

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ

ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

ЖИТОМИР – 2020

ЗАТВЕРДЖЕНО
рішенням науково-методичної ради ЖАТК
Протокол № 5 від 25.02.2020 р.

Рецензенти:

Бучик С. С. – д. т. н., професор Національного авіаційного університету;
Цивенкова Н. М. – к. т. н., доцент Національного університету
біоресурсів і прородокористування України

Нездвецька І. В. Охорона праці в галузі: навч. посібник //
І. В. Нездвецька, О. О. Лаврищев, Ю. Л. Новосилецький . – Житомир:
ЖАТК, 2020. – 108 с.

В навчальному посібнику розглядаються питання комплексного підходу до охорони праці в електроенергетиці, визначено основні пріоритетні завдання охорони праці при роботі в електроустановках та основні правила поводження з електрообладнанням.

Для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» закладів фахової передвищої освіти

© Нездвецька І. В.
Лаврищев О. О.
Новосилецький Ю. Л.
© ЖАТК

Список скорочень

ІЛО	International Labour Organization
БННН	Безпечна наднизька напруга
ВЗ	Вертикальний заземлювач
ГЗ	Горизонтальний заземлювач
ДЖ	Джерело живлення
ДСТУ	Державні стандарти України
ЕМП	Електромагнітне поле
ЕУ	Електроустановка
ЗАВЖ	Захисне автоматичне вимикання живлення
ЗІЗ	Засоби індивідуального захисту
ЗННН	Система безпечної наднизької напруги у випадку заземлення її кола
ЗП	Заземлювальний пристрій
КЗ	Коротке замикання
КЛ	Кабельна лінія
МСЗ	Максимальний струмовий захист
НПАОП	Нормативно-правові акти з охорони праці
НШВЧ	Небезпечні і шкідливі виробничі чинники
ПЛ	Повітряна лінія
ПУЕ	Правила улаштування електроустановок
ФННН	Функціональна наднизька напруга

ВСТУП

Згідно з чинними нормативно-правовими актами (ГОСТ 12.1.009-76.ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения) *електробезпека* є системою організаційних та технічних заходів і засобів, що спрямовані на захист людей від шкідливої та небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електричного поля та статичної електрики.

Теоретичне обґрунтування та розробка такої системи і окремих її вузлів - найважливіша частина робіт при проектуванні об'єктів в будь-який галузі. Не випадково існує безліч підрозділів електробезпеки – на виробництві, в сільському господарстві, в промисловості, в пересувних установках, в будівлях і спорудах і т.д. Але всі ці підрозділи базуються на загальних вимогах, основах електробезпеки.

Вимоги електробезпеки регламентовані різними Правилами. Перші в Росії Правила і норми для електротехнічних пристроїв високого струму створені в 1912 р комісією, сформованою третім електротехнічним з'їздом в 1903р. В даний час облік умов електробезпеки на стадії проектування об'єктів регламентують Правила улаштування електроустановок ПУЕ, а в період експлуатування – Правила експлуатації електроустановок споживачів ПЕЕС.

Якщо на стадії проектування об'єкта документація узгоджується з органами нагляду, які вимагають суворого дотримання Правил, то в період експлуатації багато що залежить безпосередньо від конкретних осіб, які організують і виконують роботу. І, з різних міркувань, вони часто нехтують вимогами Правил безпеки. Сучасну людину, оточену технікою, страхітливими плакатами не зупиниш. Ефективним може бути тільки один шлях попередження електротравматизму – виховання свідомого ставлення до питань електробезпеки на основі розуміння працівниками суті фізичних процесів.

Охорона праці в галузі тісно пов'язана з рядом інших дисциплін: безпекою життєдіяльності, основами охорони праці, правознавством, соціологією, екологією, економікою тощо. При вивченні стану виробничого середовища та розробці заходів, спрямованих на покращення умов і безпеки праці, необхідні знання основ таких фундаментальних дисциплін, як математика, фізика, хімія, а також знання технічних наук з тих галузей, де спеціалізуються майбутні фахівці.

1. АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ, ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ВИЗНАЧЕННЯ

1.1. Актуальність проблеми електробезпеки

Актуальність проблем електробезпеки у наш час характеризується такими чинниками:

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

За результатами аналізу виробничого травматизму за 2018 рік (рис. 1.1) по Україні встановлено найбільш травмонебезпечні професії. На першому місці – транспортні працівники (100 загиблих, або 24 %). Далі за кількістю загиблих професії йдуть у такому порядку:

- будівельники – 57 загиблих, або 14 %;
- керівні працівники – 42 загиблих, або 10 %;
- електрики – 30 загиблих, або 7 %;
- працівники агропромислового комплексу – 27 загиблих, або 7 %;
- слюсарі – 25 загиблих, або 6 %;
- шахтарі – 23 загиблих, або 6 % .



Рис. 1.1. Найбільш травмонебезпечні професії (за результатами даних Держпраці за 2018 рік(Джерело: <https://www.sop.com.ua/article/952-stan-virobnichogo-travmatizmu-u-2018-rots>)).

Захисні заходи

Залежно від виду електроустановки, умов експлуатації та призначення електроприймачів застосовують захисне заземлення, занулення, захисне відключення, захисне шунтування, захисне розділення мереж і контроль ізоляції.

3.3.3. Остаточний (залишковий) заряд. Під *залишковим* розуміється заряд на конденсаторі, що зберігається деякий час після відключення джерела живлення. Схема включення людини в електричний контур формується при дотику її до одної з обмоток конденсатора.

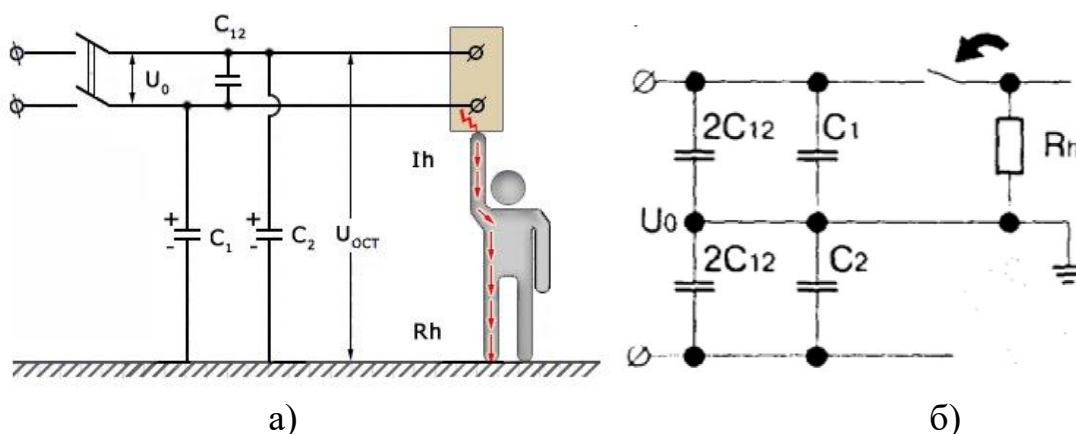
Будь-яка мережа або пристрій мають ємність щодо землі (корпусу) і між полюсами (фазами). Якщо опір ізоляції великий, то після зняття робочої напруги або після вимірів мегомметром потенціал на струмоведучих частинах, обумовлений залишковим зарядом ємності, може зберігатися тривалий час. У разі дотику людини до струмоведучих частин при цьому виникає перехідний процес розряду ємностей через його тіло.

Процеси, аналогічні зазначеним, відбуваються також при роботі в контурах з індуктивностями. Так, згідно з Правилами експлуатації електроустановок, необхідно щорічно відключати силові трансформатори і контролювати омичний опір їх обмоток.

У переносних омметрах зазвичай застосовують джерела постійної напруги 4-6 В. При відключенні омметра, наприклад, від обмотки низької напруги в процесі розряду її індуктивності імпульс струму трансформується в обмотку високої напруги. Якщо в цей момент людина торкається полюса останньої, то вторинна травма неминуча.

Можливі наслідки залишкового заряду

Розглянемо цю схему травмування струмом на прикладі однофазної мережі (рис. 3.3).



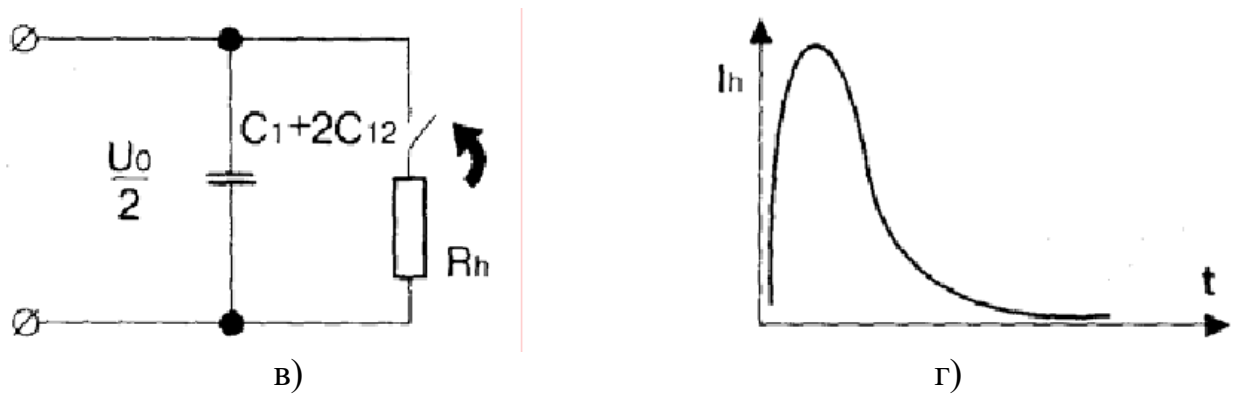


Рис. 3.3. Схема травмування струмом при дії залишкового заряду:

R_h – опір тіла людини, R_1 і R_2 , C_1 і C_2 – еквівалентні опори ізоляції і ємності полюсів відносно землі, C_{12} – еквівалентна ємність між полюсами (в тому числі конденсаторів фільтрів випрямлячів), U_0 – остаточна напруга.

Приймаємо $(R_1, R_2) \gg R_h$, що правомірно, так як при низьких значеннях опору ізоляції залишковий заряд швидко зникає і мережа, з точки зору можливості ураження людини струмом, стає безпечною.

Спростуємо розрахункову схему шляхом поділу ємності C_1 , C_2 на дві послідовно включені ємності значенням $2 \cdot C_{12}$ кожна (рис. 3.3, б). Остаточна розрахункова схема (рис.3.3, в) дозволяє визначити струм розряду ємності $C_1 + 2 C_{12}$ через опір R_h при початковій напрузі $U_0/2$ за відомою формулою:

$$I_h = U_0 \cdot \exp\left(-\frac{t}{R_h} \cdot (C_1 + 2C_{12})\right) / 2 \cdot R_h$$

Таким чином, максимальне значення струму I_h визначається величиною залишкової напруги U_0 і опору тіла людини, а тривалість перехідного процесу залежить від величини ємностей відносно землі і між полюсами мережі.

Звичайний результат дії залишкового заряду – вторинні травми.

Захисні заходи

З формули для I_h слід одне з основних правил техніки безпеки: після зняття робочої напруги не слід торкатися струмопровідних частин, заздалегідь не розрядивши ємності.

Для розряду ємностей слід приєднати провід розрядника (щупа) до заземленої конструкції (деталі) і потім торкнутися щупом струмоведучої частини. Змінювати зазначену послідовність операцій не можна, так як в цьому випадку струм розряду пройде через тіло людини.

3.3.4. Наведений заряд. В цьому режимі людина торкається до металевого неструмоведучого предмету (конструкції), що знаходиться в зоні зовнішнього електромагнітного поля.

Умови формування наведених зарядів різноманітні. Наведені заряди формуються на об'ємних металевих предметах, що знаходяться в зоні дії

електромагнітних полів. Під дією зовнішнього поля на поверхні предмета, що проводить струм, встановлюється такий розподіл зарядів, при якому сумарне поле усередині провідника дорівнює нулю. Час релаксації електричних зарядів у металах – $10^{-18} \dots 10^{-16}$ с, тому рівноважний розподіл зарядів на металевих тілах практично безінерційно відтворює зміни зовнішнього поля. Вектор індукції зовнішнього поля зв'язує заряд певного знака. Рівний за величиною заряд протилежного знака стає вільним і обумовлює виникнення відмінного від нуля потенціалу в цілому незарядженого тіла. При зникненні зовнішнього поля індуковані заряди взаємно компенсуються.

В лінійних металевих предметах, що знаходяться в зоні високочастотного електромагнітного поля, згідно із законом електромагнітної індукції виникає електрорушійна сила, значення якої може досягати 1000 В. Наведений заряд формується також під впливом паразитних ємнісних зв'язків.

Можливі наслідки впливу наведеного заряду

Форми прояву наведених зарядів досить різноманітні. Небезпечні наслідки – вторинні травми, опік іскровим (дуговим) розрядом, пожежа під час займання палива.

Приклади: 1. Будівельний кран знаходиться поблизу передавальної антени потужної радіостанції. Гак крана, трос і поверхня землі (рейка) утворюють виток, що знаходиться в високочастотному електромагнітному полі. Залежно від частоти трансляції та кута між площиною цього витка і напрямком на антену потенціал гака щодо землі (в місці розриву витка) змінився в діапазоні 10-1200 В. Результат – вторинні травми струмом при дотику до тросу, що кріплять вантаж (або до гаку), іскріння при торканні гакom заземлених металевих предметів.

2: При монтажі електроустановок в електричних кабелях передбачаються запасні жили. Коли ємності робочих дротів (фаз) відносно землі не рівні між собою, на відключених запасних дротах виникає наведений заряд, потенціал якого щодо землі може досягати 150 В при напрузі 380 В в основній мережі.

3.3.5. Заряд статичної електрики. В цьому режимі людина доторкається до металевого предмету, ізольованого від землі, або до конструкції з ізоляційного матеріалу, несучим заряд статичної електрики. Можливий також режим торкання до заземленої металевої конструкції, коли людина знаходиться на підлозі з ізоляційного матеріалу і сам несе заряд статичної електрики.

Заряди статичної електрики утворюються при переміщенні (терті) твердих, рідких або газоподібних діелектриків відносно інших провідних або непровідних струм матеріалів.

Можливі наслідки дії статичної електрики

Можливість формування зарядів статичної електрики суттєво збільшилася з масовим застосуванням пластичних матеріалів (трубопроводи, покриття підлог і пр.), що володіють високим опором.

Заряди статичної електрики генерують високі потенціали. Так, при перекачуванні палива, наприклад, при заливці бензину в бак автомобіля, заряд $Q_{ст}$ отримує латунний наконечник гумового шланга. потенціал його щодо землі (або бака) буде $U_{ст} = Q_{ст}/C = 1,5...14 \text{ кВ}$ в залежності від швидкості прокачування (тут C – ємність наконечника відносно землі або бака – величина нескінченно мала). При дотику людини до такого зарядженого предмета можливі вторинні травми або опік іскрою. Тіло людини щодо землі має ємність близько 200 пФ. Якщо вона знаходиться на ізолюючій підлозі (лінолеум), то в результаті тертя одягу об шкіру на ній може накопичитися заряд з енергією до 0,43 мДж. Звідси з відомого визначення для енергії зарядженого конденсатора отримуємо, що значення потенціалу тіла щодо землі перевищує 500 В; в разі дотику до заземленого металевго предмета (батарея опалення, шапка з робочим одягом та ін.) людина відчує удар струмом (струм розряду власної ємності).

Такі заряди становлять найбільшу небезпеку для елементів мікросхемотехніки при монтажі друкованих плат. Зазвичай, щоб уникнути виходу їх з ладу жало паяльника заземляють або на руку монтажника надягають заземлений браслет; найбільш ефективний захід – обов'язкова заміна одягу на бавовняну, що виключає можливість генерування електростатичного заряду.

Основні види розрядів статичної електрики:

а) розряди між провідними тілами – формуються в результаті електризації і накопичення заряду на ізольованих тілах, що проводять струм (людина, металева тара для рідин та сипучих матеріалів, транспортні засоби на гумових шинах, гребні вали на судах та ін.);

б) розряди з зарядженого діелектрика на провідні конструкції (гумові або пластмасові резервуари; бочки і каністри для зберігання і транспортування нафтопродуктів і сипучих матеріалів; діелектричних труби, по яких переміщуються ці матеріали, і т.п.);

в) коронування діелектриків – розряд, обумовлений різницею потенціалів між внутрішньою і зовнішньою поверхнями конструкції (труби для транспортування рідких і сипучих матеріалів, пневмотранспортні трубопроводи);

г) розряди в сліді ковзання – виникають в процесі електризації твердих поверхонь шляхом тертя.

Захисні заходи

Захист забезпечується шляхом формування ланцюгів для зняття зарядів статичної електрики (заземлення металоконструкцій, зниження провідності ізоляційних матеріалів шляхом введення в них струмопровідних

домішок, періодичного обливання ізоляційних конструкцій струмопровідними рідинами і т.п.).

3.3.6. Напруга кроку. Дії напруги кроку людина піддається в зоні розтікання струму, тобто на поверхні землі поблизу місця замикання на землю.

Напругою кроку називається різниця потенціалів двох точок по поверхні землі, на яких знаходиться людина, при цьому в розрахунках ширина кроку приймається рівною $a = 0,8$ м.

Напруга кроку залежить від двох основних чинників – максимального потенціалу в зоні розтікання струму ϕ і віддалення людини від місця замикання (x) (рис. 3.4).

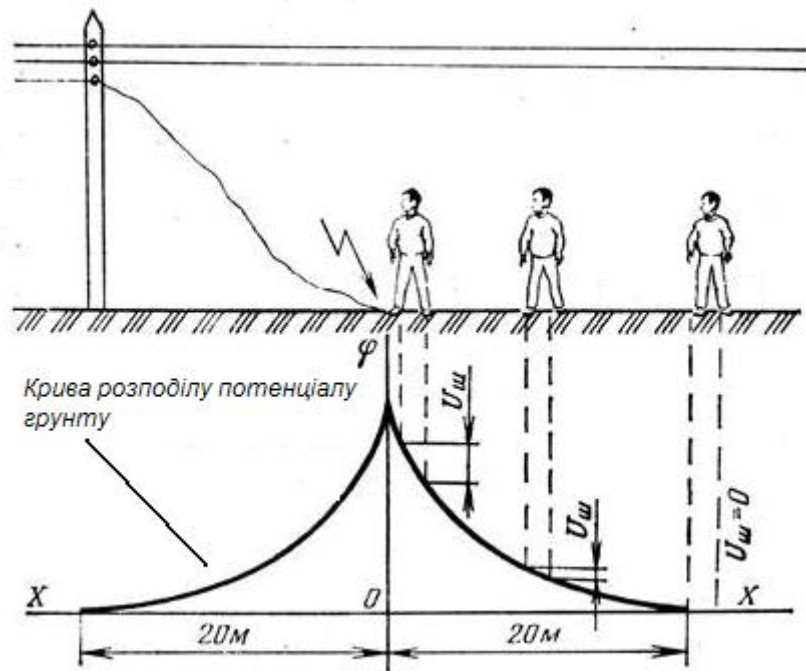


Рис. 3.4. Напруга кроку людини (розтікання струму)

У найбільш віддалених точках зони розтікання струму напруга кроку невелика, а струм через тіло людини $I_h = U_{ш}/R_h$ протікає по шляху «нога-нога». У міру зростання напруги $U_{ш}$ при наближенні людини до місця замикання струм зростає і може в підсумку досягти значення порогового невідпускаючого струму; в результаті судомної реакції людина падає, при цьому розмір «кроку» збільшується (відстань стає «руки-ноги») з відповідним зростанням значення $U_{ш}$, а в шлях струму включається область серця. Так без видимих зовнішніх причин може наступити летальний результат.

3.3.7. Електричний пробій повітряного проміжку. Схема ураження струмом характерна для високовольних кіл. У рівномірному електричному полі (наприклад, між обкладинками плоского конденсатора)

електрична міцність повітряного проміжку дорівнює 3-4 кВ/мм в залежності від вологості повітря.

Коли людина тією чи іншою частиною тіла наближається до високовольтних струмоведучих частини, в повітряному зазорі навіть формується електричне поле, але це поле нерівномірне, типу голка–площина або голка–лінія. Електрична міцність повітряного проміжку в нерівномірному полі істотно нижче, вона може зменшуватися до значення 4 кВ/см.

Нехай людина проникла в трансформаторну будку 6/0,38 кВ і наблизила кінцівку до струмоведучих частин, що знаходиться під потенціалом 6 кВ (рис. 3.5).

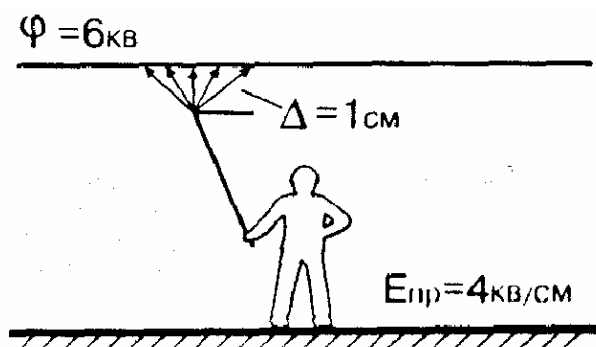


Рис. 3.5. Електричний пробій повітряного проміжку

Можливі наслідки електричного пробію повітряного проміжку

При дуговому розряді (опіку дугою) руйнуються шкірні покриви, м'язова і кісткова тканини.

Захисні заходи

Захист людей від небезпеки розглянутого режиму досягається шляхом забезпечення недоступності струмоведучих частин обладнання.

4. ЗАГАЛЬНА ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

4.1. Класифікація засобів і заходів електробезпеки, що використовуються за нормального режиму роботи електроустановок

При технічній експлуатації електроустаткування промислових підприємств електротравми можуть виникати з таких причин:

- безпосередній дотик до струмопровідних частин електроустановок, які працюють під напругою. Це може статися: через несправність огорожувальних пристроїв електроустановок; помилкові дії персоналу, коли роботи виконуються поблизу чи безпосередньо на

струмопровідних елементах, що знаходяться під напругою, а також з появою напруги (в результаті помилкової подачі) на раніше вимкнених електроустановках і ділянках мережі. Проте значна частина нещасних випадків (близько 53% від загальної кількості електротравм) сталася по причині випадкового дотику, не пов'язаного ні з виробничою необхідністю, ні з помилковою подачею напруги в процесі ремонтів і оглядів електроустановок;

- дотик до металевих конструктивних частин електроустановок, які не повинні знаходитися під напругою, але на корпусах, кожухах і огорожувальних пристроях може з'явитися напруга в результаті електричного пробію чи природного старіння ізоляції електроустановок, а також при замиканні оголених проводів через обрив і падіння на конструктивні частини електроустановок і при відсутності захисного заземлення, ці причини складають близько 22 % усіх травм;

- дотик інструментом і предметами, що мають малий опір, до ізоляції, до струмопровідних частин, а також до неметалевих частин електроустановок, які виявилися під напругою через заводські дефекти в конструкції, під час монтажу і виготовлення. На ці причини припадає 14 % електротравм;

- дотик до стін, підлог, будівельних конструкцій, які виявилися під кроковою напругою. Крокова напруга виникає при розтіканні електричного струму від трубопроводів, будівельних конструкцій, рейкових шляхів, на які перейшов електричний струм в результаті падіння проводів чи погіршення ізоляції. Такі причини складають 2-3 %;

- дія дуги при операціях із відмикальними пристроями та інші причини. Вони складають близько 6 %.

Дослідження причин виникнення електротравм, показали, що переважна більшість електротравм, які виникли через помилкову подачу напруги на електроустановки під час їх ремонтів і оглядів зумовлюються незадовільною організацією ремонтних робіт, недостатнім знанням працівниками правил з техніки безпеки.

Дуже великий відсоток (до 30 %) електротравм виникає при випадковому дотику та не пов'язаний з виробничою необхідністю, і невеликий (до 2 %) – при дотику в процесі роботи. Це дозволяє зробити висновок, що більшість людей, діяльність яких не пов'язана з експлуатацією електроустановок, не до кінця розуміють, яку небезпеку становить електричний струм для людини.

Усі засоби і заходи електробезпеки прийнято поділяти на три групи:

- технічні,
- організаційні,
- електрозахисні.

При розробці системи засобів та заходів з безпечної експлуатації електроустановок у першу чергу враховується:

- особливості виробничого середовища;
- доступність електрообладнання;
- величина напруги мережі живлення, В;
- величина струму замкнення на землю, А;
- конструктивні особливості мережі живлення – кількість фаз і режим нейтралі;
- величина опору і стан ізоляції провідників відносно землі;
- протяжність і розгалуженість мережі живлення.

Організаційні заходи і засоби щодо попередження електротравм регламентуються ДНАОП 0.00-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів». Вони включають професійний відбір, професійну підготовку, навчання і перевірку знань працівників з питань електробезпеки, організацію безпечного виконання та нагляду за роботами в електроустановках, обмеження доступу в електроустановки, огляд, профілактичні, протиаварійні, приймально-здавальні випробування електроустановок, опосвідчення діючих електроустановок тощо.

Технічні засоби і заходи з електробезпеки реалізуються в конструкції електроустановок при їх розробці, виготовленні і монтажі відповідно до чинних нормативів (рис. 4.1).

За своїми функціями технічні засоби і заходи електробезпеки поділяються на три групи:

- технічні заходи та засоби електробезпеки, що використовуються за нормального режиму роботи електроустановок;
- технічні заходи та засоби електробезпеки, що використовуються за аварійних режимів роботи електроустановок;
- електрозахисті засоби та запобіжні пристосування.

До основних технічних засобів і заходів першої групи відносяться:

- захист від випадкового (прямого) доторкання до струмовідних частин;
- блокувальні пристрої;
- засоби орієнтації та сигналізації;
- захисне розділення електричних мереж;
- застосування малої (наднизької) напруги;
- компенсація ємнісних струмів замикання на землю;
- вирівнювання потенціалів.

Залежно від призначення, умов експлуатації та конструкції в електроустановках можуть застосовуватись одночасно декілька з перелічених технічних засобів і заходів. Застосування двох і більше заходів захисту в електроустановці не повинно чинити взаємного впливу, що знижує ефективність кожного з них.

Електрозахисні засоби – це технічні вироби, що не є конструктивними елементами електроустановок і застосовуються під час виконання робіт в електроустановках з метою запобігання електротравм.

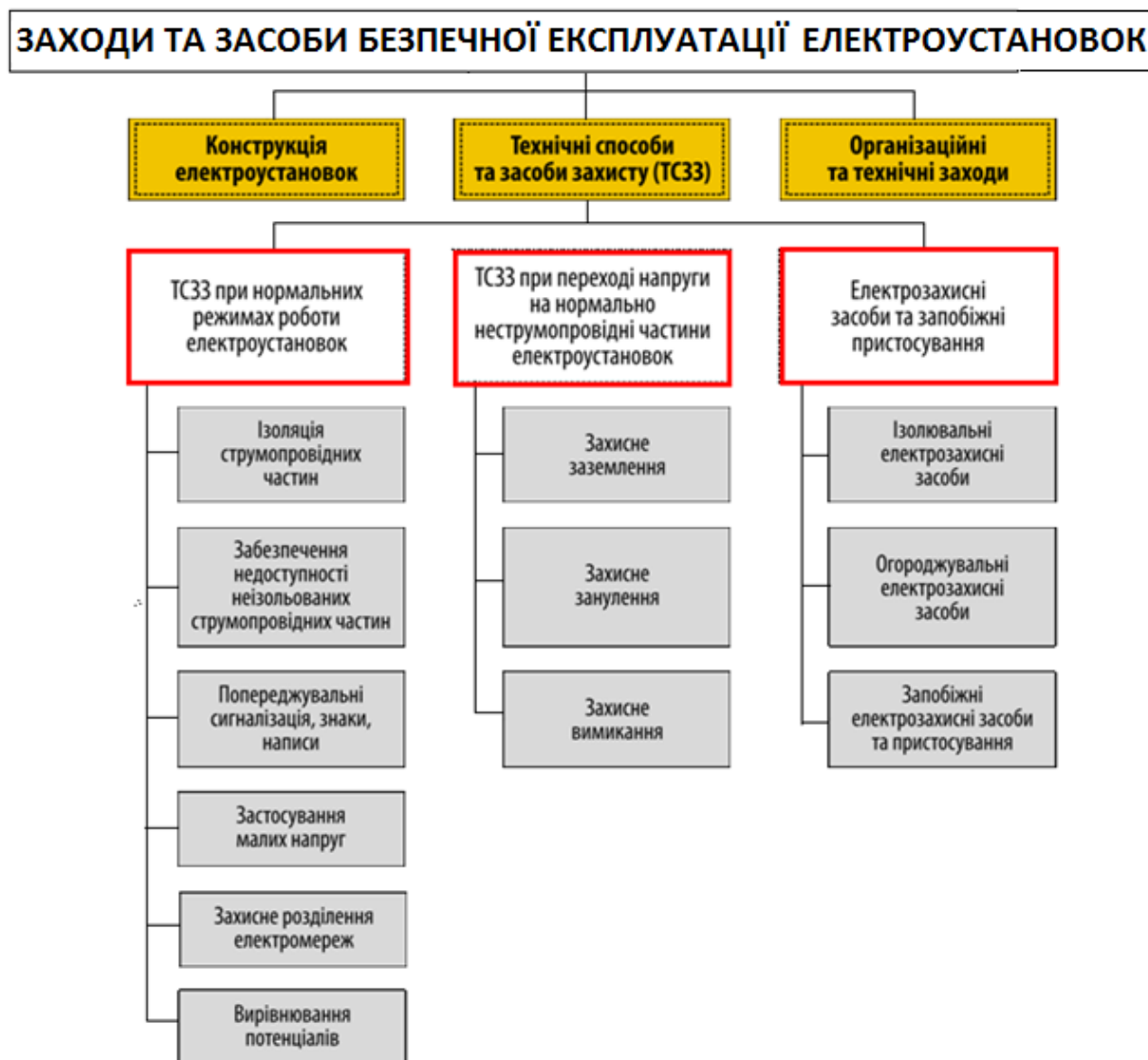


Рис. 4.1. Заходи та засоби безпечної експлуатації електроустановок

4.2. Технічні заходи та засоби електробезпеки, що використовуються за нормального режиму роботи електроустановок

4.2.1. Ізоляція струмовідних частин. *Ізоляція* – це шар діелектричного матеріалу або конструкція, виконана з діелектричного матеріалу, за допомогою якого струмоведучі частини відокремлюють одну від одної чи від інших струмопровідних конструктивних елементів обладнання. *Діелектричний матеріал* – матеріал з поверхневим опором більш як 10^8 Ом.

Основним заходом, спрямованим на захист від випадкового торкання до струмовідних частин в електроустановках до 1000 В, є ізоляція цих частин. Вона забезпечує технічну працездатність електроустановок, зменшує вірогідність потрапляння людини під напругу, замикань на землю та на корпус електроустановок, зменшує струм через тіло людини при торканні неізольованих струмовідних частин в електроустановках, що живляться від ізольованої від землі мережі.

Згідно з ПУЕ *ізоляція буває:*

- основна – забезпечує нормальну роботу електроустановок із захист від ураження електричним струмом;
- додаткова – забезпечує захист від ураження електричним струмом на випадок пошкодження робочої ізоляції;
- подвійна – ізоляція в ЕУ напругою до 1кВ, яка складається з основної і додаткової ізоляції;
- підсилена – одношарова ізоляція струмовідних частин в ЕУ напругою до 1кВ, яка забезпечує такий самий рівень захисту як подвійна ізоляція.

За способом захисту від ураження електричним струмом та рівнем ізоляції електротехнічні вироби поділяють на п'ять класів: О, О', І, ІІ, ІІІ (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Класифікація ЕУ за способом ізоляції

	<i>Клас електротехнічного виробу</i>	<i>Спосіб захисту</i>
1	О	Робоча ізоляція
2	О'	Робоча ізоляція; провід для захисного заземлення; провід для приєднання до джерела живлення
3	І	Робоча ізоляція; провід для захисного заземлення; провід і вилка зі заземленням.
4	ІІ	Подвійна або посилена ізоляція
5	ІІІ	Прилади, які не мають внутрішніх або зовнішніх електричних кіл з напругою більш як 42 В.

Вимоги до основної ізоляції:

- має повністю покривати струмовідні частини;
- повинна витримувати механічні, електричні, хімічні, теплові та інші впливи у ході експлуатації;
- усунення ізоляції можливо тільки під час її руйнування.

4.2.1.1. Контроль за станом ізоляції. З метою забезпечення працездатності електроустановок і безпечної їх експлуатації проводиться контроль стану ізоляції, який характеризується електричною міцністю ізоляції, її електричним опором і діелектричними втратами. В установках

напругою понад 1000 В проводять усі види випробувань ізоляції, а при напрузі до 1000 В – контролюють електричний опір і електричну міцність. Електричну міцність ізоляції визначають шляхом випробування підвищеною напругою.

Контроль ізоляції підрозділяється на:

- періодичний (виконують у певні проміжки часу);
- постійний (виконують упродовж всього періоду роботи ЕУ);
- передпусковий (виконується перед пуском ЕУ).

Періодичний контроль поділяється на:

- заводський – після виготовлення ЕУ;
- приймально-здавальний – після монтажу, перед введенням в експлуатацію;
- післяремонтні випробування – після капітальних та поточних ремонтів;
- міжремонтні випробування – у строки, встановлені відповідними правилами.

Опір ізоляції електроустановок нелінійно залежить від прикладеної напруги, тому вимірювальна напруга повинна бути не нижче номінальної або трохи більша неї. Контроль опору ізоляції проводять на відключеній установці за допомогою спеціальних приладів – мегомметрів. Вимоги до величини випробувальної напруги, величини опору ізоляції електроустановок та періодичності контролю регламентовано ПУЕ, НПАОП 0.00-1.12-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» та іншими чинними нормативно-правовими актами.

Для ЕУ напругою до 1 кВ вимірювальна напруга дорівнює 1 кВ та опір ізоляції не повинен бути менш як 500 кОм. ЕУ випробовують підвищеною напругою, щоб гарантувати надійний стан ізоляції до наступних випробувань. Постійний контроль ізоляції виконують у мережах з ізольованою нейтраллю.

4.2.1.2. Виміри опору ізоляції. Вимірювання активного опору ізоляції здійснюється мегомметрами. Схема мегомметра (рис. 4.1) має: генератор постійного струму з ручним приводом чи живленням від стороннього джерела – мережі, акумуляторів та ін.), логометр, перемикач, додаткові опори та клема (З – земля, Л – лінія, Е – екран).

Мегомметри виготовляють на напругу 100, 250, 500, 1000 та 2500 В для вимірювання опору ізоляції до 50000 МОм. Електричні випробування ізоляції ЕУ та відбір проб трансформаторного масла на аналіз необхідно проводити при температурі ізоляції не нижче +5 °С. Випробування підвищеною напругою обов'язкове лише для електрообладнання на напругу до 35 кВ; для електрообладнання на напругу понад 35 кВ – лише за наявності випробних пристроїв. До і після випробування ізоляції підвищеною напругою промислової частоти або випрямленою напругою рекомендується вимірювати опір ізоляції за допомогою мегомметра.

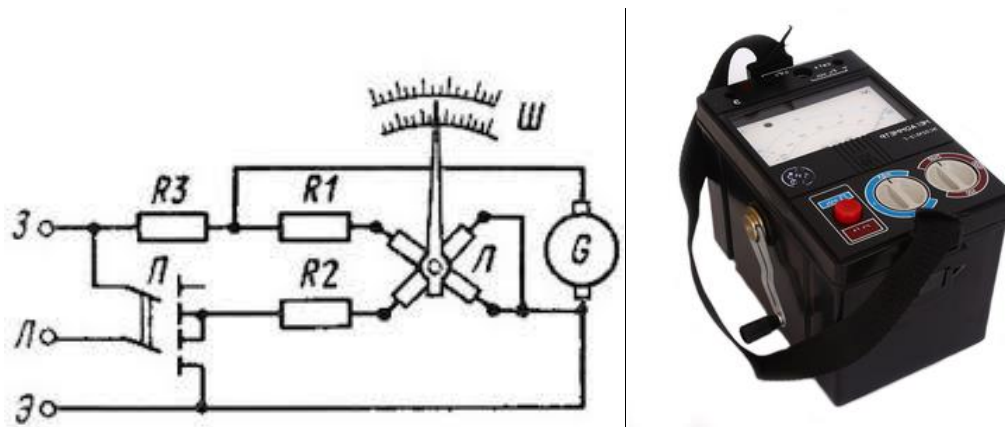


Рис. 4.1. Мегомметр. Електрична схема та загальний вигляд

За опір ізоляції приймається одноквилинне значення вимірюваного опору R_{60} . Опір ізоляції R_{15} та R_{60} потрібно відраховувати через 15 с та 60 с відповідно. Результати випробувань і вимірювань необхідно оформляти типовими протоколами, відповідними актами, записами у формулярах або вносити до магнітних носіїв.

4.2.2. Безпечне розміщення струмовідних частин. В електроустановках напругою понад 1000 В електротравми можливі і при дотику до ізольованих струмовідних частин. Захист від випадкового дотику в цих електроустановках здійснюється за рахунок забезпечення недоступності струмовідних частин. Основними заходами забезпечення недоступності струмовідних частин є:

- розміщення неізольованих струмовідних частин на недоступній висоті та в недоступному місці;
- застосування захисних огорож, закритих комутаційних апаратів (пакетних вимикачів, комплектних пускових пристроїв, дистанційних електромагнітних приладів для керування споживачами електроенергії тощо);
- обмеження доступу сторонніх осіб в електротехнічні приміщення тощо.

Захист від непрямого дотику слід виконувати в усіх випадках, якщо напруга в електроустановці перевищує 50 В змінного і 120 В постійного струму. В приміщеннях з підвищеною небезпекою, в особливо небезпечних і в зовнішніх установках виконання захисту від непрямого дотику може знадобитися при більш низьких напругах, наприклад: 25 В змінного і 60 В постійного струму або 12 В змінного і 30 В постійного струму за наявності відповідних вимог до конкретних електроустановок або електроприймачів.

Безпечне розміщення струмовідних частин досягають:

- встановленням на робочому місці зони досяжності;
- розміщенням струмовідних частин на недосяжній висоті або у недоступному місці.

Електроустановки напругою до 1 кВ житлових, громадських і промислових будинків, приміщень для утримування тварин і зовнішніх установок повинні, як правило, отримувати живлення від джерела з глухозаземленою нейтраллю із застосуванням системи заземлення TN. Вимоги до вибору системи TN-C, TN-S, TN-C-S для конкретних електроустановок подаються у відповідних главах ПУЕ. Для захисту від ураження електричним струмом при непрямому дотику в електроустановках із системою TN повинно виконуватися автоматичне вимикання живлення. На повітряних лініях мереж з системою TN повинно виконуватись повторне заземлення PEN-провідника.

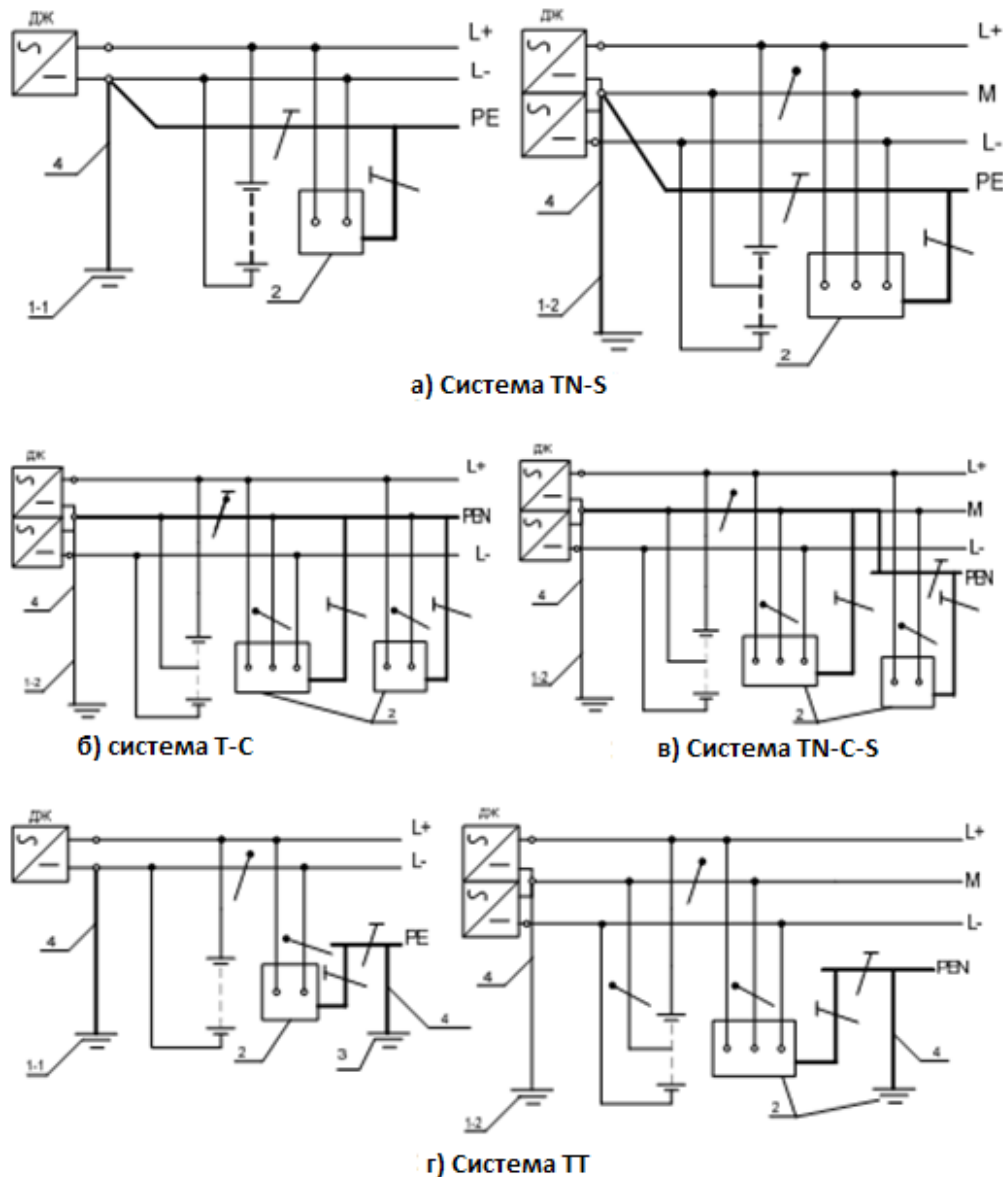


Рис. 4.15. Приклади виконання систем TN-S, TN-C, TN-C-S та TT в електроустановках постійного струму:

ДЖ – джерело живлення; L+, L- – лінійні провідники позитивного і негативного полюсів; 1-1 – заземлення лінійного провідника; 1-2 – заземлення середнього провідника; 2 – відкриті провідні частини електрообладнання; 3 – заземлення відкритих провідних частин; 4 – заземлювальний провідник; (потовщеними лініями виділені заземлювальні і захисні провідники).

Рекомендується також виконувати повторне заземлення PEN (PE) – провідника на вводі в електроустановки будинків. В середині великих і багатоповерхових будинків аналогічну функцію виконує зрівнювання потенціалів шляхом приєднання нульового захисного провідника до головної заземлювальної шини.

Живлення електроустановок напругою до 1 кВ із системою TT рекомендується передбачати в спеціальних електроустановках та у випадку, коли умови електробезпеки в системі TN не можуть бути забезпечені або їх виконання викликають значні труднощі. Для захисту при непрямому дотику в таких електроустановках повинно виконуватися автоматичне вимикання живлення.

Живлення електроустановок напругою до 1 кВ з системою IT необхідно виконувати, як правило, за неприпустимості чи небажаності перерви живлення при першому замиканні на землю або на заземлені відкриті провідні частини, які зв'язані з системою зрівнювання потенціалів.

Опір заземлюючого пристрою повинен задовольняти вимогам ПУЕ (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Допустимі опори заземлювального пристрою

<i>Характеристика установок</i>	<i>Потужність трансформатора</i>	<i>Допустимий опір заземлювального пристрою, Ом</i>
Електроустановки напругою до 1000 В	Установки з ізолюваною нейтраллю: – потужності генераторів та трансформаторів 100 кВА і менше; – потужності генераторів та трансформаторів понад 100 кВА	10 Ом 4 Ом
Електроустановки напругою понад 1000 В	Установки з заземленою нейтраллю	0,5 Ом

При використанні заземлювального пристрою лише для електроустановок напругою понад 1000 В з ізолюваною нейтраллю, а також у випадку використання його одночасно для електроустановок напругою до 1000 В, в яких N-, PEN- (PE-) провідники не виходять за межі цього заземлювального пристрою, опір заземлювального пристрою (Ом) визначають за виразом:

$$R_3 \leq \frac{250}{I_{K3}},$$

де I_{K3} – розрахунковий струм замикання на землю, А.

Якщо заземлюючий пристрій використовується одночасно і для установок напругою до 1000 В, то:

$$R_3 \leq \frac{125}{I_{K3}},$$

де $U_3=250$ і 125 В – припустимі за умовами безпеки напруги в заземлювачах.

Заземлювачі можуть бути виносними або контурними (рис. 4.16). Заземлюючі провідники між собою й із заземлювачем з'єднуються зварюванням, а з обладнанням, що заземлюється, – зварюванням або за допомогою гвинтового з'єднання із застосуванням антикорозійних засобів. Вимоги до площі поперечного перерізу цих провідників встановлюються ПУЕ.

У випадку виносного заземлювача (рис. 4.16, а), закладені в ґрунт вертикальні електроди з'єднуються металевією смугою, а в приміщенні відкрито по будівельних конструкціях прокладається внутрішня магістраль заземлення. Заземлювач і магістраль з'єднуються між собою провідниками за допомогою зварювання не менше, ніж у двох місцях. Виносний заземлювач розташовується на деякому видаленні від об'єктів, що захищаються, тому коефіцієнт напруги дотику $\alpha=1$.

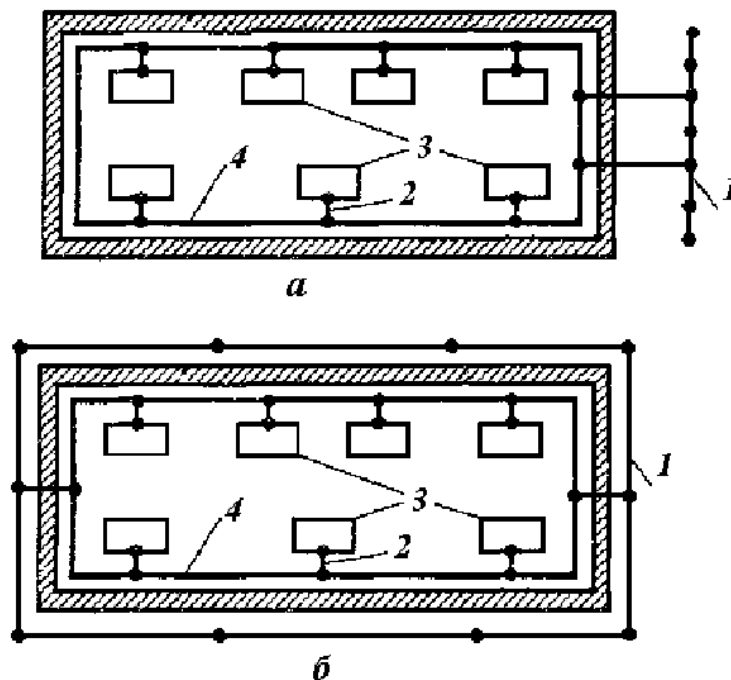


Рис. 4.16. Виносне (а) і контурне заземлення (б):

1 – заземлюючий пристрій; 2 – заземлюючі провідники; 3 – обладнання, що заземлюється; 4 – внутрішня магістраль заземлення.

У випадку контурного заземлювача (рис. 4.16, б) у ґрунті навколо приміщення чи обладнання, що захищається, на глибині 0,7...1,0 м прокладається заземлювач – горизонтальний електрод 1, до якого за допомогою зварювання не менше, ніж у двох місцях приєднується внутрішня магістраль заземлення.

Монтаж контуру заземлення може виконуватися з різного матеріалу, але в основному це:

- металевий куток;
- труба;
- арматура.

При захисті відкритих електроустановок корпуси обладнання приєднуються заземлюючими провідниками безпосередньо до заземлювача. За необхідності, для зменшення опору заземлюючого пристрою в кутах контуру та періодично за довжиною горизонтального електрода в ґрунт закладаються вертикальні електроди.

Для електроустановок напругою 110 кВ і більше з метою вирівнювання потенціалу на території, що наближена до контуру, заземлювач виконується складної конструкції з прокладкою повздовжніх і поперечних смуг в місцях вільних від устаткування на глибині 0,5...0,7 м. При цьому контурний електрод, який утворює периметр сітки, повинен охоплювати розподільні пристрої і виробничі будівлі об'єкту, що захищається.

Повздовжні смуги прокладаються уздовж осей електроустаткування і конструкцій з боку обслуговування на відстані 0,8...1,0 м від фундаменту або основи устаткування. Допускається збільшення відстані до 1,5 м з прокладкою однієї смуги для двох рядів устаткування, якщо сторони обслуговування звернені одна до одної, а відстань між ними не перевищує 3 м.

Поперечні смуги слід прокладати в місцях вільних від устаткування, причому відстань між ними рекомендується збільшувати від периферії до центру заземлюючої сітки. При цьому перша і подальші відстані, починаючи від периферії, не повинні перевищувати відповідно 4,0; 5,0; 6,0; 7,5; 9,0; 11,0; 13,5; 16,0 і 20,0 м. Розміри комірок заземлюючої сітки, що примикає до місць приєднання нейтралей силових трансформаторів і короткозамикачів до заземлювача, не повинні перевищувати 6х6 м².

Горизонтальні заземлювачі слід прокладати по краю території, що захищається, так, щоб вони утворювали замкнутий контур. Відстань між подовжніми і поперечними горизонтальними смугами має бути не більш 30 м, а глибина їх закладання в ґрунт має бути не менше 0,3 м.

Зовнішню огорожу електроустановок не рекомендується приєднувати до заземлюючого пристрою. Для виключення електричного зв'язку зовнішньої огорожі із заземлюючим пристроєм відстань від огорожі до елементів заземлюючого пристрою має бути не менше 2 м.

В якості штучних заземлювачів слід застосовувати сталеві вироби. Вертикальні електроди – труби діаметром 50...60 мм з товщиною стінки не менше 3,5 мм завдовжки 2,5...3,0 м, кутова сталь тієї ж довжини з товщиною стінки не менше 4 мм і шириною полиці від 32 до 60 мм або сталеві прутки діаметром не менше 16 мм завдовжки 4,0...4,5 м (іноді до 10 м і більше).

Для з'єднання вертикальних електродів і як самостійний горизонтальний електрод використовують смугову сталь перерізом не менше $2 \times 44 \text{ мм}^2$ або круглу сталь діаметром не менше 10 мм. Всі з'єднання в заземлювачі виконуються зварюванням, при цьому смугу встановлюють на ребро.

Відстань між вертикальними електродами слід приймати від однієї до трьох його довжин. Заземлюючі провідники прокладаються відкрито по стінах будівлі і повинні мати переріз (сталеві) не менше 100 мм^2 . Приєднання устаткування, що заземляється, до магістралі заземлення здійснюється за допомогою окремих провідників.

Як природні заземлювачі використовуються:

- залізобетонні фундаменти будівель і споруд спеціально для цього призначені;
- обсадні труби свердловин;
- прокладені в землі трубопроводи, окрім трубопроводів з гарячими і вибухонебезпечними рідинами і газами;
- металеві і залізобетонні конструкції будівель і споруд, що знаходяться в землі;
- свинцеві оболонки кабелів, прокладених в землі;
- системи «грозозахисний трос» – опори повітряних ліній напругою 110 кВ і більше.

На кожний діючий заземлюючий пристрій повинен бути паспорт, в якому наводиться його схема, дані про результати перевірок його стану, проведені ремонтні роботи і конструктивні зміни. При перевірці стану заземлюючого пристрою проводять його огляд і вимірюють опір захисного заземлення струму розтікання. Терміни перевірки встановлюються чинними нормативно-правовими актами. Так опір заземлюючого пристрою вимірюється після монтажу, переустаткування, капітального ремонту, але не рідше 1 раз в 12 років.

Вимірювання опору заземлюючого пристрою виконується приладами М-1101, М-416, Ф-4103, Ф-4103-1, Ф-4103-1м, ИС-10. Їх принцип дії заснований на методі вольтметра-амперметра.

Для реалізації схеми вимірювання (рис. 4.17) необхідний трансформатор Tr з вторинною напругою 40–50 В, два допоміжні електроди (П – потенційний і С – струмовий) зазвичай з загостреної кутової сталі завдовжки біля 1,5 м, амперметр A і вольтметр V . Суть цього методу полягає в тому, що за допомогою амперметра вимірюється струм, що проходить через вимірюваний заземлювач, а за допомогою вольтметра – падіння напруги на ньому. В результаті опір заземлювача визначається як $R_z = U/I$.

$$R_x = \frac{U}{I},$$

де R_x – опір заземлення, Ом; U – напруга, яку показує вольтметр, В; I – сила струму за амперметром, А.

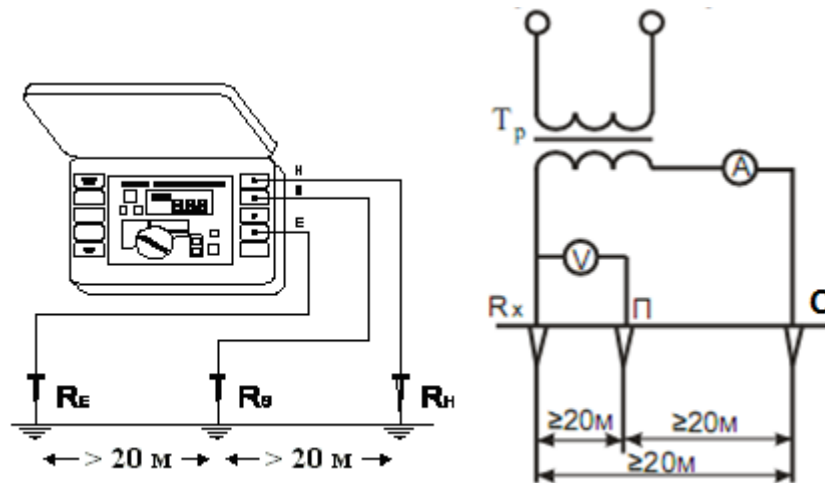


Рис.4.17. Схема вимірювання опору заземлюючого пристрою методом вольтметра–амперметра

Відстані між електродами і заземлювачем мають бути не менше вказаних на схемі (рис. 4.17). Для того, щоб похибка вимірювання не перевищувала 2%, внутрішній опір вольтметра повинен в 50 разів перевищувати сумарний опір заземлювача і потенційного електроду.

Розрахунок заземлювача може виконуватися двома методами:

- методом коефіцієнта використання (екранування) електродів – для електроустановок напругою до 35 кВ включно;
- методом наведених потенціалів з урахуванням складеної будови ґрунту, який використовується зазвичай для складних заземлювачів для електроустановок напругою 110 кВ і більше.

Метод коефіцієнтів використання електродів використовують при однорідній структурі ґрунту для розрахунку простих заземлюючих пристроїв. У випадку складної двошарової структури ґрунту та складних заземлювачів застосовують спосіб наведених потенціалів.

Коефіцієнт використання групового заземлювача η – це відношення діючої провідності цього заземлювача до найбільш можливої його провідності за нескінченно великих відстаней між його електродами.

Мета розрахунку – перевірити правильність вибору кількості і довжини вертикальних електродів, довжини горизонтальної з'єднувальної стрічки і розміщення заземлювача на плані, виходячи з регламентованого нормами припустимого значення опору R_n .

Розрахунок заземлювача методом коефіцієнта використання здійснюється в наступній послідовності:

- 1) Уточнюють початкові дані. Вибір конструкції та розрахунок опору ЗП виконують за наявності такої вихідної інформації:
 - напруги ЕУ, яку потрібно заземлювати;
 - струму замикання на землю $I_{зз}$ або дані для його розрахунку;
 - сумарної потужності ДЖ;
 - плану розміщення устаткування у мірилi з потрібними розмірами;
 - відомостей про ґрунти, де потрібно розміщувати заземлювачі (питомий опір, вид ґрунту);
 - відомостей про природні заземлювачі (вид, геометричні розміри, питомий опір ґрунту або опір природних заземлювачів);
 - часу вимкнення напруги релейним захистом (максимальний струмовий захист) в ЕУ напругою більш як 1 кВ з ефективно заземленою нейтраллю.
- 2) Визначають розрахунковий струм однофазного замикання на землю:

$$I_3 = \frac{U_n(35l_k + l_g)}{350},$$

де l_g, l_a – довжина електрично зв'язаних кабельних та повітряних ліній відповідно, що входять до однієї системи.

- 3) Обчислюють необхідний опір заземлюючого пристрою $R_{ЗП ПУЕ}$:

$$R_{ЗП ПУЕ} \leq \frac{U_{\text{дот.доп.}}}{I_3},$$

де $U_{\text{дот.доп.}}$ – допустима на пруга дотику, В; I_3 – струм КЗ на землю чи на відкриті провідні частини, А.

- 4) Підраховують опір природних заземлювачів $R_{ПР}$ (якщо немає даних вимірів), якщо опір природного заземлювача менше необхідного $R_{ЗП ПУЕ}$, то розрахунок закінчений.
- 5) Визначають необхідний опір розтіканню штучного заземлювача:

$$R_{ш} = \frac{R_{ПР} \cdot R_{ЗП ПУЕ}}{R_{ПР} - R_{ЗП ПУЕ}}.$$

- 6) Вибирають тип заземлювача і складають попередню схему заземлюючого пристрою (розміщують на плані об'єкту вертикальні і горизонтальні електроди).
- 7) Визначають розрахункові питомі опори ґрунту з урахуванням кліматичних коефіцієнтів окремо для вертикальних і горизонтального електродів:

$$\rho_{\text{ве}} = \rho_{\text{вим}} \cdot \psi_{\text{ве}}$$

$$\rho_{\text{ге}} = \rho_{\text{вим}} \cdot \psi_{\text{ге}},$$

де $\rho_{\text{вим}}$ – питомий електричний опір ґрунту отримують шляхом вимірювання або з довідкової літератури; $\psi_{\text{ве}}$, $\psi_{\text{ге}}$ – кліматичні коефіцієнти, що враховують можливе підвищення опору ґрунту протягом року (приймають з довідкової літератури).

- 8) Визначають опір одиночного вертикального електрода $R_{\text{ВЕ}}$ з урахуванням розрахункового питомого опору ґрунту $\rho_{\text{ве}}$ (табл. 4.4).
- 9) Визначають опір горизонтального електрода заземлювача (сумарна довжина) з урахуванням розрахункового питомого опору ґрунту $\rho_{\text{ге}}$ (табл. 4.4).
- 10) Обчислюють розрахунковий опір штучного заземлювача з урахуванням отриманих значень за формулою:

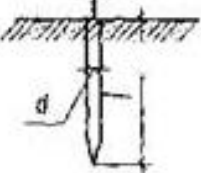
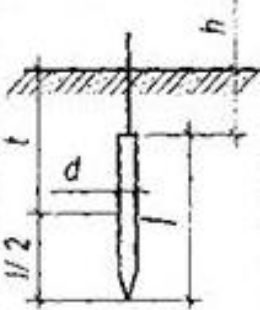
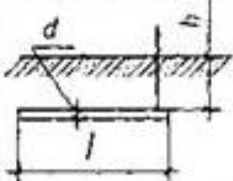
$$R_{\text{з розр.}} = \frac{R_{\text{ве}} \cdot R_{\text{ге}}}{R_{\text{ве}} \cdot \eta_{\text{ге}} + R_{\text{ге}} \cdot \eta_{\text{ве}} \cdot n_{\text{ве}}},$$

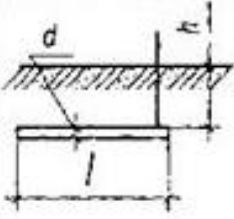
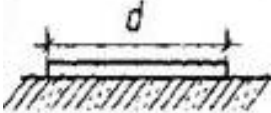
де $n_{\text{ве}}$ – кількість вертикальних електродів, $\eta_{\text{ве}}$ та $\eta_{\text{ге}}$ – коефіцієнти використання вертикальних і горизонтального електродів (визначають за довідковою літературою).

При необхідності коректують параметри заземлювача і уточнюють його опір розтіканню. Формули для визначення опору електродів різного виду наведені в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Формули для визначення опору одиночного заземлювача

Вид заземлювача	Схема	Формула
1. Труба, стержень біля поверхні ґрунту		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$
2. Труба, стержень на глибині h		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \left(\frac{4t + l}{4t - l} \right) \right)$
3. Горизонтальний заземлювач (труба, штаба) на глибині h діаметром або		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{dh}$

шириною d		
4. Кільцевий заземлювач (штаба, труба) на глибині h		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2,6l^2}{dh}$
5. Кругла пластина на поверхні землі діаметром d		$R = \frac{\rho}{2\pi d}$

де l – довжина заземлювача, см;
 d – діаметр круглого заземлювача, см;
 ρ – питомий опір ґрунту, Ом/см;
 t – відстань від поверхні ґрунту до середини заземлювача.

4.3.2. Занулення. *Занулення* – це навмисне електричне з’єднання металевих неструмовідних частин електроустановок до 1000 В, які можуть опинитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції з:

- глухозаземленою нейтраллю джерела струму в трифазних мережах (рис. 4.18);
- або з глухозаземленим виводом джерела струму в однофазних мережах.

Провідник, що здійснює з’єднання корпусу електроустановки з глухозаземленою нейтраллю джерела живлення, називається *нульовим захисним*.

Метою занулення є створення умов для спрацювання засобів автоматичного відключення електроустановки у випадку, коли внаслідок пошкодження ізоляції металеві неструмовідні частини опинилися під напругою. Занулення застосовується в мережах трифазного струму з глухозаземленою нейтраллю при напрузі до 1 кВ.

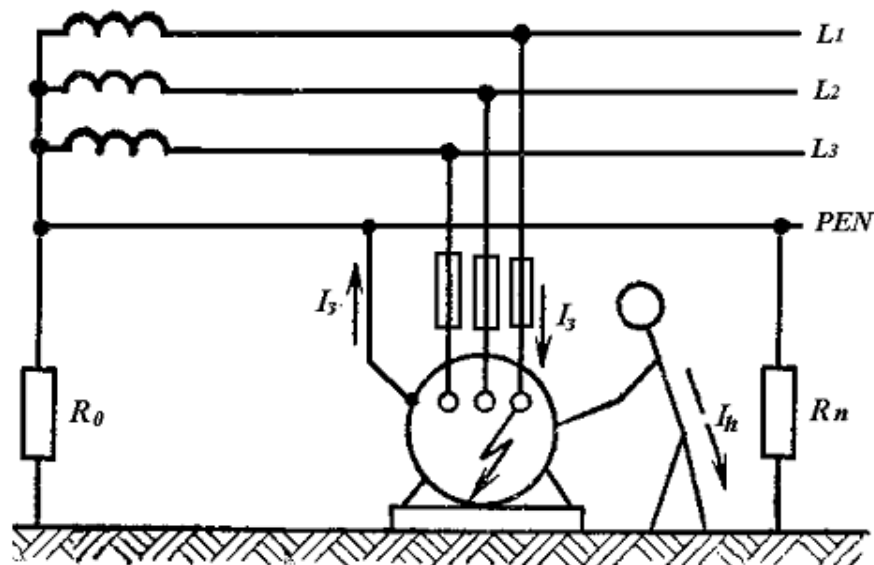


Рис. 4.18. Принципова схема занулення

Захисне занулення працює наступним чином. Якщо при поданому електричному живленні відбувається потрапляння фази (випадкове потрапляння або пробій ізоляції фазного провідника) на металевий корпус з зануленням, то виникає коротке замикання, різко збільшується значення електричного струму і спрацьовує апарат захисту (автоматичний вимикач) або перегорає плавка вставка запобіжника, тим самим знеструмлюючи електрообладнання або електроустановку (рис. 4.19).

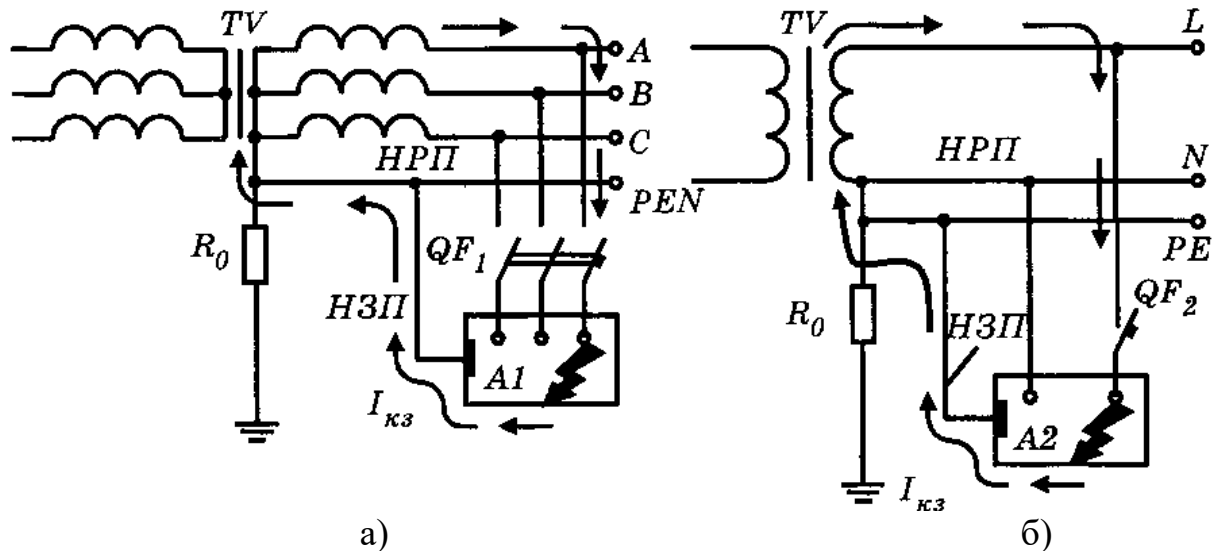


Рис. 4.19. Захисне занулення:

а) трифазної електричної мережі з глухозаземленою нейтраллю; б) однофазної електричної мережі з глухозаземленим виводом трансформатора; НРП – нульовий робочий провідник; НЗП – нульовий захисний провідник.

Опір захисного нульового провідника повинен бути дуже низьким. Це необхідно для того, щоб забезпечити рівень струму короткого замикання, достатній для дії захисту. Тобто значення струму к.з. має бути достатнім для того, щоб спрацював захисний апарат. Якщо електрообладнання просто заземлити, то, наприклад, в разі пробію фази на корпус струм короткого замикання може бути недостатнім для того, щоб спрацював автоматичний вимикач або перегоріла плавка вставка запобіжника.

Згідно з ПУЕ в мережах напругою до 1000 В, у яких нейтраль джерела живлення є глухозаземленою, а відкриті струмовідні частини електроустановки приєднані до нейтралі за допомогою нульових захисних провідників (система TN) можливі такі варіанти реалізації занулення:

- система TN–C – це система TN, у якій нульовий захисний (PE) і нульовий робочий (N) провідники сполучені в одному провіднику на всій її довжині (PEN-провідник) (рис. 4.14, б);
- система TN–S – це система TN, у якій нульовий захисний і нульовий робочий провідники розділені на всій її довжині (рис. 4.14, а);

- система TN–C–S – це система TN, у якій функції нульового захисного і нульового робочого провідників сполучені в одному провіднику на якійсь її частині, починаючи від джерела постачання (рис. 4.14, в).

Нині при спорудженні нових житлових будинків, адміністративно-побутових приміщень, приміщень масового перебування людей та схожих на них передбачається використання системи TN–S або TN–C–S (згідно ДБН В.2.5-23:2010).

При використанні для електропостачання повітряних ліній можливий обрив PEN-провідника. Тому з метою підвищення безпеки при експлуатації електроустановок цей провідник повторно заземлюється.

Згідно ПУЕ повторному заземленню підлягає PEN-провідник, на кінцях повітряних ліній або відгалужень завдовжки більше 200 м, а також на вводах повітряних ліній до електроустановок, при цьому насамперед слід використовувати природні заземлювачі – підземні частини опор.

Сумарний опір заземлювача нейтралі і повторних заземлювачів нульового провідника повинен бути не більше 2,0; 4,0; 8 Ом відповідно при лінійній напрузі 660; 380 і 220 В. Опір заземлювача нейтралі за наявності повторних, а також опір одиночного повторного заземлювача має бути не більше 15,0; 30,0; 60,0 Ом відповідно при тій же напрузі. Загальний опір усіх повторних заземлювачів PEN-провідника кожної повітряної лінії має бути не більше 5,0; 10,0; 20,0 Ом відповідно при тій же напрузі.

4.4. Електрозахисні засоби захисту

В електроустановках потрібно застосування спеціальних засобів для захисту персоналу. Ці засоби не є конструктивними частинами електроустановок. Вони доповнюють огорожі, блокування, сигналізації, заземлення, занулення і інші стаціонарні захисні пристрої і призначені для захисту персоналу від ураження електричним струмом і шкідливого впливу електричного поля і називаються *електрозахисними засобами*.

Електрозахисні засоби класифікуються за такими ознаками, як функціональність і величина напруги в мережах, де згідно з ПУЕ їх використання вважається обов'язковим. Відповідно до першого з цих факторів всі вони діляться на основне і додаткове спорядження.

За типом мереж, де ці засоби застосовуються вибірково, розрізняють наступні варіанти:

- основне і додаткове спорядження для мереж з діючою напругою нижче 1000 В;
- точно така ж класифікація прийнята згідно з ПУЕ для ліній електропередач понад 1000 В.

За своїм призначенням всі захисні засоби можна умовно розділити на 4 групи:

- ізолюючі;
- огорожувальні;

- екрануючі;
- запобіжні.

Ізольовані захисні засоби служать для ізоляції людини від струмоведучих частин електроустановки, що знаходяться під напругою, а також для ізоляції людини від землі при одночасному дотику людини, що стоїть на землі, до струмоведучих частин електроустановок або до металевих корпусів електрообладнання з пошкодженою ізоляцією.

Комплектування установки засобами захисту залежить від напруги електроустановки (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Комплектування електроустановок засобами захисту за величиною напруги

Установки до 1000 В	Установки напругою понад 1000 В
<i>Основні засоби</i>	
ізолюючі штанги всіх видів;	ізолюючі штанги всіх видів;
ізолюючі кліщі;	ізолюючі кліщі;
показчики напруги;	показчики напруги;
електровимірювальні кліщі;	кліщі електровимірювальні, пристрої для проколу кабелю і т.п.;
діелектричні рукавички;	показчики напруги для перевірки збігу фаз;
ручний ізолюючий інструмент	спеціальні засоби захисту, ізолюючі пристрої та пристосування для робіт під напругою в електроустановках напругою 110 кВ і вище (крім штанг для перенесення і вирівнювання потенціалу).
<i>Додаткові засоби</i>	
діелектричні калоші, килими та ізолювальні підставки;	діелектричні рукавички, боти, килими;
ізолюючі ковпаки, покриття і накладки;	діелектричні ковпаки;
драбини приставні, драбини ізолюючі склопластикові	ізолюючі підставки і накладки;
	індивідуальні екрануючі комплекти;
	переносні заземлення;
	огорожувальні пристрої;
	плакати і знаки безпеки;
	штанги для перенесення і вирівнювання потенціалу;
	драбини приставні, драбини ізолюючі склопластикові.

Основні електрозахисні засоби мають ізоляцію, яка здатна довго витримувати робочу напругу електроустановки і ними дозволяється торкатися струмоведучих частин під напругою.

Додаткові ізолюючі електрозахисні засоби не володіють достатньою ізоляцією, що здатна витримати робочу напругу електроустановки. Їх призначення – посилити захисну дію основних ізолюючих засобів, разом з якими вони повинні застосовуватися (досить одного додаткового електрозахисного засобу).

4.4.1. Призначення, конструкція і правила застосування засобів захисту в електроустановках. *Ізолююча штанга* (рис. 4.20) – стрижень, виготовлений з ізоляційного матеріалу, яким людина може торкатися частин електроустановки, що знаходиться під напругою, без небезпеки ураження струмом. Штанги ізолюючі використовуються для оперативної роботи (проведення вимірювань, заміни запобіжних вставок, монтажу ізолюючих накладок, операцій з комутуючими пристроями, монтажу захисних переносних заземлень, встановлення переносних заземлень) і звільнення від електричного струму потерпілого.

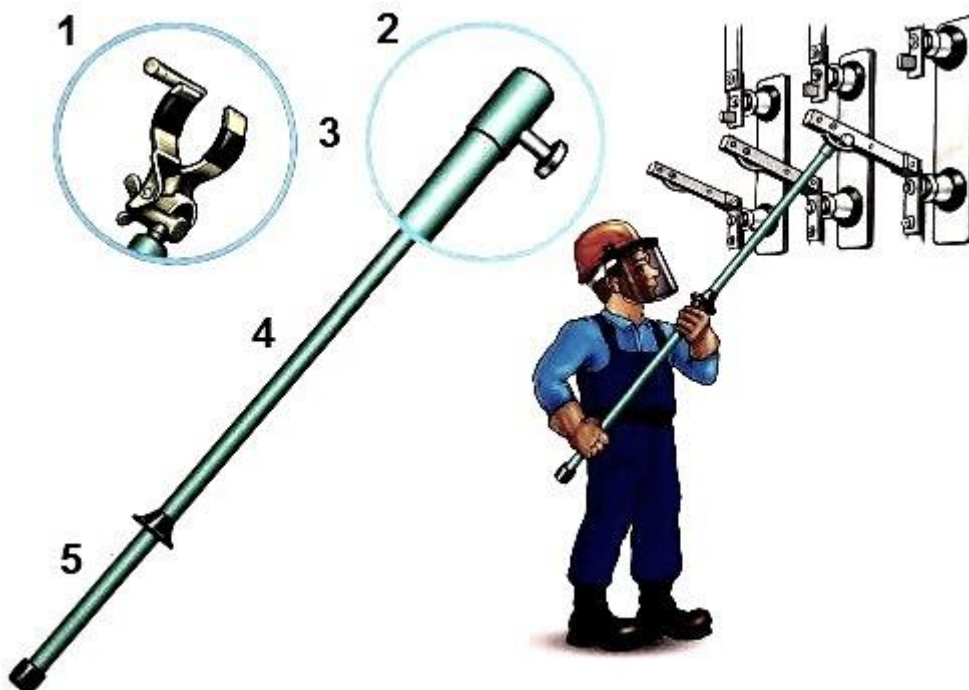


Рис. 4.20. Ізолююча штанга:

1 – головка з розсувними губками для захоплення запобіжників; 2 – палець для операцій з однополюсними роз'єднувачами; 3 – робоча частина; 4 – ізолювальна частина; 5 – рукоятка.

Залежно від призначення штанги діляться на 4 види:

- а) оперативні, що застосовуються для операцій з однополюсними роз'єднувачами і накладання тимчасових переносних захисних заземлень;
- б) вимірювальні, призначені для вимірювань в електроустановках, що знаходяться в роботі (перевірка розподілу напруги по гірлянди ізоляторів, визначення опору контактних з'єднань на проводах і ошиновці і т. п.);

в) ремонтні, службовці для проведення ремонтних і монтажних робіт поблизу струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, або безпосередньо на них: очищення ізоляції від пилу, приєднання до проводів споживачів та ін.;

г) універсальні, конструкція яких дозволяє виконувати різноманітні операції.

Перед використанням штанги слід переконатися в її справності, відсутності механічних пошкоджень, можливості виконання майбутньої операції. Забороняється використовувати штангу для робіт, не призначених для неї.



Рис. 4.21. Діелектричні рукавички

мають відповідний заводської штамп. Використання рукавичок, призначених для інших цілей (хімічного виробництва, медичні та ін.), в якості засобу захисту не допускається. Довжина рукавичок повинна бути не менше 350 мм.



Рис. 4.22. Робота ізолюючими кліщами

Діелектричні рукавички (рис. 4.21) служать для захисту персоналу від впливу електричного струму. Вони застосовуються як додатковий засіб захисту в електроустановках понад 1000 В і як основний – в електроустановках напругою до 1000 В.

При роботі в електроустановках дозволяється застосовувати тільки діелектричні рукавички, виготовлені відповідно до вимог технічних умов і

Ізолюючі кліщі (рис. 4.22) призначені для виконання операцій під напругою з запобіжниками, зняття ізолюючих накладок, перегородок і тому подібні роботи. Застосовують кліщі в установках до 35 кВ включно. При роботах з напругою понад 1 кВ разом з ізольованими кліщами необхідно використовувати додаткові засоби захисту: гумові діелектричні рукавички і захисну маску. При напрузі до 1000 В змінювати запобіжники допускається без кліщів, тільки за допомогою рукавичок і захисних окулярів.

Конструкції кліщів різні, але у всіх випадках вони мають три основні частини: робочу частину, або губки, ізолюючу частину і рукоятки.

Показчик напруги (рис. 4.23, 4.24) – переносний прилад, призначений для перевірки наявності напруги на струмопровідних частинах. Принцип їх роботи заснований на світінні газорозрядної індикаторної лампи при протіканні через неї ємнісного струму. Така перевірка необхідна, наприклад, при роботі безпосередньо на від'єднаних струмопровідних частинах, контролі справності електроустановок, відшукування ушкоджень в електроустановці і т. п. Показчики бувають для електроустановок до 1000 В і вище. Ті, що призначені для електроустановок до 1000 В, діляться на двополюсні і однополюсні.



Рис. 4.23. Показчик низької напруги і чергування фаз на напругу 0,4 кВ УННЧФ-0,4

Однополюсні показчики низької напруги (рис. 4.23) мають електричну схему, що складається з газорозрядної індикаторної лампи з додатковим резистором, контакту-наконечника і контакту на торцевій частині корпусу. Корпус показчика виконується з ізоляційного матеріалу і має упорне кільце. При перевірці наявності або відсутності напруги торкаються рукою контакту на торцевій частині показчика. При наявності напруги через показчик проходить ємнісний струм, обумовлений ємністю «людина - земля».

Однополюсні показчики застосовуються при перевірці вторинних кіл, визначенні фазного проводу, при підключенні електролічильників, вимикачів, патронів ламп, запобіжників і т. інш. Недоліком цих показчиків є можливість світіння лампи через ємнісний зв'язок – від наведеної напруги.

Ізолююча частина показчиків на напругу понад 1000 В (рис. 4.24) розташовується між робочою частиною і рукояткою, а на напругу 35 кВ і вище може бути виконана з декількох елементів. Можливо застосування телескопічної конструкції. Допускається застосування робочої частини показчика на напругу 2...10 кВ в електроустановках понад 10 кВ за умови закріплення її на відповідній штанзі.

Кліщі електровимірювальні (рис. 4.25) призначені для вимірювання струму, напруги, потужності, фазового кута та інш. без розриву кола струму і без порушення його роботи. Кліщі електровимірювальні виготовляються згідно ГОСТ 9071-79 і технічним умовам на кожний виріб. Кліщі для електроустановок 2-10 кВ складаються з трьох частин – робочої, ізолювальної і рукояток. Робочу частину кліщів складають роз'ємний магнітопровід, обмотка і знімний або вбудований електровимірювальні прилади.



Рис. 4.24. Показчик високої напруги для фазування з цифровою індикацією УВНсТФ-10И

Ізолююча частина і рукоятка виконуються з ізоляційного матеріалу з стійкими електричними характеристиками. Мінімальна довжина ізолюючої частини 380 мм, рукоятки 130 мм.



Рис. 4.25. Кліщі електровимірювальні APPA 133F

Кліщі електровимірювальні для електроустановок до 1000 В складаються з робочої частини (рознімного магнітопровода, обмотки і вимірювального приладу) і корпусу, який був водночас ізолюючою частиною і рукояткою.

Робота з електровимірювальними кліщами допускається на струмопровідних частинах, покритих ізоляцією (провід, кабель, трубчастий патрон запобіжника тощо), а також і на неізольованих струмоведучих частинах (шини, дріт).

Ручний інструмент слюсарно-монтажний (рис. 4.26) з ізолюючими рукоятками (ГОСТ 11516-79) призначається для роботи в електроустановках

напругою до 1000 В і може застосовуватися в якості основного засобу захисту при роботах під напругою.

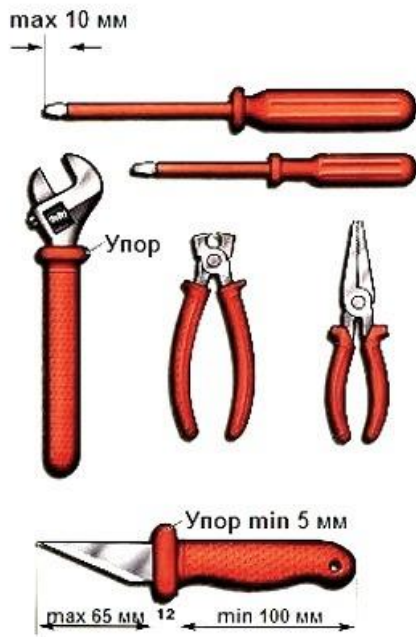


Рис. 4.26. Ручний ізолюючий інструмент



Рис. 4.27. Діелектричне взуття

розподільних пристроях.

Діелектричні боти, чоботи і калоші відрізняються від звичайних побутових тим, що виготовляються без лакового покриття і мають колір світло-сірий або бежевий.

Килимки діелектричні гумові та ізолюючі підставки застосовуються в якості додаткових засобів захисту в закритих електроустановках напругою до 1000 В і вище, крім особливо сирих приміщень. В електроустановках до 1000 В килимки можуть застосовуватися в якості накладок для закриття струмоведучих частин під час робіт без зняття напруги.

Килимки виготовляються по ГОСТ 4997-75 * шириною від 500 до 1200 мм, довжиною від 500 до 8000 мм, товщиною 6 ± 1 мм. Вони повинні мати рифлену лицьову поверхню, щоб унеможливити ковзання ніг ремонтно-оперативних працівників.

Рукоятки плоскогубців, кусачок, щипців, острогубців, викруток, гайкових ключів покриваються вологостійким некрихким ізоляційним матеріалом з упорами з того ж матеріалу, що запобігають ковзанню пальців працюючого на неізольовану частину інструменту. На поверхні ізолюючих, частин інструменту виключаються раковини, тріщини, здуття і інші дефекти, а ізоляційне покриття щільно прилягає до металевих частин інструменту і повністю ізолює ту його частину, яка під час роботи знаходиться в руці працюючого.

Ізолюючі рукоятки мають довжину не менше 100 мм до середини упору. Товщина ізоляції стрижнів викруток $1 \pm 0,2$ мм, закінчується ізоляція на відстані не більше 10 мм від кінця леза викрутки.

Гумове діелектричне взуття (боти, чоботи і калоші) (рис. 4.27) виготовляються по ГОСТ 13385-78 і призначаються для захисту персоналу від напруги кроку в електроустановках будь-якої напруги, в тому числі і на ПЛ. Застосовуються в якості додаткового засобу захисту, причому боти і чоботи – в закритих і відкритих розподільних пристроях, калоші – тільки в закритих



Рис. 4.28. Підставка ізолююча



Рис. 4.29. Вишка ізолююча з огорожею

Діелектричні гумові килимки застосовують у закритих електроустановках, крім особливо сирих приміщень, де необхідно використовувати *ізолюючі підставки* (рис. 4.28), які складаються з настилу, укріпленого на опорних ізоляторах. Висота ізоляторів повинна бути не менше 70 мм. Рекомендується застосовувати ізолятори типу СН-6, що випускаються спеціально для підставок. Настил розміром не менше 50х50 см виготовляється з сухих дерев'яних планок товщиною не менше 30 мм, без сучків і дефектів. Просвіт між планками не повинен перевищувати 3 см. Суцільний настил застосовувати не рекомендується, так як він ускладнить перевірку відсутності випадкового шунтування ізоляторів. Настил повинен бути пофарбований з усіх боків.

Запобігти ураженню електричним струмом працівника дозволяє захист при роботі на *сходах і драбинах*, виготовлених із міцних ізоляційних матеріалів. Наприклад це сходи і драбини виконані зі склопластику для створення ізоляції від поверхні, на якій знаходиться захисний засіб (рис. 4.29).

Порядок зберігання засобів захисту

- 1) Засоби захисту необхідно зберігати і перевозити в умовах, що забезпечують їх справність і придатність до вживання. Засоби мають бути захищені від зволоження, механічних пошкоджень і забруднення.
- 2) На робочих місцях засоби захисту зберігаються в спеціальних шафах або стелажах (рис 4.30), в ящиках, окремо від інструмента. Вони повинні бути захищені від впливу масел, бензину та інших руйнівних речовин, далеко від сонячних променів, нагрівальних приладів (не ближче 1 м від них). Засоби захисту з гуми на складах потрібно зберігати при $t = 0^{\circ} \dots 30^{\circ} \text{C}$, їх не можна зберігати також в навал в мішках, ящиках і т.п.
- 3) Ізолюючі штанги, кліщі і покажчики напруги понад 1000 В зберігають в умовах, що виключають їх прогин, вертикально в підвішеному стані, в футлярах або чохлах, віддалених на деякій відстані від стіни. Переносні заземлення зберігають під номерами, зазначеними на самих заземленнях.
- 4) Протигази зберігають в сухих приміщеннях і в сумках.

- 5) Засоби захисту, ізолювальні пристрої і пристосування для робіт під напругою слід утримувати в сухому, провітрюваному приміщенні.
- 6) Екранувальні засоби захисту повинні зберігатися окремо від електрозахисних.
- 7) Індивідуальні екрануючі комплекти зберігають в спеціальних шафах: спецодяг – на плічках, а спец. взуття, засоби захисту голови, обличчя і рук – на полицях, захищених від впливу вологи і агресивних середовищ.
- 8) Засоби захисту в приміщеннях зберігають біля входу або на щитах управління.



Рис. 4.30. Варіанти стендів для зберігання засобів індивідуального електрозахисту

У місцях зберігання повинно бути розміщено на видному місці за підписом керівника структурного підрозділу «Перелік засобів захисту». Місця зберігання повинні бути обладнані гачками або кронштейнами для штанг, кліщів ізолюючих, переносних заземлень, плакатів безпеки, а також шафами, стелажми і т.п. для інших засобів захисту.

- 1) Усі електрозахисні засоби і ЗІЗ повинні бути пронумеровані, за виключенням касок захисних, діелектричних килимків, ізолювальних підставок, плакатів безпеки, захисних огорожень, штанг для перенесення і вирівнювання попотенціала. Допускається використання заводських номерів. інвентарні номери наносять, як правило, безпосередньо на засіб захисту фарбою або вибивають на металевих деталях. Можливо нанесення номера на прикріплену до засоба захисту спеціальну бирку. Якщо засіб захисту складається з кількох частин, загальний для нього номер необхідно ставити на кожній частині.
- 2) В підрозділах підприємств і організацій необхідно вести Журнали обліку та утримання засобів захисту встановленої форми. Наявність і стан засобів захисту перевіряють періодичним оглядом не рідше 1 разу на 6 місяців (для переносних заземлень – не рідше 1 разу на 3 місяці) працівником, відповідальним за їх стан, з записом результатів огляду в журнал. Засоби захисту, що видані в індивідуальне користування, також реєструються.
- 3) Електрозахисні засоби повинні бути перевірені за нормами експлуатаційних випробувань. На засоби, які пройшли випробування, ставиться штамп відповідної форми (рис. 4.31).

№ _____ Придатно до _____ кВ Дата наступного випробування «__» _____ 20__ р _____ (Найменування випробувальної лабораторії)

Рис. 4.31. Форма штампу на електрозахисних засобах, що пройшли перевірку

Штамп повинно бути чітко видно, наноситься він незмивною фарбою або наклеюється на ізолюючої частини електрозахисних засобів. Спосіб нанесення штамп і його розміри не повинні погіршувати ізоляційні характеристики засобів захисту. Під час випробувань діелектричних рукавичок, бот і калош повинно бути проведено маркування за їхніми захисними властивостям, якщо заводське маркування втрачено.

На засобах захисту, що не витримали випробування, штамп повинен бути перекреслений червоною фарбою.

- 4) Результати експлуатаційних випробувань засобів захисту реєструються в спеціальних журналах. На засоби захисту, що належать стороннім

організаціям, крім того, повинні оформлятися протоколи випробувань за встановленим зразком.

- 5) Відповідальність за своєчасне комплектування установок необхідними засобами захисту, правильне зберігання, своєчасне випробування, організацію обліку несуть керівники лабораторій, відділів, а на підприємствах – головний інженер або особа, відповідальна за електрогосподарство.

Порядок і загальні правила користування засобами захисту

Персонал для роботи в електроустановках повинен бути забезпечений усіма необхідними засобами захисту, навчений правилам застосування і зобов'язаний користуватися ними для забезпечення безпеки.

Інвентарні засоби захисту розподіляються між об'єктами (електроустановками) і між виїзними бригадами відповідно до норм комплектування. Такий розподіл із зазначенням місць зберігання засобів захисту повинен бути зафіксований в списках, затверджених головним технічним керівником установи або працівником, відповідальним за електрогосподарство. У підрозділах підприємства повинен вестися журнал обліку і утримання засобів захисту.

При виявленні непридатності засобів захисту вони підлягають вилученню, про що робиться запис в журналі обліку засобів захисту або в оперативній документації.

Ізолюючими електрозахисними засобами слід:

1) Користуватися за призначенням в електроустановках напругою не вище тієї, на яку вони розраховані.

2) Перед застосуванням засоби захисту необхідно перевірити на відсутність зовнішніх ушкоджень, справність, очистити і обтерти від пилу, перевірити по штампі термін придатності. У діелектричних рукавичок перевірити відсутність проколів шляхом скручування їх в бік пальців.

3) Користуватися засобами захисту, термін придатності яких минув, забороняється.

4) У відкритих електроустановках засобами захисту слід користуватися тільки в суху погоду. Під час паморозі і при опадах користуватися ними не допускається. на відкритому повітрі в сиру погоду можуть застосовуватися тільки засоби захисту спеціальної конструкції, призначені для роботи в таких умовах.

5) При використанні електрозахисних засобів не допускається торкатися до їх робочої частини, а також до ізолюючої частини за обмежувальним кільцем або упором (рис. Там, де ручний електроінструмент).

Огороджувальні електрозахисні засоби призначені для тимчасового огороження струмоведучих частин, до яких можливий випадковий дотик або наближення на небезпечну відстань, а також для попередження помилкових операцій з комутаційними апаратами. До них відносяться тимчасові переносні огорожі – щити, ізолюючі накладки, тимчасові переносні заземлення і попереджувачі плакати.

Екранувальні електрозахисні засоби призначені для виключення шкідливого впливу на робітників електричних полів промислової частоти. До них відносяться індивідуальні екранувальні комплекти (костюми з головними уборами, взуттям, переносні екрани).

Запобіжні засоби захисту призначені для індивідуального захисту працюючого від шкідливих впливів неелектротехнічних факторів: світлових, теплових, механічних, а також від продуктів горіння і падіння з висоти. До них відносяться захисні окуляри і щитки, захисні каски, протигази, запобіжні монтерські пояси, страхувальні канати, монтерські кігті.

4.4.2. Норми і терміни електричних випробувань засобів захисту. Гумові діелектричні рукавички для всіх класів напруг – 1 раз на 6 міс., випробувальна напруга – 6 кВ.

Діелектричні боти для всіх класів напруг – 1 раз на 3 роки, випробувальна напруга – 15 кВ.

Діелектричні калоші – $U_{ном.}$ до 1 кВ, 1 раз на рік, випробувальна напруга – 3,5кВ.

Ізольований інструмент з одношаровою ізоляцією – $U_{ном.}$ до 1 кВ. , 1 раз на рік, випробувальна напруга – 2 кВ.

Показчики напруги однополюсні – $U_{ном.}$ до 1 кВ., випробувальна напруга $1,2 U_{роб.макс.}$, 1 раз на рік.

Показчики напруги, ізолююча частина, $U_{ном.}$ до 10 кВ., випробувальна напруга – не менше 40 кВ, 1 раз на рік.

Штанги ізолюючі, $U_{ном.}$ до 35 кВ., випробувальна напруга – не менше 40 кв., 1 раз на 2 роки.

Ізолюючі кліщі, $U_{ном.}$ до 1 кВ., випробувальна напруга – 2 кВ, 1 раз на 2 роки.

Ізолюючі кліщі, $U_{ном.}$ 6...10 кВ., випробувальна напруга – не менше 40кВ.

Норми і терміни експлуатаційних механічних випробувань засобів захисту:

Назва засобу захисту		Періодичність
1.	ізолюючі канати	1 раз на 12 міс.
2.	жорстка ізолювальна драбина	1 раз на 12 міс.
3.	запобіжні пояси та страхувальні канати	1 раз на 6 міс.
4.	приставні ізолюючі драбини	1 раз на 6 міс.

Норми і терміни експлуатаційних електричних випробувань засобів захисту:

<i>Назва засобу захисту</i>		<i>Періодичність</i>
1.	штанги ізолюючі	1 раз на 24 міс.
2.	вимірювальні штанги	1 раз на 12 міс.
3.	ізолюючі кліщі	1 раз на 24 міс.
4.	показчики напруги	1 раз на 12 міс.
5.	електровимірювальні кліщі 1...10 кВ	1 раз на 24 міс .
6.	рукавички діелектричні	1 раз на 6 міс .
7.	боти діелектричні	1 раз на 36 міс .
8.	ізолюючий інструмент з одношаровою ізоляцією до 1 кВ	1 раз на 12 міс .
9.	приставні ізолюючі драбини	1 раз на 6 міс.

Норми комплектування засобами захисту

А. Розподільні пристрої (РУ) напругою понад 1000 В

<i>Найменування засобів захисту</i>		<i>Кількість</i>
1	Ізолююча штанга (оперативна або універсальна)	2 шт. на кожен клас напруги
2	показчик напруги	те ж
3	Ізолюючі кліщі (за відсутності універсальної штанги)	1 шт. на кожен клас напруги (за наявності запобіжників)
4	діелектричні рукавички	не менш 2 пар.
5	переносні заземлення	не менш 2 на кожен клас напруги
6	Захисні огороження (щити)	не менш 2 на кожен клас напруги
7	Плакати і знаки безпеки (переносні)	не менш 2 штук
8	Протигаз ізолюючий (саморятівник або капюшон захисний)	за місцевими умовами.
9	Захисні щитки або окуляри	2 шт.

Б. Розподільні пристрої напругою до 1000 В

<i>Найменування засобів захисту</i>		<i>Кількість</i>
1	Ізолююча штанга (оперативна або універсальна)	за місцевими умовами
2	Показчик напруги	2 шт.
3	Ізолюючі кліщі	1 шт.
4	Діелектричні рукавички	2 пари
5	Діелектричні калоші	2 пари
6	Діелектричний килимок або ізолювальна підставка	за місцевими умовами
7	Захисні огорожі, ізолюючі накладки, переносні плакати і знаки безпеки	те ж
8	Захисні щитки або окуляри	1 шт.
9	Переносні заземлення	за місцевими умовами

4.5. Заходи і засоби захисту від впливу електромагнітного поля

4.5.1. Фізична сутність впливу ЕМП на біологічний організм. В процесі експлуатації електроенергетичних установок – відкритих розподільних пристроїв (ВРУ) і повітряних ліній (ПЛ) електропередачі напругою понад 330 кВ було відмічено погіршення стану здоров'я персоналу, який обслуговував зазначені установки. Суб'єктивно це виражалось в погіршенні самопочуття працюючих, які скаржилися на підвищену втому, млявість; головні болі, поганий сон, болі в серці і т. п. Спеціальні спостереження та дослідження, підтвердили обґрунтованість цих скарг і встановили, що фактором, що впливає на здоров'я обслуговуючого персоналу, є електромагнітне поле, що виникає в просторі навколо струмоведучих частин діючих електроустановок.

В електроустановках напругою 330 кВ і менше також виникають електромагнітні поля, але менш інтенсивні і, як показав тривалий досвід експлуатації таких установок, вони не чинять негативного впливу на біологічні об'єкти.

Інтенсивне електромагнітне поле промислової частоти викликає у персоналу порушення функціонального стану центральної нервової системи, серцево-судинної системи і периферичної крові. При цьому спостерігаються підвищена стомлюваність, зниження точності робочих рухів, зміна кров'яного тиску і пульсу, болі в серці, що супроводжуються аритмією і т. п.

Ефект впливу електромагнітного поля на біологічний об'єкт прийнято оцінювати кількістю електромагнітної енергії, що поглинається цим об'єктом при перебуванні його в полі.

Електромагнітне поле можна розглядати як таке, що складається з двох полів: електричного і магнітного. Можна також вважати, що в електроустановках електричне поле виникає при наявності напруги на струмопровідних частинах, а магнітне – при проходженні струму по цих частинах. При малих частотах, в тому числі при 50 Гц, електричне і магнітне поля практично не пов'язані між собою, тому їх допустимо розглядати окремо одне від одного і також окремо розглядати вплив, який чиниться ними на біологічний об'єкт.

Виконані для дійсних умов розрахунки показали, що в будь-якій точці електромагнітного поля, що виникає в електроустановках промислової частоти, поглинута тілом людини енергія магнітного поля приблизно в 50 разів менше поглинутої ним енергії електричного поля. Разом з тим вимірами в реальних умовах було встановлено, що напруженість магнітного поля в робочих зонах ВРУ і ПЛ напругою до 750 кВ включно не перевищує 20...25 А/м, в той час як шкідлива дія магнітного поля на біологічний об'єкт проявляється при напруженості 150...200 А/м.

На підставі цього був зроблений висновок, що *негативна дія на організм людини електромагнітного поля в електроустановках промислової*

частоти зумовлена електричним полем; магнітне ж поле має незначну біологічну дію і в практичних умовах ним можна знехтувати.

Електричне поле електроустановок промислової частоти можна розглядати в кожен даний момент як електростатичне поле, тобто застосовувати до нього закони електростатики. Це поле створюється принаймні між двома електродами (тілами), що несуть заряди різних знаків і на яких починаються і закінчуються силові лінії.

Поле електроустановок є нерівномірним – напруженість його змінюється уздовж силових ліній. Разом з тим воно зазвичай несиметричне, оскільки виникає між електродами різної форми, наприклад між струмоведучою частиною і землею або металевою заземленою конструкцією.

Поле повітряної лінії електропередачі, крім того, є плоскопаралельним, тобто форма його однакова в паралельних площинах, званих площинами поля. В даному випадку площині поля перпендикулярні осі лінії.

Механізм біологічної дії електричного поля на організм людини вивчений недостатньо. Передбачається, що порушення регуляції фізіологічних функцій організму обумовлено впливом поля на різні відділи нервової системи. При цьому підвищення збудливості центральної нервової системи відбувається за рахунок рефлекторної дії поля, а гальмівний ефект – прямого впливу поля на структури головного і спинного мозку. Вважається, що кора головного мозку, а також проміжний мозок особливо чутливі до дії електричного поля. Передбачається також, що основним матеріальним чинником, що викликає зазначені зміни в організмі, є індукований в тілі струм і в значно меншій мірі – саме електричне поле.

Поряд з біологічною дією, електричне поле обумовлює виникнення розрядів між людиною і металевим предметом, що мають інший, ніж людина, потенціал.

Якщо людина стоїть безпосередньо на землі або на струмопровідному заземленому килимі (основі), то потенціал його тіла практично дорівнює нулю, а якщо він ізольований від землі, то тіло виявляється під деяким потенціалом, що досягає іноді декількох кіловольт.

4.5.2. Визначення напруженості електричного поля. У різних точках простору поблизу електроустановок промислової частоти напруженість електричного поля має різні значення. Вона залежить від ряду чинників: номінальної напруги електротроустановки; відстані між точкою, в якій визначається напруженість поля і струмоведучих частин; висоти розміщення над землею струмоведучих частин і цікавої для нас точки і т. п.

Напруженість може бути виміряна за допомогою спеціальних приладів, а в деяких випадках, наприклад поблизу повітряних ліній електропередачі, визначена розрахунком.

Ступінь негативного впливу електричного поля промислової частоти на організм людини можна оцінити за кількістю поглинутої тілом людини

енергії електричного поля, по напруженості, поля в місці, де знаходиться людина. З точки зору звичних уявлень про фізичну сутність явищ, що виникають в тілі людини як в провіднику, що знаходиться в електричному полі, доцільно при дослідженні впливу електричного поля на організм, а також при відповідних розрахунках використовувати електричний струм, що проходить через людину. Але як критерій безпеки для людини, що знаходиться в електричному полі промислової частоти, більш зручною величиною є напруженість поля в місці знаходження людини, оскільки в виробничих умовах напруженість поля значно простіше виміряти, ніж струм, що проходить через людину. Як показали дослідження і досвід роботи в електроустановках, струм, що проходить через тіло людини становить приблизно 50-60 мкА, що відповідає напруженості електричного поля на висоті зросту людини приблизно 5 кВ/м.

Встановлено також, що якщо при електричних розрядах, що виникають в момент дотику людини до металевої конструкції, що має інший, ніж людина, потенціал, постійний струм не перевищує 50...60 мкА, то людина, як правило, не відчуває больових подразнень.

Визначення напруженості електричного поля в електроустановках на робочих місцях проводиться за допомогою спеціального приладу-вимірювача напруженості (рис. 4.21).



Рис. 4.21. Вимірювач рівня електромагнітного випромінювання МЕГЕОН-07800

Вимірювання напруженості на робочих місцях проводиться в таких випадках: при прийманні електроустановки в експлуатацію; при зміні конструкції електроустановки, а також екрануючих пристроїв, схеми підключення струмоведучих елементів і режимів роботи установки; при створенні нового робочого місця і, нарешті, в порядку поточного санітарного нагляду.

Принцип роботи вимірювача електричного поля полягає в перетворенні енергії електромагнітного поля за допомогою антени в

напругу, що пропорційна напруженості цього поля. В процесі обробки прийнятий сигнал посилюється, детектується і обробляється. Значення напруженості електричного поля після аналогоцифрового перетворення сигналу відображається на індикаторі в В/м.

Вимірювання напруженості повинно проводитися у всій зоні, де може знаходитися людина в процесі виконання роботи. Найбільше виміряне значення напруженості є визначальним. При розміщенні робочого місця на землі найбільша напруженість зазвичай буває на висоті росту людини.

4.5.3. Екранування від дії ЕМП. Якщо напруженість поля на робочому місці перевищує 25 кВ/м або якщо потрібна велика тривалість перебування людини в полі, роботи повинні проводитися із застосуванням захисних засобів – екрануючих пристроїв або екрануючих костюмів (рис. 4.22, 4.23).



Рис. 4.22. Стационарний екрануючий навіс над проходом в будівлю

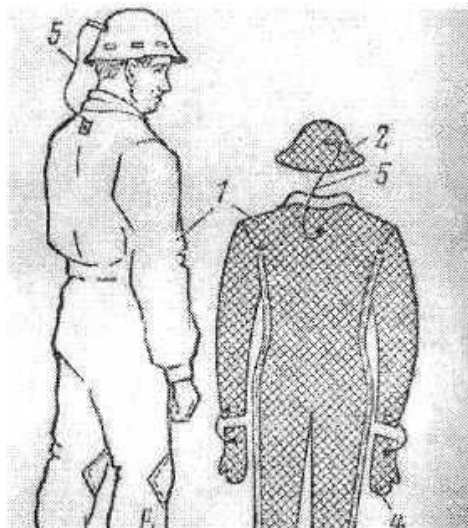


Рис. 4.23. Екрануючий костюм:

1 – комбінезон з струмопровідної тканини; 2 – каска металу або металізована; 3 – черевики з електропровідною підшвою; 4 – рукавиці; 5 – провідники, що забезпечують електричний зв'язок окремих елементів екрануючого костюма; 6 – вивід від струмопровідної підшви.

Захисні властивості костюма засновані на принципі електростатичного екранування. Як відомо, в провідному тілі, внесеному в електростатичне поле, відбувається перегрупування, т. е. короткочасне переміщення електронів, в результаті чого на поверхні тіла, а також в дуже тонкому молекулярному шарі цієї поверхні виникають заряди, причому на стороні тіла, що повернута до зовнішнього заряду, який створює поле. Заряд, що виник, має знак, протилежний знаку зовнішнього заряду, а на іншій стороні – знак зовнішнього заряду.

Поле, що створене розділеними зарядами всередині тіла-провідника, виявляється рівним і протилежним зовнішньому полю. У результаті цього напруженість результуючого поля всередині тіла виявляється рівною нулю, тобто поле всередині провідного тіла, незалежно від того, суцільне воно або порожнє, відсутнє (рис. 4.24). Таким чином, щоб захистити тіло від впливу на нього електричного поля, досить помістити його в тонку металеву оболонку (екран).

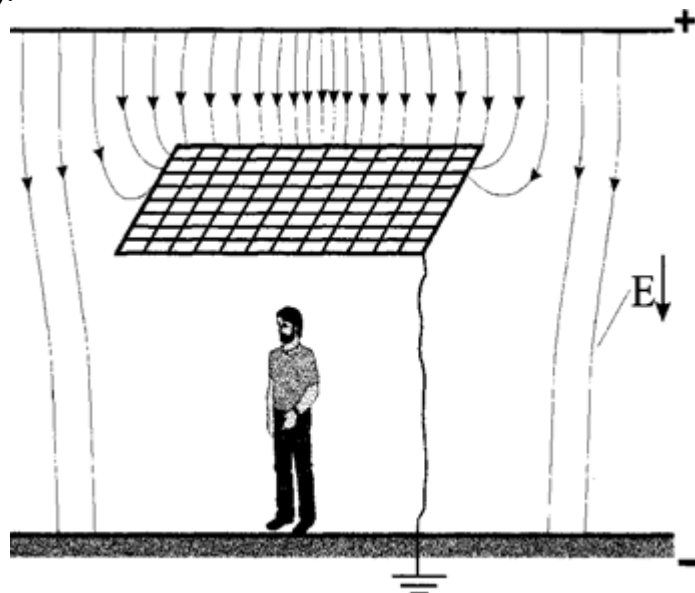


Рис. 4.24. Принцип дії екрана електромагнітного випромінювання

Досвідом встановлено, що екран може бути не тільки суцільним, але і сітчастим; якщо плетіння сітки достатньо щільне, то силові лінії (лінії напруженості) електричного поля будуть замикатися на її дротинках і у внутрішній (огорожений сіткою) простір не проникнуть. Для надійності екранування і усунення виниклого на екрані потенціалу екран заземлюється.

4.5.4. Конструкція костюма для захисту від дії електромагнітного поля. Екрануючий костюм виготовляється зі спеціальної струмопровідної тканини, в якій наприклад, поряд зі звичайними нитками міститься ізолюваний мікродріт, розташований у вигляді сітки. Застосовується і так звана металізована тканина – звичайна бавовняна тканина, на поверхню якої шляхом шоопирування нанесений тонкий шар металу.

Всі предмети екрануючого костюма – штани і взуття, а точніше їх металеві елементи повинні мати між собою надійний електричний зв'язок, що здійснюється спеціальними провідниками.

Костюм надівається на натуральну білизну, з тим щоб людина була ізольована від нього. Припустимо також мати хороший контакт тіла людини з струмопровідною основою костюма, що може бути досягнуто за допомогою струмопровідних манжет костюма, що щільно охоплюють руки вище зап'ястя. Цим самим виключаються поколювання і пощипування при вологій білизні або випадкового доторкання костюма до тіла (наприклад, в області шиї). При необхідності поверх костюма можна надягати інший одяг – тілогрійку, халат, пальто і т.п.

4.5.5. Зона впливу та деякі особливості проведення робіт. Простір, в якому напруженість електричного поля дорівнює 5 кВ/м і більше, прийнято називати небезпечною зоною або зоною впливу. Наближено можна вважати, що ця зона лежить в межах кола з центром в точці розташування найближчої з струмоведучих частин, що знаходиться під напругою, і радіусом $R=20$ м для електроустановок 400-500 кВ і $R=30$ м для електроустановок 750 кВ.

У процесі вибору майданчика і проектування ЕУ всіх напруг (у тому числі вбудованих, прибудованих, заглиблених і підземних) відповідно до ДСН-239-96 «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань» слід передбачати заходи щодо захисту людей, не пов'язаних з обслуговуванням ЕУ. Контроль за дотримання гранично допустимих рівнів напруженості ЕМП здійснюють під час приймання в експлуатацію нових будинків, споруд та зон відпочинку, а також виконання роботи поблизу ПЛ та після здійснення заходів щодо зниження рівнів напруженості ЕМП ПЛ. До основних заходів щодо захисту від ЕМП відносяться:

- захист часом,
- захист відстанню,
- екранування джерел випромінювання,
- встановлення зон випромінювання,
- екранування робочих місць,
- застосування засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 18.12.2002 № 476 з 01.04.2003 введено в дію «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів». Гігієнічні норми часу перебування людини в електричному полі електроустановок надвисокої напруги промислової частоти (табл. 4.5) встановлені діючими правилами в залежності від напруженості поля в зоні знаходження людини, тобто на робочому місці. Ці норми обов'язкові для персоналу обслуговуючого електроустановки 50 Гц напругою 400 кВ і вище.

**Гігієнічні норми впливу на людину електричного поля струмів
промислової (50 Гц) частоти**

<i>Напруженість електричного поля, кВ/м</i>	<i>Час перебування людини в електричному полі протягом 1 доби, хв, не більше</i>
До 5	Без обмежень
Понад 5 до 10	180
Понад 10 до 15	90
Понад 15 до 20	10
Понад 20 до 25	5

Примітка: дані таблиці поширюються на електричне поле струмів промислової (50 Гц) частоти

З метою захисту населення від впливу електричного поля встановлюються санітарно-захисні зони – земельні ділянки, межі яких регламентуються з обох боків від ПЛ, на певній відстані від проекції крайніх фазних проводів на землю, у перпендикулярному до ПЛ напрямку. Санітарно-захисною зоною вважається територія, на якій рівень напруженості електричного поля перевищує 1 кВ/м. Згідно з «Правилами охорони електричних мереж», затвердженими постановою Кабінету Міністрів України від 04.03.1997 р., встановлено такі охоронні зони електричних мереж для ПЛ напругою: 1 кВ – 2 м; до 20 кВ – 10 м; 35 кВ – 15 м; 110 кВ – 20 м; 150, 220 кВ – 25 м; 330, 400, 500, +(-) 400 кВ – 30 м; 750 кВ – 40 м.

Крім розглянутих раніше заходів захисту від впливу електричного поля за допомогою екрануючих костюмів і пристроїв при роботах в ВРУ надвисоких напруг повинні виконуватися і інші заходи захисту і дотримуватися певні умови робіт, обумовлені наявністю інтенсивного електричного поля. Так, перед початком робіт, навіть короточасних, *необхідно заземлювати як відключені, так і знову монтовані струмопровідні частини*, а також інші металеві частини обладнання і предмети, ізольовані від землі для того, щоб виключити вплив на людину іскрового розряду в разі дотику його до цих частин і предметів.

Крім того, заземлення зазначених частин і предметів необхідно і тому, що в цьому випадку вони стають як би екранами, що значно зменшують інтенсивність електричного поля на робочому місці. З цією ж метою необхідно заземлити відключені струмоведучі частини найближчих до місця роботи апаратів, навіть якщо робота на них не передбачається. Заземлення здійснюється за допомогою заземлюючих ножів або тимчасових переносних заземлень.

Для збільшення ступеня природного екранування робочих місць слід при роботах в шафах і ящиках так відкривати їх дверцята, щоб вони служили захисними екранами для працюючих.

Баки та розширювачі трансформаторів і шунтуючих реакторів є природними екранами, поблизу яких постійно існує зона з незначною напруженістю електричного поля. Тому експлуатаційне обслуговування цих апаратів, яке не потребує підйому на вводи (відбір проби масла з баків і вводів; обслуговування системи охолодження, ланцюгів контрольно-вимірювальної апаратури і приладів; виробництво дрібного ремонту і т. п.), може проводитися без екрануючих засобів незалежно від тривалості роботи.

У приміщеннях ВРУ – на пульті управління, в трансформаторній вежі, компресорній, майстерні тощо, де має місце заземлення металевієї покрівлі або виконання із залізобетону, електричне поле відсутнє. Тому в таких приміщеннях в засобах захисту немає потреби.

Пересувні майстерні, лабораторії та причіпні фургони з цієї ж точки зору повинні бути металевими або мати металевий дах. І в тому, і в іншому випадку метал заземлюється.

Машини та механізми на гумовому ході – автокрани, трактори, автомобілі і т. п., що працюють в зоні впливу, забезпечуються металевим ланцюгом, з'єднаним з рамою або кузовом. Перед в'їздом на територію ВРУ або в зону впливу ПЛ ланцюг опускається до надійного з'єднання з землею.

5. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАСАДИ БЕЗПЕЧНОГО ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ В ДІЮЧИХ ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

5.1. Загальні організаційні вимоги

Для роботи з електроустановками (електроустаткуванням) відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕС) працівники підрозділяються на 3 категорії: електротехнічний, електротехнологічний і неелектротехнічний персонал.

1. *Електротехнічний персонал підприємств (організацій)* підрозділяється на:

- адміністративно-технічний;
- оперативний (оперативно-ремонтний);
- ремонтний.

2. *Електротехнологічний персонал* – на виробництві в цехах, що не входить в енергослужби підприємства (організації), в своїх правах і обов'язках прирівнюються до електротехнічного персоналу.

3. *Неелектротехнічний персонал* – той, який не входить в 1 і 2 категорії персоналу, що виконує роботи, при яких може виникнути небезпека ураження електричним струмом.

Навчання, інструктаж і перевірка знань працівників є обов'язковою і невід'ємною частиною виробничої діяльності підприємства з метою забезпечення кваліфікаційного виконання кожним з них своїх професійних зобов'язань.

Усі працівники при прийнятті на роботу і в процесі виробничої діяльності повинні проходити на підприємстві навчання та інструктажі з питань охорони праці, пожежної безпеки, технології робіт, а також бути ознайомлені з правилами поведінки при виникненні аварійних ситуацій, аварій та пожеж.

Робота з персоналом полягає в:

- відборі осіб, здатних досягти необхідного кваліфікаційного рівня;
- якісний підготовці до виробничої діяльності і підтримці кваліфікації працівників у виробничих умовах з урахуванням вимог охорони праці, правил надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків і правил поведінки при виникненні аварійних ситуацій і пожеж;
- підтримання і підвищенні працездатності людини і створенні сприятливих умов для зростання професійного рівня;
- організації ефективної системи зацікавленості працівників;
- створення і постійному вдосконаленні технічної та методичної бази роботи з персоналом в виробничих умовах.

Працівники підприємства зобов'язані забезпечувати необхідний рівень своєї кваліфікації і знань з охорони праці, а підприємство повинно створювати сприятливі умови для досягнення працівниками найкращих результатів у роботі і навчанні.

Обов'язкові форми роботи з різними категоріями працівників:

1. З адміністративно-технічним персоналом проводять:
 - вступний і цільовий (при необхідності) інструктаж з охорони праці;
 - перевірку знань правил, норм з охорони праці, правил пожежної безпеки та інших нормативних документів;
 - професійну додаткову освіту для безперервного підвищення кваліфікації.
2. З оперативним і оперативно-ремонтним персоналом проводять:
 - всі види інструктажів, а також інструктаж з пожежної безпеки;
 - підготовку по новій посаді (професії) з навчанням на робочому місці (стажування);
 - перевірку знань правил, норм з охорони праці, правил пожежної безпеки та інших нормативних документів;
 - спеціальну підготовку;
 - контрольні протиаварійні та протипожежні тренування;
 - професійну додаткову освіту для безперервного підвищення кваліфікації.
3. З ремонтним персоналом проводять всі форми, що і для оперативного (оперативно-ремонтного) персоналу, окрім спеціальної підготовки.

Час, що витрачається на роботу з персоналом, має зараховуватися як робочий для персоналу.

Загальна відповідальність за забезпечення достатньої кваліфікації і працездатності лягає на керівника підприємства, а в структурних підрозділах (цехах, ділянках, лабораторіях, майстернях і т.п.) – на керівників цих підрозділів.

На кожному підприємстві повинен бути затверджений місцевий «Перелік посад працівників і фахівців» із зазначенням обов'язкових форм і періодичності роботи з персоналом. Особи, яким доручається робота за двома і більше професіями (посадами), а також при роботі за сумісництвом, зобов'язані проходити обов'язкове навчання по кожній з цих професій.

На підприємствах повинні бути:

- технічна бібліотека і кабінет охорони праці (на кожному, без винятку);
- пункт тренажерної підготовки персоналу (на електростанціях, підприємствах електричних мереж, підприємствах теплових мереж і в регіональних диспетчерських центрах);
- куточки охорони праці (в територіально віддалених підрозділах підприємств).

5.2. Перевірка рівня підготовки персоналу до роботи з електроустановками

Перевірку знань працівників підрозділяють на первинну і періодичну (чергову і позачергову).

Первинна перевірка знань працівників проводиться при влаштуванні на роботу, пов'язану з обслуговуванням електроустановок, або при перерві в перевірці знань більше 3-х років.

Чергова перевірка повинна проводитися в такі терміни:

- для електротехнічного (електротехнологічного) персоналу, а також для персоналу, що має право видавати наряди, розпорядження, ведення оперативних перевірок – 1 раз на рік;
- для адміністративно-технічного персоналу, який не належить до попередньої групи, а також для фахівців з охорони праці, допущених до інспектування електроустановок – 1 раз на 3 роки.

Працівникам, які мають при черговій перевірці знань незадовільну оцінку, комісія призначає повторну перевірку в строк не пізніше 1 місяця з дня останньої перевірки. Термін дії посвідчення автоматично продовжується до терміну складання іспиту.

Позачергова перевірка знань проводиться незалежно від терміну проведення попередньої перевірки:

- при введенні в дію нових або перероблених норм і правил;
- при установці нового обладнання, реконструкції або зміні головних електричних і технологічних схем;
- при призначенні або переведення на іншу роботу, якщо нові обов'язки вимагають додаткових знань норм і правил;

- при порушенні працівниками вимог нормативних актів з охорони праці;
- на вимогу органів державного нагляду;
- за висновком комісій, яка розслідувала нещасні випадки з людьми або порушення в роботі енергетичного об'єкта;
- при підвищенні рівня знань на більш високу групу;
- при призначенні позачергової перевірки знань;
- при перерві в роботі на даній посаді понад 6 місяців.

Перевірка знань норм і правил роботи з електроустановками повинна здійснюватися за затвердженими керівником підприємства календарними графіками. Працівники, які підлягають перевірці знань, повинні бути ознайомлені з графіком.

Перевірка знань у відповідального за електрогосподарство підприємства (установи), а також фахівців з охорони праці, в обов'язки яких входить контроль за електроустановками, проводиться в комісії органів Держенергонагляду.

Для проведення перевірки знань електротехнічного та електротехнологічного персоналу організації керівник повинен призначити наказом по підприємству комісію в складі не менше 5 (п'яти) осіб.

При наявності на підприємстві електроустановок напругою до і вище 1000 В голова екзаменаційної комісії повинен мати групу з електробезпеки V і IV групу, якщо електроустановки напругою до 1000 В. Головою комісії, як правило, призначається відповідальний за електрогосподарство організації (керівник структурного підрозділу).

Всі члени центральної комісії організації повинні мати групу з електробезпеки і пройти перевірку знань в комісії органу Держенергонагляду. Допускається перевірка знань окремих членів в комісії на місці, за умови, що голова і не менше двох членів комісії, пройшли перевірку знань в комісії органів Держенергонагляду. У структурних підрозділах можуть створюватися свої комісії по перевірці знань працівників. Члени комісій структурних підрозділів повинні пройти перевірку знань норм і правил в центральній комісії організації.

При проведенні іспиту повинно бути присутні не менше трьох членів комісії, в тому числі обов'язково голова або заступник голови комісії. Перевірка знань кожного працівника проводиться індивідуально в обсязі, відповідно до даної посади (професії).

У журналі перевірки знань після іспиту має бути зазначено прописом кількість працівників, у яких проведена перевірка знань.

Кожному працівнику з кваліфікаційною групою II-V після іспиту видається посвідчення встановленої форми. У посвідченні працівника, що має право виконувати спеціальні роботи, робиться додаткова відмітка на право виконання цих робіт.

Персоналу з групою I з електробезпеки посвідчення не видається, але відповідна перевірка знань проводиться з обов'язковим оформленням в

журналі за підписом осіб – яка перевірялася і перевіряючого. Присвоєння І групи проводить працівник з числа електротехнічного (електротехнологічного) персоналу з групою з електробезпеки не нижче ІІІ. В процесі роботи персонал з групою І проходить в установленому порядку інструктаж на робочому місці крім щорічного іспиту не рідше 1 разу на півріччя.

За характером і часом проведення інструктажі поділяють на:

- вступний;
- первинний на робочому місці;
- повторний;
- позаплановий;
- цільовий.

Вступний інструктаж з безпеки праці проводять з усіма, хто поступає на роботу незалежно від їх освіти, стажу роботи за даною професією або посади, з тимчасовими працівниками, відрядженими, учнями і студентами, прибулими на виробниче навчання або практику, а також з учнями в закладах освіти перед початком лабораторних і практичних робіт. Цей інструктаж проводить інженер з охорони праці або особа, на яку наказом по підприємству покладені ці обов'язки, а з учнями в навчальних закладах – викладач або майстер виробничого навчання.

Вступний інструктаж проводять за програмою, розробленою відділом (бюро, інженером) охорони праці з урахуванням вимог стандартів ССБП (системи стандартів з безпеки праці), правил, норм та інструкцій з охорони праці, а також всіх особливостей виробництва, затвердженої керівником (головним інженером) підприємства, навчального закладу за погодженням з профспілковим комітетом.

Про проведення вступного інструктажу роблять запис в журналі вступного інструктажу з обов'язковим підписом особи, яку інструктували та особи, яка інструктує, а також в документі про прийом на роботу (форма Т-1). Проведення вступного інструктажу реєструють в журналі обліку.

Первинний інструктаж на робочому місці до початку виробничої діяльності проводять:

- з усіма знову прийнятими на підприємство або переведеними з одного підрозділу в інший;
- з працівниками, які виконують нову для них роботу, приїждять у відрядження, тимчасовими працівниками;
- з будівельниками, які виконують будівельно-монтажні роботи на території діючого підприємства;
- зі студентами та учнями, які прибули на виробниче навчання або практику перед виконанням нових видів робіт, а також перед вивченням кожної нової теми під час проведення практичних занять в навчальних лабораторіях, класах, майстернях, дільницях.

Перелік професій та посад працівників, звільнених від первинного інструктажу на робочому місці, затверджує керівник підприємства (організації) за погодженням з профспілковим комітетом і відділом (бюро, інженером) охорони праці.

Первинний інструктаж на робочому місці проводять за програмами, розробленими і затвердженими керівниками виробничих і структурних підрозділів підприємств для окремих професій або видів робіт з урахуванням вимог стандартів ССБП, відповідних правил, норм та інструкцій з охорони праці, виробничих інструкцій та іншої технічної документації. Програми узгоджуються з відділом (бюро, інженером) охорони праці і профспілковим комітетом підрозділу, підприємства.

Первинний інструктаж проводять з кожним працівником або учнем індивідуально з практичним показом безпечних прийомів і методів праці. Первинний інструктаж можливий з групою осіб, які обслуговують однотипне обладнання та в межах загального робочого місця. Всі робітники після первинного інструктажу на робочому місці повинні протягом перших 2-14 змін пройти стажування (дублювання) під керівництвом осіб, призначених наказом (розпорядженням, рішенням) по цеху, лабораторії, ділянці і т.п. Робочі допускаються до самостійної роботи після стажування, перевірки теоретичних знань і набутих навичок безпечних способів роботи.

Повторний інструктаж проходять всі робітники незалежно від кваліфікації, освіти, стажу, характеру виконуваної роботи не рідше 1 разу на 3 місяці. Повторний інструктаж проводять індивідуально або з групою працівників, які обслуговують однотипне обладнання і в межах загального робочого місця, за програмою первинного інструктажу на робочому місці в повному обсязі.

Позаплановий інструктаж проводять:

- при введенні в дію нових або перероблених стандартів, правил, інструкцій з охорони праці, а також змін до них;
- при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації обладнання, пристроїв та інструменту, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на безпеку праці;
- при порушенні працюючими і учнями вимог безпеки праці, які можуть привести або привели до травми, аварії, вибуху або пожежі, отруєння;
- на вимогу органів нагляду;
- при перервах в роботі – для робіт, до яких пред'являють додаткові (підвищені) вимоги безпеки праці більш ніж на 30 календарних днів, а для решти робіт – 60 днів.

Позаплановий інструктаж проводять індивідуально або з групою працівників однієї професії. Обсяг і зміст інструктажу визначають в кожному конкретному випадку залежно від причин і обставин, що викликали необхідність його проведення.

Цільовий інструктаж проводять з працівниками при виконанні разових робіт, що не пов'язані з його прямими обов'язками за фахом (навантаження, вивантаження, прибирання території, разові роботи поза підприємством, цеху і т.п.); при ліквідації наслідків аварій, стихійних лих і катастроф; виконанні робіт, на які оформляється наряд-допуск або розпорядження; при проведенні екскурсії на підприємстві, організації масових заходів з учнями (екскурсії, походи, спортивні змагання та ін.).

Первинний інструктаж на робочому місці, повторний, позаплановий і цільовий проводить безпосередній керівник робіт. Про проведення первинного інструктажу на робочому місці, повторного, позапланового, стажування та допуск до роботи працівник, який проводив інструктаж, робить запис в журналі реєстрації інструктажу на робочому місці з обов'язковим підписом особи, що інструктується, та особи, яка проводила інструктаж. При реєстрації позапланового інструктажу вказують причину його проведення.

Цільовий інструктаж з працівниками, які проводять роботи по наряд-допуску, розпорядженню і т.п., фіксується в наряді-допуску, книзі обліку робіт за нарядами і дозволами або іншої документації, що дозволяє проведення робіт.

5.3. Вимоги до персоналу

Працівники, що приймаються для роботи з електроустановками, повинні мати професійну підготовку, в іншому випадку такі працівники повинні бути навчені (до допуску до самостійної роботи) в спеціалізованих центрах підготовки персоналу (навчальних комбінатах, навчально-тренувальних центрах і т.п.).

До самостійної роботи на електроустановках (з електрообладнанням) допускаються:

особи, які досягли 18-річного віку, які не мають протипоказань медичної комісії (каліцтв, хвороб), які пройшли спеціальне теоретичне і практичне навчання і перевірку знань Норм, Правил, інструкцій і мають на руках посвідчення встановленого зразка на допуск до робіт в електроустановках (з електрообладнанням).

Практиканти вузів, технікумів, училищ віком до 18 років до робіт на електроустановках НЕ ДОПУСКАЮТЬСЯ. Їм дозволено перебування в діючих електроустановках під наглядом особи з III кваліфікаційної групою – в установках до 1000 В і з IV кваліфікаційною групою – в установках понад 1000 В.

До призначення на самостійну роботу або при переході на іншу роботу (посаду), а також при перерві в роботі в якості електротехнічного персоналу понад 1 року, персонал зобов'язаний пройти навчання на новому місці, скласти іспит на відповідну кваліфікаційну групу і пройти стажування (виробниче навчання) на робочому місці. При переході на нове місце роботи

або при перерві в роботі менше 1 року в електроустановках персоналу можна привласнювати ту ж кваліфікаційну групу, що і була раніше, але після успішного складання іспиту.

Посадові особи та працівники, які виконують роботи в електроустановках проходять навчання і перевірку знань Правил ТБ.

Працівники, які обслуговують електроустановки, повинні вивчити Правила відповідно до вимог своєї посади або виконуваних робіт, пройти навчання безпечним прийомом роботи на робочому місці під керівництвом досвідченого працівника, перевірку знань з присвоєнням групи з електробезпеки. Працівнику, який пройшов перевірку знань видається посвідчення встановленої форми, яке він зобов'язаний мати при собі під час роботи.

Забороняється допуск до робіт осіб віком до 18 років.

Забороняється допуск до роботи працівників з ознаками алкогольного або наркотичного сп'яніння.

Кожен працівник, якщо він не може вжити заходів до усунення порушень Правил, зобов'язаний негайно повідомити безпосереднього керівника про всі помічені порушення, а також про небезпечні для людей несправності електроустановок та машин, механізмів, пристосувань, інструменту та засобів захисту.

Забороняється виконувати розпорядження і завдання, що суперечать вимогам Правил.

Керівники, фахівці, які безпосередньо організовують роботу, зобов'язані забезпечити виконання її відповідно до вимог Правил.

Працівники, винні в порушенні Правил, несуть дисциплінарну, адміністративну, матеріальну або кримінальну відповідальність відповідно до чинного законодавства.

5.4. Оперативне обслуговування

До оперативного обслуговування електроустановок допускаються працівники, які знають їх схеми, інструкції з експлуатації, особисті конструкцій і роботи обладнання і пройшли навчання та перевірку знань.

В електроустановках понад 1000 В працівники зі складу оперативних або оперативно-виробничих працівників одноосібно обслуговують електроустановки, а також старші по зміні повинні мати групу IV, інші – групу III.

В електроустановках до 1000 В працівники зі складу оперативних або оперативно-виробничих працівників, які одноосібно обслуговують електроустановки, повинні мати групу III.

Огляд електроустановок електростанцій, підстанцій і розподільчих пунктів може виконувати один працівник з групою III зі складу оперативних та оперативно-виробничих працівників або працівник з групою V зі складу керівників або спеціалістів підприємства.

Огляд електроустановок неелектротехнічними працівниками та екскурсії, за наявності дозволу керівництва підприємства, слід проводити під наглядом працівника з групою V.

Електротехнічних працівників, які не обслуговують дані електроустановки, необхідно допускати до них у супроводі або оперативно-виробничих працівників, або працівника з групою V.

Супроводжуючий зобов'язаний забезпечити безпеку людей і попереджувати їх про заборону наближатися до струмоведучих частин.

При огляді в електроустановках понад 1000В забороняється відкривати двері приміщень, комірок, що не обладнані сітчастими огороженнями або бар'єрами, якщо відстань між дверима і струмоведучими частинами менша за зазначену в Правилах. Перелік таких приміщень і комірок затверджує керівництво підприємства.

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

В електроустановках до 1000 В під час огляду дозволяється відчиняти двері щитів, збірок, пультів управління і інших пристроїв.

Забороняється під час огляду виконувати будь-яку роботу.

Відключати і вмикати роз'єднувачі, відділювачі і вимикачі вище 1000В з ручним приводом необхідно в діелектричних рукавичках.

Двері приміщень електроустановок, камер, щитів і збірок необхідно закрити на замок, крім тих, в яких проводяться роботи.

Ключі від електроустановок всіх класів напруги повинні знаходитися на обліку у оперативних працівників. В електроустановках без місцевих оперативних працівників ключі можуть перебувати на обліку у керівників або фахівців.

Ключі слід пронумерувати. Один комплект ключів повинен бути запасним. Запасний комплект ключів повинен бути у оперативних працівників.

Ключі видаються під розписку:

- працівникам, які мають право одноосібного огляду – від усіх приміщень;

- при допуску – працівникові, який допускає, керівнику робіт, працівнику, що спостерігає за безпечним виконанням робіт (далі – наглядачеві) – від приміщень, в яких належить працювати.

Ключі слід повертати щодня по закінченні огляду або роботи.

5.5. Виконання робіт

Роботи в діючих електроустановках слід проводити за нарядом, розпорядженням або в порядку поточної експлуатації.

Наряд-допуск (наряд) – це складене на спеціальному бланку розпорядження на безпечне проведення роботи, що визначає її зміст, місце,

час початку і закінчення, необхідні заходи безпеки, склад бригади і працівників, відповідальних за безпечне виконання роботи.

Роботи, що виконуються в порядку поточної експлуатації оперативними або оперативно-виробничими працівниками на закріплених за ними електроустановках, проводять без оформлення наряду або розпорядження.

Перелік робіт, які виконуються в порядку поточної експлуатації, затверджує керівництво підприємства.

За нарядами слід виконувати всі роботи, які не ввійшли до переліку робіт, які виконуються в порядку поточної експлуатації і по розпорядженню.

Забороняється самовільне проведення робіт, а також розширення робочих місць і обсягу завдання, визначених нарядом або розпорядженням.

У темний час доби ділянки робіт, робочі місця, проїзди і проходи до них слід освітлювати.

Забороняється працювати в неосвітлених місцях. При наближенні грози повинні бути припинені всі роботи на ПЛ, ПЛЗ; в ЗРУ і ВРУ; на виводах і лінійних роз'єднувачах ПЛ; на КЛ, підключених до ділянок ПЛ, а також на вводах ПЛЗ в приміщеннях вузлів зв'язку та на антенно-щоголових спорудах.

Всі працівники, які перебувають в діючих електроустановках (за винятком щитів керування, приміщень з релейними панелями і їм подібних), в колодязях, тунелях, траншеях, повинні користуватися захисними касками.

5.6. Організаційні заходи при роботі за нарядом-допуском

5.6.1. Порядок виконання організаційних заходів. Для безпечного проведення робіт *необхідно виконувати наступні організаційні заходи:*

- призначення працівників, відповідальних за безпечне ведення робіт;
- видача наряду або розпорядження,
- видача дозволу на підготовку робочих місць і на допуск;
- підготовка робочого місця і допуск до роботи;
- нагляд під час виконання роботи;
- переведення на інше робоче місце;
- оформлення перерв в роботі та її закінчення.

5.6.2. Особи, відповідальні за безпеку робіт, їх права та обов'язки.

Відповідальними за безпечне ведення робіт є:

- працівник, який видає наряд, віддає розпорядження;
- працівник, який дає дозвіл на підготовку робочого місця і на допуск;
- працівник, який готує робоче місце;

- працівник, який допускає до роботи;
- керівник робіт;
- працівник, який наглядає за безпечним виконанням робіт (наглядач);
- член бригади.

Право видачі нарядів та розпоряджень надається керівникам і фахівцям підприємства, які мають групу V.

Працівник, який видає наряд або розпорядження, встановлює можливість безпечного виконання роботи. Він відповідає за достатність і правильність зазначених у наряді заходів безпеки, за кількісний склад бригади і призначення працівників, відповідальних за безпечне проведення робіт, а також за відповідність груп з електробезпеки працівників, які зазначені в наряді, на виконання робіт.

Працівник, який дає дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск, несе відповідальність за достатність передбачених заходів для виконання роботи по вимкненню та заземленню устаткування і можливість їх здійснення, а також за координацію часу і місця роботи бригад, що допускаються.

Працівник, який дає дозвіл на підготовку робочого місця і на допуск, зобов'язаний повідомити черговим або оперативно-виробничим працівникам, який складає робоче місце, а також допускає про попередньо виконані операції з вимкнення та заземлення обладнання.

Давати дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск мають право оперативні працівники з групою V.

Працівник, який готує робоче місце, відповідає за правильне і точне виконання зазначених в наряді заходів з підготовки робочого місця, а також тих, що вимагаються умовами роботи.

Готувати робочі місця мають право чергові або робітники зі складу оперативно-виробничих працівників, допущених до оперативних перемикачів в даній електроустановці.

Особа, яка допускає:

- 1) відповідає за правильність і достатність вжитих заходів безпеки та їх відповідність до характеру і місця роботи, зазначених у наряді, за правильний допуск до роботи, а також за повноту і якість проведеного ним інструктажу;
- 2) повинна призначати працівників зі складу оперативних або оперативно-виробничих працівників.

В електроустановках понад 1000 В допускаючий повинен мати групу IV, а в електроустановках до 1000 В – групу III.

Керівник робіт призначається при виконанні робіт за нарядами і розпорядженнями, крім виконуваних одноосібно.

Керівник робіт відповідає за:

- виконання заходів безпеки, передбачених нарядом або розпорядженням, та їх достатність;

- чіткість і повноту інструктажу членів бригади;
- наявність, справність і правильність застосування необхідних засобів захисту, інструменту, інвентарю;
- стан збереження на робочому місці заземлень, огорожень, знаків і плакатів безпеки і запірних пристроїв протягом робочої зміни;
- організацію і безпечне проведення роботи та дотримання вимог Правил.

Керівнику робіт слід здійснювати постійний нагляд за членами бригади і усувати від роботи членів бригади, які порушують Правила, а також тих, хто перебуває в стані алкогольного або наркотичного сп'яніння.

Керівник робіт, що виконуються за нарядом в електроустановках понад 1000 В, повинен мати групу IV, а в електроустановках до 1000 В – групу III, крім робіт в підземних спорудах, де можуть з'являтися шкідливі гази, і під напругою, – в цьому випадку керівник робіт повинен мати групу IV.

Керівник робіт, що виконуються за розпорядженням, повинен мати групу III в усіх електроустановках.

При виконанні найбільш складних і небезпечних робіт керівником робіт за нарядом слід призначати працівника з групою V зі складу керівників або спеціалістів, які обслуговують дану електроустановку. До таких робіт відносяться:

- застосування вантажопідйомних машин і механізмів, за винятком робіт, що виконуються оперативними працівниками з використанням автовишки;
- розташування в зонах комунікацій та інтенсивного руху транспорту;
- монтаж і демонтаж опор, проводів ПЛ, а також роботи по заміні їх елементів;
- роботи на ПЛ понад 1000 В в місцях перетину з іншими ПЛ;
- зміна схеми приєднання проводів і тросів ПЛ понад 1000 В;
- роботи на відключеному колі багатоколової ПЛ понад 1000 В з розташуванням кіл одне над одним або кількістю більше двох, коли одна або всі ланцюги залишаються під напругою;
- роботи з пофазного ремонту ПЛ понад 1000 В;
- роботи під наведеною напругою;
- роботи під напругою на струмовідних частинах з ізоляцією людино від землі;
- земляні, пов'язані з ремонтом або прокладанням кабелю в зонах розташування підземних комунікацій.

Перелік цих робіт може бути розширений в залежності від місцевих умов.

Наглядач з групою не нижче III призначається для нагляду за бригадами працівників, які не мають права самостійно працювати в електроустановках.

Наглядач відповідає за:

- безпеку членів бригади відносно ураження електричним струмом електроустановки;
- відповідність підготовленого робочого місця вказівкам наряду;
- наявність і збереження встановлених на робочому місці заземлень, огорожень, плакатів і знаків безпеки, запірних пристроїв.

Відповідальним за безпеку, пов'язану з технологією робіт, є працівник, який очолює бригаду і входить до її складу. Цей працівник повинен постійно перебувати на робочому місці. Його прізвище вказується в рядку «Окремі вказівки» наряду.

Кожен член бригади зобов'язаний виконувати Правила та інструктивні вказівки, отримані при допуску до роботи і під час роботи, а також вимоги місцевих інструкцій з охорони праці.

5.6.3. Видача наряду або розпорядження. Наряд виписується у двох, а при передачі його по телефону, радіо – в трьох примірниках. В останньому випадку працівник, який видає наряд, виписує один примірник, а працівник, який приймає текст у вигляді телефоно- або радіограми, заповнює два примірники наряду і після зворотної перевірки зазначає на місці підпису працівника, який видав наряд, його прізвище та ініціали, підтверджуючи правильність записи своїм підписом.

У тому випадку, коли керівник робіт суміщає обов'язки, наряд, незалежно від способу його передачі, заповнюється в двох примірниках, один з яких залишається у працівника, який видав наряд, або у працівника, що дає дозвіл на підготовку робочого місця і на допуск (диспетчера).

Наряди на планові роботи слід видавати завчасно.

Число нарядів, що видаються на одного керівника робіт, визначає працівник, який видає наряд.

Особі, що допускає, і керівнику робіт (наглядачеві) може бути видано відразу кілька нарядів і розпоряджень для почергового допуску і роботи по ним.

Видавати наряд дозволяється на строк тривалості робіт згідно з оперативною заявкою. Наряд може бути продовжений один раз на термін не більше 5 діб.

Продовжити наряд може працівник, який видав його, або інший працівник, який має право видавати наряди на роботи в даній електроустановці.

Дозвіл на продовження наряду слід передати по телефону, радіо або з нарочним особі, що допускає, або керівнику робіт, які в цьому випадку за своїм підписом вказують в наряді прізвище та ініціали працівника, який продовжив наряд.

Наряди, роботи за якими повністю закінчені, слід зберігати протягом 30 діб, після чого їх можна знищити.

Розпорядження має разовий характер, термін його дії визначається тривалістю робочого дня (зміни).

Розпорядження можна передавати безпосередньо і за допомогою засобів зв'язку з подальшим записом в оперативний журнал.

Розпорядження на роботу віддається керівнику робіт і допускаючому або працівникові, який дає дозвіл на підготовку робочого місця і на допуск.

В електроустановках без місцевих оперативних працівників і в тих випадках, коли допуск на робочому місці не потрібно, розпорядження слід віддавати безпосередньо працівнику, який буде виконувати роботу.

Чисельність бригади та її склад з урахуванням груп по електробезпеці повинні визначатися з умов безпеки виконання робіт, а також можливості забезпечення нагляду за членами бригади з боку керівника робіт (наглядача).

До складу бригади на кожного її члена з групою III дозволяється включати одного працівника з групою I, але загальна кількість членів бригади з групою I не повинно перевищувати трьох.

Змінювати склад бригади дозволяється працівнику, який видав наряд, або іншому працівнику, який має право видавати наряд для роботи в даній електроустановці. Вказівки про зміни складу бригади можна передавати по телефону, радіо або нарочним керівнику робіт або допускає, які в наряді за своїм підписом вказують прізвище та ініціали працівника, що дав вказівку про зміну.

При заміні керівника робіт або зміні складу бригади більше ніж наполовину наряд слід видавати заново.

5.6.4. Підготовка робочого місця і допуск. Підготовку робочих місць і допуск слід проводити тільки після отримання дозволу від чергового. Дозвіл можна передавати особі, яка виконує підготовку робочого місця і допуск працівників особисто, по телефону, радіо, з нарочним або через чергового проміжної підстанції. Забороняється видавати такий дозвіл на заздалегідь обумовлений час.

Допуск бригади дозволяється тільки за одним нарядом або розпорядженням.

Підготовка робочого місця полягає у виконанні технічних заходів працівником зі складу оперативних або оперативно-виробничих працівників.

У разі, коли керівник робіт суміщає обов'язки допускаючого, підготовку робочого місця він може виконувати з одним із членів бригади з групою III.

Забороняється змінювати передбачені нарядом заходи щодо підготовки робочих місць.

При виникненні сумніву в достатності і правильності заходів з підготовки робочого місця і в можливості безпечного виконання роботи цю підготовку необхідно негайно припинити.

Допускаючий перед допуском повинен переконатися у виконанні всіх технічних заходів з підготовки робочого місця (особистим оглядом, за записами в оперативному журналі, за оперативною схемою або за

повідомленнями чергових, оперативно-виробничих працівників і працівників підприємств-споживачів).

Керівник робіт (наглядач) перед допуском повинен з'ясувати у допускаючого повноту виконання заходів з підготовки робочого місця. Після цього керівник робіт повинен перевірити підготовку робочого місця особистим оглядом разом з допускаючим.

Допуск до роботи за нарядами і розпорядженнями слід проводити безпосередньо на робочому місці.

Допуск проводиться після перевірки підготовки робочого місця. При цьому допускаючий повинен:

- перевірити, чи відповідає склад бригади зазначеному у наряді або розпорядженні. Перевірку слід проводити за іменними посвідченням;

- провести інструктаж: ознайомити бригаду зі змістом наряду, розпорядження; вказати межі робочого місця і підходи до нього; показати найближче до робочого місця устаткування, що ремонтується та струмовідні частини до нього і суміжні приєднання, до яких забороняється наближатися незалежно від того, знаходяться вони під напругою чи ні;

- довести бригаді, що напруга відсутня показом установлених заземлень і перевіркою відсутності напруги, якщо заземлення не видно з робочих місць, а в електроустановках і на ПЛ 35 кВ і нижче (де дозволяє конструктивне виконання без підйому) – наступним дотиком рукою до струмоведучих частин після перевірки відсутності напруги.

Бригаду у разі допуску, крім допускаючого, повинен проінструктувати керівник робіт щодо безпечного виконання робіт, використання інструменту, приладів, механізмів і вантажопідіймальних машин. Без проведення інструктажу допуск бригади забороняється.

Підготовка робочого місця, проведення інструктажів та допуск оформлюються підписами допускаючого і керівника робіт (наглядача) із зазначенням дати, часу.

Цільовий інструктаж членів бригади проводиться тільки при первинному допуску.

Оформлення проведення такого інструктажу при допуску до роботи в журналі інструктажу не потрібно.

Допуск до роботи оформляється в обох примірниках наряду, з яких один залишається у керівника робіт (наглядача), а другий – у допускаючого.

Допуск до роботи за розпорядженням оформлюється в оперативному журналі.

5.6.5. Нагляд під час проведення робіт. Після допуску до роботи нагляд за дотриманням бригадою вимог безпеки покладається на керівника робіт (наглядача), який повинен так організувати свою роботу, щоб здійснювати контроль за членами бригади, перебуваючи, по можливості, на тій ділянці робочого місця, де виконується найбільш небезпечна робота.

Забороняється наглядачеві поєднувати нагляд з виконанням будь-якої роботи.

При необхідності тимчасового відходу з робочого місця керівник робіт (наглядач) повинен вивести бригаду з місця роботи (з виведенням її з РП і закриттям входних дверей на замок, зі зняттям людей з опори ПЛ і т.п.).

В електроустановках до 1000 В при виконанні робіт за розпорядженням раз-вирішується, при необхідності, тимчасова відсутність керівника робіт. У цьому випадку дозволяється залишатися на робочому місці і продовжувати роботу одному або декільком членам бригади з групою III.

З дозволу керівника робіт один або кілька членів бригади можуть тимчасово залишити робоче місце. При цьому виводити їх зі складу бригади не потрібно. В електроустановках понад 1000 В має бути не менше двох, включно з керівником робіт, членів бригади, що залишаються на робочому місці.

Члени бригади з групою III можуть самостійно виходити з РП і повертатися на робоче місце, члени бригади з групами I і II – тільки в супроводі члена бригади з групами III або працівника, який має право одноосібного огляду електроустановок.

Забороняється після виходу з РП залишати двері, не закриті на замок.

Члени бригади можуть приступити до роботи тільки з дозволу керівника робіт. До їх повернення керівнику робіт забороняється залишати робоче місце, якщо приміщення, в якому знаходиться електроустановка, не можна замкнути на замок. Розосередження членів бригади по різних робочих місцях дозволяється у випадках, коли наряд виданий для одночасного виконання роботи на різних робочих місцях.

При виявленні порушень Правил або виникненні інших обставин, що загрожують безпеці працівників, бригаду слід вивести з робочого місця і у керівника робіт необхідно відібрати наряд. Тільки після усунення виявлених порушень бригада може бути знову допущена до роботи з дотриманням вимог первинного допуску.

5.6.6. Переведення на інше робоче місце. В електроустановках понад 1000 В електростанцій, підстанцій переведення бригади на інше робоче місце здійснює допускаючий.

Переводити бригаду на інше робоче місце може також керівник робіт, якщо про це є запис у рядку «Окремі вказівки» наряду.

На різних робочих місцях однієї ПЛ, ПЛЗ, КЛ і в електроустановках до 1000 В електростанцій, підстанцій переведення на інше робоче місце здійснюється керівником робіт без оформлення в наряді.

В електроустановках електростанцій і підстанцій, при виконанні робіт без відключення обладнання, оформлення в наряді вимагається тільки в разі переведення бригади з одного РП на інший.

5.6.7. Оформлення перерв у роботі та її закінчення. При перерві в роботі на протязі робочого дня (на обід, за умовами роботи) бригаду необхідно вивести з робочого місця, а двері РП закрити на замок.

Наряд залишається у керівника робіт (наглядача). Члени бригади не мають права повертатися після перерви на робоче місце без керівника робіт (наглядача). Після перерви керівник робіт зобов'язаний повторно перевірити підготовку робочого місця і здійснити допуск бригади до роботи без оформлення в наряді.

При перерві в роботі у зв'язку із закінченням робочого дня бригаду слід вивести з робочого місця. При цьому плакати, огороження, прапорці та заземлення не знімають.

Закінчення роботи керівник робіт (наглядач) оформляє підписом в своєму примірнику наряду.

Повторний допуск в наступні дні на підготовлене робоче місце здійснює допускаючий. При цьому дозвіл на допуск від старшого оперативного працівника не вимагається.

Керівник робіт (наглядач) з дозволу допускаючого може самостійно допустити бригаду до роботи на підготовлене робоче місце, якщо йому це доручено, із записом в рядку «Окремі вказівки» наряду.

Перед повторним допуском бригади на робоче місце керівник робіт (наглядач) повинен упевнитися в цілості й надійності заземлень, огорожень, плакатів, знаків.

При необхідності пробного включення обладнання слід виконати такі дії:

- вивести з місць роботи всіх членів бригади, допущених до роботи;
- здати черговому (допускаючому) наряди з оформленими перервами і записом в таблиці 4 «Пробне включення»;
- зняти тимчасові огорожі, переносні плакати і заземлення, а постійні огороження встановити на своє місце;
- отримати дозвіл на пробне включення.

Підготовку робочого місця і допуск бригади до роботи після пробного включення проводять, як при первинному допуску.

Після повного закінчення роботи керівник робіт (наглядач) повинен вивести бригаду з робочого місця, відновити схему, зняти встановлені бригадою тимчасові огорожі, переносні плакати, прапорці та заземлення, закрити двері електроустановки на замок, повідомити допускаючого, а при його відсутності – працівникові, який видав дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск, про повне закінчення робіт і оформити в наряді повне закінчення робіт своїм підписом.

Після оформлення повного закінчення робіт керівник робіт (наглядач) повинен здати наряд допускаючому.

Допускаючий після отримання наряду, в якому оформлено повне закінчення робіт, повинен оглянути робочі місця і повідомити працівника,

який видає дозвіл на підготовку робочого місця і на допуск, про повне закінчення робіт і про можливість включення електроустановки.

Вмикати електроустановку можна тільки після отримання на це дозволу (розпорядження) особи, яка видала дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск.

Дозвіл (розпорядження) на вмикання електроустановки слід видавати тільки після отримання повідомлень від усіх допускаючих і керівників робіт.

Працівник зі складу оперативних або оперативно-виробничих працівників, що знаходиться в зміні і допущений до оперативного управління та до оперативних перемикань, отримавши дозвіл (розпорядження) на вмикання електроустановки після повного закінчення робіт, повинен перед включенням зняти тимчасові огороження, переносні плакати і заземлення, встановлені при підготовці робочих місць, відновити постійні огороження.

СПИСОК ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Березуцький В.В.* Науково-практичний коментар до Закону України Про охорону праці. – Х.: Вид-во Форт. – 2009. - 379 с.
2. Безпека життєдіяльності: Навч. посібник / Лушкін В., Торкатюк В., Коржик Б., Ачкасов А., Ніколаєнко Л. – Житомир : Вид-во “Житомир”, 2001. – 672 с.
3. ГОСТ 12.4.154-85 ССБТ. Устройство экранирующее для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры.
4. ГОСТ 12.4.155-85 ССБТ. Устройство защитного отключения. Классификация. Общие технические требования.
5. ГОСТ 12.4.172-87 ССБТ. Комплект индивидуальный экранирующий для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования и методы контроля.
6. ДНАОП 0.00-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».
7. *Долин П.А.* Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 448 с.
8. *Долин П.А.* Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 252 с.
9. *Долин П.А., Медведев В.Т., Корочков В.В.* Електробезопасность: задачник. – М.: Гардарики, 2003. – 215 с.
10. ДСТУ 2293-99. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять.
11. ДСТУ 2817-94 (ГОСТ 12.2.007.6-93). Система стандартів безпеки праці. Апарати електричні комутаційні на напругу до 1000В. Вимоги безпеки.
12. Законодавство України про охорону праці [Текст]: збірник нормативних документів : у 4 т. / ред. Г. П. Яковенко. — Київ, 1997. — 528 с.
13. *Іванов, В. Г.* Справочник по электробезопасности / В. Г. Иванов, Ю. С. Лис, С. Д. Тулупов. – Х., 2010. – 196 с.
14. *Іванов В. Г.* Охорона праці в електроустановках: підручник для енерг. та приладобудів. спец. вузів / В. Г. Іванов, Б. В. Дзюндзюк, Ю. М. Олександров ; заг. ред. проф. В. Г. Іванова. – К. : ОКО, 1994. – 226 с.
15. *Князевский Б.А., Марусова Т.П.* Охрана труда в электроустановках. – М.: Энергия, 1977. – 320 с.
16. *Кравченко А.Н., Красинский В.Н.* Пособие по эксплуатации электрозащитных средств. – Харьков, 2001. – 168 с.
17. Охорона праці в електроенергетиці: Навч. посібник / Бондаренко В. О., Ганус О. І., Старков К. О., Шевченко С. Ю. – Харків: вид-во «Підручник НТУ «ХП», 2012. – 316 с.

18. Охрана труда в электроустановках : учебник для энерг. и техн. вузов / В. Г. Иванов, С. В. Иванов, Ю. С. Рубан, С.Д. Тулупов. ; под. общ. ред. акад. В. Г. Иванова. – Х. : [б.и.], 1997. – 264 с.
19. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. / Под ред. *Дьякова А.Ф.* – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 288 с.
20. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів / Міненерговугілля України. – К.: Індустрія, 2018. – 320 с.
21. Правила улаштування електроустановок / Міненерговугілля України. – Київ: [б. в.], 2017. — 617 с.
22. Техника безопасности в электроэнергетических установках: Справочное пособие. / Под ред. *Долина П.А.* – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 272 с.

ВСТУП.....	5
1. АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ, ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ВИЗНАЧЕННЯ...	6
1.1. Актualityність проблеми електробезпеки.....	6
1.2. Основні поняття і визначення в сфері охорони праці в енергетиці.....	7
1.3. Основні чинники виникнення нещасних випадків.....	9
2. ДІЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ	12
2.1. Види уражень електричним струмом.....	12
2.2. Види електричних травм.....	12
2.3. Чинники, що впливають на наслідки ураження електричним струмом.....	15
3. ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК	20
3.1. Загальні поняття та вимоги до виробничих і допоміжних приміщень з електроустановками.....	20
3.2. Класифікація виробничих приміщень за рівнем електробезпеки.....	26
3.3. Основні небезпеки при експлуатації електроустановок та умови ураження людини електричним струмом.....	27
3.3.1. Двополюсний (двофазний) дотик.....	28
3.3.2. Однополюсне (однофазне) торкання.....	29
3.3.3. Остаточний (залишковий) заряд.....	30
3.3.4. Наведений заряд.....	31
3.3.5. Заряд статичної електрики.....	32
3.3.6. Напруга кроку.....	34
3.3.7. Електричний пробій повітряного проміжку.....	34
4. ЗАГАЛЬНА ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК.....	35
4.1. Класифікація засобів і заходів електробезпеки, що використовуються за нормального режиму роботи електроустановок.....	35
4.2. Технічні заходи та засоби електробезпеки, що використовуються за нормального режиму роботи електроустановок.....	38
4.2.1. Ізоляція струмовідних частин.....	38
4.2.2. Безпечне розміщення струмовідних частин.....	41
4.2.3. Блокування доступу до струмоведучих частин ЕУ.....	43
4.2.4. Огороджувальні засоби.....	44
4.2.5. Засоби орієнтації та сигналізації.....	45
4.2.6. Захисне розділення мереж.....	47
4.2.7. Застосування малої (наднизької) напруги.....	47
4.2.8. Компенсація ємнісних струмів замикання на землю.....	48
4.2.9. Система вирівнювання потенціалів.....	49
4.3. Технічні заходи електробезпеки, що використовуються за	

аварійних режимів роботи електроустановок.....	49
4.3.1. Захисне заземлення.....	49
4.3.2. Занулення.....	65
4.4. Електрозахисні засоби захисту.....	67
4.4.1. Призначення, конструкція і правила застосування засобів захисту в електроустановках.....	69
4.4.2. Норми і терміни електричних випробувань засобів захисту.....	78
4.5. Заходи і засоби захисту від впливу електромагнітного поля	80
4.5.1. Фізична сутність впливу ЕМП на біологічний організм.....	80
4.5.2. Напруженість електричного поля.....	81
4.5.3. Екранування від дії ЕМП.....	83
4.5.4. Костюм для захисту від дії електромагнітного поля.	84
4.5.5. Зона впливу та деякі особливості проведення робіт.	85
5. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАСАДИ БЕЗПЕЧНОГО ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ В ДІЮЧИХ ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАХ.....	87
5.1. Загальні організаційні вимоги.....	87
5.2. Перевірка рівня підготовки персоналу до роботи з електроустановками.....	89
5.3. Вимоги до персоналу.....	93
5.4. Оперативне обслуговування.....	94
5.5. Виконання робіт.....	95
5.6. Організаційні заходи при роботі за нарядом-допуском.....	96
5.6.1. Порядок виконання організаційних заходів.....	96
5.6.2. Особи, відповідальні за безпеку робіт, їх права та обов'язки.....	96
5.6.3. Видача наряду або розпорядження.....	99
5.6.4. Підготовка робочого місця і допуск.....	100
5.6.5. Нагляд під час проведення робіт.....	101
5.6.6. Переведення на інше робоче місце.....	102
5.6.7. Оформлення перерв у роботі та її закінчення.....	103
СПИСОК ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....	105

Навчальне видання

**Нездвецька Інна Володимирівна
Лавріщев Олександр Олександрович
Новосилецький Юрій Леонідович**

ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Оригінал-макет – Нездвецька І.В
Дизайн обкладинки – Войцицький А.П

Підписано до друку 11.10. 2022 Формат 60х90/16.
Гарнітура Times New Roman. Друк різнографічний.
Ум. друк. арк. 4,8.
Вид-во м. Житомир