебуває під напругою, має найбільше довгостроково припустиме значення  $U_{т доп}$ .

*Пристрої, що реагують на оперативний струм*

Про зміни опорів ізоляції проводів мережі відносно землі й заземлення устаткування, які найчастіше обумовлюють безпеку експлуатації електроустановки, можна судити за значенням струму, що проходить через ці опори й отримується від стороннього джерела. У цьому випадку опори є вимірюваними величинами, а струм, що характеризує їх значення, –

вимірювальним струмом. Його прийнято називати також оперативним струмом.

Призначення. Пристрої захисного вимикання, що реагують на оперативний постійний струм, призначені для безперервного автоматичного контролю опору ізоляції мережі, а також для захисту людини, що торкнулася струмовідної частини, від ураження струмом. Отже, пристрої захисного вимикання цього типу можуть служити самостійним заходом захисту від ураження струмом при дотику до незаземленого корпусу в період замикання на нього фази або до струмовідної частини, що перебуває під напругою. Вони також можуть служити додатковим захистом до заземлення.

Принцип дії – швидке відключення мережі від джерела струму при зниженні опору її ізоляції відносно землі нижче деякої межі, при якій струм через людину, що торкнулася струмовідної частини (або напруга дотику), досягає найбільшого довгостроково припустимого значення [1, 2].

## **9 ВИМОГИ ДО СТАНУ ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ, ЇХ ПЕРЕВІРКА ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

### **9.1 Правила експлуатації електрозахисних заходів**

Електрозахисні засоби забезпечують ізоляцію людини від струмовідних або заземлених частин, а також від землі. Вони поділяються на основні та додаткові.

*Основні електрозахисні засоби* – це засоби, ізоляція яких довгочасно витримує робочу напругу електроустановок і які дозволяють торкатися струмовідних частин, що перебувають під напругою.

*Додаткові електрозахисні засоби* – засоби, які самостійно не забезпечують захисту від ураження струмом, але застосовуються разом з основними електрозахисними засобами для збільшення захисного ефекту.

У таблицях 9.1 і 9.2 подано перелік деяких основних і додаткових електрозахисних засобів залежно від величини напруги електроустановки.

Таблиця 9.1 – Основні електрозахисні засоби для роботи в електроустановках

До 1000 В включно	Понад 1000В
Ізолювальні штанги Ізолювальні кліщі Електровимірювальні кліщі Показчики напруги Діелектричні рукавички Інструмент з ізолювальним покриттям	Ізолювальні штанги всіх видів Ізолювальні кліщі Електровимірювальні кліщі Показчики напруги Пристрої для створення безпечних умов праці під час проведення випробувань і вимірювань в електроустановках (показчики напруги для фазування, показчики пошкодження кабелів та ін.)

Таблиця 9.2 – Додаткові електрозахисні засоби для роботи в електроустановках

До 1000 В включно	Понад 1000В
Діелектричне взуття Діелектричні килимки Ізолювальні підставки, накладки, ковпаки Сигналізатори напруги Захисні огорожі Переносні заземлення Плакати і знаки безпеки	Діелектричні рукавички, взуття, килимки Ізолювальні підставки, накладки, ковпаки Штанги для перенесення і вирівнювання потенціалу Сигналізатори напруги Захисні огорожі Переносні заземлення Плакати і знаки безпеки

**Ізолювальні оперативні штанги** призначені для виконання оперативних вмикань (вимикань) роз'єднувачів, відокремлювачів, вимикачів в електроустановках напругою понад 1000 В з ручним приводом, установлення деталей розрядників тощо. Універсальні ізолювальні оперативні штанги зі змінними головками (робочими частинами) призначені для виконання різних операцій в електроустановках (наприклад для заміни запобіжників). Штанги переносних заземлень призначені для встановлення на струмовідних частинах електроустановок переносних заземлень.

Ізолювальна штанга складається з трьох основних частин: робочої, ізолювальної і рукоятки, які у свою чергу теж можуть складатись з кількох частин, з обов'язковим використанням для їх з'єднання деталей, що виготовлені з ізоляційного матеріалу або металу. Дозволяється застосовувати штанги телескопічної конструкції.

Конструкція робочої частини штанги визначається її призначенням і, як правило, являє собою укріплений на ізолювальній частині наконечник, форма якого залежить від призначення штанги. В оперативних штангах наконечники обов'язково мають на кінці стовщення або вигін гака. У вимірювальних штангах вимірювальний прилад належить до робочої частини штанги. Робоча частина має забезпечувати надійне кріплення змінних пристроїв.

Ізолювальною частиною штанги є ділянка від робочої частини до рукоятки. Рукоятка штанги виготовляється з ізолювальною частиною як одне ціле або може бути окремою частиною. З боку рукоятки ізолювальна частина має обмежувальне кільце з електроізоляційного матеріалу. Зовнішній діаметр обмежувального кільця має перевищувати зовнішній діаметр рукоятки не менше ніж на 10 мм.

**Перед початком виконання робіт** із застосуванням штанги необхідно впевнитись у надійності нарізного з'єднання робочої та ізолювальної частин штанги одноразовим її загвинчуванням і розгвинчуванням. Штанги під час застосування не заземлюють – крім випадків, коли принцип будови і конструктивне виконання або умови роботи таких штанг потребують їхнього заземлення.

Під час роботи з оперативними штангами застосовуються діелектричні рукавички. Доторкатися до ізолювальної частини за обмежувальним кільцем забороняється. У випадках пошкодження лакового покриття штанги або інших несправностей, робота припиняється, а штанга здається в ремонт або на випробування.

**Ізолювальні кліщі** використовуються в: електроустановках напругою до 10 кВ – для заміни запобіжників; електроустановках напругою до 35 кВ – для знімання огорож, накладок та для виконання інших подібних робіт.

Замість ізолювальних кліщів, у разі потреби, допускається застосування ізолювальних штанг з універсальною головою.

Ізолювальні кліщі складаються з робочої (губки кліщів) та ізолювальної частини й рукоятки (рукояток) й виготовляються з електроізоляційного матеріалу. Усі частини мають бути надійно й жорстко закріплені. Для з'єднання ізолювальних частин допускається застосування металу. Ізолювальна частина відокремлюється від рукоятки обмежувальним упором (кільцем). Губки кліщів для виконання операцій із запобіжниками повинні мати таку поверхню, яка дає змогу надійно та щільно затискати трубчатий патрон запобіжника. Операції у колах напруги з ізолювальними кліщами виконуються у діелектричних рукавичках і захисних окулярах.

Роботу з кліщами виконують стоячи на міцній ізолювальній основі. Робота з приставних драбин, підставок тощо забороняється. Вага кліщів має давати змогу вільно працювати одній людині.

**Показчики напруги** застосовуються в ЕУ до й понад 1000 В для визначення наявності або відсутності напруги. Бувають контактного та безконтактного типів.

В електроустановках напругою до 1000 В для перевірки наявності або відсутності напруги застосовуються показчики напруги двох типів:

-**двополюсні**, що працюють за умови протікання активного струму. Вони оснащені автоматичним захистом від пошкодження випробувальною напругою;

-**однополюсні**, що працюють за умови протікання ємнісного струму.

Застосування контрольних ламп для перевірки наявності (відсутності) напруги забороняється.

Двополюсні показчики напруги застосовуються в електроустановках змінного або постійного струму, а однополюсні – в електроустановках змінного струму. Спрацьовування показчиків напруги має відбуватися за напруги не менше 45 В і не більше 90 В (режим — наявність напруги). Двополюсні показчики напруги мають два корпуси (полюси), що містять елементи електричної схеми, полюси якої мають

з'єднуватись між собою гнучким провідником завдовжки не менше 1 м.

Однополюсні покажчики напруги розміщуються в одному корпусі і призначені переважно для перевірки кіл вторинної комутації, виявлення фазного проводу в патронах, вимикачах тощо. Під час роботи з ними треба звертати увагу на те, що сигнальна лампа покажчика може горіти від наведеної напруги.

В електроустановках напругою понад 1000 В використовуються покажчики напруги, що мають три частини: робочу, ізолювану і рукоятку. Робоча частина таких покажчиків напруги містить елементи електричної схеми, які забезпечують показання режиму — напруга наявна. Ізолювана частина розміщується між робочою частиною та рукояткою і може складатись з кількох частин, з'єднаних між собою.

Принцип дії контактних покажчиків напруги ґрунтується на фіксації ємнісного струму через електричну схему покажчика. Під час користування покажчиком напруги його наближають до струмовідних частин електроустановки на відстань, необхідну для горіння лампи. Доторкатися покажчиком до струмовідних частин дозволяється тільки у тих випадках, коли лампа покажчика не горить. Покажчик напруги повинен мати ефективний відбивальний і затінювальний пристрої — для забезпечення найкращого сприймання світлової індикації у разі яскравого зовнішнього освітлення.

Кожного разу перед застосуванням покажчика його оглядають, після чого перевіряється його дія (здатність подавати світловий сигнал).

Під час роботи з покажчиками напруги треба застосовувати діелектричні рукавички. Доторкатися до ізолювальної частини за обмежувальним кільцем забороняється.

**Електровимірювальні кліщі** застосовуються в електричних установках напругою до 10 кВ для вимірювання струму, напруги й потужності без порушення цілісності цих кіл. Принцип дії їх полягає в тому, що струм вимірюють приладом, увімкненим у вторинну обмотку трансформатора струму, а первинною обмоткою є шина або провід із струмом, що підлягає вимірюванню. Електровимірювальні кліщі для виконання робіт в електроустановках напругою від 1 кВ до 10 кВ включно мають:



робочу частину (складається з роз'ємного магнітопроводу, обмотки і знімного або вмонтованого вимірювального приладу); ізолювану частину; рукоятку.

Корпус електровимірювальних кліщів, що використовуються в електроустановках напругою до 1000 В, може бути одночасно ізолювальною частиною з упором та рукояткою. Корпус вимірювального приладу, ізолювальна частина з упором і рукоятка таких кліщів виготовляються з електроізоляційного матеріалу. Ізолювальна частина кліщів має бути завдовжки не менше 380 мм, а рукоятка – не менше 130 мм. Усі частини кліщів мають бути надійно з'єднані між собою.

Під час використання електровимірювальних кліщів у колах електроустановок напругою понад 1000 В застосовувати виносні прилади, а також перемикачі діапазони вимірювання, не знімаючи кліщів із струмовідних частин, забороняється.

**Діелектричні рукавички** застосовуються в електроустановках напругою до 1000 В включно як основний, а в електроустановках напругою понад 1000 В як додатковий електрозахисний засіб для захисту від ураження електричним струмом у разі доторкання руками до частин електроустановок, що перебувають під напругою. Рукавички, призначені для інших (хімічні, медичні тощо) робіт, застосовувати в електроустановках забороняється.

Довжина діелектричних рукавичок повинна бути не менше 350 мм, а їх розмір має давати змогу надягати під них вовняні або бавовняні рукавички – для захисту рук від холоду. Ширина діелектричних рукавичок по нижньому краю має дозволяти натягувати їх на рукава верхнього одягу. Під час виконання робіт у рукавичках підкручувати їх краї забороняється. Рукавички, які є в експлуатації, періодично дезінфікуються содовим або мильним розчином. Перед кожним використанням рукавичок перевіряється їх герметичність шляхом наповнення повітрям.

**Спеціальне діелектричне взуття** застосовується під час виконання робіт у закритих, а у разі відсутності опадів – у відкритих електроустановках як додатковий електрозахисний засіб. До застосування в електроустановках допускається тільки діелектричне взуття, виготовлене згідно з вимогами державних стандартів.

За захисними властивостями діелектричне взуття може мати таке маркування:

Ен – гумові клеєні калоші, чоботи гумові та чоботи з полівінілхлориду – для захисту в електроустановках напругою до 1000 В; Ев – гумові клеєні формові боти та гумові формові калоші – для захисту в електроустановках напругою понад 1000 В.

Спеціальне діелектричне взуття відрізняється від звичайного світлим кольором та відсутністю лакового покриття.

**Гумові діелектричні килимки та ізолювальні підставки** застосовуються у електроустановках як додатковий електрозахисний засіб. Гумові діелектричні килимки використовуються в закритих електроустановках усіх класів напруги, крім електроустановок, розміщених у сирих приміщеннях, а також таких, що підлягають впливу забруднення. У відкритих електроустановках діелектричні килимки дозволяється використовувати тільки в суху погоду.

У сирих та забруднених приміщеннях використовуються ізолювальні підставки.

**Слюсарно-монтажний інструмент з ізолювальними рукоятками** застосовується для виконання робіт в електроустановках напругою до 1000 В як основний електрозахисний засіб. Він включає: гайкові, ріжкові і розвідні ключі, плоскогубці, пасатижі, бокові й торцеві кусачки, викрутки, монтерські нескладні ножі тощо.

Ізолювальні рукоятки інструменту виготовляються у вигляді діелектричних чохлів, що надягаються на ручки інструменту, або незнімного одно-двошарового покриття з матеріалу, який наносять способом лиття під тиском, занурюванням тощо. Ізоляція інструменту має бути вологостійкою, мастилобензостійкою, некрихкою та неслизькою. З'єднання ізоляції з інструментом має бути міцним, а також таким, що унеможливило б переміщення й провертання ізоляції та інструменту під час виконання робіт.

Під час виконання робіт з цим інструментом на струмовідних частинах, які перебувають під напругою, представники особового складу повинні мати на ногах діелектричне взуття або стояти на ізолювальній основі, крім того, бути в головному уборі та з відпущеними й застібнутими рукавами. Діелектричні рукавички у цьому разі не потрібні.

**Переносні заземлення** застосовуються в електроустановках під час виконання робіт на вимкнених струмовідних частинах для захисту особового складу від помилково поданої напруги. Вони складаються: із провідників (для заземлення і закорочування між собою струмовідних частин усіх фаз електроустановок), затискачів (для закріплення заземлювальних провідників на струмовідних частинах), наконечників або струбцин (для приєднання до заземлювальних провідників або до конструкцій).

Дозволяється застосовувати окремі переносні заземлення для кожної фази.

Провідники для заземлення і закорочування виготовляються з оголених гнучких мідних жил і мають поперечний переріз, що задовольняє вимоги термічної стійкості у разі трьохфазних КЗ, але не менше:  $16 \text{ мм}^2$  – в електроустановках напругою до 1000 В;  $25 \text{ мм}^2$  – в електроустановках напругою понад 1000 В [2, 5].

## **9.2 Контроль стану та випробування електрозахисних засобів**

Під час експлуатації засоби захисту підлягають таким обов'язковим випробуванням, як:

- експлуатаційні;
- періодичні;
- позачергові – після ремонту, замінування будь-яких деталей, за наявності ознак несправності.

Позачергові випробування засобів захисту проводяться за нормами експлуатаційних випробувань.

На підприємствах-виробниках засобів захисту мають проводитись приймально-здавальні, періодичні та типові механічні та електричні випробування засобів захисту, результати яких оформлюються згідно з вимогами Правил експлуатації електрозахисних засобів.

Під час проведення випробувань засобів захисту треба перевіряти їхні механічні та електричні характеристики.

Механічні випробування засобів захисту проводяться перед електричними.

Засоби захисту, крім ізолювальних підставок, діелектричних килимків, переносних заземлень, захисних огорож, плакатів і

знаків безпеки, випробуються згідно з нормами експлуатаційних випробувань. Позачергові випробування засобів захисту проводяться у разі наявності ознак несправності, після ремонту або заміни їх складових частин. Норми й терміни електричних експлуатаційних випробувань засобів захисту наведені в таблиці Б.1 [5].

## **10 НОРМАТИВНІ ДОКУМЕНТИ З ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК**

### **10.1 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів**

«Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» НПАОП 40.1-1.21-98 – міжгалузевий нормативно-правовий акт, що визначає вимоги до безпечної експлуатації електроустановок, дія його поширюється на електроустановки напругою до 220 кВт.

Керівник підприємства зобов'язаний забезпечити утримання, експлуатацію і обслуговування електроустановок відповідно до вимог чинних нормативних документів.

Для цього він повинен:

- призначити відповідального за справний стан і безпечну експлуатацію електрогосподарства з-поміж інженерно-технічних працівників, які мають електротехнічну підготовку і пройшли перевірку знань у встановленому порядку (далі – особа, відповідальна за електрогосподарство);

- забезпечити достатню кількість електротехнічних працівників;

- затвердити Положення про енергетичну службу підприємства, а також посадові інструкції і інструкції з охорони праці;

- встановити такий порядок, щоб працівники, на яких покладено обов'язки з обслуговування електроустановок, вели ретельні спостереження за дорученим їм обладнанням і

мережами – оглядом, перевіркою дії, випробуванням і вимірюванням;

- забезпечити перевірку знань працівників у встановлені терміни згідно з вимогами НПАОП 40.1-1.21-98;

- забезпечити проведення протиаварійних, приймально-здавальних і профілактичних випробувань та вимірювань електроустановок згідно з правилами і нормами;

- забезпечити проведення технічного огляду електроустановок.

Фахівці служб охорони праці зобов'язані контролювати безпечну експлуатацію електроустановок і мати групу IV з електробезпеки.

Забороняється покладати на енергослужбу обов'язки, що не входять до її професійної компетенції.

**Оперативне обслуговування** електроустановок може здійснюватися як місцевими оперативними чи оперативно-ремонтними працівниками, за якими закріплена ця електроустановка, так і виїзними, за якими закріплена група електроустановок.

Вид оперативного обслуговування, кількість оперативних працівників у зміну чи на електроустановці визначаються особою, відповідальною за електрогосподарство, за узгодженням з керівництвом підприємства (організації) і зазначаються в місцевих інструкціях.

До оперативного обслуговування електроустановок допускаються працівники, які знають оперативні схеми, посадові та експлуатаційні інструкції, інструкції з охорони праці, особливості обладнання і пройшли навчання, дублювання та перевірку знань.

Оперативні працівники, які обслуговують електроустановки одноосібно і ті старші у зміні чи бригаді оперативні працівники, за якими закріплені електроустановки, повинні мати групу з електробезпеки IV в електроустановках напругою понад 1000 В і III – в електроустановках напругою до 1000 В.

Оперативні працівники мають працювати за графіком, затвердженим особою, відповідальною за електрогосподарство підприємства чи структурного підрозділу.

Оперативні працівники, які заступають на чергування, мають прийняти зміну від попереднього чергового, здати зміну наступному черговому відповідно до графіка.

Припинення чергування без здачі зміни забороняється. У виняткових випадках залишення робочого місця є припустимим з дозволу оперативного працівника вищої посади.

Під час приймання зміни оперативний працівник зобов'язаний:

- ознайомитися зі схемою і станом та режимом роботи устаткування на своїй ділянці особистим оглядом в обсязі, встановленому інструкцією;

- одержати від чергового, який здає зміну, інформацію про стан устаткування, за яким необхідно вести ретельний нагляд для запобігання аваріям та неполадкам, а також про стан устаткування, що перебуває в ремонті або резерві;

- перевірити і прийняти інструмент, матеріали, ключі від приміщень, засоби захисту, оперативну документацію та інструкції;

- ознайомитися з усіма записами та розпорядженнями за час, що минув з його останнього чергування;

- оформити приймання зміни записом у журналі, відомості, а також в оперативній схемі власним підписом та підписом працівника, який її здає;

- доповісти старшому зміни про початок чергування та про неполадки, виявлені під час прийняття зміни.

Прийняття і здача зміни безпосередньо під час ліквідації аварії, виконання перемикачів чи операцій з вмикання та вимикання обладнання забороняється.

Під час тривалої ліквідації аварії здача зміни здійснюється з дозволу особи, відповідальної за електрогосподарство.

Забороняється прийняття і здача зміни у випадках, коли на ділянці, яка обслуговується, робочі місця не прибрані, устаткування забруднене.

Прийняття зміни, коли устаткування несправне чи є відхилення від нормального режиму його роботи, допускається тільки з дозволу особи, відповідальної за електрогосподарство підприємства, або оперативного працівника вищого рівня, про що робиться запис в оперативному журналі.

Оперативні працівники під час свого чергування є відповідальними за правильне обслуговування та безаварійну роботу всього устаткування на закріпленій за ними ділянці.

Старший у зміні оперативний працівник або одноособово, або спільно з адміністрацією підприємства (цеху, ділянки) має виконувати обґрунтовані вимоги працівників енергопостачальної організації.

Старший у зміні оперативний працівник зобов'язаний негайно повідомити диспетчера енергопостачальної організації про аварії, які спричинили відключення однієї або кількох ліній електропередачі, що живлять підприємство.

Список працівників, які мають право проведення оперативних переговорів з енергопостачальною організацією, визначається особою, відповідальною за електрогосподарство, затверджується керівником, погоджується з Держпраці і передається у відповідну оперативну службу енергопостачальної організації.

В разі порушення режиму роботи, пошкодження чи аварії електроустаткування оперативний працівник зобов'язаний негайно вжити заходів з відновлення схеми для нормального режиму роботи і повідомити про те, що сталося, безпосередньо старшому у зміні працівнику або особі, відповідальній за електрогосподарство.

У випадку неправильних дій оперативних працівників під час ліквідації аварії старший у зміні оперативний працівник зобов'язаний прийняти на себе керівництво і відповідальність за подальший перебіг ліквідації аварії.

Оперативні працівники повинні проводити обходи та огляди устаткування і виробничих приміщень на закріпленій за ними ділянці.

Огляд електроустановок може виконуватись одноосібно:

- адміністративно-технічним працівником з групою V в електроустановках понад 1000 В і з групою IV – в електроустановках до 1000 В;

- оперативним працівником, який обслуговує цю електроустановку.

Огляд електроустановок неелектротехнічними працівниками та екскурсії, за наявності дозволу керівництва

підприємства, можуть провадитись під наглядом працівника з групою IV, який має право одноосібного огляду.

Огляд має провадитись згідно з вимогами цих Правил.

Список адміністративно-технічних працівників, яким дозволяється одноосібний огляд, встановлюється особою, відповідальною за електрогосподарство і затверджується керівником підприємства.

Під час огляду в електроустановках понад 1000 В забороняється відкривати двері приміщень, комірок, що не обладнані сітчастими огорожами або бар'єрами. Перелік таких приміщень і комірок затверджується особою, відповідальною за електрогосподарство.

В електроустановках понад 1000 В, в яких вхід до приміщень, комірок обладнаний сітчастими огорожами або бар'єрами, під час огляду забороняється відкривати двері сітчастих огорож і проникати за огорожі чи бар'єри.

Забороняється під час огляду електроустановок виконувати будь-яку роботу.

Огляди, виявлення і ліквідація несправностей в електроустановках без місцевих чергових працівників виконуються централізовано виїзними працівниками, що здійснюють нагляд і роботи на об'єкті (чи групі об'єктів). Періодичність цих робіт встановлюється особою, відповідальною за електрогосподарство, залежно від місцевих умов. Результати оглядів фіксуються в оперативному журналі.

Працівники, які не обслуговують дану електроустановку, допускаються до огляду з дозволу особи, відповідальної за електрогосподарство підприємства, цеху, дільниці.

Двері приміщень електроустановок (щитів, збірок тощо) мають бути постійно замкнені.

Для кожного приміщення має бути не менше двох комплектів ключів, один з яких є запасним. Ключі від приміщень РУ не повинні пасувати до дверей комірок і камер.

Ключі мають бути пронумеровані і зберігатися в оперативних або в адміністративно-технічних працівників. В електроустановках без місцевих оперативних працівників ключі мають зберігатися на пункті керування в оперативного



працівника, який є старшим по зміні. Ключі слід видавати під розписку:

- під час огляду працівникам, яким дозволено одноосібний огляд, та оперативно-ремонтним працівникам, у тому числі й тим, що не перебувають на зміні, під час виконання ними робіт в електроустановках за нарядом чи розпорядженням;

- на час виконання робіт за нарядом чи за розпорядженням – керівнику робіт, допускатчеві або наглядачеві.

Ключі підлягають поверненню щоденно після закінчення роботи.

Під час виконання робіт в електроустановках без місцевих оперативних працівників ключі підлягають поверненню не пізніше наступного дня після повного закінчення робіт.

Особисті ключі для входу в приміщення дозволяється мати тільки оперативним працівникам, які приймають і здають зміну по телефону.

У приміщеннях електроустановок забороняється зберігання матеріалів та інструментів, що не належать до даної електроустановки.

#### *Виконання робіт*

Роботи в електроустановках щодо заходів безпеки поділяються на три категорії:

- зі зняттям напруги;
- без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них;
- без зняття напруги віддалік від струмовідних частин, що перебувають під напругою.

У випадку одночасної роботи в електроустановках напругою до та понад 1000 В категорії робіт визначаються як для установок понад 1000 В.

До робіт, які виконуються зі зняттям напруги, належать роботи, що проводяться в електроустановці (або її частині), в якій зі струмовідних частин знято напругу і доступ в електроустановки (або їх частини), що перебувають під напругою, унеможливлено.

До робіт, які виконуються без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них, належать роботи, що проводяться безпосередньо на цих частинах.

В електроустановках напругою понад 1000 В, а також на ПЛ напругою до 1000 В до цих самих робіт належать роботи, які виконуються на відстанях від струмовідних частин, менших від вказаних в таблиці 10.1 [3].

Таблиця 10.1 – Припустимі відстані до струмовідних частин, що перебувають під напругою

Напруга, кВ	Відстань від людини у будь-якому можливому її положенні та інструментів і пристроїв, що використовуються нею, від тимчасових огорож, м, не менше	Відстань від механізмів та вантажопідіймальних машин у робочому та транспортному положеннях від стропів, вантажозахватних пристроїв та вантажів, м, не менше
До 1: на ПЛ, в решті електро- установок	0,6	1,0
	не нормується (без дотику)	1,0
	6-35	1,0
110	1,0	1,5
150	1,5	2,0
220	2,0	2,5

У процесі визначення допустимих відстаней в електроустановках інших напруг фактичні напруги слід відносити до наступних більших значень напруг, вказаних у наведеній таблиці.

Роботи без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них слід виконувати не менше як двом працівникам, з яких керівник робіт повинен мати групу IV, інші – групу III.

Роботою без зняття напруги віддалік від струмовідних частин, що перебувають під напругою, вважається робота, під час якої є неможливим випадкове наближення працівників і ремонтного оснащення та інструменту, що застосовуються ними, до струмовідних частин на відстань, меншу від зазначеної в

таблиці 10.1, проведення технічних або організаційних заходів для запобігання такому наближенню не потрібно.

В електроустановках напругою понад 1000 В роботи без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них слід виконувати із застосуванням засобів захисту для ізоляції працівника від струмовідних частин або від землі. У випадку ізоляції працівника від землі роботи слід виконувати згідно зі спеціальними інструкціями або технологічними картами, в яких передбачено необхідні заходи безпеки.

Під час роботи в електроустановках напругою до 1000 В без зняття напруги на струмовідних частинах чи поблизу від них необхідно:

- обгородити розташовані поблизу робочого місця інші струмовідні частини, що перебувають під напругою, і до яких можливий випадковий дотик;

- працювати в діелектричному взутті чи стоячи на ізолювальній підставці або на діелектричному килимку;

- застосовувати інструмент з ізолювальними руків'ями (у викруток, крім того, має бути ізолюваний стержень); за відсутності такого інструменту слід користуватися діелектричними рукавичками.

Під час виконання робіт без зняття напруги на струмовідних частинах за допомогою ізолювальних засобів захисту необхідно:

- тримати ізолювальні частини засобів захисту за руків'я до обмежувального кільця;

- розміщувати ізолювальні частини засобів захисту так, щоб не виникла небезпека перекриття по поверхні ізоляції між струмовідними частинами двох фаз чи замикання на землю;

- користуватися тільки сухими і чистими ізолювальними частинами засобів захисту з непошкодженим лаковим покриттям.

У разі виявлення порушень лакового покриття чи інших несправностей ізолювальних частин засобів захисту користування ними забороняється.

У процесі роботи із застосуванням електрозахисних засобів (ізолювальні штанги та кліщі, електровимірювальні кліщі, покажчики напруги) допускається наближення працівника до струмовідних частин на відстань, яка визначається довжиною ізолювальної частини цих засобів.

Без застосування електрозахисних засобів забороняється торкатися ізоляторів електроустановки, що перебуває під напругою.

В електроустановках забороняється працювати у зігнутому стані, якщо в разі випрямлення відстань до струмовідних частин буде меншою від вказаної в таблиці 10.1.

В процесі виконання робіт біля необгороджених струмовідних частин забороняється розташовуватися таким чином, щоб ці частини були позаду чи з двох боків.

Заносити довгі предмети (труби, драбини тощо) та працювати з ними в РУ, в яких унеможливлено випадковий дотик до частин, що перебувають під напругою, потрібно вдвох під постійним наглядом керівника робіт.

Риштування та драбини, що застосовуються для ремонтних робіт, мають бути виготовлені за ГОСТ, ДСТУ чи ТУ на них. Опорна частина драбин, що встановлюються на гладких поверхнях, має бути оббита гумою, а на опорних частинах драбин, що встановлюються на землі, мають бути гострі металеві наконечники. Драбини мають верхнім кінцем надійно спиратися на міцну опору. У разі потреби обіперти драбину на провід, вона має бути обладнана гачками у верхній частині. Зв'язані драбини застосовувати забороняється.

У разі встановлення приставних драбин на підкранових балках, елементах металевих конструкцій тощо необхідно надійно закріпити верхівку і низ драбини на конструкціях.

У процесі обслуговування та ремонту електроустановок застосування металевих драбин забороняється.

Роботу із застосуванням драбин виконують два працівники, один з яких перебуває знизу.

Роботи на ПЛ у зоні наведеної напруги, пов'язані з доторканням до проводу (троса), спущеного з опори аж до землі, мають виконуватися із застосуванням електрозахисних засобів (рукавички, штанги) чи з металевого майданчика, з'єданого для вирівнювання потенціалу провідником з цим проводом (тросом). Допускається виконання робіт із землі без застосування електрозахисних засобів та металевого майданчика за умови накладення заземлення на провід (трос) безпосередньо поблизу кожного місця дотику, але не далі ніж за 3 м від місця роботи.

Під час наближення грози слід припинити всі роботи на ПЛ, ПЛЗ і у ВРУ, а в ЗРУ – роботи на вводах і комутаційній апаратурі, безпосередньо з'єднаній з повітряними лініями.

Під час снігопаду, дощу, туману забороняються роботи, які вимагають застосування захисних ізолювальних засобів.

У разі виявлення замикання на землю в електроустановках від 6 до 35 кВ забороняється наближатися на відстань, меншу ніж 4 м у закритих і меншу ніж 8 м – у відкритих РУ і на ПЛ.

Працівникам слід пам'ятати, що після зникнення напруги з електроустановки вона може бути подана знову без попередження.

Встановлення і зняття запобіжників, як правило, проводиться за знятої напруги.

Під напругою, але без навантаження допускається знімати та встановлювати запобіжники на приєднаннях, в схемі яких відсутні комутаційні апарати, що дозволяють зняти напругу.

Під напругою і під навантаженням в освітлювальних мережах і у вторинних колах допускається знімати і встановлювати запобіжники трансформаторів напруги, запобіжники пробкового типу.

Під час зняття і встановлення запобіжників під напругою необхідно користуватися:

- в електроустановках напругою понад 1000 В – ізолювальними кліщами (штангою), діелектричними рукавичками та захисними окулярами (маскою);

- в електроустановках до 1000 В – ізолювальними кліщами чи діелектричними рукавичками, а в разі наявності відкритих плавких вставок – також і захисними окулярами (маскою).

Вимикати і вмикати роз'єднувачі та вимикачі напругою понад 1000 В з ручним приводом слід в діелектричних рукавичках.

У темний час доби ділянки робіт, робочі місця і підходи до них мають освітлюватися. Освітленість має бути рівномірною, без засліплювальної дії на працівників освітлювальних пристроїв. Забороняється виконання робіт у неосвітлених місцях [3].

## 10.2 Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів

«Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів» – міжгалузевий нормативно-правовий документ, що встановлює основні організаційні й технічні вимоги до експлуатації електроустановок та електрообладнання споживачів і направлений на забезпечення надійної, безпечної та раціональної експлуатації електроустановок.

Правила поширюються на діючі електроустановки на напругу до 150 кВ включно, які належать суб'єктам господарювання-споживачам електроенергії незалежно від форм власності та відомчої належності, що використовують електричну енергію для забезпечення власних потреб на підставі договору, а також населення, яке на правах власності має електроустановки на напругу понад 1 кВ.

Правила поширюються також на населення, яке є власниками електроустановок на напругу до 1 кВ, у частині вимірювання опору ізоляції електропроводки [4].

### *Обов'язки працівників*

Обслуговування діючих електроустановок, проведення в них оперативних перемикань, організацію та виконання ремонтних, монтажних чи налагоджувальних робіт і випробувань мають здійснювати спеціально підготовлені та атестовані електротехнічні працівники.

У споживачів, як правило, має бути створена електротехнічна служба (відділ, група), укомплектована необхідною кількістю електротехнічного персоналу, залежно від класу напруги живлення, складності та обсягу обслуговуваних електроустановок.

У разі відсутності атестованого обслуговуючого персоналу допускається визначити спеціалізовану організацію, відповідальну за технічну експлуатацію та обслуговування електроустановок споживача. Ця організація повинна мати відповідний дозвіл на проведення робіт в електроустановках. У цьому разі відповідальність за технічно грамотну та безпечну експлуатацію електрогосподарства споживача має визначатись договором, укладеним між споживачем і цією організацією.

За відсутності такого обслуговування експлуатація електроустановок забороняється.

Для безпосереднього виконання функцій щодо організації експлуатації електроустановок керівник (роботодавець) повинен призначити особу, відповідальну за електрогосподарство споживача (далі – особа, відповідальна за електрогосподарство), та особу, яка буде її замінювати у разі відсутності.

Особу, відповідальну за електрогосподарство, та особу, яка буде її замінювати, призначають з-поміж спеціалістів, кваліфікація яких відповідає вимогам Правил та які пройшли навчання з питань технічної експлуатації електроустановок, правил пожежної безпеки та охорони праці.

Після успішної перевірки знань з питань технічної експлуатації електроустановок, правил пожежної безпеки та охорони праці і присвоєння цим особам IV групи з електробезпеки для обслуговування електроустановок напругою до 1000 В та V групи з електробезпеки для обслуговування електроустановок напругою понад 1000 В ці особи наказом споживача допускаються до виконання своїх обов'язків.

За наявності у споживача посади головного енергетика обов'язки особи, відповідальної за електрогосподарство, як правило, покладаються на нього.

Допускається виконання обов'язків особи, відповідальної за електрогосподарство, та/або її заступника, за сумісництвом.

Споживачі, у яких електрогосподарство включає тільки вводно-розподільний пристрій, освітлювальні установки, прилади побутового призначення напругою до 220 В, особу, відповідальну за електрогосподарство, можуть не призначати.

Відповідальність за технічно грамотне та безпечне користування електроустановкою за письмовою згодою територіального підрозділу Держенергонагляду покладається на керівника споживача. Ця особа повинна пройти навчання за 8-годинною програмою. Надалі вона проходить інструктаж в енергопостачальній організації з питань технічної та безпечної експлуатації електроустановок в обсязі знань, що відповідає II групі з електробезпеки, про що робиться запис у журналі інструктажу споживачів і в договорі про користування електроенергією.

За умови відсутності змін в умовах виробництва та складі електрообладнання періодичність проведення інструктажів встановлюється один раз на два роки.

Якщо під час здійснення енергетичного нагляду будуть виявлені порушення умов експлуатації та умов електроспоживання, то постачання електроенергії має бути припинене або обмежене в установленому порядку до призначення на цьому об'єкті особи, відповідальної за електрогосподарство, або електроустановку необхідно передати на обслуговування спеціалізованій організації.

Експлуатація електроустановок з напругою понад 1000 В, власниками яких є населення, дозволяється у разі, якщо споживач має V групу з електробезпеки або оформив договір про надання послуг щодо обслуговування електроустановок зі спеціалізованою організацією або з фізичною особою.

Особа, відповідальна за електрогосподарство (спеціалізована організація), має забезпечити розроблення і проведення організаційних і технічних заходів, що включають:

1) удосконалення мережі електропостачання споживача з виділенням на резервні зовнішні живильні лінії навантажень струмоприймачів екологічної та аварійної броні;

2) розроблення комплексу заходів, спрямованих на запобігання травматизму, зниженню рівня промислової безпеки, загибелі тварин, пошкодженню обладнання, можливим негативним екологічним та іншим наслідкам у разі припинення або обмеження електропостачання, здійсненого у встановленому порядку;

3) розслідування технологічних порушень у роботі електроустановок та оперативне повідомлення про них територіальному підрозділу Держенергонагляду;

4) розроблення та дотримання норм витрати палива, електричної енергії, їх своєчасний перегляд під час удосконалення технології виробництва та впровадження нової техніки;

5) проведення діагностування технічного стану електроустановок;

6) проведення вимірів споживання електричної енергії та потужності в установленій електропередавальною організацією



характерний режимний день літнього та зимового періодів і подання в установлені терміни добових режимних графіків до електропередавальної організації та територіального підрозділу Держенергонагляду;

7) систематичний контроль за графіком навантаження споживача; розроблення постійно діючих заходів з регулювання добового графіка електричного навантаження, зниження граничних величин споживання електричної потужності в години максимуму навантаження мережі електропередавальної організації;

8) виконання графіка обмеження споживання електричної енергії, потужності та аварійного відключення споживачів; розробку заходів щодо зниження споживання електричної енергії та потужності для забезпечення встановлених режимів електроспоживання відповідно до доведених графіків обмеження;

9) ведення обліку (у спеціальному журналі) щодобового споживання електричної енергії і навантаження в години контролю максимуму електричної потужності та надання інформації електропередавальній організації і відповідному територіальному підрозділу Держенергонагляду (на їх вимогу);

10) розроблення із залученням технологічних та інших підрозділів, а також спеціалізованих інститутів і проектних організацій перспективних планів зниження енергоємності продукції, яка випускається, упровадження енергозберігаючих технологій, теплоутилізаційних установок, використання вторинних паливно-енергетичних ресурсів, запровадження прогресивних форм економічного стимулювання;

11) облік та аналіз аварій і нещасних випадків, а також ужиття заходів з усунення причин їх виникнення;

12) розроблення виробничих інструкцій та інструкцій з охорони праці і пожежної безпеки для працівників енергетичної служби;

13) надання інформації на вимогу Держенергонагляду відповідно до нормативно-правових актів;

14) ведення документації з електрогосподарства згідно з вимогами нормативно-правових актів;

15) розроблення інструкцій про порядок дій обслуговуючого персоналу у разі виникнення аварійних та надзвичайних ситуацій, а також пожеж;

1б) додержання вимог санітарних норм і правил щодо умов праці на робочих місцях обслуговуючого персоналу.

Працівник, який виявив порушення цих Правил або помітив несправність електроустановки, колективного або індивідуального засобу захисту, зобов'язаний повідомити про це свого безпосереднього керівника, а за його відсутності – керівника вищого рівня.

У тих випадках, коли несправність в електроустановці становить явну небезпеку для людей чи для самої установки, а усунути цю несправність може працівник, який її виявив, він повинен зробити це негайно за умови дотримання вимог правил безпеки, а потім повідомити про цей випадок безпосереднього керівника.

Електротехнічні та електротехнологічні працівники повинні проходити інструктажі. Залежно від характеру і часу проведення інструктажі поділяються на: вступний, первинний, повторний, позаплановий, цільовий.

#### *Технічна документація*

У кожного споживача має бути така технічна документація:

- генеральний план ділянки, на який нанесені будівлі, споруди та підземні електротехнічні комунікації;
- технічні умови на приєднання до електричних мереж та довідка про їх виконання, видана власником електричних мереж;
- затверджена проектна документація (креслення, пояснювальні записки тощо) з усіма змінами;
- акти приймання прихованих робіт;
- акти випробувань і налагодження електроустановок;
- акти приймання електроустановок в експлуатацію; виконавчі схеми первинних і вторинних електричних з'єднань;
- акти розмежування електричних мереж за балансовою належністю та експлуатаційною відповідальністю між споживачем і електропередавальною організацією;
- технічні паспорти основного електрообладнання, будівель і споруд об'єктів, сертифікати на електрообладнання і матеріали, що підлягають сертифікації;
- інструкції з експлуатації електроустановок, посадові інструкції, а також інструкції з охорони праці та пожежної безпеки на кожному робочому місці.

Для кожного структурного підрозділу чи самостійної виробничої дільниці необхідно мати:

- паспортні карти або журнали з переписом електроустановок та засобів захисту із зазначенням їхніх технічних даних, а також присвоєними їм інвентарними номерами (до паспортних карт або журналів додаються протоколи та акти випробувань, ремонту і ревізії обладнання);

- креслення електрообладнання, електроустановок і споруд, комплекти креслень запасних частин, виконавчі креслення трас повітряних та кабельних ліній, кабельні журнали;

- креслення підземних кабельних трас і заземлювальних пристроїв з прив'язками до будівель і постійних споруд, а також із зазначенням місць установа з'єднувальних муфт кабелів і перетинів їх з іншими комунікаціями;

- загальні схеми електропостачання, складені для споживача в цілому та для окремих цехів і дільниць;

- комплект експлуатаційних інструкцій з обслуговування електроустановок цеху, дільниці;

- комплект посадових виробничих інструкцій для кожного робочого місця, інструкцій з охорони праці, а також інструкцій про заходи пожежної безпеки;

- акти або письмові розпорядження керівника споживача про розмежування електричних мереж за балансовою належністю і експлуатаційною відповідальністю між структурними підрозділами.

Усі зміни в електроустановках, зроблені під час експлуатації, мають відображатись у схемах і кресленнях за підписом особи, відповідальної за електрогосподарство, із зазначенням дати внесення змін.

Відомості про зміни в схемах доводяться до відома всіх працівників (із записом в оперативному журналі), для яких є обов'язковим знання цих схем.

Електричні (технологічні) схеми мають переглядатися на їх відповідність фактичним експлуатаційним не рідше одного разу на три роки з відміткою в них про перевірку.

На робочих місцях оперативного персоналу (на підстанціях, у розподільних установках або приміщеннях, відведених для

працівників, які обслуговують електроустановки) необхідно вести таку документацію:

- оперативну схему або схему-макет;
- оперативний журнал;
- бланки нарядів-допусків на виконання робіт в електроустановках;
- бланки перемикань;
- перелік складних перемикань, що виконуються за бланками перемикань;
- перелік інвентарних засобів захисту;
- журнал дефектів та неполадок на електроустановках;
- журнал заявок на виведення у ремонт електрообладнання;
- журнал показів контрольно-вимірювальних приладів і електролічильників;
- журнал обліку споживання електричної енергії, півгодинних вимірів навантаження в години максимуму енергопостачальної організації;
- перелік робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації;
- журнал обліку виробничого інструктажу;
- журнал обліку протиаварійних тренувань та протипожежних тренувань;
- журнал пристроїв релейного захисту, автоматики і телемеханіки (далі – РЗАіТ) та карти їх уставок (у тому числі частотного розвантаження);
- журнал обліку робіт за нарядами і розпорядженнями;
- комплект виробничих інструкцій, інструкцій з охорони праці та пожежної безпеки;
- журнал видачі та повернення ключів від приміщень з електроустановками;
- список електроустановок, що перебувають в оперативному керуванні та/або віданні вищого оперативного персоналу;
- положення про порядок взаємовідносин з оперативним персоналом електропередавальної організації;
- списки працівників:
  - 1) які мають право оформляти розпорядження та наряди на виконання робіт;

- 2) які мають право одноосібного огляду електроустановок та електротехнічної частини технологічного електрообладнання;
- 3) які мають право давати оперативні розпорядження та вести оперативні переговори (керівний черговий персонал у зміні);
- 4) які мають право виконувати оперативні перемикання;
- 5) відповідальних оперативних працівників електропередавальної організації;
- 6) які мають право бути допускачем, керівником робіт, наглядачем, членом бригади;
- 7) допущених до перевірки підземних споруд на наявність газу.

Крім того, на робочому місці оперативного персоналу мають бути:

- інструкція про порядок дії персоналу в разі виникнення аварійних та надзвичайних ситуацій, а також пожеж;
- повідомлення електропередавальної організації про встановлення граничних величин споживання електричної енергії та потужності, а також графіки обмеження та аварійного відключення споживачів;
- затверджений у встановленому порядку перелік постійно чинних заходів зі зниження навантаження в години контролю максимуму електричної потужності;
- розроблені та затверджені регульовальні заходи щодо зниження споживання електричної енергії та потужності для забезпечення встановлених режимів електроспоживання відповідно до доведених графіками обмежень;
- документи щодо допустимих на робочому місці параметрів факторів виробничого середовища: мікроклімату, шуму, освітленості, рівнів електромагнітних полів тощо згідно з Державними санітарними нормами.

*Технічний контроль, обслуговування і ремонт електроустановок*

У споживача має бути організований постійний і періодичний контроль (огляди, діагностування) технічного стану електроустановок, обладнання, будівель і споруд. Періодичність контролю установлює особа, відповідальна за електрогосподарство. Результати контролю треба фіксувати у спеціальному журналі.

Контроль технічного стану електроустановок має проводитись оперативними й оперативно-ремонтними працівниками споживача. Обсяг контролю встановлюється відповідно до вимог НД, вимог інструкцій заводів-виробників, щорічних планів, які затверджує особа, відповідальна за електрогосподарство.

Після закінчення встановленого нормативно-технічною документацією терміну експлуатації технологічні системи та електроустановки мають підлягати технічному діагностуванню.

Діагностування технічного стану проводиться за програмою, погодженою Держенергонаглядом та комісією, очолюваною технічним керівником споживача (особою, відповідальною за електрогосподарство) або його заступником. До складу комісії включають керівників і спеціалістів структурних підрозділів споживача, осіб, відповідальних за електрогосподарство підрозділів, представників Держенергонагляду, Держгірпромнагляду, спеціалістів спеціалізованих організацій (за договором).

Завданням діагностування технічного стану електроустановок є:

- визначення технічного стану електроустановок (справна, несправна, працездатна, непрацездатна);
- визначення місця можливої відмови або несправності;
- прогнозування технічного стану електроустановки.

В обсяг проведення технічного діагностування на підставі чинних НД мають бути включені:

- зовнішній і внутрішні огляди;
- перевірка технічної документації;
- питання організації експлуатації електричних установок;
- оперативне їх обслуговування та відповідність здійснюваних випробувань та вимірювань чинним НД тощо.

Експлуатація електроустановок з аварійно небезпечними дефектами, виявленими в процесі контролю та діагностування, забороняється.

*Безпечна експлуатація. Виробнича санітарія. Пожежна і екологічна безпека*

Улаштування електроустановок, будівель і споруд, у яких вони розташовані, організація їх експлуатації і ремонту мають відповідати вимогам ССБП, ПБЕЕ, ПУЭ, а також стандартам і нормативним актам, що стосуються виробничої санітарії, забезпечення пожежної та екологічної безпеки.

Приміщення, у яких розміщуються електроустановки, що створюють шкідливі виробничі фактори, мають відповідати вимогам чинних санітарних норм щодо проектування промислових підприємств. Рівні освітлення, опалення і вентиляція приміщень мають відповідати вимогам будівельних норм і правил.

Мікрокліматичні умови в приміщеннях, наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин, рівень шуму, а також інші несприятливі фактори виробничого середовища мають відповідати вимогам, указаним у нормативних документах ДСН 3.3.6.042-99, ДСН 3.3.6.037-99, ДСанПіН № 3.3.6.096-2002 та ДСанПіН № 198-97.

Засоби індивідуального захисту, пристрої та інструмент, що застосовують для обслуговування електроустановок, будівель і споруд підприємств, підлягають огляду і випробуванню згідно з НПАОП 1.1.10-1.04-01, НПАОП 1.1.10-1.07-01 та іншими НД.

Кожний працівник електрогосподарства зобов'язаний знати і виконувати вимоги безпеки праці, що стосуються електроустановок, які він обслуговує, та організацію праці на робочому місці.

На керівника споживача покладається загальне керівництво щодо забезпечення безпечного виконання робіт, виробничої санітарії і персональна відповідальність за належну організацію цих робіт.

У кожному підрозділі електрогосподарства споживача, на виробничих дільницях, у кімнатах для оперативного (чергового) персоналу мають бути аптечки або сумки першої допомоги з постійним запасом медикаментів і медичних засобів.

Працівники мають бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до чинних норм залежно від характеру робіт, що

виконуються, та зобов'язані ними користуватись при виконанні цих робіт.

Пожежна безпека електроустановок, а також будівель і споруд, у яких вони розміщуються, має відповідати вимогам чинних законодавчих та нормативних актів України.

Споживачі при експлуатації своїх електроустановок за відсутності галузевих правил пожежної безпеки можуть керуватись НАПБ В.01.034-2005/111.

Вибір і встановлення електрообладнання, яке розміщене в пожежонебезпечних зонах усередині і зовні приміщень, необхідно виконувати відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.32-01.

Будівлі, приміщення, споруди мають бути оснащені первинними засобами пожежогасіння з урахуванням вимог НАПБ А.01.001-2004.

Будинки, приміщення та споруди мають обладнуватись установками пожежної автоматики відповідно до чинних нормативно-правових документів, а також будівельних норм, правил, які діють у відповідній галузі та в установленому порядку узгоджені з органами державного пожежного нагляду.

Викид забруднювальних речовин в атмосферне повітря не має перевищувати:

- величин нормативів гранично допустимих викидів забруднювальних речовин стаціонарних джерел;
- величин технологічних нормативів допустимих викидів забруднювальних речовин для окремих типів обладнання, споруд.

Скидання забруднювальних речовин у водні об'єкти не має перевищувати встановлених нормативів гранично допустимих скидів забруднювальних речовин.

Напруженість електромагнітних полів не має перевищувати гранично допустимих рівнів цих факторів відповідно до ДСанПіН № 3.3.6.096-2002.

Рівні шуму не мають перевищувати норм, установлених відповідними санітарними нормами та стандартами відповідно до ДСН 3.3.6.037-99.

У споживача, що експлуатує електрообладнання з великим об'ємом масла (трансформатори, масляні реактори, вимикачі



тощо), мають бути розроблені заходи із запобігання аварійним та іншим викидам його в навколишнє середовище.

Споживач, у якого під час експлуатації електроустановок утворюються токсичні відходи, зобов'язаний в установленому порядку забезпечити своєчасну їх утилізацію, знешкодження та захоронення.

Експлуатація електроустановок без пристроїв, які забезпечують дотримання встановлених санітарних норм і природоохоронних вимог, або з несправними пристроями, які не забезпечують дотримання цих норм і вимог, забороняється [4].

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Електробезпека : підручник / С. В. Панченко, О. І. Акімов, М. М. Бабаєв та ін. Харків : УкрДУЗТ, 2018. 295 с.

2 Охорона праці на залізничному транспорті : навч. посіб. / Д. С. Козодой, О. В. Костиркін, С. О. Кисельова та ін. Харків : УкрДУЗТ, 2020. 124 с.

3 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів / Держгірпромнагляд. 1998. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0093-98>.

4 Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів / Міністерство палива та енергетики України. 2006. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1143-06#Text>.

5 НПАОП 40.1-1.07-01. Правила експлуатації електрозахисних засобів / Міністерство праці та соціальної політики України. 2001. URL : [http://sop.zp.ua/norm\\_praop\\_40\\_1-1\\_07-01\\_03\\_ru.php](http://sop.zp.ua/norm_praop_40_1-1_07-01_03_ru.php).

6 НПАОП 0.00-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці / Держгірпромнагляд. 2005. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text>.

7 Про охорону праці : Закон України. Київ : Юрінком Інтер, 2018. 44 с.

## ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Плакати та знаки з електробезпеки

Зображення і призначення	Виконання, розміри, мм	Де застосовується
1	2	3
<b>ЗАБОРОННІ ПЛАКАТИ</b>		
1 НЕ ВМИКАТИ ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ Для заборони подавання напруги на робоче місце	Червоні літери на білому фоні Облямівка червона завширшки 13 і 5 мм 240×130 80×50 Плакат – переносний	В електроустановках усіх класів напруг. Вивішується на проводах роз'єднувачів, відокремлювачів і вимикачів навантаження, на ключах і кнопках дистанційного керування, на комутаційній апаратурі до 1000 В (автоматах, рубильниках, вимикачах), у разі помилкового вмикання яких може подаватись напруга на робоче місце. На приєднаннях до 1000 В, що не мають у схемі комутаційних апаратів, плакат вивішується біля знятих запобіжників
2 НЕ ВМИКАТИ РОБОТА НА ЛІНІЇ Для заборони подавання напруги на лінію, де працюють люди	Білі літери на червоному фоні Облямівка біла завширшки 13 і 5 мм 240×130 80×50 Плакат – переносний	В електроустановках усіх класів напруги. Вивішується на приводах, кнопках і ключах керування тих комутаційних апаратів, у разі помилкового вмикання яких може бути подана напруга на повітряну або кабельну лінію, де виконують роботу працівники
3 НЕБЕЗПЕЧНЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЛЕ БЕЗ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ПРОХІД ЗАБОРОНЕНО Для попередження про небезпечність дії електричного поля на працівників і заборони пересування без засобів захисту	Червоні літери на білому фоні Облямівка червона завширшки 13 мм 240×130 Плакат – постійний	У ВРУ напругою 330 кВ і більше. Установлюється на висоті 1,8 м від рівня планування на огорожах дільниць, на яких рівень напруженості електричного поля понад 5 кВ/м: – на маршрутах обходу ВРУ; – поза маршрутами обходу ВРУ, але в місцях, де можливе перебування працівників, що виконують інші роботи (наприклад, під низько провислою ошиновкою обладнання або системи шин). Плакат необхідно кріпити на спеціально для цього призначеному стовпі заввишки від 1,5 до 2 м

Продовження таблиці А.1

1	2	3
<p>4 РОБОТА ПІД НАПРУГОЮ ПОВТОРНО НЕ ВМИКАТИ Для заборони повторного ручного вмикання вимикачів ПЛ після автоматичного вимкнення їх без погодження з виконавцем робіт</p>	<p>Червоні літери на білому фоні Облямівка червона завширшки 5 мм 80×50 Плакат – переносний</p>	<p>Вивіщується на ключах керування вимикачів ПЛ, що ремонтуються, у разі виконання ремонтних робіт під напругою</p>
<b>ЗАСТЕРЕЖНІ ЗНАКИ І ПЛАКАТИ</b>		
<p>5 ОБЕРЕЖНО ЕЛЕКТРИЧНА НАПРУГА Для попередження про небезпеку ураження електричним струмом</p>	<p>За ГОСТ 12.4.026 (Знаки 2, 5) Фон жовтий, облямівка і стріла чорні Сторона трикутника: 360 мм на дверях приміщень 160 мм 100 мм 80 мм. Для обладнання 50 мм і тари 40 мм 25 мм Знак – постійний</p>	<p>В електроустановках усіх класів напруги електростанцій і підстанцій Кріпиться на зворотному боці вхідних дверей, за винятком дверей КРУ і КТП, розміщених у цих пристроях; на зовнішніх дверях камер вимикачів і трансформаторів, огорож струмовідних частин, розміщених у виробничих приміщеннях; на дверях щитів і збірок напругою до 1000 В В населеній місцевості Кріпиться на опорах ПЛ понад 1000 В на висоті від 2,5 до 3 м від землі, якщо прогони менше 100 м, кріпиться через опору, якщо прогони більше 100 м і біля переходів через дороги – на кожній опорі. Біля переходів через дороги знаки мають бути звернені в бік дороги, в інших випадках – з боку опори позмінно з правої і з лівої сторони. Плакати кріпляться на металевих і дерев'яних опорах</p>
<p>6 ОБЕРЕЖНО ЕЛЕКТРИЧНА НАПРУГА Для попередження про небезпеку ураження електричним струмом</p>	<p>Форма та розміри ті самі, що і для знака № 6 Фон жовтий, череп і облямівка чорні, стріла червона</p>	<p>Використовується замість плаката 5 біля дитячих закладів і майданчиків</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
<p>7 ОБЕРЕЖНО ЕЛЕКТРИЧНА НАПРУГА Для попередження про небезпеку ураження електричним струмом</p>	<p>Розміри ті самі, що і для знака № 6 Облямівку і стрілу наносять трафаретом на поверхню бетону чорною фарбою, що не змивається Фоном є поверхня бетону Знак – постійний</p>	<p>На залізобетонних опорах</p>
<p>8 СТІЙ НАПРУГА Для попередження про небезпеку ураження електричним струмом</p>	<p>Чорні літери на білому фоні Облямівка червона завширшки 21 мм Стріла червона 280×210 Плакат – переносний</p>	<p>В електроустановках усіх класів напруги електростанцій і підстанцій В ЗРУ вивішуються на захисні тимчасові огорожі струмовідних частин, що перебувають під робочою напругою (коли знято постійну огорожу); на тимчасових огорожах, що встановлюються у проходах, куди не слід заходити; на постійних огорожах камер, суміжних з робочим місцем У ВРУ плакат вивішується під час виконання робіт із землі, на канатах і шнурах, які обгороджують робоче місце; на конструкціях біля робочого місця на шляху до найближчих струмовідних частин, що перебувають під напругою</p>
<p>9 ВИПРОБУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНО ДЛЯ ЖИТТЯ Для попередження про небезпеку ураження електричним струмом під час проведення випробувань підвищеною напругою</p>	<p>Чорні літери на білому фоні Облямівка червона завширшки 21 мм. Стріла червона 280×210 Плакат – переносний</p>	<p>Вивішуються написом назовні на обладнанні, на огорожах струмовідних частин під час підготовки робочого місця для проведення випробування підвищеною напругою</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
<p>10 НЕ ВИЛАЗЬ УБ'Є Для попередження про небезпеку піднімання по конструкціях, при якому можливе наближення до струмовідних частин, що перебувають під напругою</p>	<p>Чорні літери на білому фоні Облямівка червона завширшки 21 мм Стріла червона 280×210 Плакат – переносний</p>	<p>Вивішуються в РУ на конструкціях, суміжних з тією, яка призначена для піднімання працівників на робоче місце, розміщене на висоті</p>
<b>НАСТАНОВЧІ ПЛАКАТИ</b>		
<p>11 ПРАЦЮВАТИ ТУТ Для зазначення робочого місця</p>	<p>Біле коло діаметром 168 і 68 мм на зеленому фоні Літери чорні всередині кола Облямівка біла завширшки 5 і 2 мм 250×250 100×100 Плакат – переносний</p>	<p>В електроустановках електростанцій і підстанцій. Вивішується на робочому місці. У ВРУ за наявності захисних огорож робочого місця вивішують у місці проходу за огорожу</p>
<p>12 ВИЛАЗИТИ ТУТ Для зазначення безпечного шляху піднімання на робоче місце, що розміщене на висоті</p>	<p>Біле коло діаметром 168 і 68 мм на зеленому фоні Літери чорні всередині кола Облямівка біла завширшки 5 і 2 мм 250×250 100×100 Плакат – переносний</p>	<p>Вивішується на конструкціях або стаціонарних драбинах, по яких дозволяється підніматись на розміщене на висоті робоче місце</p>
<b>ВКАЗІВНИЙ ПЛАКАТ</b>		
<p>13 ЗАЗЕМЛЕНО Для зазначення про недопустимість подавання напруги на заземлені частини електроустановки</p>	<p>Білі літери на синьому фоні Облямівка біла завширшки 13 мм і 5 мм 240×130 80×50</p>	<p>В електроустановках електростанцій і підстанцій. Вивішується на приводах роз'єднувачів, відокремлювачів і вимикачів навантаження, у разі помилкового вмикання яких може подаватись напруга на заземлену частину електроустановки, а також на ключах і кнопках дистанційного керування</p>

## ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Норми і терміни електричних експлуатаційних випробувань засобів захисту

Найменування засобів захисту	Номінальна напруга, для якої використовується електрозахисний засіб, кВ	Випробна напруга, кВ	Тривалість випробування, с	Струм, що протікає через виріб, мА, не більше	Періодичність випробувань
1	2	3	4	5	6
Штанги ізолювальні (крім вимірювальних)	До 1	2	300	–	1 раз на 24 міс
	До 35 включно	3-кратна лінійна, але не менше 40	300	–	
	110 і більше	3-кратна фазна	300	–	
Ізолювальна частина штанг переносних заземлень з металевими ланками	110 – 220	50	300	–	
	330 – 500	100	300	–	
	750	150	300	–	
Ізолювальні гнучкі елементи заземлення безштангової конструкції	500	100	300	–	
	750	150	300	–	
Вимірювальні штанги	До 35 включно	3-кратна лінійна, але не менше 40	300	–	1 раз на 12 міс
	110 і більше	3-кратна фазна	300	–	
Головки вимірювальних штанг	35 – 500	30	300	–	
Поздовжні і поперечні планки повзункових головок та ізолювальний капроновий канатик вимірювальних штанг	220 – 500	2,5 на 1 см	300	–	1 раз на 24 міс
Ізолювальні кліщі	До 1	2	300	–	1 раз на 24 міс
	6 – 10	3-кратна лінійна, але не менше 40	300	–	
	35	3-кратна лінійна	300	–	

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6
Показчики напруги понад 1000 В з газорозрядною лампою: – робоча частина (продовжня ізоляція)  – ізолювальна частина  – напруга індикації	До 10	12	60	–	1 раз на 12 міс
	$10 < U < 20$	24	60	–	
	$20 < U < 35$	42	60	–	
	До 10	Не менше 40	60	–	
	$10 < U < 20$	Не менше 60	60	–	
	$20 < U < 35$	Не менше 105	60	–	
	110	Не менше 190	60	–	
	$110 < U < 220$	Не менше 380	60	–	
	2 – 10	Не більше 0,55	–	–	
	6 – 10	Не більше 1,5	–	–	
$10 < U < 20$	Не більше 2,5	–	–		
$20 < U < 35$	Не більше 5,0	–	–		
$35 < U < 220$	Не більше 9,0	–	–	–	
Показчики напруги понад 1000 В безконтактного типу: – ізолювальна частина	6 – 35	105	300	–	1 раз на 12 міс
Показчики напруги до 1000 В: – напруга індикації – перевірка справності схеми: а) однополюсні показчики б) двополюсні показчики – ізолювальна частина	До 1	Не більше 0,09	–	–	1 раз на 12 міс
	До 1	Не менше $1,2 U_{роб.макс}$	60	0,6	
	До 1	Не менше $1,2 U_{роб.макс}$	60	10	
	До 0,5	1	60	–	
	$0,5 < U < 1$	2	60	–	
Показчики напруги для перевірки збігу фаз: – ізолювальна частина	До 10	40	300	–	1 раз на 12 міс
	$10 < U < 20$	60	300	–	
	$20 < U < 35$	105	300	–	
	110	190	300	–	

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6
– робоча частина (поздовжня ізоляція)  Напруга індикації: – за схемою збігу фаз     – за схемою зустрічного увімкнення     – з'єднувальний провід	До 10	Не менше 12	60	–	1 раз на 12 міс
	$10 < U < 20$	Не менше 24	60	–	
	$20 < U < 35$	Не менше 70	60	–	
	110	Не менше 140	60	–	
	3 – 6	Не менше 7,6	–	–	
	10	Не менше 12,7	–	–	
	15	Не менше 20	–	–	
	20	Не менше 28	–	–	
	35	Не менше 40	–	–	
	110	Не менше 100	–	–	
	3 – 6	Не більше 1,5	–	–	
	10	Не більше 2,5	–	–	
	15	Не більше 3,5	–	–	
	20	Не більше 10	–	–	
	35	Не більше 20	–	–	
110	Не більше 50	–	–		
До 20	20	60			
35 – 110	50	60			
Електровимірювальні кліщі	До 1 $0 < U < 10$	2 40	300 300		1 раз на 24 міс
Світлосигнальний показчик пошкодження кабелів:					1 раз на 12 міс
– робоча частина	6 і 10	10	60	–	
– ізолювальна частина	6 і 10	40	300	–	
– з'єднувальний провід	6 і 10	20	60	–	
– струм індикації	6 і 10	6 і 10	–	10	
Гумові діелектричні рукавички	Всі класи напруг	6	60	6	1 раз на 6 міс
Діелектричні боти та діелектричні калоші	Всі класи напруг	15	60	7,5	1 раз на 36 міс
Діелектричні калоші	До 1	3,5	60	2	1 раз на 12 міс
Ізолювальні накладки:					1 раз на 24 міс
– жорсткі	До 0,5	1	60	–	
	$0,5 < U < 1$	2	60	–	
	$1 < U < 10$	20	300	–	
	15	30	300	–	
	20	40	300	–	
– гумові	До 0,5	1	60	6	
	$0,5 < U < 1$	2	60	6	



Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6
Ізолювальні ковпаки на жили відімкнених кабелів	До 10	20	60	–	1 раз на 12 міс
Ізолювальний інструмент з одношаровою ізоляцією	До 1	2	60	–	1 раз на 12 міс
Інші засоби захисту для ВРПН в електроустановках 110 кВ і більше: – ізолювальні пристрої	110 – 750	2,5 на 1 см	60	0,5	1 раз на 12 міс
Інші засоби захисту для ВРПН в розподільних мережах: – гнучкі ізолювальні покриття	До 1	6	60	1мА/ 1 дм <sup>2</sup>	1 раз на 12 міс
– гнучкі ізолювальні накладки	До 1	6	60	–	



Д. С. Козодой

ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

*Конспект лекцій*

з дисципліни

*«ЗАГАЛЬНА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА  
ТА ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА»*

Відповідальний за випуск Козодой Д. С.

Редактор Буранова Н. В.

---

Підписано до друку 07.07.20 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 4,75. Тираж 10. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет  
залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.