Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет



ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

Конспект лекцій
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Цивільна безпека»
галузі знань К – Цивільна безпека (Безпека та оборона) спеціальності К10 – Цивільна безпека
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2026

УДК 621.3.01:331.45(075.8)
Е 45

До друку

Голова вченої ради факультету цифрових, освітніх та соціальних технологій ЛНТУ_____Галина ГЕРАСИМЧУК

Затверджено вченою радою факультету цифрових, освітніх та соціальних технологій ЛНТУ, протокол №_____від «____»_____2026 року.

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозиторій ЛНТУ.

Директор бібліотеки_____Наталія ПОЛІЩУК

Рекомендовано до видання на засіданні кафедри цивільної безпеки ЛНТУ, протокол №_____від «____»_____2026 року.

Завідувач кафедри цивільної безпеки_____Валентина ФЕДОРЧУК-МОРОЗ

Укладач:_____Олена ВІСИН, кандидат історичних наук, доцент кафедри цивільної безпеки ЛНТУ.

Рецензент:_____ Микола РУДИНЕЦЬ, кандидат технічних наук, доцент кафедри цивільної безпеки ЛНТУ.

Відповідальний за випуск:_____Валентина ФЕДОРЧУК-МОРОЗ, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри цивільної безпеки ЛНТУ.

Електробезпека [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Цивільна безпека» галузі знань К «Безпека та оборона» спеціальності К10 «Цивільна безпека» денної та заочної форм навчання / уклад. О.О. Вісин. Луцьк: Відділ іміджу та промоції ЛНТУ, 2026. 82 с.

Е 45

Конспект лекцій з дисципліни «Електробезпека» розроблено для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Цивільна безпека» спеціальності «Цивільна безпека». Видання охоплює теоретичні основи електробезпеки, аналіз факторів ризику та впливу електричного струму на організм людини, розгляд небезпеки напруги кроку і дотику, а також особливості роботи в електричних мережах різного типу. У методичних вказівках детально висвітлено основні технічні та організаційні заходи захисту, правила надання домедичної допомоги потерпілим від електротравм і здійснення реанімаційних заходів.

© О.О. Вісин, 2026

ВСТУП

Згідно з навчальним планом підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня освітньої програми «Цивільна безпека» спеціальності К10 «Цивільна безпека» галузі знань К «Цивільна безпека» передбачено вивчення дисципліни «Електробезпека».

Метою викладання навчальної дисципліни «Електробезпека» є забезпечення майбутніх фахівців методичними основами електробезпеки; володіння методиками аналізу впливу супутніх факторів, ступеню небезпечності ураження людини при виконанні робіт в електроустановках, правилам надання долікарської допомоги.

Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни:

Спеціальні (фахові) компетентності:

СК15. Готовність до застосовування та експлуатації технічних систем захисту, засобів індивідуального та колективного захисту людини від негативного впливу небезпечних чинників надзвичайної ситуації, дії небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

СК16. Здатність до організації безпечної експлуатації техніки, устаткування, спорядження у сфері професійної діяльності, створення безпечних і здорових умов праці.

СК18. Здатність надавати домедичну допомогу постраждалим особам.

Результати навчання: У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач освіти повинен:

ПРН05. Розробляти тексти та документи з питань професійної діяльності, спілкуватися українською професійною мовою; читати й розуміти фахову іншомовну літературу, використовуючи її у соціальній і професійній сферах; демонструвати культуру мислення та виявляти навички щодо організації культурного діалогу на рівні, необхідному для професійної діяльності.

ПРН06. Пояснювати процеси впливу шкідливих і небезпечних чинників, що виникають у разі небезпечної події; застосовувати теорії захисту населення, території та навколишнього природного середовища від уражальних чинників джерел надзвичайних ситуацій, необхідні для здійснення професійної діяльності знання математичних та природничих наук.

ПРН17. Оцінювати технічні показники та визначати стан аварійно-рятувальної техніки, засобів зв’язку, устаткування та обладнання.

ПРН25. Організовувати та проводити навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях, заняття з особовим складом підрозділу; доносити до фахівців і нефахівців інформацію, ідеї, проблеми, рішення та власний досвід у сфері професійної діяльності.

ЗМІСТ ТЕМ

Тема 1. Основи електробезпеки. Види ураження електричним струмом	**.** Специфічні особливості електричного струму як небезпечного фактору. Характеристика термічної, електролітичної та біологічної дії струму на організм людини. Відмінності між загальними електричними ударами та місцевими електротравмами. Класифікація ступенів електричних ударів за тяжкістю наслідків. Види місцевих електротравм: електричні знаки, металізація шкіри та електроофтальмія.
Тема 2. Фактори, які визначають безпеку ураження електричним струмом	Вплив величини сили струму та тривалості його дії на наслідки ураження. Залежність електричного опору тіла людини від стану шкіри та зовнішніх факторів. Порівняльна характеристика небезпеки постійного та змінного струму промислової частоти. Аналіз основних шляхів проходження струму через тіло людини («петель струму»). Вплив психофізіологічного стану та індивідуальних особливостей людини на поріг відчуття струму.
Тема 3. Небезпека напруги кроку та розтікання струму при замиканні на землю	Визначення та фізичний зміст напруги дотику. Механізм виникнення напруги кроку в зоні розтікання струму. Характер розподілу електричного потенціалу на поверхні ґрунту при замиканні на землю. Правила безпечного виходу із зони розтікання струму («гусячий крок»). Межі небезпечних зон розтікання струму в приміщеннях та на відкритій місцевості.
Тема 4. Небезпека ураження в електричних мережах різного типу	Аналіз небезпеки однофазного дотику в мережах з ізольованою нейтраллю (IT). Оцінка ризиків при дотику до фази в мережах з глухозаземленою нейтраллю (TN). Вплив режиму роботи нейтралі джерела живлення на загальний рівень безпеки. Порівняння наслідків аварійного режиму роботи (замикання на корпус) у мережах IT та TN. Роль ємнісного опору фаз відносно землі в мережах високої напруги.
Тема 5. Основні технічні заходи захисту в електроустановках	Принцип дії та сфера застосування захисного заземлення. Будова та призначення захисного занулення в системах TN. Використання пристроїв захисного вимкнення (ПЗВ) для запобігання ураженням та пожежам. Застосування розділових трансформаторів для захисного розділення мереж. Вимоги до використання подвійної ізоляції та малих напруг (наднизька напруга).
Тема 6. Причини ураження електричним струмом та основні заходи захисту	Класифікація технічних та організаційних причин виробничого електротравматизму. Категорії приміщень за ступенем небезпеки ураження струмом (особливо небезпечні, з підвищеною небезпекою, без підвищеної небезпеки). Види засобів індивідуального захисту (ЗІЗ): основні та додаткові ізолювальні засоби. Застосування захисних огороджень, блокувань та систем сигналізації. Призначення та порядок розміщення плакатів і знаків електробезпеки.

Тема 7. Надання першої допомоги потерпілим при ураженні електричним струмом	Порядок дій при звільненні потерпілого від контакту зі струмоведучими частинами. Методи оцінки стану життєво важливих функцій потерпілого на місці події. Алгоритм проведення серцево-легеневої реанімації: штучне дихання та непрямий масаж серця. Особливості домедичної допомоги при електричних опіках та механічних травмах. Вимоги щодо обов'язкового медичного нагляду після електротравми.
Тема 8. Організаційні заходи гарантування безпеки робіт в електроустановках	Класифікація робіт в електроустановках за ступенем безпеки (зі зняттям напруги, під напругою, поблизу струмоведучих частин). Повноваження та відповідальність осіб, які забезпечують безпеку робіт. Документальне оформлення робіт: наряд-допуск, розпорядження, поточна експлуатація. Технічні заходи, що створюють безпечні умови праці (вимкнення, перевірка відсутності напруги, встановлення заземлення). Вимоги до кваліфікаційних груп персоналу з електробезпеки.

Тема 1. Основи електробезпеки. Види ураження електричним струмом. Вступ у дисципліну. Предмет, мета і завдання, основні визначення і актуальність проблеми електробезпеки. Специфічні особливості електричного струму як небезпечного виробничого та побутового фактору. Фізіологічна дія електричного струму на організм людини. Класифікація наслідків і видів уражень електричним струмом: загальні електричні удари та місцеві електротравми. Класифікація ступенів тяжкості загальних електричних ударів за сучасною медико-технічною класифікацією. Види місцевих електротравм: електричні знаки, металізація шкіри та електроофтальмія.

Електрична енергія є фундаментом сучасного промислового виробництва, транспорту, сільського господарства та життєзабезпечення населених пунктів. Водночас електричні установки та мережі становлять підвищену потенційну небезпеку для життя і здоров'я людини.

Електробезпека – нормативна дисципліна, яка є професійно орієнтованою. Вивчається з метою формування у майбутніх фахівців з вищою освітою необхідного в їхній подальшій професійній діяльності рівня знань та умінь з безпеки процесів праці, визначеного відповідними державними стандартами освіти, а також активної позиції щодо практичної реалізації принципу пріоритетності охорони життя та здоров’я працівників щодо результатів виробничої діяльності.

Предмет «**Електробезпека**» як комплексна дисципліна базується на теоретичних положеннях природничих та суспільних наук. Важливе місце в структурі електробезпеки займають зв’язки з такими дисциплінами, як охорона праці, безпека життєдіяльності тощо.

Після вивчення предмета студент повинен знати: мету та завдання електробезпеки; основні нормативні документи з електробезпеки; вимоги правил безпеки при виконанні професійних завдань в електроустановках.

В умовах виробничої діяльності студент повинен вміти: на підставі технічної документації, використовуючи чинну нормативно-правову базу з питань електробезпеки та охорони праці, організовувати дотримання вимог безпеки праці учасниками трудового процесу; на основі аналізу нещасних випадків або аварій, користуючись чинною нормативно-правовою базою з питань охорони праці, визначати факт випадку або аварії; у складі комісії з розслідування нещасного випадку, користуючись чинною нормативно-правовою базою з питань охорони праці, складати акт про нещасний випадок на виробництві.

Предметом вивчення дисципліни є закономірності взаємодії електричного струму та електромагнітних полів з біологічними тканинами живого організму, причини виникнення електротравм, а також методи і засоби захисту.

Основні **завдання** курсу:

– Вивчення фізіологічної дії електричного струму на людину.

– Аналіз небезпечних режимів роботи електроустановок (однофазне та двофазне вмикання, обриви нульових захисних провідників тощо).

– Оволодіння методами розрахунку захисних засобів (заземлення, занулення, вирівнювання потенціалів).

– Вивчення вимог чинних нормативно-правових актів з охорони праці (НПАОП) та правил технічної експлуатації електроустановок.

Електробезпека – система організаційних і технічних заходів та засобів, що забезпечують захист людей від шкідливої і небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електричного поля і статичної електрики (ГОСТ 12.1.009-76.ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения).

Приведене визначення включає 4 фактори. Два з них (електричний струм і електрична дуга) належать до безпосередньо небезпечних і є предметом розгляду цього розділу.

Електротравма – травма, спричинена дією на організм людини електричного струму і (або) електричної дуги (ГОСТ 12.1.009-76).

Електротравматизм – явище, що характеризується сукупністю електротравм.

Електроустановки – машини, апарати, лінії електропередач і допоміжне обладнання (разом зі спорудами і приміщеннями, в яких вони розташовані), призначені для виробництва, перетворення, трансформації, передачі, розподілу електричної енергії та перетворення її в інші види енергії («Правила улаштування електроустановок» - ПУЕ).

Виходячи з наведеного визначення, кожен окремо взятий електродвигун, комп'ютер, внутрішня електромережа в приміщенні та будь-який побутовий споживач електроенергії підпадає під поняття "електроустановка".

Електроприміщення – приміщення, або відгорожені, наприклад, сітками частини приміщень, доступні тільки для кваліфікованого обслуговуючого персоналу, в яких розміщені електроустановки (ПУЕ).

Відкриті або **зовнішні електроустановки** – електроустановки не захищені будівлею від атмосферного впливу (ПУЕ).

Закриті або **внутрішні електроустановки** – установки, захищені будівлею від атмосферного впливу (ПУЕ).

Електроустановки, захищені тільки навісами, сітковими огородженнями тощо, розглядаються як зовнішні.

За багаторічними статистичними даними електротравми в загальному виробничому травматизмі складають біля 1 %, а в смертельному – 25 % і більше. Крім виробництва, електроенергія з кожним роком знаходить все більше застосування в побуті. Недотримання вимог безпеки в цьому випадку супроводжується електротравмами, щорічна кількість яких значно перевищує

виробничі електротравми.

За кожною електротравмою, і особливо тяжкою, стоять трагедія особи, сім'ї, суспільства, значні матеріальні втрати і втрати трудових ресурсів, несприятливі для суспільства морально-етичні та соціально-політичні наслідки. Досягнення позитивних змін в динаміці електротравматизму потребує удосконалення нормативної бази з питань електробезпеки, дотримання вимог безпеки при розробці електроустановок, їх спорудженні та експлуатації, підвищення рівня навчання електротехнічного персоналу, всього населення щодо розуміння небезпеки ураження електричним струмом, безпечного поводження при виконанні робіт в електроустановках та при користуванні ними.

Електротравми відбуваються при потраплянні людини під напругу в результаті доторкання до елементів електроустановки з різними потенціалами, чи потенціал яких відрізняється від потенціалу землі, в результаті утворення електричної дуги між елементами електроустановки безпосередньо, або між останніми і людиною, яка має контакт із землею, а також в результаті дії напруги кроку.

Електротравматизм як соціальна категорія характеризується сукупністю електротравм за певний проміжок часу, їх абсолютними і відносними показниками, розподілом за тяжкістю, галузями виробництва тощо.

Особливістю електротравматизму є також те, що на електроустановки напругою до 1 кВ припадає до 90 % електротравм зі смертельними наслідками, а на електроустановки, напругою понад 1 кВ, – до 10 %.

Наведений розподіл електротравм за величиною напруги електроустановок обумовлюється не тільки більшою розповсюдженістю електроустановок напругою до 1 кВ, але, в більшій мірі, ще й тим, що такі установки доступні більшому загалу працівників, які мають недостатньо чіткі уявлення щодо небезпеки електричного струму та вимог безпеки при експлуатації електроустановок.

До установок, напругою понад 1 кВ, має доступ обмежена кількість працівників, які мають достатній рівень підготовки з питань електробезпеки – відповідну вимогам чинних нормивів групу з електробезпеки.

Електричний струм на відміну від інших виробничих шкідливостей (механічні фактори, токсичні речовини, шуми, вібрації) має низку унікальних і підступних особливостей:

Відсутність сенсорного попередження на відстані. Людина не здатна за допомогою органів чуття (зір, слух, нюх, дотик на відстані) виявити наявність напруги на струмопровідних частинах. Електричне поле або струм не мають ані кольору, ані запаху, ані звуку (до моменту пробою повітряного проміжку чи утворення електричної дуги).

Миттєвість дії. Швидкість поширення електричного поля та переходу енергії в організм співмірна зі швидкістю світла. Ураження відбувається за частки

секунди, що унеможливлює спрацьовування захисних біологічних рефлексів людини до моменту контакту.

Дія на біологічні системи на клітинному і тканинному рівнях. Електричний струм проходить не лише через зовнішні покриви, а й поширюється всередині тіла уздовж шляхів найменшого опору (судини, нервові стовбури, лімфатична система), вражаючи життєво важливі органи центральної нервової системи, серце та легені без обов'язкового зовнішнього пошкодження тканин у місцях входу/виходу.

Подразнення біоелектричної природи тканин. Живий організм сам по собі є складнющою біоелектричною системою (нервові імпульси, м'язова поляризація). Зовнішній струм накладається на внутрішні біопотоки, викликаючи судомне скорочення м'язів (тетанус), параліч дихання та фібриляцію міокарда.

Ще одна особливість це можливість отримання електротравми, не маючи безпосереднього контакту зі струмопровідними частинами – переміщення по землі поблизу пошкодженої установки (у випадку замикання на землю), ураження через електричну дугу.

Нажаль у більшості випадків для розслідування обліку і аналізу доступні тільки електротравми з тяжкими і смертельними наслідками.

Вторинний травматизм. Навіть слабкий удар струмом (який сам по собі не загрожує життю біологічно) може спричинити різке мимовільне скорочення м'язів, унаслідок чого людина падає з висоти, втрачає рівновагу, вдаряється об гострі предмети або потрапляє в рухомі механізми верстатів.

Коли тіло людини опиняється під електричною напругою, крізь нього починає протікати електричний струм. Цей процес супроводжується комплексом складних фізико-хімічних і біологічних ефектів, які традиційно поділяють на три основні види дії: біологічну, термічну та електролітичну. Термічна та електролітична дія властива будь-яким провідникам, а біологічна – тільки живій тканині.

Термічна (теплова) дія струму виявляється в опіках окремих ділянок тіла, нагріванні до високої температури кровоносних судин, нервів, серця, мозку та інших органів, які перебувають на шляху протікання струму, що викликає серйозні функціональні розлади цих органів й організму в цілому.

Термічна дія зумовлена законом Джоуля-Ленца: кількість теплоти, що виділяється в тканинах при проходженні струму, прямо пропорційна квадрату сили струму, електричному опору ділянки тіла та часу протікання. Оскільки різні тканини тіла (шкіра, м'язи, кістки, жирова тканина, нервові стовбури) мають різний електричний опір, тепло виділяється нерівномірно.

Наслідком термічної дії є опіки тканин різного ступеня (від почервоніння і пухирів до вугільного обвуглювання глибоких тканин), ошпарювання крові та тканинної рідини, утворення тромбів у кровоносних судинах, а також закипання тканинної рідини («електричне кипіння»).

Електролітична (хімічна) дія струму виражається в розкладі (електролізі) органічних рідин, (крові, лімфи, міжклітинної рідини) на складові іони, що супроводжується значними порушеннями їх фізико-хімічного складу.

Оскільки тіло людини є розчином солей (електролітом), проходження постійного або змінного струму викликає спрямований рух іонів (електроліз). Це призводить до порушення фізико-хімічного складу крові, зміни кислотно-лужного балансу (pH), руйнування білкових структур і зміни проникності клітинних мембран.

Електролітична дія найяскравіше виявляється при проходженні постійного електричного струму.

Біологічна дія струму виявляється в подразненні та збудженні живих тканин організму, а також у порушенні внутрішніх біоелектричних процесів, які протікають у нормально діючому організмі й тісно пов'язані з його живими органами.

У нормальному стані клітини тіла мають стаціонарний мембранний потенціал (поляризація клітинних мембран). Проходження зовнішнього електричного струму викликає деполяризацію клітин, збудження нервових закінчень і м'язових волокон.

Наслідком цього є судомне скорочення м'язів (тетанус), що унеможливлює самостійне звільнення потерпілим струмопровідних частин («невідпускаючий» струм), а також розлад координації рухів і зрив нормальної роботи ендокринної та нервової систем.

Подразнювальна біологічна дія на тканини організму може бути прямою, коли струм проходить безпосередньо по цих тканинах, і рефлекторною, тобто дія відбувається через центральну нервову систему, а шлях струму пролягає за межами цих тканин.

Механічна (динамічна) дія струму виявляється в розрушуванні, розриві та інших подібних пошкодженнях різних тканин організму, в тому числі м'язової тканини, стінок кровеносних судин легеневої тканини тощо внаслідок електродинамічного ефекту, а також миттєвого вибухоподібного утворення пари від перенагрітої струмом рідини тканини і крові.

Усі наслідки впливу електричного струму на організм людини в теорії та практиці охорони праці поділяють на дві великі категорії: загальні електричні удари та місцеві електротравми.

Категорія ураження	Визначення та сутність	Основні клінічні прояви
Загальні електричні удари	Збудження живих тканин організму електричним струмом, що супроводжується мимовільним	Втрата свідомості, припинення дихання, зупинка серця

	судомним скороченням м'язів усього тіла або його окремих частин без локальних опіків.	(фібриляція), загальний шоковий стан.
Місцеві електротравми	Чітко локалізовані місцеві пошкодження тканин організму, спричинені безпосереднім впливом електричного струму або електричної дуги.	Електричні опіки, електричні знаки, металізація шкіри, електроофтальмія, механічні переломи.

У багатьох реальних виробничих аваріях спостерігається поєднання загального удару та місцевих травм (наприклад, поєднання електроопіку високого ступеня та фібриляції серця).

Електричний удар – електротравма, зумовлена рефлекторною дією електричного струму (який діє через нервову систему), внаслідок чого починаються спазми м'язів або інших тканин, порушується серцево-судинна діяльність. Загальні електричні удари за ступенем впливу на життєво важливі органи та наслідками для організму класифікують на 4 ступені:

I – Судомне (спазматичне) скорочення м'язів без втрати свідомості; людина відчуває біль, але здатна самостійно пересуватися або розімкнути контакти.

II – Судомне (спазматичне) що супроводжується короткочасною або тривалою втратою свідомості, але при цьому зберігаються дихання і серцева діяльність (визначається пульс, наявність дихальних рухів грудної клітки).

III – Втрата свідомості та порушення серцевої діяльності або дихання (або обох функцій одночасно). Людина перебуває в стані клінічної смерті або важкому передостанньому стані.

IV – Клінічна смерть: повна зупинка серця та зупинка дихання (або фібриляція шлуночків серця), яка потребує негайного проведення реанімаційних заходів (штучне дихання, непрямий масаж серця, дефібриляція).

Клінічна смерть – короткочасний перехідний стан від життя до смерті, який настає з моменту припинення діяльності серця та легень. У людини, яка перебуває у стадії клінічної смерті, відсутні усі ознаки життя: вона не дихає, серце не працює, больові подразнення не викликають ніякої реакції, зіниці ока дуже розширені й не реагують на світло. Тривалість клінічної смерті визначається з моменту припинення серцевої діяльності та дихання до початку загибелі клітин кори головного мозку, у більшості випадків вона триває 4–6 хвилин. При загибелі здорової людини від випадкової причини, наприклад, від електричного струму, тривалість клінічної смерті може становити 7–8 хвилин, а в разі смерті людини через тяжку хворобу серця, легень тощо лише кілька секунд. Проте якщо в цей період надати постраждалому допомогу, тобто штучним диханням забезпечити збагачення його крові киснем, а непрямим масажем серця налагодити в організмі штучний кровообіг і тим самим забезпечити клітини організму киснем, то розвиток

смерті можна буде припинити, а життя повернути.

Біологічна, або істинна, смерть – необоротне явище, яке характеризується зупинкою біологічних процесів у клітинах і тканинах і розкладом білкових структур. Вона починається після закінчення періоду клінічної смерті.

Фібриляцією серця називається такий стан, коли серце перестає скорочуватись як одне ціле у відповідній послідовності (спочатку передсердя, а потім шлуночок), настають окремі нескоординовані посіпування серцевих м'язів (фібрил) і серце перестає працювати як насос. Воно втрачає енергію і не виконує корисної роботи, внаслідок чого в організмі припиняється кровообіг, серце виснажується і зупиняється. Разом з кровообігом припиняється дихання і настає клінічна смерть, яка при ненаданні допомоги переходить в біологічну смерть.

Зупинка дихання від електричного струму спостерігається значно частіше, ніж зупинка серцевої діяльності. Порушення роботи легенєвої системи також спричиняється безпосередньою чи рефлекторною дією струму на м'язи грудної клітки, які беруть участь у процесі дихання. Судоми м'язів грудної клітки утруднюють дихальні рухи, внаслідок чого настає асфіксія – задуха від нестачі кисню і надлишку вуглецю в організмі.

Людина починає відчувати утруднення дихання вже тоді, коли через неї проходить струм в 20–25 мА промислової частоти (50 Гц). Якщо цей струм довгий час буде проходити через тіло людини, настануть судоми м'язів, потім припиниться дихання і нарешті зупиниться серце – настане клінічна смерть. Припинення серцевої діяльності у цьому випадку буде викликана вже не дією струму, оскільки струм до 100 мА не викликає фібриляції серця, а припиненням постачання кисню в організм внаслідок зупинки дихання.

Великі струми, від 100 мА до 5 А, які викликають фібриляцію серця, можуть також призвести до зупинки дихання. Однак при цих струмах первинним буде припинення серцевої діяльності, оскільки явище фібриляції настане значно раніше, ніж параліч дихання. При струмах понад 5 А, коли на людину діє висока напруга (понад 1000 В), спочатку зазвичай припиняється дихання. При надмірному збудженні організму людини електричним струмом виникає дуже важка нервово-рефлекторна реакція організму. Вона супроводжується глибоким порушенням кровообігу, дихання, обміну речовин, внаслідок чого настає електричний шок.

Електричний шок має дві фази: перша – сильне нервове збудження, друга – глибоке гальмування і знесилення нервової системи. Перебіг та наслідки шоку: після сильного нервового збудження знижується кров'яний тиск, частішає пульс, слабшає дихання, виникає депресія – пригнічений стан і повна байдужість до оточення при наявності свідомості. Такий шоковий стан продовжується від декількох хвилин до декількох діб. Після чого настають одужання або смерть від повного згасання життєво важливих фізіологічних функцій. Лише при активному наданні лікарської допомоги можна досягти видужання.

Слід визначити, що електричні удари є серйозною небезпекою для життя людини. Вони викликають 85–87% смертельних уражень (беручи за 100% всі смертельні випадки від дії струму).

Таким чином, як будь-який подразник, електричний струм діє на людину місцево, пошкоджуючи тканини організму, і рефлекторно – через нервову систему, уражаючи судини, рухальні і дихальні органи. Фібриляційний стан триває короткий час, після чого настає повна зупинка серця.

Місцеві електротравми є наслідком місцевого термічного, електролітичного чи механічного впливу. Розглянемо їх детально відповідно до сучасних вимог безпеки.

Електричні опіки – найпоширеніший вид місцевої травми. Виникають унаслідок перетворення електричної енергії в теплову.

Контактні опіки: утворюються в місцях входу та виходу електричного струму («токи введення та виведення») при безпосередньому дотику до струмопровідних частин.

Дугові опіки: спричинені дією електричної дуги (потужний розряд повітря між струмопровідними частинами або між частиною та тілом). Температура електричної дуги сягає понад 3 000–5 000 °С (а в центрі дугового розряду може перевищувати 6 000–7 000 °С), що призводить до миттєвого обвуглювання тканин, спалювання одягу та глибоких опіків IV ступеня.

Електричні знаки (мітки струму) – це чітко окреслені плями сірого, блідо-жовтого або темно-коричневого кольору на поверхні шкіри людини в місці контакту зі струмопровідною частиною.

Форма знаку часто повторює контур металевого предмета (провідника, клеми, інструменту), через який стався контакт.

Зазвичай такі плями безболісні, верхній шар шкіри ущільнюється (утворюється мозолеподібна ділянка або струп), нерідко з часом омертвілі тканини відпадають без залишення рубців, оскільки ураження стосується переважно рогового шару епідермісу.

Металізація шкіри – це проникнення в найглибші шари епідермісу дрібних часточок розплавленого під дією електричної дуги металу.

Виникає при коротких замиканнях, спрацьовуванні захисної апаратури (вибуховий розрив запобіжників, розмикання під навантаженням роз'єднувачів).

Уражена ділянка шкіри стає шорсткою, набуває характерного забарвлення (сіруватого, зеленого, мідно-червоного залежно від складу металу – мідь, алюміній, залізо).

Потерпілий відчуває біль від опіку дрібними гарячими часточками; з часом уражена шкіра оновлюється, і метали виводяться разом із відлущеним епідермісом. Особливо небезпечна металізація очей.

Електроофтальмія – це гостре запалення зовнішніх оболонок очей

(кон'юнктивіт, рогівки), яке виникає внаслідок потужної дії ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання електричної дуги.

Проявляється не одразу, а через 4–8 годин після опромінення (відчуття «піску в очах», різкий біль, світлобоязнь, сльозотеча, блефароспазм – мимовільне заплющування повік).

Захворювання повністю виліковне при правильному медикаментозному лікуванні (краплі, примочки), але в момент гострого перебігу спричиняє тимчасову втрату працездатності.

До категорії **механічних пошкоджень** належать:

Електричні розриви й переломи кісток: спричинені сильними катастрофічними судомними скороченнями м'язів, які здатні ламати трубчасті кістки або вивихати суглоби.

Розшарування тканин і розриви кровоносних судин унаслідок вибухової хвилі при короткому замиканні або гідроудару внутрішніх рідин організму.

Тема 2. Фактори, які визначають безпеку ураження електричним струмом. Вплив величини сили струму та тривалості його дії на наслідки ураження. Залежність електричного опору тіла людини від стану шкіри та зовнішніх факторів. Порівняльна характеристика небезпеки постійного та змінного струму промислової частоти. Аналіз основних шляхів проходження струму через тіло людини («петель струму»). Вплив психофізіологічного стану та індивідуальних особливостей людини на поріг відчуття струму.

Опір тіла людини

Тяжкість ураження організму людини електричним струмом залежить від цілого ряду фізіологічних та фізичних чинників і умов.

Наслідки ураження струмом залежать від такого фізіологічного чинника, як опір тіла людини. Тіло людини є провідником електричного струму. Однак провідність тіла людини відрізняється від провідності звичайних провідників і напівпровідників. Це обумовлюється не тільки його фізичними властивостями, але і складними біологічними і фізико-хімічними явищами, які притаманні живим організмам.

Електричний опір тіла складається з опору шкіри та опору внутрішніх органів. Опір тіла людини є змінною величиною, що має нелінійну залежність від багатьох чинників, у т. ч. від стану шкіри, параметрів електричної мережі, фізіологічних чинників і стану навколишнього середовища.

Опір шкіри становить основну частину опору тіла людини. Електричний опір епідермісу (зовнішнього шару шкіри) у 1000 разів більший за опір дерми (внутрішнього шару). Зовнішній шар епідермісу складається з кількох шарів, верхній, як правило, найтовщий називається роговим. Він складається з мертвих ороговілих клітин, що не мають кровоносних судин і нервів, і є шаром неживої тканини, яка вкриває все тіло. Товщина рогового шару на різних ділянках тіла різна (0,02–0,2 мм). Найтовщим роговий шар буває в місцях, які підлягають постійній механічній дії, на підошвах і долонях, де, потовщуючись, він може утворювати мозолі. Роговий шар має високу механічну міцність. Він погано проводить теплоту і електричний струм. У сухому непошкодженому стані він може розглядатись як діелектрик, його питомий опір досягає 10^6Ом, тобто в сотні і тисячі разів перевищує опір інших ділянок шкіри і внутрішніх органів.

Опір однієї і тієї ж самої ділянки шкіри змінюється в широких межах залежно від її стану. При сухій чистій і непошкодженій шкірі опір тіла людини коливається в широких межах, приблизно від 3000 до 100 000 Ом, а іноді і більше; якщо ж зіскоблити роговий шар, опір знижується до 1000–5000 Ом. Порізи, подряпини та інші мікротравми можуть знизити опір тіла людини до значення близького внутрішньому опору. Все це збільшує небезпеку ураження людини струмом. Небезпеку ураження людини струмом збільшує також зволоженість шкіри,

оскільки волога, яка потрапила на шкіру людини, розчиняє на її поверхні мінеральні речовини і жирні кислоти, що вийшли з потом і шкіряним салом. Внаслідок цього електропровідність шкіри значно підвищується.

Забрудненість шкіри різними речовинами, особливо тими, що добре проводять струм (металевий або вугільний пил, окалина та ін.) знижує її опір, тому що пил, бруд потрапляють у протоки потових і сальних залоз, створюють у шкірі струмопровідні канали. Тому особи, у яких руки забруднюються струмопровідним пилом і брудом, піддаються більшій небезпеці ураження струмом, ніж ті, які працюють сухими і чистими руками.

Внутрішній опір тіла людини – це опір внутрішнього шару шкіри, внутрішніх тканин і органів та систем людини. Внутрішній опір має різні значення. Наприклад, жирова тканина – 30–60 Ом, м'язова – 1,5–3,0, кров – 1–2, спинномозкова рідина – 0,5–0,6 Ом.

Отже опір тіла людини – це змінна величина, яка може коливатися в широких межах. Однак при доборі захисних та технічних засобів захисту від ураження електричним струмом при розрахунках за опір тіла людини беруть 1000 Ом.

Наслідки ураження організму струмом залежать від місця контакту електрода з тілом людини, оскільки опір шкіри неоднаковий на різних ділянках тіла. Найменший опір має шкіра обличчя, шиї, тильної сторони кисті руки, підпахової впадини. На тілі людини є цілий ряд точок, в яких опір шкіри в багато разів менший від опору сусідніх ділянок. Майже всі ці ділянки співпадають зі старовинною топографією голковколювання. Пояснити це цікаве явище поки що неможна.

Значно меншою мірою на опір тіла людини впливають такі чинники, як стать або вік людини. У жінок, як правило, опір тіла менший, ніж у чоловіків, у дітей і молодих людей – менший, ніж у дорослих. Пояснюється це, мабуть, тим, що у деяких осіб шкіра тонша і ніжніша, а у інших – товща.

Параметри електричного струму.

При ураженні організму людини струмом вирішальне значення мають не фізіологічні чинники, а фізичні параметри електричного струму. До них належить сила струму, напруга, рід і частота струму.

Критерієм небезпеки електротравматизму є значення сили струму. При цьому ступінь негативної дії струму на організм людини збільшується зі збільшенням сили струму. Разом з цим наслідок ураження визначається також тривалістю дії струму на організм людини, шляхом його протікання через тіло та навколишнім середовищем.

Розрізняють **три ступеня дії сили струму** при проходженні його через організм людини: відчутний, невідпускаючий і фібриляційний струм.

Так, людина починає відчувати найменший струм в межах 0,1 мА при змінному і 5–7 мА при постійному струмі. Ці значення струму є порогом, з якого

починається область відчутних струмів. Величина порогового відчутного струму справедлива тоді, коли струм проходить по шляху рука – рука, або рука – нога. Якщо людина торкнулась джерела струму більш ніжними ділянками шкіри, відчутний струм буде мати ще менше значення. Відчутна дія при змінному струмі позначається слабким свербінням і легким поколюванням, при постійному струмі людина відчуває теплоту тим місцем, яким торкнулася до струмопровідної частини.

Пороговий відчутний струм не може викликати ураження людини, і в цьому випадку він вважається безпечним. Однак не можна допустити, щоб такий струм довгий час проходив через тіло людини, тому що він може негативно вплинути на стан її здоров'я, а також стати побічною причиною нещасного випадку, оскільки людина, яка працює з електрообладнанням, відчувши дію струму, може втратити впевненість у своїй безпеці і прийняти неправильне рішення.

Якщо сила струму більша відчутного порогу, виникають судоми м'язів і неприємні хворобливі відчуття. Біль стає нестерпним, судомне скорочення м'язів – таким значним, що їх не може перебороти. Людина не може розімкнути руку і самостійно припинити контакт зі струмопровідною частиною, тому цей струм отримав назву невідпускаючого (10–20 мА). Такий струм є безпечним для людини, якщо він не викликає раптового її ураження. Однак при довгому проходженні струму його значення буде зростати за рахунок зниження опору тіла, що може призвести навіть до смерті.

При дії постійного струму вважається, що невідпускаючих струмів немає, оскільки людина за будь-яких його значень може самостійно відірватись від струмопровідних частин. Але у момент відриву у неї настає дуже болюче скорочення м'язів. Випробуванням встановлено, що найбільше значення постійного струму, за якого людина ще може витримати біль в момент відриву рук від провідника, становить 50–80 мА. Цю величину струму умовно прийнято за невідпускаючий поріг для постійного струму.

Електричний струм, що викликає при проходженні через організм фібриляцію серця, називається фібриляційним, а найменше його значення – пороговим фібриляційним струмом. Сила фібриляційного змінного струму становить 100 мА і не більше 5 А при частоті 50 Гц та 300 мА і не більше 5 А – для постійного.

Струм понад 5 А як при постійній напрузі, так і при 50 Гц, як правило, фібриляцію серця не викликає. При дії такого струму виникає раптова зупинка серця, минаючи стан фібриляції. Якщо дія струму була короткочасною (до 1–2 с) і не викликала ураження серця після відключення струму, серце, як правило, самостійно поновлює нормальну діяльність.

Характер дії струму на організм людини при проходженні його по шляху рука – рука або рука – нога

Значення струму	**Змінний струм 50 Гц**	**Постійний струм**
0,6–1,5	Початок відчуття – слабке свербіння, пощипування шкіри під електродами	Не відчувається
2,0–4,0	Відчуття струму поширюється на зап'ястя руки, злегка зводить руку	Не відчувається
5,0–7,0	Больові відчуття посилюються по всій кисті руки, супроводжуються судомами, слабкі болі відчуваються по всій руці аж до передпліччя	Початок відчуття теплоти на шкірі під електродами
8,0–10,0	Сильні болі та судоми по всій руці до передпліччя. Руки важко, але ще можна відірвати від електродів	Посилюється відчуття нагрівання
10–15	Ледь переносимі болі по всій руці. Руки неможливо відірвати від електродів. Зі збільшенням тривалості протікання струму болі посилюються	Ще більше посилення відчуття нагрівання як під електродами, так і в прилеглих ділянках шкіри
20–25	Руки паралізуються миттєво, відірватись від електродів неможливо. Сильні болі, дихання утруднюється	Виникає відчуття внутрішнього нагріву. Незначне скорочення м'язів рук
25–50	Дуже сильний біль у руках і грудях. Дихання вкрай важке. При тривалому струмі може настати параліч дихання або ослаблення серцевої діяльності з втратою свідомості	Сильне нагрівання, болі і судоми в руках. При відриві рук виникає ледь переносимий біль від судомного скорочення м'язів
50–80	Дихання паралізується через декілька хвилин, порушується робота серця.	Дуже сильний нагрів і болі по всій руці і в області грудей. Затруднюється дихання. Руки

	При тривалому протіканні струму може наступити фібриляція серця	неможливо відірвати від електродів
100	Фібриляція серця через 2–3 с, ще через декілька секунд – параліч дихання	Параліч дихання при тривалому протіканні струму
300	Та ж дія за менший період часу	Фібриляція серця через 2–3 с, ще через декілька секунд – параліч дихання
Понад 500	Миттєво паралізується дихання. Фібриляція серця, як правило, не настає, можлива тимчасова зупинка серця. При тривалому протіканні струму (декілька секунд) - тяжкі опіки, руйнування тканин	

На практиці були випадки виживання людей після того, як через них проходив струм у кілька ампер, але всі вони ставали після цього інвалідами.

Чисельні дослідження підтверджують характер наслідків залежно від величини напруги. Коли напруга постійного чи змінного струму збільшується, опір тіла людини зменшується в десятки разів. Зменшення опору тіла людини зі зростанням напруги відбувається в основному за рахунок зменшення опору шкіри. Підвищення напруги призводить до пробивання рогового шару шкіри. Дослідами встановлено, що пробій рогового шару шкіри можливий при напрузі близько 50 В і вище. Коли настає електричний пробій шкіри людини, вся напруга підводиться до відносно малого (300 Ом) опору внутрішніх органів тіла. Це збільшує силу струму, що проходить через тіло людини і посилює тяжкість ураження.

Досліди свідчать, що опір тіла людини постійному струму більший, ніж змінному будь-якої частоти. Різниця в значеннях опору постійному і змінному (50 Гц) струму особливо велика при малих напругах (до 5–10 В). Із зростанням напруги ця різниця зменшується і, починаючи з 40–50 В, опір тіла людини як постійному, так і змінному струму стає практично однаковим. Експериментально встановлено, що 120 В постійного і 42 В змінного струму викликають однакові ураження.

Наслідки електротравматизму дуже залежать від частоти струму. Відомо, що найнебезпечнішими відносно електричних ударів є змінні струми (50 Гц), а зі збільшенням частоти небезпека ураження зменшується. Це зменшення починається з частоти 1000 Гц і вище. Небезпечна дія струму на організм людини значно послаблюється, починаючи з частоти 500 Гц. При частотах, що перевищують сотні кГц, дія струму, як правило, не призводить до електричного удару, однак відносно опіків ці струми так само небезпечні, як і змінний струм. Ці особливості струмів високої частоти використовуються в медицині, де малопотужні установки СВЧ, УВЧ, ЗВЧ широко застосовують з лікувальною метою.

Час проходження струму через тіло людини сильно впливає на наслідки ураження у зв'язку з тим, що протягом часу різко падає опір тіла і накопичуються інші негативні наслідки. Наприклад, для змінного струму частотою 50 Гц гранично допустимий струм при дії протягом 0,1 с становить 500 мА, а при дії протягом 1 с – вже 50 мА. Дослідами встановлено, що при невеликих напругах (до 20–30 В) за 1–2 хв. опір тіла знижується майже на 25 %, а іноді і більше. Чим довше буде діяти струм, тим більша ймовірність важкого або смертельного ураження. Така залежність пояснюється тим, що тривалість часу дії на живу тканину підвищує силу струму за рахунок зменшення опору тіла і, нарешті, може статися співпадіння моменту проходження струму через серце із вразливою фазою Т серцевого кардіоциклу.

Кожний цикл серцевої діяльності складається з двох періодів: один називається діастолою (коли шлуночки серця перебувають у розслабленому стані і заповнюються кров'ю), другий – систолою, коли серце, скорочуючись, виштовхує кров в артеріальні судини.

Встановлено, що чутливість серця до струму неоднакова в різні фази його діяльності. Найбільш вразливим серце стає у фазі Т, тривалість якої біля 0,2 с. Тому, якщо під час фази Т через серце проходить струм, як правило, виникає фібриляція серця; якщо час проходження струму не співпадає з фазою Т, тоді ймовірність виникнення фібриляції різко зменшується.

Отже, імовірність виникнення фібриляції серця, тобто небезпеки смертельного ураження струмом, залежить від того, з якою фазою серцевого циклу співпадає час проходження струму через серце. Наслідки уражаючої дії струму на організм людини полягають у порушенні серцевої і легеневої діяльності, порушенні центральної нервової системи, місцевому руйнуванні тканини організму під впливом теплоти, змінах складу органічної речовини та ін. Очевидно, що всі ці зміни зі збільшенням тривалості дії струму будуть нагромаджуватися, а вплив їх на стан організму з часом буде більш негативним, що може призвести до тяжкого або смертельного наслідку.

Експериментально і практично доведено, що шлях проходження струму в тілі людини відіграє суттєву роль в наслідках ураження. Особливо небезпечним є ураження людей у тому випадку, коли людина торкається до струмопровідних пристроїв верхньою половиною тіла, де на шляху протікання струму лежать життєво важливі органи – серце, легені, головний мозок.

Якщо струм проходить іншим шляхом, дія його на життєво важливі органи може бути лише рефлекторною, а не безпосередньою. При цьому небезпека ймовірності важкого ураження різко зменшується. Крім того, оскільки шлях струму визначається місцем прикладання струмопровідних частин до тіла людини, вплив його на наслідок ураження проявляється ще і тому, що опір шкіри на різних ділянках різний.

У електропатології **шлях струму** через тіло людини носить назву «петля струму, якою відбулося ураження». Можливих шляхів струму у тілі людини дуже багато. Номенклатуру цих петель розробив Г. Л. Френкель. На практиці зустрічається до 15 характерних петель, найпоширенішими з них є 5 (рука – рука, руки – ноги, нога – нога, голова – ноги, голова – руки). Найчастіше струм проходить через тіло людини шляхом рука – рука (приблизно 40 % випадків) або права рука – ноги (20 %). Найнебезпечнішими є петлі голова – руки і голова – ноги. У цьому випадку струм може проходити через серце, головний і спинний мозок. Ці петлі виникають відносно рідко.

Менш небезпечним є шлях від однієї ноги до іншої, який називається нижньою петлею і виникає під дією на людину так званої крокової напруги. У цьому випадку через серце, очевидно, проходить невеликий струм. На практиці не зареєстровано жодного смертельного випадку ураження людини струмом при дії крокової напруги. Пояснюється це не тільки малим значенням струму, що проходить через серце, але і тим, що людина не може довго знаходитись під кроковою напругою. При цьому виникає судомне скорочення м’язів ніг, внаслідок чого людина падає на землю. У цей момент припиняється дія на людину крокової напруги і виникає більш тяжка ситуація, бо починає діяти петля руки – ноги і утворюється реальна загроза смертельного ураження струмом.

Ураження людей кроковою напругою відбувається тоді, коли людина потрапляє в місце розтікання струму по поверхні землі. Це можливо, коли на землю впав обірваний провідник, що перебуває під струмом, або коли електричний струм через заземлювачі потрапляє в грунт і розтікається в ньому.

Кроковою напругою називається напруга між двома точками електричного кола на відстані кроку (0,8 м), на яких одночасно стоїть людина в зоні розтікання струму в землі.

Людина, яка йде по землі в зоні розтікання струму, потрапляє під напругу, зовсім не торкаючись будь-яких частин електроустановки чи провідника. Струм з обірваного провідника розтікається в землі радіально у всі сторони. При цьому найбільший потенціал буде у точці торкання провідника з землею. Зміна потенціалу на поверхні землі від точки замикання відбувається за гіперболічним законом і практично зменшується до нуля на відстані 20 м. При кроковій напрузі струм, який проходить від однієї ноги до другої, скорочує м’язи на ногах, і людина падає. При падінні збільшується відстань між точками дотику до землі і змінюється на більш небезпечний шлях (рука – нога) проходження струму через тіло людини. Це призводить до більш тяжких наслідків. Падіння людей відбувається уже при дії напруги в 100–150 В.

Вважається, що крокова напруга найбільш небезпечна в межах 4–5 м від провідника, що лежить на землі і перебуває під напругою до 1000 В, а при напрузі понад 1000 В небезпечна зона становить 8–10 м від точки стікання струму.

Виходити з зони розтікання струму в землі потрібно короткими кроками.

Фактори навколишнього середовища. Несприятливий вплив факторів навколишнього середовища на небезпечність ураження електричним струмом знайшов своє відображення в нормативних матеріалах. Виробничі приміщення за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом відповідно до ПУЕ і ГОСТу 12.1.013-78 поділяють на три категорії.

Приміщення без підвищеної небезпеки характеризуються нормальною вологістю та відсутністю пилу, наявністю неструмопровідної (ізольованої) підлоги. В них відсутні ознаки двох інших класів. У більшості випадків до приміщень без підвищеної небезпеки належать кабінети, зали, лабораторії, прикладні ділянки машинобудівних заводів.

Приміщення з підвищеною небезпекою має одну з наступних ознак: • підвищена температура (температура повітря тривалий час перевищує 35°С або короткочасно перевищує 40°С незалежно від пори року і різноманітних теплових випромінювань); • підвищена (понад 75%) відносна вологість повітря; • наявність струмопровідного пилу (металевий, вугільний тощо) на обладнанні та провіднику; • струмопровідна підлога (металева, земляна, залізобетонна, цегляна тощо); • можливість одночасного доторкання людини до металоконструкції будівлі, яка не має сполучення з землею, та технологічного апарата або механізмів, з одного боку, і до корпусів електрообладнання – з іншого. До цієї групи приміщень належать складські приміщення, механічні цехи та ділянки з нормальною температурою, вологістю, без виділення пилу, але зі струмопровідною підлогою.

Приміщення особливо небезпечні, які характеризуються наявністю однієї з таких ознак: • особлива сирість (відносна вологість повітря близько 100%, коли стеля, стіни, підлога та предмети в приміщенні вологі); • хімічно активне середовище (приміщення, в яких постійно наявні пари або утворюються відкладення, що діють руйнівно на ізоляцію та струмопровідні частини електрообладнання); • одночасна наявність двох або більше умов підвищеної небезпеки.

Внутрішні або зовнішні електроустановки, які експлуатуються на відкритому повітрі або під навісом, прирівнюються до електроустановок в особливо небезпечних приміщеннях.

Види робіт за ступенем електробезпечності поділяються за тими самими ознаками на роботу без підвищеної небезпеки, підвищеної небезпеки та особливо небезпечну.

Клас приміщень за небезпечністю ураження струмом враховують при виборі допустимої напруги переносних світильників, яка в приміщенні без підвищеної небезпеки становить 42 В, з підвищеною небезпекою – 24 В, в особливо небезпечних – 12 В.

Тема 3. Небезпека напруги кроку та розтікання струму при замиканні на землю. Визначення та фізичний зміст напруги дотику. Механізм виникнення напруги кроку в зоні розтікання струму. Характер розподілу електричного потенціалу на поверхні ґрунту при замиканні на землю. Правила безпечного виходу із зони розтікання струму («гусячий крок»). Межі небезпечних зон розтікання струму в приміщеннях та на відкритій місцевості.

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

$$\varphi_з = I_з \cdot R_з$$

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

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

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

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

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

Напругою кроку Uкр називається напруга між двома точками кола струму, що розташовані одна від іншої на відстані кроку, на яких одночасно стоїть людина.

Якщо прийняти, що ґрунт однорідний, струм у ньому буде розтікатися від півкулі рівномірно і симетрично в усі сторони (від радіуса півкулі), щільність його в землі буде зменшуватися з віддаленням від заземлювача (рис 3). На відстані Х, м, від центра півкулі густина струму, А/м^2,

$$J = \frac{I_з}{2\pi x^2},$$

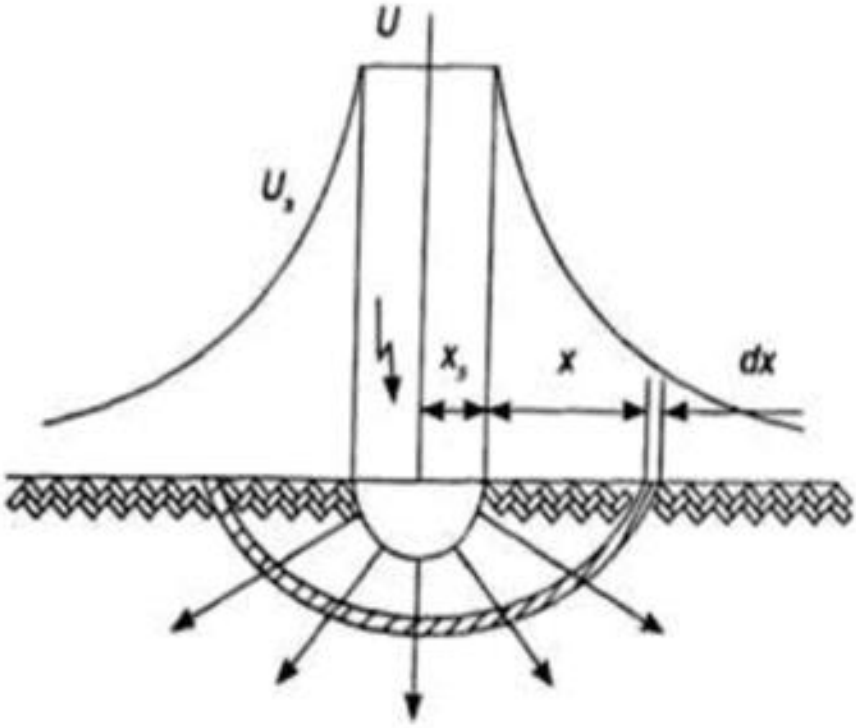


Схема розтікання струму при короткому замиканні на землю

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

Потенціал точки в полі розтікання буде дорівнювати:

$$\varphi_з = \frac{I_з \rho}{2\pi x},$$

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

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

$$U_з = \frac{I_з \rho \cdot a}{2\pi x(x+a)},$$

а – величина кроку, м, а = 0,8 м.

Дотик людини до корпусу пошкодженого обладнання або до корпусу

обладнання, з’єднаного з пошкодженим загальним колом заземлення, зумовлює потрапляння людини під напругу дотику.

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

$$U_Д = \varphi_з - \varphi_{осн} ,$$

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

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

Тема 4. Небезпека ураження в електричних мережах різного типу. Аналіз небезпеки однофазного дотику в мережах з ізольованою нейтраллю (IT). Оцінка ризиків при дотику до фази в мережах з глухозаземленою нейтраллю (TN). Вплив режиму роботи нейтралі джерела живлення на загальний рівень безпеки. Порівняння наслідків аварійного режиму роботи (замикання на корпус) у мережах IT та TN. Роль ємнісного опору фаз відносно землі в мережах високої напруги.

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

Безпека ураження при дотику до струмопровідних частин залежить від номінальної напруги електроустановки і режиму нейтралі джерела живлення.

За напругою ПУЕ розрізняють електроустановки (мережі) напругою до 1 кВ та електроустановки напругою вище 1 кВ. За режимом нейтралі бувають електроустановки (мережі) з ізольованою нейтраллю джерела живлення (генератора або трансформатора) і глухозаземленою нейтраллю джерела живлення.

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

Розглянемо дотик до однієї фази в мережі з ізольованою нейтраллю. Для спрощення розрахунків вважаємо, що мережа симетрична, а саме: симетричні й однаково активні опори ізоляції фаз, а також ємності та ємнісні опори, тобто для такої мережі є справедливими наступні рівняння:

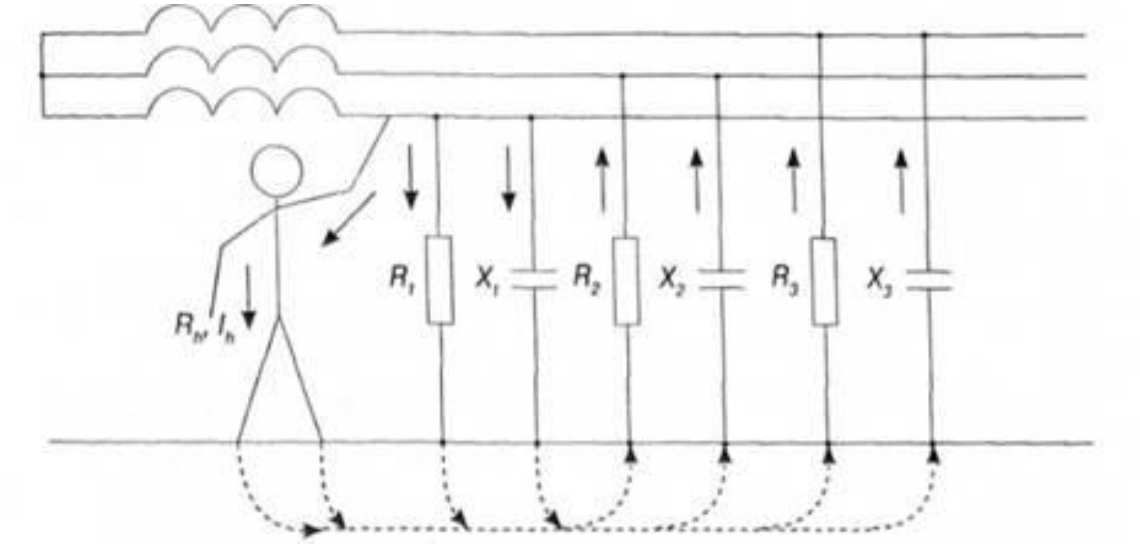
$$R_1 = R_2 = R_3 = R; \quad X_1 = X_2 = X_3 = X;$$
$$C_1 = C_2 = C_3 = C; \quad Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z.$$

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

$$I_h = \frac{U}{R_h + \frac{Z}{3}},$$

де U - фазна напруга мережі; Rh - опір тіла людини, Ом; Z - комплекс повного опору відносно землі, Ом.

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



У мережах з напругою до 1 кВ малої довжини ємність дротів відносно землі мала, C = 0, тоді Z = R, опір фази відносно землі дорівнює активному опору ізоляції і рівняння набуває вигляду:

$$I_h = \frac{U}{R_h + \frac{R}{3}},$$

де R - активний опір ізоляції фаз відносно землі, Ом.

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

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

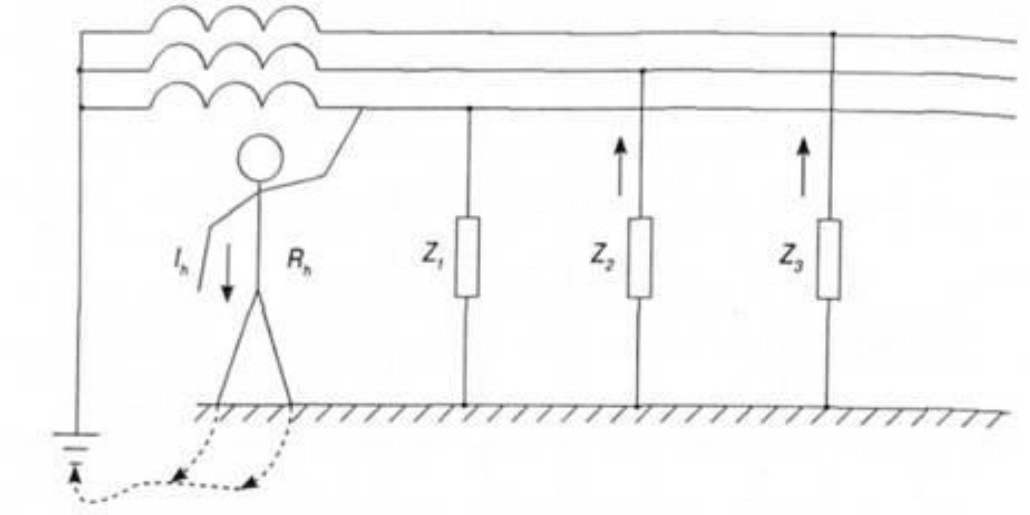
У цьому випадку струм крізь людину:

$$I_h = \frac{U}{R_h + R_0},$$

де R_0 - робоче заземлення нейтралі, Ом.

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

Враховуючи все сказане, можна дійти висновку, що в нормальному режимі значно безпечнішою є мережа з ізольованою нейтраллю, малої ємності та з надійною ізоляцією порівняно з мережею з глухозаземленою нейтраллю.



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

Збільшення напруги двох "неушкоджених" фаз у √3 неприпустиме, оскільки фазова ізоляція розрахована на лінійну напругу Uл; однофазові споживачі навантаження підпадають під значну напругу, збільшується небезпека ураження електричним струмом внаслідок збільшення напруги від фазної Uф до лінійної Uл.

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

Мережі з глухозаземленою нейтраллю треба використовувати там, де неможливо забезпечити надійну ізоляцію дротів з причини високої вологості, агресивності середовища тощо, або коли не можна швидко знайти та усунути пошкодження ізоляції, коли ємнісні струми - великі (кабельні лінії). Це міські та сільські мережі, мережі крупних підприємств тощо.

Двофазовий дотик людини до мережі, незалежно від режиму нейтралі, завжди небезпечний, бо людина опиняється під лінійною напругою Uл.

У мережах з напругою понад 1000 В з технологічних вимог та вимог техніки безпеки перевагу слід надати мережам з глухозаземленою нейтраллю (забезпечується швидке відключення пошкодженої ділянки реле захисту).

У мережах з напругою понад 1000 В через велику ємність між дротами і землею захисна роль ізоляції дротів повністю втрачається і для людини є однаково небезпечним дотик до дроту мережі як з ізольованою, так і глухоізольованою нейтраллю, тобто дотик до таких мереж є рівнозначним дотику до обкладок трансформатора.

Тема 5. Основні технічні заходи захисту в електроустановках. Принцип дії та сфера застосування захисного заземлення. Будова та призначення захисного занулення в системах TN. Використання пристроїв захисного вимкнення (ПЗВ) для запобігання ураженням та пожежам. Застосування розділових трансформаторів для захисного розділення мереж. Вимоги до використання подвійної ізоляції та малих напруг (наднизька напруга).

Основні причини нещасних випадків від дії електричного струму:

• випадковий дотик, наближення на небезпечну відстань до струмопровідних частин, що перебувають під напругою;

• поява напруги дотику на металевих конструктивних частинах електроустаткування (корпусах, кожухах тощо) у результаті пошкодження ізоляції або з інших причин;

• поява напруги на відключених струмопровідних частинах, на яких працюють люди, внаслідок помилкового включення установки;

• виникнення напруги кроку на поверхні землі через замикання проводу на землю.

Основними заходами захисту від ураження електричним струмом є:

• забезпечення недоступності струмопровідних частин, що перебувають під напругою, для випадкового дотику;

• електричний поділ мережі;

• усунення небезпеки ураження з появою напруги на корпусах, кожухах та інших частинах електроустаткування, що досягається захисним заземленням, зануленням, захисним відключенням;

• застосування малих напруг;

• захист від випадкового дотику до струмопровідних частин застосуванням кожухів, огорож, подвійної ізоляції;

• захист від небезпеки при переході з вищої на нижчу напругу;

• контроль і профілактика пошкоджень ізоляції;

• компенсація ємнісної складової струму замикання на землю;

• застосування спеціальних електрозахисних засобів - переносних приладів і запобіжних пристроїв;

• організація безпечної експлуатації електроустановок.

Застосування малих напруг. Якщо номінальна напруга електроустановки не перевищує тривало допустимої напруги дотику, знижується небезпека ураження електричним струмом. Найбільший ступінь безпеки досягається при малих напругах 6-12 В при живленні споживачів від акумуляторів, гальванічних елементів, випрямних установок, перетворювачів частоти, знижувальних трансформаторів на напругу 12, 24, 36, 42 В. Використання малих напруг обмежується труднощами створення протяжної мережі, тому вони застосовуються

у ручних електрифікованих інструментах, переносних лампах, лампах місцевого освітлення, сигналізації.

Електричний розподіл мережі. Розгалужена мережа великої довжини має значну ємність і малий активний опір ізоляції щодо землі. Струм замикання на землю в такій мережі може бути значним. Якщо єдину сильно розгалужену мережу з великою ємністю і малим опором ізоляції розділити на ряд невеликих мереж такої самої напруги, які матимуть незначну ємність і високий опір ізоляції, небезпека ураження різко знизиться. Звичайно електричний розподіл мереж здійснюється шляхом підключення електроприймачів через розподільний трансформатор окремих електроприймачів, що живляться від основної розгалуженої мережі.

Захист від небезпеки при переході з вищої напруги на нижчу. При пошкодженні ізоляції між обмотками вищої і нижчої напруг трансформатора виникає небезпека переходу напруги і, як наслідок, небезпека ураження людини, виникнення займання і пожеж. Способи захисту залежать від режиму нейтралі. Мережі напругою до 1000 В з ізольованою нейтраллю, сполучені через трансформатор з мережами напругою вище за 1000 В, мають бути захищені пробивним запобіжником, установленим у нейтралі чи фазі з боку нижчої напруги трансформатора. Тоді у випадку пошкодження ізоляції між обмотками вищої і нижчої напруг цей запобіжник пробивається і нейтраль або фаза нижчої напруги заземлюється. Напруга нейтралі щодо землі Uз = Iз * R0. Заходом захисту є зниження цієї напруги до безпечного заземлення нейтралі з опором R0 < 4 Ом.

Пробивні запобіжники застосовуються, коли вища напруга є більшою за 1000 В. Якщо вища напруга буде нижчою за 1000 В, пробивний запобіжник не спрацює. Тому вторинні обмотки знижувальних трансформаторів для живлення ручного електроінструмента і ручних ламп малою напругою заземлюють.

Контроль і профілактика пошкоджень ізоляції. Профілактика пошкоджень ізоляції спрямована на забезпечення її надійної роботи. Насамперед необхідно виключити механічні пошкодження, зволоження, хімічний вплив, запилення, перегріви. Але навіть у нормальних умовах ізоляція поступово втрачає свої початкові властивості, "старіє". З часом розвиваються місцеві дефекти. Опір ізоляції починає різко зменшуватися, а струм витоку - непропорційно зростати. У місці дефекту з'являються часткові розряди струму, ізоляція вигорає. Відбувається так званий пробій ізоляції, внаслідок чого виникає коротке замикання, що, у свою чергу, може спричинити пожежу чи ураження людей струмом.

Щоб підтримувати діелектричні властивості ізоляції, необхідно систематично виконувати профілактичні випробування, огляди, видаляти непридатну ізоляцію і заміняти її.

Періодично в приміщеннях без підвищеної небезпеки не рідше одного разу на два роки, а в небезпечних приміщеннях - кожні півроку перевіряють відповідність опору ізоляції нормі. При виявленні дефектів ізоляції, а також після

монтажу мережі, її ремонту на окремих ділянках, відключення мережі між кожним проводом і землею та між проводами різних фаз проводять вимірювання. При цьому в силових колах відключають електричні приймачі, апарати, прилади; в освітлювальних - відгвинчують лампи, а штепсельні розетки, вимикачі та групові щитки залишають приєднаними. Перед початком вимірювань необхідно переконатися в тому, що на досліджуваній ділянці мережі (між двома запобіжниками або за останнім запобіжником) або на устаткуванні ніхто не працює і воно відключене. Кабелі, шини, електричні машини, повітряні лінії, конденсатори "розряджають на землю", тобто торкаються заземленим проводом відключених струмопровідних частин кожної фази, знімаючи залишковий ємнісний заряд. Значення виміряного опору ізоляції має бути не нижчим за норму, зазначену в ПУЕ (не менше 0,5 МОм/фазу ділянки мережі напругою до 1000 В).

Для вимірювання використовують прилад - мегаомметр на напруги 500, 1000, 2500 В з межами вимірів 0-100, 0-1000, 0-10000 МОм. Щоб мати уявлення ще й про опір ізоляції всієї мережі, вимірювання потрібно проводити під робочою напругою з підключеними споживачами. Такий контроль можливий тільки в мережах з ізольованою нейтраллю (у мережі з заземленою нейтраллю постійний струм приладу контролю ізоляції замикається через заземлення нейтралі, і мегаомметр показуватиме нуль).

Застосовується також постійний (безперервний) контроль ізоляції - вимірювання опору ізоляції під робочою напругою протягом усього часу роботи електроустановки без автоматичного відключення. Відлік опору ізоляції здійснюється за шкалою приладу. При зниженні опору ізоляції до гранично допустимого чи нижче, прилад подає звуковий або світловий сигнал або обидва сигнали разом. З вітчизняних приладів контролю ізоляції найбільшого поширення одержали ПКІ, РУВ, УАКІ, М-143, МКН-380, Ф-419. Найпростішим засобом контролю ізоляції є вольтметр. В установках напругою до 1000 В вольтметри підключають безпосередньо до фаз, а в установках з напругою понад 1000 В - через вимірювальний трансформатор.

На підприємствах широко застосовується випробування ізоляції підвищеною напругою. Цей метод є найбільш ефективним для виявлення місцевих дефектів ізоляції і визначення її міцності, тобто здатності довгостроково витримувати робочу напругу. Електричні машини й апарати випробовують струмом промислової частоти, як правило, протягом 1 хв. Подальша дія струму може вплинути на якість ізоляції. Значення випробної напруги нормується залежно від номінальної напруги електроустановки і виду ізоляції.

Захист від випадкового дотику до струмопровідних частин. Щоб виключити можливість дотику або небезпечного наближення до відкритих струмопровідних частин, слід забезпечити недоступність за допомогою захисних засобів, огорож, блокувань чи розташування струмопровідних частин на недоступній висоті в

недоступному місці. Огорожі бувають як суцільні, так і сітчасті (сітка 25х25 мм). Суцільні огорожі у вигляді кожухів і кришок використовують для електроустановок напругою до 1000 В. Сітчасті огорожі застосовують в установках напругою до 1000 В і вище.

За допомогою блокувань захищають електроустановки напругою понад 250 В, у яких часто виконують роботи на необгороджених струмопровідних частинах. Блокування забезпечує зняття напруги зі струмопровідних частин електроустановок при проникненні до них без зняття напруги. За принципом дії блокування поділяють на механічні, електричні й електромагнітні. Електричні блокування розривають коло контактами, встановленими на дверях огорож, кришках і дверцятах кожухів. Механічні блокування застосовують в електричних апаратах (рубильниках, пускачах, автоматах). В апаратурі автоматики, обчислювальних машинах і радіоустановках ви-користовують блокові схеми: коли блок висувається або віддаляється зі свого місця, штепсельне рознімання розмикається. Таким чином, блок відключається автоматично при відкриванні його струмопровідних частин. Використання блокувань є також доцільним для попередження помилкових дій персоналу при переключеннях у розподільних пристроях і на підстанціях.

Для захисту від дотику до частин, що перебувають під напругою, застосовується подвійна ізоляція – електрична ізоляція, що складається з робочої і додаткової. Робоча ізоляція – ізоляція струмопровідних частин електроустановки. Додаткова ізоляція виконується виготовленням корпусу з ізолюючого матеріалу (електропобутові прилади).

Компенсація ємностей складової струму замикання на землю. Струм замикання на землю, як і струм крізь людину в мережі з ізольованою нейтраллю, залежить не тільки від опору ізоляції, а й від ємності мережі щодо землі. Контроль і профілактика пошкоджень ізоляції дають змогу підтримувати її опір на високому рівні. Ємність фаз щодо землі не залежить від будь-яких дефектів; вона визначається загальною довжиною мережі, висотою підвісу проводів повітряної мережі, товщиною фазної ізоляції живильного кабелю, тобто геометричними параметрами. Тому ємність мережі не може бути знижена. У процесі експлуатації ємність мережі змінюється лише за рахунок відключення і включення окремих ліній, що визначається потребами електропостачання.

Оскільки неможливо зменшити ємність мережі, зниження струму замикання на землю досягається шляхом компенсації його ємнісної складової індуктивністю. При цьому компенсаційна котушка включається між нейтраллю і землею. При замиканні на землю в трипроводовій мережі з ізольованою нейтраллю струм проходить через перехідний опір r' (провідність g') і далі через опір ізоляції двох інших фаз rb та rc (провідності gb і gc) і паралельно крізь ємності Cb і Cc (провідності bb і bc). Цей струм має дві складові - активну Ir й ємнісну Ic.

До активної і ємнісної складових струму замикання на землю додаються активний та індуктивний струми компенсаційної котушки (наявність активної складової пояснюється активними втратами в котушці). Ємнісна й індуктивна складові перебувають у протифазі і при настроюванні в резонанс взаємно знищують одна одну. Активні складові складаються, тобто струм замикання на землю Ізк = Ir + Іка і стає значно меншим, ніж до компенсації (тут Іка - активний струм компенсаційної котушки). У разі неповної компенсації ємності може бути деяка ємнісна складова струму замикання на землю (при недокомпенсації); індуктивна - при перекомпенсації. Проте в обох випадках струм замикання на землю знижується.

Компенсаційні котушки іноді називають дугогасними, оскільки, зменшуючи струм замикання на землю, вони сприяють гасінню дуги між струмопровіднйми і заземленими частинами і тим самим ліквідації пошкодження, тобто сприяють замиканню на землю. Цей захист застосовується як доповнення до захисного відключення або заземлення.

Захисне заземлення, занулення і захисне відключення. Однофазові замикання струму, які можуть виникнути в електричних машинах, апаратах, приладах, на ЛБП, небезпечні тим, що на корпусах та опорах з'являються напруги, достатні для ураження людини і виникнення пожежі. Струм замикання створює небезпечні напруги не тільки на самому устаткуванні, а й поблизу нього, розповсюджуючись через основи і фундаменти.

Захист від ураження електричним струмом і загорянь можна здійснити захисним відключенням (відключають пошкоджені ділянки мережі швидкодіючим захистом), або захисним заземленням (знижують напруги дотику і кроку), або зануленням (відключають устаткування і знижують напруги дотику і кроку на період, доки не спрацює апарат, що відключає). Розгляньмо ці найважливіші за* ходи захисту в електроустановках (рис. 4.17).

Захисне заземлення. Головне призначення захисного заземлення - знизити потенціал на корпусі електроустаткування до безпечного значення.

Захисним заземленням називається навмисне електричне з'єднання з землею металевих неструмопровідних частин, що можуть виявитися під напругою. Корпуси електричних машин, трансформаторів, світильників, апаратів та інші металеві неструмопровідні частини можуть виявитися під напругою при замиканні їх струмопровідних частин на корпус. Якщо корпус при цьому не має контакту з землею, дотик до нього є так само небезпечним, як і дотик до фази. Якщо ж корпус заземлено, він виявиться під напругою Uз = IзRз, а людина, що торкається до цього корпусу, потрапляє під напругу дотику Uдот = Uзα1α2.

Тому переважна частина струму замикання на землю пройде крізь заземлювач (rз = 4 Ом), і тільки незначна частина - через тіло людини (опір тіла людини навіть у найгірших умовах становить Rh = 1000 Ом). У цьому полягає

сутність застосування захисного заземлення.

Захисне заземлення може бути ефективним у тому разі, коли струм замикання на землю не збільшується зі зменшенням опору заземлення. Це можливо в мережах з ізольованою нейтраллю, де при замиканні на землю або на заземлений корпус струм не залежить від провідності (чи опору) заземлення, а також у мережах напругою понад 1000 В із заземленою нейтраллю. В останньому випадку замикання на землю є коротким замиканням, при цьому спрацьовує максимальний струмовий захист. У мережі з заземленою нейтраллю напругою до 1000 В заземлення неефективне, тому що навіть при глухому замиканні на землю струм залежить від опору заземлення, і зі зменшенням останнього струм зростає.

Зони застосування захисного заземлення:

- з напругою мережі до 1000 В змінного струму - трифазові трипроводові з ізольованою нейтраллю; однофазові двопроводові, ізольовані від землі, а також постійного струму двопроводові з ізольованою середньою точкою обмоток джерела струму;
- з напругою мережі понад 1000 В змінного і постійного струму з будь-яким режимом нейтральної чи середньою точкою обмоток джерел струму.
- Захисному заземленню підлягає устаткування:
- у приміщеннях з підвищеною небезпекою й особливо небезпечних, а також у зовнішніх установках заземлення є обов'язковим при номінальній напрузі електроустановки вище 42 В змінного струму і понад 110 В постійного струму;
- у приміщеннях без підвищеної небезпеки заземлення є обов'язковим при напрузі 380 В і вище змінного струму та 440 В і вище постійного струму;
- у вибухонебезпечних приміщеннях заземлення виконується незалежно від значення напруги.

Заземлювальний пристрій складається із заземлювачів і сполучної смуги. Розрізняють заземлювачі штучні, призначені винятково для цілей заземлення, і природні (металеві конструкції і комунікації іншого призначення, що перебувають у землі). Як штучні заземлювачі використовують сталеві труби діаметром 33-50 мм і кутову сталь (40х40...60х60 мм) з товщиною стінок не менше 3,5 мм (для зварювання) і довжиною 2,5-3 м; пруткову сталь діаметром не менше 10 мм (довжиною до 10 м); сталеві шини перерізом не менше 100 мм2. Вертикальні заземлювачі з'єднують у контур смугою зі сталі перерізом не менше 4х12 мм або круглого перерізу діаметром не менше 6 мм за допомогою зварювання.

Як природні заземлювачі можна використовувати: металеві конструкції та арматуру залізобетонних конструкцій будинків і споруд, що поєднані з землею; прокладені в землі водопровідні труби і свинцеві оболонки кабелів! обсадні труби артезіанських колодязів і шпар. При цьому забороняється використовувати як природні заземлювачі трубопроводи з пожежовибухонебезпечними рідинами і газами, алюмінієві оболонки кабелів та алюмінієві провідники.

Заземлювальним пристроєм називається сукупність заземлювачів - провідників (електродів), поєднаних між собою, якщо вони перебувають у безпосередньому контакті з землею, та заземлювальних провідників, які поєднують заземлювальні частини електроустановки із заземлювачем.

Залежно від місця розміщення заземлювача щодо заземлюваного устаткування розрізняють два типи заземлювальних пристроїв: виносні та контурні.

Відповідно, і заземлювачі бувають двох типів – виносні та контурні. Перевагою виносного заземлювального пристрою є можливість вибору місця розміщення електродів заземлювача із найменшим опором ґрунту (сирий, глинистий, у низинах тощо). Тут заземлені корпуси перебувають поза полем розтікання, тобто виносне заземлення захищає тільки за рахунок малого опору заземлення.

Контурний заземлювальний пристрій характеризується тим, що електроди його розміщуються по контуру (периметру) площини, на якій розташоване заземлювальне устаткування, а також усередині цієї площини. Тут будь-яка точка поверхні ґрунту усередині контуру має значний потенціал. Унаслідок цього різниця потенціалів між точками, що містяться всередині контуру, знижена, і коефіцієнт дотику а є набагато меншим за одиницю. Струм крізь людину, що торкається корпуса, також є меншим, ніж при виносному заземленні.

Іноді при виконанні контурного заземлення всередині контуру прокладають горизонтальні смуги, що додатково вирівнюють внутрішні потенціали контуру (заземлювач у вигляді сітки). Усередині приміщень вирівнювання потенціалу відбувається природним шляхом за рахунок наявності металевих конструкцій, трубопроводів, кабелів і подібних їм провідних предметів, пов'язаних з розгалуженою мережею заземлення. Щоб зменшити напругу кроку за межами контуру, вздовж проходів і проїздів у ґрунт закладають спеціальні шини.

У будинках прокладають магістраль заземлення (усередині будинку уздовж стін), до якої приєднують паралельно проводи, що заземлюють, від корпусів електроустаткування, що підлягає заземленню (послідовне включення заземлювального устаткування не допускається). При цьому приєднання заземлювальної магістралі до заземлювача (штучного чи природного) виконується у двох місцях. З'єднання заземлювальних провідників між собою, а також із заземлювачами і конструкціями, що заземлюються, виконується, як правило, зварюванням, а з корпусами апаратів, машин та іншого устаткування - зварюванням або за допомогою болтів.

Для зв'язку вертикальних електродів і як самостійний горизонтальний електрод застосовується штабова сталь перерізом 4х12 мм. Для установки вертикальних заземлювачів попередньо риють траншею глибиною 0,7-0,8 м, після чого забивають труби або куточки за допомогою механізмів. Верхні кінці

заглиблених у землю вертикальних електродів з'єднують сталевою смугою за допомогою зварювання. У таких же траншеях прокладають горизонтальні електроди (на ребро для кращого контакту з землею).

Як уже зазначалося, заземлення має забезпечувати безпеку при дотику до неструмопровідних частин, які випадково опинилися під напругою, і при дії напруги кроку, тому нормуванню підлягають найбільша напруга дотику усередині контуру, найбільша напруга кроку і напруга щодо землі.

ПУЕ та ГОСТ 12.1.030-81 нормують опори заземлення залежно від напруги електроустановки. В електроустановках напругою до 1000 В опір заземлення має бути не вище 4 або 10 Ом (якщо сумарна потужність джерел - трансформаторів та генераторів, підключених до мережі, - не перевищує 100 кВ*А). В електроустановках напругою понад 1000 В з великими (більше 500 А) струмами і замиканням на землю (розподіл пристроїв і мережі з заземленою нейтраллю напругою 110 кВ і вище) опір заземлювального пристрою не має перевищувати 0,5 Ом. В електроустановках напругою понад 1000 В з малим (менше 600 А) струмом замикання на землю (мережі з ізольованою нейтраллю напругою 3, 6,10, 20, 35 кВ) допускається опір заземлення, але не більше 10 Ом (тут допускається напруга щодо землі до 250 В). Якщо заземлювальний пристрій, що заземлює, використовується одночасно для електроустановок напругою до 1000 В і вище, опір заземлення, але не вище норми для електроустановки напругою до 1000 В (4 або 10 Ом).

Контроль заземлення здійснюється оглядом і вимірюванням опору заземлювачів. Зовнішній огляд слід проводити не рідше одного разу на шість місяців, а в приміщеннях з підвищеною небезпекою й особливо небезпечних - один раз на три місяці. Вимірювання опору заземлення проводиться не рідше одного разу на рік, а також після капітального ремонту і тривалого простою установки.

Розрахунок захисного заземлення має на меті визначити основні параметри заземлення: кількість, розміри і розміщення одиночних заземлювачів і заземлювальних провідників, при яких напруги дотику і кроку в період замикання фази на заземлений корпус не перевищують допустимих значень. При цьому розрахунок виконують звичайно для випадків розміщення заземлювача в однорідній землі (спосіб коефіцієнтів використання).

Занулення. Зануленням називається навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих неструмопровідних частин, що можуть виявитися під напругою. Нульовий захисний провідник - це провідник, що з'єднує занулювані частини з глухозаземленою нейтральною точкою обмотки джерела струму або з її еквівалентом.

Занулення застосовується в чотирипроводових мережах напругою до 1000 В із заземленою нейтраллю. З метою зменшення тривалості режиму замикання на корпус прокладається нульовий провід, що з'єднується з заземленою нейтраллю джерела і повторних заземлень. При зануленні корпусу електроустаткування

з'єднуються не з заземлювачами, а з нульовим проводом.

Занулення перетворює замикання на корпус в однофазове коротке замикання, у результаті чого спрацьовує максимальний струмовий захист і селективно відключає пошкоджену ділянку мережі. Крім того, занулення знижує потенціали корпусів, що з'являються в момент замикання на землю (на час, поки не спрацьовує апарат, що відключає - запобіжники або автомат). При замиканні на замулений корпус струм короткого замикання проходить крізь наступні ділянки кола (коло занулення має дуже малий опір - частки Ом): обмотки трансформатора, а також фазовий і нульовий провід.

Занулення розраховується для визначення умов, при яких воно надійно виконує своє завдання - швидко відключає пошкоджену установку від мережі та водночас забезпечує безпеку дотику людини до зануленого корпусу в аварійний період. Відповідно до цього занулення розраховується на відключальну здатність, а також на безпеку дотику до корпуса як при замиканні фази на землю (розрахунок заземлення нейтралі), так і при замиканні Ті на корпус (розрахунок повторного заземлення нульового захисного провідника). Згідно з Правилами техніки безпеки, загальний опір розтіканню струму заземлювачів усіх повторних заземлень нульового проводу кожної повітряної лінії в найнесприятливішу пору року має бути не більше 5,10 і 20 Ом при лінійних напругах 660, 380 і 220 В відповідно. При цьому опір розтіканню струму кожного з повторних заземлень не має перевищувати 15, 30 і 60 Ом при тих самих значеннях напруг.

Вимірювання опору петлі «фаза – нуль» необхідно проводити при здавально-приймальних випробуваннях періодично (один раз на п'ять років), а також при капітальних ремонтах і реконструкціях мережі. Ці вимірювання слід виконувати на найбільш потужних і якнайдалі розташованих від джерела струму електроприймачах, але не менше ніж на 10% їх загальної кількості.

Захисне відключення. Захисне відключення – швидкодіючий захист, що забезпечує автоматичне відключення електроустановки при виникненні в ній небезпеки ураження людини струмом. Така небезпека може виникнути при замиканні фази на корпус, зниженні опору ізоляції мережі нижче визначеної межі і, нарешті, в разі дотику людини безпосередньо до струмопровідної частини, що перебуває під напругою.

Захисне відключення застосовується в тих випадках, коли інші захисні заходи (заземлення, занулення) є ненадійними, складно здійснюваними (в умовах вічної мерзлоти та ін.), багато коштують або коли до безпеки обслуговування ставляться підвищені вимоги (у шахтах, кар'єрах), а також у пересувних електроустановках. Зона застосування пристроїв захисного відключення практично не обмежена, вони придатні для мереж будь-якої напруги і з будь-яким режимом нейтралі. Проте найбільшого поширення пристрої захисного відключення набули в мережах до 1000 В (із заземленою й ізольованою нейтраллю). Крім того, захисне

відключення є незамінним для ручних електроінструментів.

В усіх цих випадках небезпека ураження зумовлена напругою дотику Uдот або струмом, що проходить крізь людину: Uдот = IhRh. Основними елементами пристроїв захисного відключення є прилади захисного відключення й автомати. Прилад захисного відключення складається з окремих елементів, що сприймають вхідну величину, реагують на її зміни і при заданому її значенні дають сигнал на відключення вимикача. Цими елементами є: датчик – вхідний пристрій (як правило, реле відповідного типу); підсилювач, що підсилює сигнал датчика; коло контролю; допоміжні елементи (сигнальні лампи і вимірювальні прилади - омметри тощо).

Основні вимоги, які ставляться до пристроїв захисного відключення, такі: висока чутливість; незначний час відключення; селективність дії; здатність здійснювати самоконтроль справності; достатня надійність.

Залежно від прийнятих вхідних (контрольованих) величин пристрої захисного відключення умовно поділяються на типи, які: реагують на потенціал (напругу) корпуса щодо землі; на струм замикання на землю; напругу нульової послідовності; струм нульової послідовності; напругу фази щодо землі; оперативний струм; а також вентильні схеми. Розгляньмо деякі з названих типів пристроїв захисного відключення.

1. Пристрої, що реагують на потенціал корпусу. Призначення цих пристроїв захисного відключення - усунення небезпеки ураження людей струмом при виникненні на заземленому чи зануленому корпусі підвищеного потенціалу. Звичайно ці пристрої є додатковим заходом захисту до заземлення або занулення.

Принцип дії: швидке відключення від мережі пошкодженого устаткування, якщо потенціал φк, В, який виник на його корпусі, виявиться вище потенціалу φк доп, В, при якому напруга дотику до корпусу має якнайтриваліше допустиме значення. Електроди допоміжного заземлювача мають бути розміщені поза зоною розтікання струмів, які стікають із заземлювача корпусу або заземлювачів нульового провідника мережі. Коли відбувається пробій фази на заземлений чи занулений корпус, спочатку виявляється захисна властивість заземлення (чи занулення), що знижує потенціал корпуса до деякої межі (φк = Iзгк, де Iз - струм, що стікає в землю, А; rк - опір заземлення корпусу, а при зануленні - опір повторних заземлень нульового провідника, Ом). Якщо φк перевищить φк доп, спрацює пристрій захисного відключення, тобто відбудеться відключення пошкодженої установки від мережі.

2. Пристрій, що реагує на струм замикання на землю. Призначення - усунення небезпеки ураження струмом людей при дотику до заземленого корпусу в момент замикання на нього фази. Принцип дії: швидке відключення пошкодженого устаткування від мережі в разі, якщо струм, який проходить через провідник, що заземлює корпус цього устаткування, перевищить деяке граничне значення Iз доп, А, при якому напруга дотику має найбільше тривало допустиме значення Uдот.доп,

В . Тут датчиком служить струмове реле, що має малий опір і включене безпосередньо у розсічку заземлювального проводу або у вторинну обмотку трансформатора струму, що застосовується при великому струмі замикання на землю. При замиканні фази на корпус струм, що стікає в землю, якщо він перевищує уставку захисту, викликає спрацювання реле, тобто відключення установки від мережі. У схемах, застосовуваних у системах занулення, струмове реле включається в розсічку занулювальних провідників і спрацьовує під дією однофазового короткого замикання. Такі пристрої відрізняються чіткістю спрацьовування.

3. Пристрої, що реагують на напругу нульової послідовності. Призначення цих пристроїв захисного відключення - усунення ураження струмом, що виникає при глухому замиканні однієї або двох фаз на землю, у тому числі при замиканні фази на заземлений корпус. Принцип дії: швидке відключення мережі від джерела живлення при виникненні напруги нульової послідовності, тобто несиметрії повних провідностей проводів мережі щодо землі вище деякої межі. Тут датчиком служить фільтр напруги нульової послідовності, що складається з трьох конденсаторів, поєднаних у зірку. Реле напруги, включене між нульовою точкою фільтра і землею, спрацьовує, коли напруга нульової послідовності (тобто напруга між нейтральною точкою джерела струму і землею) U0 досягає значення, при якому напруга на затискачах реле стає рівною чи перевищує напругу його спрацьовування Uсл. При цьому відбувається відключення мережі від джерела. Зона застосування таких пристроїв захисного відключення - трифазні трипроводові мережі до 1000 В з ізольованою нейтраллю і малою довжиною, яким властиві високий опір ізоляції і невелика ємність щодо землі.

4. Пристрої, що реагують на струм нульової послідовності. Призначення пристроїв захисного відключення цього типу – забезпечити безпеку людини у разі дотику до заземленого (зануленого) корпусу при замиканні на нього фази або до струмопровідної частини, що перебуває під напругою. Принцип дії: швидке відключення ділянки чи мережі споживача енергії, якщо струм нульової послідовності перевищує деяке значення, при якому напруга дотику до "пробитого" корпусу або струмопровідної частини, що перебуває під напругою, має найбільше тривало допустиме значення Uдот.доп. Тут датчиком може служити фільтр струму нульової послідовності, що є трьома однотипними трансформаторами струму, установлених на всіх фазах мережі. Однойменні затискачі їх вторинних обмоток з'єднані паралельно, і до них підключена обмотка струмового реле. У результаті через реле проходить струм, який дорівнює геометричній сумі вторинних струмів трансформаторів. Цей струм, досягши значення струму спрацювання реле або перевищивши його, викликає відключення ділянки мережі, що захищається, від джерела живлення.

5. Пристрої, що реагують на оперативний струм. Призначення цього

пристрою захисного відключення, що реагує на оперативний струм, - забезпечувати безперервний автоматичний контроль опору ізоляції мережі, а також захист людини, яка торкнулася до струмопровідної частини, від ураження струмом. Отже, цей тип пристрою захисного відключення (реле витоку) може служити самостійним заходом захисту від ураження струмом при дотику до "пробитого" незаземленого і незануленого корпусу або до струмопровідної частини, що перебуває під напругою. Він може також служити додатковим захисним заходом до захисного заземлення (цей принцип використовується в шахтах, кар'єрах тощо).

Принцип дії: швидке відключення мережі від джерела струму при зниженні опору ізоляції мережі щодо землі нижче деякого граничного значення, при якому струм через людину, яка торкнулася до струмопровідної частини, (або напруга дотику) досягає найбільшого тривало допустимого значення Ih доп (або Uдот.доп). Тут датчиком служить реле з малим струмом спрацьовування (кілька міліампер). Застосовуються й інші схеми захисного відключення.

Тема 6. Причини ураження електричним струмом та основні заходи захисту. Класифікація технічних та організаційних причин виробничого електротравматизму. Категорії приміщень за ступенем небезпеки ураження струмом (особливо небезпечні, з підвищеною небезпекою, без підвищеної небезпеки). Види засобів індивідуального захисту (ЗІЗ): основні та додаткові ізолювальні засоби. Застосування захисних огороджень, блокувань та систем сигналізації. Призначення та порядок розміщення плакатів і знаків електробезпеки.

Електротравми можуть бути наслідком технічних, організаційно-технічних, організаційних і організаційно-соціальних причин.

До **технічних** причин належать: недосконаліть конструкції електроустановки і засобів захисту, допущені недоліки при виготовленні, монтажі і ремонті електроустановки. Крім перерахованих, технічними причинами електротравм можуть бути несправності електроустановок, що виникають в процесі їх експлуатації, несправність захисних засобів, невідповідність будови електроустановок і захисних засобів умовам їх застосування, використання електрозахисних засобів із простроченою датою чергових випробувань.

До **організаційно-технічних** причин належать: невиконання вимог чинних нормативів щодо контролю параметрів та опосвідчення технічного стану електроустановок; помилки в знятті напруги з електроустановок при виконанні в них робіт без перевірки відсутності напруги на електроустановці, на якій працюють люди; відсутність огороджень або невідповідність конструкції і розміщення вимогам чинних нормативів та відсутність необхідних плакатів і попереджувальних та заборонних написів; помилки в установленні і знятті переносних заземлень, або їх відсутність.

До основних **організаційних** причин електротравм належать:

- відсутність (непризначення наказом) на підприємстві особи, відповідальної за електрогосподарство або невідповідність кваліфікації цієї особи чинним вимогам;
- недостатня укомплектованість електротехнічної служби працівниками відповідної кваліфікації;
- відсутність на підприємстві посадових інструкцій для електротехнічного персоналу та інструкцій із безпечного обслуговування та експлуатації електроустановок;
- недостатня підготовленість персоналу з питань електробезпеки, несвоєчасна перевірка знань, невідповідність групи з електробезпеки персоналу характеру робіт, що виконуються;
- недотримання вимог щодо безпечного виконання робіт в електроустановках за нарядами-допусками, розпорядженнями та в порядку поточної експлуатації;
- неефективний нагляд, відомчий і громадський контроль за дотриманням

вимог безпеки при виконанні робіт в електроустановках та їх експлуатації.

До основних **організаційно-соціальних** причин електротравм належать: змушене виконання не за спеціальністю електронебезпеч-них робіт; негативне ставлення до виконуваної роботи, обумовлене соціальними чинниками; залучення працівників до понадурочних робіт; порушення виробничої дисципліни; залучення до роботи осіб віком до 18 років.

Безпосередніми причинами потрапляння людей під напругу є:

- дотик до неізольованих струмовідних частин електроустановок, які знаходяться під напругою, або до ізольованих за фактично пошкодженої ізоляції – 55%;
- дотик до неструмовідних частин електроустановок або до електрично зв'язаних з ними металоконструкцій, які опинилися під напругою в результаті пошкодження ізоляції – 23%;
- дія напруги кроку – 2,5%;
- ураження за виникнення електричної дуги – 1,2%;
- інші причини – менше 20%.

Відповідно до ПУЕ, приміщення за небезпекою електротравм поділяються на **три категорії:**

– без підвищеної небезпеки;

– з підвищеною небезпекою;

– особливо небезпечні.

Категорія приміщення визначається наявністю в приміщенні чинників підвищеної або особливої небезпеки електротравм. До чинників підвищеної небезпеки належать:

– температура в приміщенні, що впродовж доби перевищує 35°С;

– відносна вологість більше 75%, але менше повного насичення (100%);

– струмопровідна підлога – металева, бетонна, цегляна, земляна тощо;

– струмопровідний пил;

– можливість одночасного доторкання людини до неструмовідних частин електроустановки і до металоконструкцій, що мають контакт із землею.

До чинників особливої небезпеки електротравм належать:

– відносна вологість близька до насичення (до 100%);

– агресивне середовище, що пошкоджує ізоляцію.

Якщо в приміщенні відсутні чинники підвищеної і особливої небезпеки, то воно належить до приміщень без підвищеної небезпеки електротравм. За наявності одного з чинників підвищеної небезпеки, приміщення належить до приміщень підвищеної небезпеки електротравм. За наявності одночасно двох чинників підвищеної небезпеки або одного чинника особливої небезпеки, приміщення вважається особливо небезпечним.

Із наведеного видно, що класифікація приміщень за небезпекою електротравм враховує тільки особливості цих приміщень, стан їхнього середовища і не враховує електротехнічних параметрів електроустановок.

Категорія приміщень є одним з основних чинників, які визначають вимоги щодо виконання електроустановок, безпечної їх експлуатації, величини напруги, заземлення (занулення) електроустановок. Умови поза приміщеннями прирівнюються до особливо небезпечних.

НПАОП 40.1-1.07-01 Правила експлуатації електрозахисних засобів визначають перелік засобів захисту, вимоги до них, обсяги і норми випробувань, порядок застосування, зберігання, а також норми комплектування засобами захисту електроустановок.

Під час обслуговування електроустановок повинні застосовуватись засоби захисту від ураження електричним струмом (електрозахисні засоби), засоби індивідуального та колективного захисту.

Електрозахисні засоби поділяються на основні і додаткові.

До основних електрозахисних засобів для роботи в електроустановках до 1000 В включно відносяться:

- ізолювальні штанги;
- ізолювальні кліщі;
- електровимірювальні кліщі;
- покажчики напруги;
- діелектричні рукавички;
- інструмент з ізолювальним покриттям.

До основних електрозахисних засобів для роботи в електроустановках понад 1000 В відносяться:

- ізолювальні штанги всіх видів;
- ізолювальні кліщі;
- електровимірювальні кліщі;
- покажчики напруги;
- пристрої для створення безпечних умов праці (покажчики напруги для фазування, покажчики пошкодження кабелів тощо).

Серед додаткових електрозахисних засобів для роботи в електроустановках до 1000 В включно виділяємо:

- діелектричне взуття;
- діелектричні килими;
- ізолювальні підставки;
- ізолювальні накладки;
- ізолювальні ковпаки;
- сигналізатори напруги;
- захисні огородження (щити, ширми);

- переносні заземлення;
- плакати і знаки безпеки.

Серед додаткових електрозахисних засобів для роботи в електроустановках понад 1000 В виділяємо:

- діелектричні рукавички;
- діелектричне взуття;
- діелектричні килими;
- ізолювальні підставки;
- ізолювальні накладки;
- ізолювальні ковпаки;
- штанги для перенесення і вирівнювання потенціалу;
- сигналізатори напруги;
- захисні огородження (щити, ширми);
- переносні заземлення;
- плакати і знаки безпеки.

Крім приведених засобів захисту в електроустановках повинні застосовуватись наступні засоби індивідуального захисту:

- захисні каски – для захисту голови;
- захисні окуляри і щитки – для захисту очей і обличчя;
- протигази і респіратори – для захисту органів дихання;
- рукавиці – для захисту рук;
- запобіжні пояси та страхувальні канати.

У разі застосування основних ізолювальних електрозахисних засобів достатньо використовувати один додатковий засіб, крім випадків, що обумовлені НПАОП 40.1-1.07-01.

У разі необхідності захисту працівника від напруги кроку дозволяється використовувати діелектричне взуття без застосування основних засобів захисту

Електрозахисні засоби і запобіжні пристрої. Слід завжди пам'ятати, що при наявності напруги є неприпустимим проникнення людей за огорожі електроустановок, а за відсутністю огорож необхідно витримувати мінімальну відстань, на яку допускається наближення до струмопровідних частин: при напрузі до 15кВ - це 0,7 м; від 15 до 35кВ - 1,1 м; від 35 до 110 кВ - 1,5 м; від 110 до 220 кВ - 2,5 м; від 220 до 500 кВ - 4,5 м.

Відповідно до стандарту, електрозахисними засобами називаються переносні і перевізні вироби, що служать для захисту людей, котрі працюють з електроустановками, від ураження електричним струмом, дії електричної дуги й електромагнітного поля.

Захисні засоби можуть бути умовно розділені на три групи: ізолювальні, огороджувальні й запобіжні.

Ізолювальні захисні засоби ізолюють людину від струмопровідних чи

заземлених частин, а також від землі. Вони поділяються на основні й додаткові.

Основні ізолювальні захисні засоби мають ізоляцію, здатну довгостроково витримувати робочу напругу електроустановки, і тому ними дозволяється торкатися струмопровідних частин, що перебувають під напругою. До них належать: в електроустановках напругою понад 1000 В - ізолювальні штанги, ізолюючі і вимірювальні кліщі, покажчики напруги, а також засоби для ремонтних робіт під напругою понад 1000 В; в електроустановках напругою до 1000 В - ізолювальні штанги, ізолювальні й вимірювальні кліщі, діелектричні рукавички, монтерський інструмент з ізольованими рукоятками, покажчики напруги.

Додаткові ізолювальні захисні засоби мають ізоляцію, не здатну витримувати робочу напругу електроустановки, і тому вони не можуть самостійно захистити людину від ураження електричним струмом, їх призначення - посилити захисну дію основних ізолювальних захисних засобів. До додаткових ізолюючих захисних засобів належать: в електроустановках напругою понад 1000 В - діелектричні рукавички, боти, килимки, ізолюючі підставки; в електроустановках напругою до 1000В - діелектричні галоші, килимки, ізолювальні підставки.

Огороджувальні захисні засоби призначені для тимчасового огородження струмопровідних частин, до яких можна випадково доторкнутися або наблизитися на небезпечну відстань, а також для попередження помилкових операцій з комутаційними апаратами. До них належать: тимчасові переносні заземлення (закоротки), тимчасові переносні огородження (щити й огорожі-клітки), ізолювальні накладки, попереджувальні плакати.

Переносні заземлення виготовляють з гнучкого мідного проводу перерізом не менше 25 мм2 для електроустановок з напругою понад 1000 В та 16 мм2 - з напругою до 1000 В.

Попереджувальні плакати поділяють на застережні, заборонні, дозвільні і нагадувальні. Застережні (постійні) плакати ("Обережно! Електрична напруга!") укріплюють на дверях камер, огорож. Заборонний (переносний) плакат ("Не включати, працюють люди!") вивішується на ключах і рукоятках управління. Дозвільний (переносний) плакат ("Працювати тут") установлюється на місці робіт. Нагаду вальний (переносний) плакат ("Заземлено") установлюється на ключах і рукоятках управління.

Запобіжні захисні засоби призначені для індивідуального захисту працюючого від світлових, теплових і механічних впливів, від продуктів горіння, від дії електричного поля, а також від падіння з висоти. До них належать: захисні окуляри, захисні каски, запобіжні монтерські пояси, страховочні канати, монтерські пазурі, протигази, спеціальні рукавиці, а також індивідуальні екрануючі комплекти і переносні екрануючі пристрої для захисту персоналу від впливу електричного поля в електроустановках надвисокої напруги промислової частоти.

Організація безпечної експлуатації електроустановок. Оперативне

обслуговування діючих електроустановок підприємств передбачає періодичні та позачергові огляди електроустаткування систем електропостачання й електроприймачів, контроль і облік електроенергії, оперативні переключення в електромережах, що забезпечують безперебійне постачання електроенергії. Оперативне обслуговування електроустановок здійснюється інженерно-технічним, черговим та оперативно-ремонтним електротехнічним персоналом.

Оперативне обслуговування може здійснюватися як однією особою, так і бригадами з двох осіб і більше. При обслуговуванні електроустановок з напругою понад 1000 В старший у зміні (бригадир) чи одиночний черговий повинен мати кваліфікаційну групу з техніки безпеки не нижче IV, а в електроустановках напругою до 1000 В - не нижче III групи.

Крім чергового (оперативно-ремонтного) персоналу, одноособовий огляд електроустановок дозволяється проводити представникам адміністративно-технічного персоналу служби експлуатації, що має кваліфікаційну групу V (в установках напругою до 1000 В - IV групу).

Коли огляд електроустановок із напругою понад 1000 В виконує одна особа, їй заборонено проникати за огорожі і входити в камери розподільного пристрою (РП). Оглядати таке електроустаткування одній особі можна тільки з порога камери або стоячи перед бар'єром. У разі потреби черговому, що має кваліфікаційну групу не нижче IV, дозволяється для огляду входити у камеру РП за умови, що в проходах відстань від підлоги до нижніх фланців ізоляторів апаратів (трансформаторів тощо) не менше 2 м, а до необгороджених струмопровідних частин - не менше 2,75 м при напрузі до 35 кВ. Якщо ці відстані менші, то вхід за огорожі допускається тільки в присутності іншої особи з кваліфікаційною групою не нижче Ш. При виявленні під час огляду випадкового замикання якої-небудь струмопровідної частини електроустановки на землю забороняється до відключення пошкодженої ділянки наближатися до місця такого замикання на відстань меншу, ніж 4 м у закритих камерах РП і 8 м на відкритих підстанціях, щоб запобігти ураженню напругою кроку. У разі потреби наближення (для надання першої допомоги постраждалому чи для виконання операцій з комутаційною апаратурою) слід застосувати засоби захисту (діелектричні боти, галоші).

Самостійне одноособове обслуговування електроустановок напругою до 1000 В, включаючи періодичні огляди, перевірки, вимірювання і поточний ремонт, дозволяється робітникам-електрикам, що мають кваліфікаційну групу не нижче ПІ. Під час огляду цехового електроустаткування забороняється виконувати будь-які роботи на цьому устаткуванні, за винятком робіт, пов'язаних з попередженням аварії або нещасного випадку. Також забороняється знімати огорожі струмопровідних і обертових частин, торкатися струмопровідних частин і наближатися до них на небезпечну відстань. Черговому електрику дозволяється при необхідності відкривати для огляду дверцята розподільних шаф, щитків,

пускових пристроїв тощо, дотримуючись при цьому особливої обережності.

Заміна згорілих плавких уставок запобіжників, як правило, має виконуватися при знятій напрузі. Заміняти плавкі вставки закритих (пробочних, трубчастих) запобіжників дозволяється під напругою, але при відключеному навантаженні. Ця робота має виконуватися в електроустановках напругою до 1000 В - у діелектричних рукавичках і захисних окулярах, а в установках напругою понад 1000 В - за допомогою ізолюючих кліщів, а також у рукавичках та окулярах.

Якщо цехове електроустаткування було відключене за заявкою експлуатаційного неелектротехнічного персоналу для будь-яких ремонтних робіт, то наступне його включення може бути зроблене тільки на вимогу особи, якою було подано заявку на відключення, або особи, що змінила її. Перед включенням силової електроустановки після ремонту черговий електрик зобов'язаний її оглянути і переконатися в готовності електроустаткування до прийому напруги, а також попередити робітників про майбутнє включення.

Оперативні переключення в камері РП підстанцій промислових підприємств виконує черговий або оперативно-ремонтний персонал за розпорядженням чи з відома вищого чергового електротехнічного персоналу. Розпорядження про переключення може бути передане по телефону з записом його в оперативному журналі. Тільки у випадках, що не терплять зволікання (аварія, пожежа, нещасний випадок), допускаються переключення без відома вищого оперативного персоналу, але з наступним його повідомленням і записом виконаних операцій в оперативному журналі.

Список осіб, що мають право робити оперативні переключення, затверджується головним енергетиком підприємства. У камері РП напругою понад 1000 В складні оперативні переключення, виконані більше, ніж на одному приєднанні, мають проводитися двома особами. Одній особі дозволяється виконувати переключення тільки в електроустановках, обладнаних блокуваннями роз'єднувачів, які не допускають їх відключення під навантаженням (при включеному вимикачі). Одній особі дозволяється також робити переключення в камері РП напругою до 1000 В.

Складні переключення виконують за спеціальними бланками переключень, куди записують призначення передбачуваних переключень, порядок операцій з комутаційними апаратами і приладами, а також дії з перевірки відсутності чи наявності напруги, накладення переносних заземлень тощо. Бланк заповнюється черговим, що одержав розпорядження про переключення (його підписують обидва учасники переключень). Щоб уникнути помилкового включення після ремонту або випробування, необхідно включати установку тільки після приймання її черговим або оперативно-ремонтним персоналом від відповідального керівника ремонтних чи налагоджувальних робіт.

Роботи, які виконуються в діючих електроустановках, щодо застосування

заходів безпеки поділяються на наступні чотири категорії:

1) Роботи, виконувані при повному знятті напруги, які проводяться в електроустановках, де з усіх струмопровідних частин (у тому числі і введень) знята напруга, немає незамкненого входу в приміщення, у яких розміщені електроустановки, що перебувають під напругою. Це - ревізія й очищення апаратури розподільних пристроїв, поточний ремонт силового трансформатора тощо.

2) Роботи, виконувані при частковому знятті напруги, які проводяться в електроустановках у приміщенні, де знята напруга тільки з тих приєднань, на яких виконується робота, або де напруга цілком знята, але є незамкнений вхід у приміщення сусідньої електроустановки, що перебуває під напругою.

3) Роботи, виконувані без зняття напруги поблизу струмопровідних частин і на струмопровідних частинах електроустановок, що перебувають під напругою (за допомогою спеціальних приладів і засобів захисту) - вивішування плакатів і написів, заміна перегорілих ламп, узяття проби і доливка мастила в баки трансформаторів і вимикачів, догляд за електрощитками і колекторами працюючих електричних машин, вимірювання струмовимірювальними кліщами та ін.

4) Роботи, виконувані без зняття напруги далеко від струмопровідних частин, що перебувають під напругою, при яких виключені випадковий дотик або наближення до струмопровідних частин на небезпечну відстань (чищення від пилу кожухів електроустаткування, ремонт і фарбування стін електроприміщень, прибирання електроприміщень та ін.).

До початку ремонтних чи налагоджувальних робіт необхідно виконати технічні й організаційні заходи щодо забезпечення електробезпеки працюючих.

Технічні заходи:

• відключення електроустаткування, що ремонтується, і вживання заходів проти помилкового його зворотного включення або самовключення;

• установка тимчасових огорож навколо невідключених струмопровідних частин і вивішування заборонних плакатів "Не включати - працюють люди", "Не включати - робота на лінії" та ін.;

• приєднання переносного заземлення-закоротки до заземлювальної шини стаціонарного заземлювального пристрою і перевірка відсутності напруги на струмопровідних частинах, що для безпеки проведення робіт підлягають замиканню накоротко і заземленню;

• накладання переносних заземлень на відключені струмопровідні частини електроустановки відразу після перевірки відсутності напруги або включення спеціальних заземлювальних ножів - роз'єднувачів, наявних у камері РП;

• огородження робочого місця і вивішування на ньому дозвільного плаката "Працювати тут".

Названі технічні заходи виконує (у зазначеній послідовності) допускаючий

до роботи з дозволу тієї особи, що віддає розпорядження на проведення робіт. Допускаючим до роботи може бути особа з чергового чи оперативно-ремонтного персоналу в електроустановках напругою до 1000 В з кваліфікаційною групою не нижче ІП, а в установках напругою понад 1000 В - з IV групою.

Організаційні заходи для безпечного проведення робіт в електроустановках:

• оформлення роботи нарядом або розпорядженням;

• оформлення в наряді допуску робітників до роботи;

• нагляд під час роботи;

• оформлення в наряді перерв у роботі і переходів бригади на інше робоче місце;

• оформлення в наряді закінчення робіт, закриття наряду.

Оформлювати наряд потрібно на ті роботи, що виконуються з повним або частковим зняттям напруги з електроустановки, яка ремонтується, а також на роботи, виконувані без зняття напруги поблизу або безпосередньо на струмопровідних частинах, що перебувають під напругою. Наряд - письмове завдання на роботу з електроустановкою, оформлене на бланку установленої форми, де зазначають місце, час початку і закінчення роботи, умови її безпечного проведення, склад бригади й особу, відповідальну за безпеку роботи. Наряд виписують у двох примірниках, з яких один має бути у виконавця робіт, а другий - у чергового персоналу цієї електроустановки. Термін дії наряду має не перевищувати п'яти днів. Термін зберігання наряду - один місяць.

Інший вид завдання на роботу з електроустановкою - розпорядження, оформлене в оперативному журналі. Право видачі наряду або розпорядження на проведення робіт з електроустановками надається начальнику електроцеху, начальнику служби експлуатації, майстру, особам, уповноваженим на це розпорядженням головного енергетика підприємства. Усі особи повинні мати кваліфікаційну групу не нижче V в електроустановках напругою понад 1000 В й не нижче IV - в установках до 1000 В.

У порядку поточної експлуатації можуть виконуватися такі види робіт:

• роботи без зняття напруги зі струмопровідних частин далеко від струмопровідних частин, що перебувають під напругою, тривалістю не більше однієї зміни;

• при необхідності невеликі за обсягом роботи тривалістю до 1 години з повним чи частковим зняттям напруги і без зняття напруги поблизу або на самих струмопровідних частинах, що перебувають під напругою;

• деякі види робіт в електроустановках напругою до 1000 В з повним чи частковим зняттям напруги тривалістю не більше однієї зміни.

Тема 7. Надання першої допомоги потерпілим при ураженні електричним струмом. Порядок дій при звільненні потерпілого від контакту зі струмоведучими частинами. Методи оцінки стану життєво важливих функцій потерпілого на місці події. Алгоритм проведення серцево-легеневої реанімації: штучне дихання та непрямий масаж серця. Особливості домедичної допомоги при електричних опіках та механічних травмах. Вимоги щодо обов'язкового медичного нагляду після електротравми.

Перша допомога - це комплекс заходів, направлених на відновлення або збереження життя й здоров'я потерпілого, що здійснюється не медичними працівниками, а особами, які знаходяться поруч (взаємодопомога), або самим потерпілим (самодопомога).

Одним із важливіших положень надання першої допомоги є її терміновість: чим швидше вона надана, тим більше надії на благополучне завершення. Тому таку допомогу своєчасно може і повинен надати той, хто знаходиться поруч із потерпілим.

Основними умовами успіху при наданні першої допомоги потерпілим від електричного струму є спокійність, винахідливість, швидкість дій, знання і вміння того, хто надає допомогу чи здійснює самодопомогу. Ці якості виховуються і можуть бути вироблені у процесі спеціальної підготовки, яка повинна проводитися поряд з професійним навчанням, оскільки одного знання правил надання першої допомоги недостатньо. Кожен робітник підприємства повинен вміти надати допомогу так само кваліфіковано, як виконувати свої професійні обов'язки, тому вимоги до вміння надавати першу медичну допомогу і професійні навички повинні бути однакові.

Усунути дію на організм ушкоджуючих факторів, що загрожують здоров'ю і життю потерпілого (звільнити потерпілого від дії електричного струму).

Оцінити стан потерпілого, визначити характер і тяжкість травм, найбільшу загрозу для життя потерпілого і послідовність заходів для його врятування.

Викликати швидку медичну допомогу або лікаря чи прийняти заходи для транспортування потерпілого до найближчої лікувальної установи.

Виконати необхідні заходи щодо врятування потерпілого у порядку терміновості (відновити прохідність дихальних шляхів, провести штучне дихання, зовнішній масаж серця).

Підтримувати основні життєві функції потерпілого до прибуття медичного працівника.

Врятування потерпілого від дії електричного струму у більшості випадків залежить від терміновості звільнення його від струму, а також від терміновості і правильності надання йому допомоги. Гаяння часу в її наданні може призвести до загибелі потерпілого.

При ураженні електричним струмом смерть часто буває клінічною ("уявною"), тому ніколи не слід відмовлятися від надання допомоги потерпілому і вважати його мертвим через відсутність дихання, серцебиття, пульсу. Вирішити питання про доцільність чи безкорисність заходів по оживленню потерпілого і зробити висновок про його смерть має право лише лікар.

Весь персонал, що обслуговує електроустановки, електричні станції, підстанції і електричні мережі, повинен періодично проходити інструктаж щодо способів надання першої допомоги, а також практичне навчання прийомам визволення від електричного струму, виконання штучного дихання і зовнішнього масажу серця. Заняття повинні проводити компетентні особи із медичного персоналу або інженери з техніки безпеки, що пройшли спеціалізовану підготовку і мають право навчати персонал підприємств, як надавати першу допомогу. Відповідальність за організацію навчання несе керівник підприємства.

У місцях постійного чегування персоналу електроустановок повинні бути:

а) набір (аптечка) необхідних пристосувань і засобів для надання першої допомоги (додаток);

б) плакати, присвячені правилам надання першої допомоги, виконання штучного дихання і зовнішнього масажу серця, вивішені на видних місцях.

При ураженні електричним струмом необхідно якомога скоріше визволити потерпілого від дії струму, оскільки від довгочасності цієї дії залежить тяжкість електротравми.

Доторкання до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, викликає у більшості випадків мимовільне судорожне скорочення м'язів і загальне збудження, яке може призвести до порушення і навіть повного припинення діяльності органів дихання і кровообігу. Якщо потерпілий тримає провід руками, його пальці так сильно стискаються, що вивільнити провід із його рук стає неможливим. Тому першою дією особи, яка надає допомогу, має бути негайне відключення тієї частини електроустановки, якої торкається потерпілий (рис. 1.1). Відключення здійснюється за допомогою вимикачів, рубильників або іншого вимикаючого апарату, а також шляхом зняття чи вивернення запобіжників (пробок), розняття штепсельного з'єднання.

Якщо потерпілий знаходиться на висоті, то необхідно прийняти заходи, що запобігають падінню потерпілого чи забезпечують його безпеку.

При відключенні електроустановки може одночасно зчезнути електричне освітлення. У зв'язку з цим, при відсутності денного освітлення, необхідно потурбуватися про освітлення від іншого джерела (ввімкнути аварійне освітлення, акамуляторні ліхтарі і т.п.) з урахуванням вибухо- і пожежонебезпеки приміщення, не затримуючи відключення електроустановки і надання допомоги потерпілому.



Звільнення потерпілого від дії електричного струму шляхом відключення електроустановки

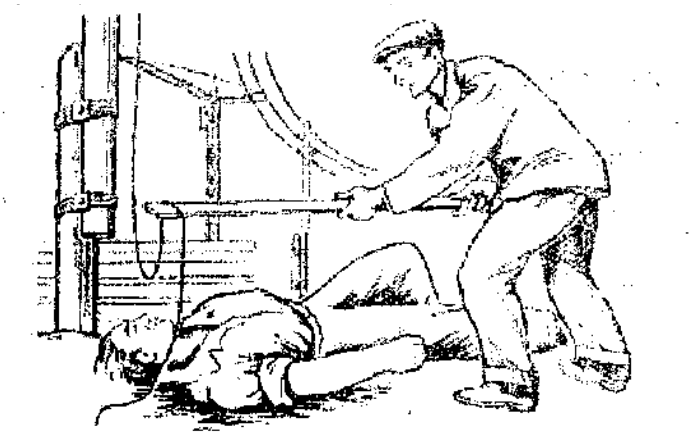
Якщо відключити електроустановку швидко не: можна, слід прийняти інші заходи для визволення потерпілого від дії струму. В усіх випадках особа, що надає допомогу, не повинна торкатися до потерпілого без належних заходів перестороги, оскільки це небезпечно для життя. Вона повинна слідкувати і за тим, щоб самій не опинитися в контакті із струмоведучою частиною чи під кроковою напругою.

а) Електроустановки напругою до 1000 В

Для відокремлення потерпілого від струмовідних частин або провода напругою до 1000 В слід користуватись канатом, палкою, дошкою або яким-небуть іншим сухим предметом, що не проводить електричний струм (рис. 1.2).

Можна також відтягнути його за одяг (якщо він с ухий і відстає від тіла), наприклад, за поли піджака чи пальта, за комір, уникаючи при цьому доторкнення до частин тіла потерпілого, не прикритих одягом (рис. 1.3).

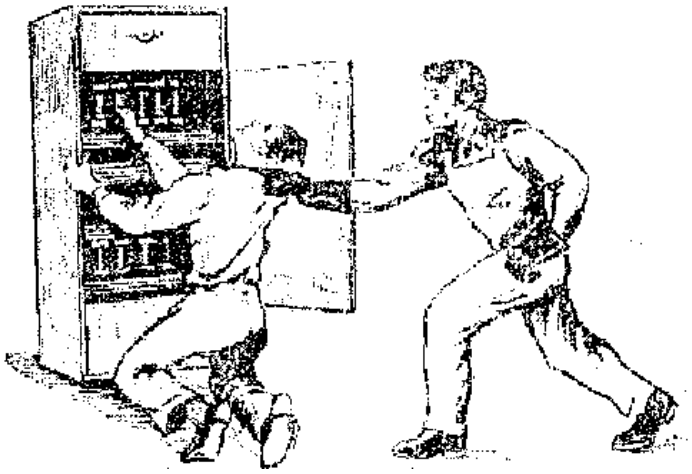
Для ізоляції рук той, хто надає допомогу, повинен надіти діелектричні рукавички або обмотати руку шарфом, надіти на неї сукняний кашкет, натягнутий рукав піджака чи пальта і т. п. Можна також ізолювати себе, ставши на гумовий килимок, суху дошку, суху підстилку, оберток одягу тощо.



Звільнення потерпілого від дії електричного струму в електроустановках напругою до 1000 В відкиданням проводу дошкою



Звільнення потерпілого від дії електричного струму в електроустановках напругою до 1000 В відтягуванням за сухий одяг



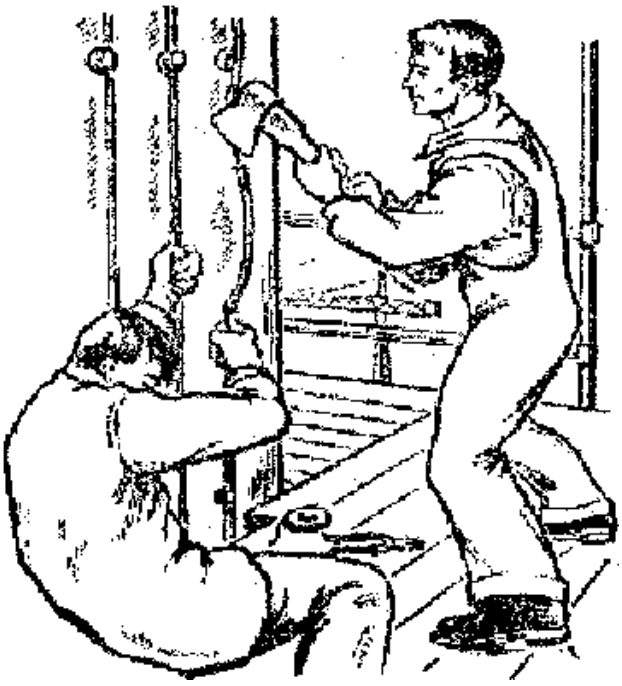
Звільнення потерпілого від струмовідної частини, що знаходиться під напругою до 1000 В

При відділенні потерпілого від струмоведучих частин рекомендується діяти однією рукою, тримаючи другу в кішені чи за спиною.

Якщо електричний струм проходить у землю через потерпілого і він судорожно стискає в руці один струмоведучий елемент (наприклад, провід), простіше перервати струм, відокремивши потерпілого від землі - підсунувши під нього суху дошку чи відтягнути ноги від землі мотузкою чи відтягти за одяг. Можна також перерубити провода сокирою із сухою дерев'яною рукояткою або перекусити їх інструментом з ізольованими рукоятками (кусачки, пасатижі). Перерубувати чи перекушувати провода необхідно пофазно, тобто, кожний провід окремо. При цьому рекомендується стояти на сухих дошках, дерев'яній драбині і т. п.

Електроустановки напругою понад 1000 В

Для відділення потерпілого від струмовідних частин, що знаходяться під напругою вище 1000 В, слід вдіти діелектричні рукавички й боти і діяти штангою або ізолюючими кліщами, які розраховані на відповідну напругу.



Звільнення потерпілого від дії електричного струму в електроустановках напругою до 1000 В шляхом перерубання проводу

При цьому слід пам'ятати про небезпеку напруги кроку, якщо струмовідна частина (провід і т.п.) лежить на землі, і після визволення потерпілого від дії струму необхідно винести його із небезпечної зони.

На лініях електропередачі, коли не можна швидко відключити їх від пунктів живлення, для звільнення потерпілого, якщо він торкається проводів, слід зробити замикання проводів накоротко, накинувши на них неізольований провід.



Звільнення потерпілого від дії електричного струму в електроустановках напругою понад 1000 В відкиданням проводу ізолюючою штангою

Провід повинен мати достатній переріз, щоб він не перегорів при проходженні через нього струму короткого замикання. Перед тим, як зробити накид, один кінець провода треба заземлити (приєднати його до металевої опори,

заземлюючому спуску тощо).

Для зручності накиду на вільний кінець провідника бажано прикріпити груз. Накидати провід так, щоб він не торкнувся людей, в тому числі того, хто надає допомогу, і потерпілого. Якщо потерпілий торкається одного провода, то достатньо заземлити тільки цей провід.

Після визволення потерпілого від дії електричного струму необхідно оцінити його стан. Ознаки, за якими можна швидко визначити стан потерпілого, такі:

- свідомість; ясна, відсутня, порушена (потерпілий загальмований, збуджений);
- колір шкіряного покриву і видимих слизистих (губи): рожеві, синюшні, блідні;
- дихання: нормальне, відсутнє, порушене (неправильне, поверхневе, хрипливе);
- пульс на сонних артеріях: добре визначається (ритм правильний чи неправильний), погано визначається, відсутній;
- зіниці очей: вузькі, широкі.

Той, хто надає допомогу, якщо має навички і володіє собою, протягом 1 хвилини здатний оцінити стан потерпілого і вирішити, у якому обсязі і порядку слід надавати йому допомогу.

Колір шкіряного покриву і навіть дихання (по підніманню і опусканню грудної клітини) оцінюють візуально.

Про втрату свідомості також судять візуально, і щоб остаточно упевнитися у її відсутності, можна звернутися до потерпілого з питанням про його самопочуття.

Пульс на сонній артерії прощупують пучками другого, третього і четвертого пальців руки, розташовуючи їх уздовж шиї між кадиком і хитальною м'язою і злегка притиснувши до хребта.

Ширину зіниць при закритих очах визначають так: пучки вказівних пальців кладуть на верхні віки обох очей і, злегка притискуючи їх до окового яблука, піднімають догори. При цьому окова щілина відкривається і на білому тлі видно округлу райдужку, а у ценрі її округлої форми - чорні зіниці, стан яких (вузькі чи широкі) оцінюють по тому, яку площу райдужки вони займають.

Якщо у потерпілого відсутні свідомість, дихання, пульс, шкіряний покрив синюшний, а зіниці широкі (0,5 см в діаметрі), можна вважати, що він знаходиться у стані клінічної смерті, і негайно приступати до оживлення організму за допомогою штучного дихання і зовнішнього масажу серця. Не слід роздягати потерпілого, втрачаючи дорогоцінні секунди.

Якщо потерпілий дихає дуже рідко і судорожно, але в нього прощупується пульс, необхідно відразу ж почати робити штучне дихання. Приступаючи до оживлення, слід потурбуватись про виклик лікаря або швидкої медичної допомоги. Це повинен зробити не той, хто надає допомогу, який не може перервати її

надання, а хтось інший.

Якщо потерпілий має свідомість, але до цього був непритомний чи не мав свідомості, і з зберігшимся стійким диханням і пульсом, його слід покласти на підстилку, наприклад, з одягу, розетібнути одяг, що утруднює дихання, створивши приплив свіжого повітря; зігріти тіло, якщо холодно; забезпечити прохолоду якщо, жарко; створити повний спокій, безперервно спостерігати за пульсом і диханням, вивести сторонніх людей.

Якщо потерпілий знаходиться у непритомному стані, необхідно спостерігати за його диханням і в разі порушення дихання внаслідок западання язика видвинути нижню щелепу уперед, беручись пальцями за її кути, і підтримувати її у такому положенні, де ки не припиниться западання язика.

При виникненні у потерпілого блювання необхідно повернути його голову набік для видалення блювотних мас. Ні в якому разі не можна дозволяти потерпілому рухатися, а тим більше продовжувати роботу, оскільки відсутність видимих тяжких ушкоджень від електричного струму ще не виключає можливості подальшого погіршення його стану. Лише лікар може вирішувати питання про стан здоров'я потерпілого.

Переносити потерпілого в інше місце слід тільки у тих випадках, коли йому або особі, що надає допомогу, продовжує загрожувати небезпека або коли надання допомоги на місці неможливе (наприклад, на опорі). Ні в якому випадку не можна заривати потерпілого у землю, оскільки це завдасть тільки шкоду і призведе до втрати цінних для його врятування хвилин.

При ураженні блискавкою надається така ж допомога, що й при ураженні електричним струмом. У випадку неможливості викликати лікаря на місце пригоди необхідно забезпечити транспортування потерпілого до найближчої лікувальної установи. Перевозити потерпілого можна лише при задовільному диханні і стійкому пульсу. Якщо стан потерпілого не дозволяє його транспортувати, необхідно продовжувати надавати допомогу.

Штучне дихання робиться у тих випадках, коли потерпілий не дихає або дихає дуже погано (рідко, судорожно), а також якщо його дихання постійно погіршується. Найбільш ефективним способом штучного дихання є спосіб "із рота в рот" або "із рота в ніс", оскільки при цьому забезпечується надходження достатнього об'єму повітря у легені потерпілого. Встановлено, що видихане людиною повітря фізіологічно придатне для дихання потерпілого протягом тривалого часу. Вдування повітря можна виконувати через марлю, платок, спеціальне пристосування - "повітревод".

Цей спосіб штучного дихання дозволяє легко контролювати надходження повітря в легені потерпілого розширенням грудної клітини після вдування і наступному спаданні її внаслідок пасивного видиху. Для проведення штучного дихання потерпілого слід покласти на спину, розстібнути одяг, що утруднює

дихання.

Перед тям як почати штучне дихання, необхідно в першу чергу забезпечити прохідність верхніх дихальних шляхів, які в положенні на спині в непритомному стані завжди закриті запалим язиком; Крім того, в порожнечі рота можуть знаходитись сторонні речі (рвотні маси, зубні протези тощо), які необхідно видалити пальцем, обмотаним платком (тканиною) чи бинтом.

Після цього той, хто надає допомогу, розташовується збоку від голови потерпілого, одну руку підсовує під шию потерпілого, а долонею другої руш натискує на його лоб, максимально закидаючи голову. При цьому корінь язика піднімається і визволяє вхід у гортань, а рот потерпілого відкривається.



Очищення рота та глотки



Положення голови потерпілого при проведенні штучного дихання

Надаючий допомогу нахиляється до обличчя потерпілого, робить глибокий вдих відкритим ротом, повністю щільно охоплює губами відкритий рот потерпілого і робить енергійний видих, з деяким зусиллям вдуваючи повітря в його рот; одночасно він закриває ніс потерпілого щокою або пальцями руки, яка знаходиться на лобі. При цьому обов'язково треба спостерігати за грудною клітиною потерпілого, яка піднімається. Як тільки грудна клітина підніметься, нагнітання повітря призупиняють, той, хто надає допомогу, повертає обличчя в бік - відбувається пасивний видих у потерпілого.

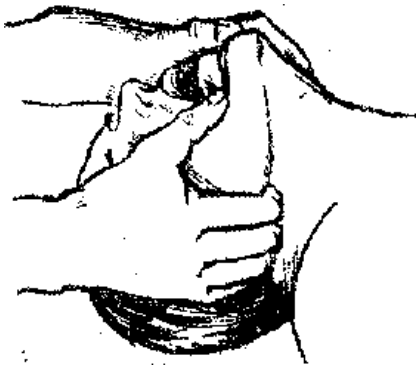
Якщо у потерпілого добре визначається пульс і необхідне тільки штучне дихання, то інтервал між штучними вдихами має становити 4-5 с (12-15 дихальних циклів на хвилину). Крім розширення грудної клітини добрим покажчиком

штучного дихання може бути порожевіння шкіряного покриву і слизових оболонок, а також вихід хворого із непритомного стану і поява у нього самостійного дихання.

Під час проведення штучного дихання той, хто надає допомогу, повинен слідкувати за тим, щоб повітря не потрапило у шлунок потерпілого. При потраплянні повітря у шлунок, про що свідчить здуття живота, обережно натискають долонею на живіт між грудиною і пупком. При цьому може виникнути рвота. Тоді необхідно повернути голову і плечі потерпілого убік, щоб очистити його рот і глотку.



Проведення штучного дихання способом "із рота в рот"



Висування нижньої щелепи двома руками

Якщо щелепи потерпілого сильно стиснуті і відкритити рот не вдається, слід робити штучне дихання "із рота в ніс".



Проведення штучного дихання способом "із рота в ніс"

При відсутності самостійного дихання і наявності пульсу штучне дихання можна виконувати і в сидячому, і у вертикальному положеннях, якщо нещасний випадок трапився у люльці, на опорі чи на мачті. При цьому як можна більше закидають голову потерпілого назад чи видвигають уперед нижню щелепу. Решта прийомів ті ж самі.



Проведення штучного дихання на робочому місці у положенні потерпілого сидячи



Проведення штучного дихання на робочому місці у вертикальному положенні потерпілого

Маленьким дітям вдувають повітря одночасно і в рот, і в ніс, охоплюючи своїм ротом і ніс дитини. Чим менша дитина, тим менше йому потрібно повітря для вдиха і тим частіше слід робити вдування порівняно з дорослою людиною (до 15-18 разів на хвилину). Тому вдування має бути неповним і менш різким, щоб не ушкодити дихальні шляхи потерпілого»



Проведення штучного дихання дитині

Припиняють штучне дихання після відновлення у потерпілого досить глибокого і ритмічного самостійного дихання.

У випадку відсутності не тільки дихання, а і пульсу на сонній артерії, роблять поспіль два штучних вдиха і розпочинають робити зовнішній масаж серця.

При ураженні електричним струмом може наступити не тільки зупинка дихання, але і припинитися кровообіг, коли серце не забезпечує циркуляці" крові по судинах. У цьому випадку одного штучного дихання для надання допомоги недостатньо. Оскільки кисень із легень не може переноситись кров'ю до інших органів і тканин, необхідно відновити кровообіг штучним шляхом.

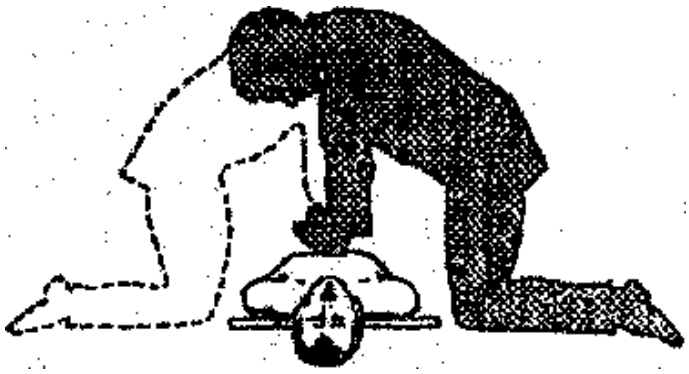
Серце у людини розміщено у грудній клітині між грудиною і хребтом. Грудина - рухома плоска кістка. У лежачому положенні (на твердій поверхні) хребет є жорсткою нерухомою основою, Якщо надавлювати на грудину поштовхами, то кров буде виштовхуватися із порожнини серця майже так, як це відбувається при його природному скороченні. Це називається зовнішнім (непрямим, закритим) масажем серця, при якому штучно відновлюється кровообіг.

Таким чином, при поєднанні штучного дихання із зовнішнім масажем серця імітуються функції дихання і кровообігу. Комплекс цих заходів називаєтьсь реанімацією (тобто оживленням).

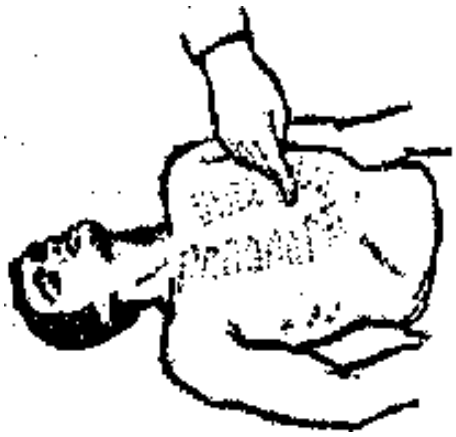
Показанням до проведення реанімаційних заходів є зупинка серцевої діяльності, для якої характерне поєднання таких ознак: поява блідності або синюшності шкіряних покривів, втрата свідомості, відсутність пульсу на сонних артеріях, припинення дихання або судорожні, неправильні вдихи.

При зупинці серця, не втрачаючи жодної секунди, потерпілого треба покласти на рівну, жорстку основу: лавку, підлогу, у крайньому випадку підкласти під спину дошку.

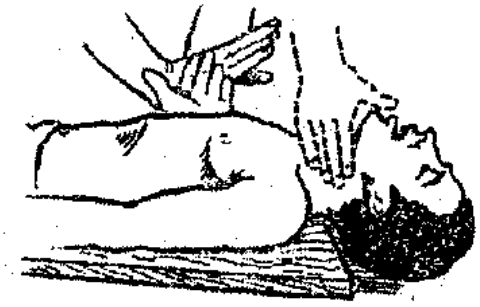
Якщо допомогу надає один чоловік, він розташовується збоку від потерпілого і, нахилившись, робить два швидких енергійних вдування повітря ("із рота в рот" або "із рота в ніс"). Потім піднімається, долоню однієї руки кладе на нижню половину грудини (відступивши на два пальці вище від її нижнього краю), а пальці піднімає (рис. 1.15 - 1.18). Долоню другої руки він кладе зверху першої впоперк або уздовж і надавлює, допомогаючи нахилом усього корпусу.



Положення того, хто надає допомогу, при проведенні зовнішнього масажу серця



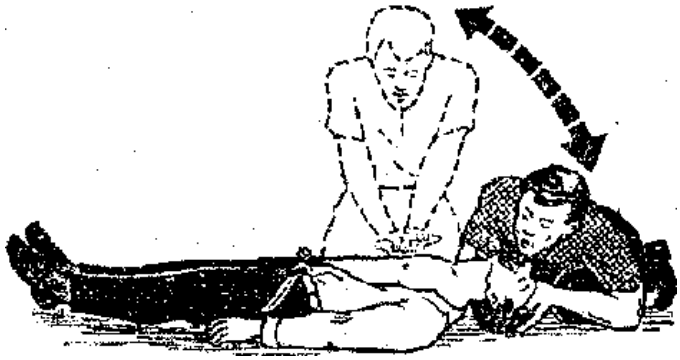
Місце розміщення рук при проведення зовнішнього масажу серця



Правильне положення рук при проведенні зовнішнього масажу серця і визначення пульсу на сонній артерії

Надавлювання слід робити швидкими поштовхами, так щоб зміщувати грудину на 4-5 см, довгочасність надавлювання - не більше 0,5 с, інтервал між окремими надавлюваннями - 0,5 с. В паузах руки з грудини не знімають, пальці залишаються прямими, руки повністю випрямлені у ліктевих суглобах.

Якщо оживлення проводить один чоловік, то на кожне вдування він робить 4 надавлювання на грудину. За 1 хвилину потрібно зробити не менше 48 надавлювань і 12 вдувань, тобто виконати 60 маніпуляцій, тому темп реанімаційних заходів має бути високим.



Проведення штучного дихання і зовнішнього масажу серця однією особою

Якщо участь у реанімації беруть два чоловіки, співвідношення "дихання-масаж" становить 1:5. Під час штучного вдиха потерпілому той, хто робить масаж серця, надавлювання не виконує, бо зусилля, що розвиваються при надавлюванні, значно більші, ніж при вдуванні (надавлювання під час вдування призводить до безрезультатності штучного дихання).



Проведення штучного дихання і зовнішнього масажу серця двома особами

Якщо реанімаційні заходи проводяться правильно, шкіряний покрив рожевіє, зіниці звужуються, самостійне дихання відновлюється. Пульс під час масажу повинен добре прощупуватися, якщо його визначає інший чоловік.

Причини неефективності зовнішнього масажу серця:

м'яка основа, на якій лежить потерпілий;

недостатня амплітуда надавлювання на градину (менше 4-5 см);

відсутність крові у порожнинах серця (ноги потерпілого слід підняти вище грудини).

Після того як відновиться серцева діяльність і буде добре визначатися пульс, масаж серця негайно припиняють, продовжуючи штучне дихання при слабому диханні потерпілого і намагаючись, щоб природній і штучний вдихи збіглись.

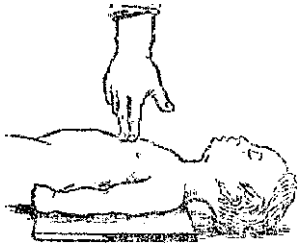
При відновленні повноцінного самостійного дихання штучне дихання також припиняють.

При неефективності штучного дихання і закритого масажу серця (шкіряний покрив синьо-фіолетовий, зіниці широкі, пульс на артеріях під час масажу не визначається) реанімацію припиняють через 30-40 хвилин.

Реанімаційні заходи у дітей до 12 років мають особливості. Дітям від року до 12 років масаж серця проводять однією рукою і за хвилину роблять від 70 до 100 надавлювань залежно від віку, дітям до року - від 100 до 200 надавлювань за хвилину двома пальцями (другим і третім) на середину грудини. При проведенні штучного дихання дітям одночасно охоплюють і рот і ніс. Об'єм вдиху необхідно розмірювати відповідно з віком дитини.



Проведення зовнішнього масажу серця дітям до 12 років



Проведення зовнішнього масажу серця новонародженим і дітям віком до 1 року

Тема 8. Організаційні заходи гарантування безпеки робіт в електроустановках. Класифікація робіт в електроустановках за ступенем безпеки (зі зняттям напруги, під напругою, поблизу струмоведучих частин). Повноваження та відповідальність осіб, які забезпечують безпеку робіт. Документальне оформлення робіт: наряд-допуск, розпорядження, поточна експлуатація. Технічні заходи, що створюють безпечні умови праці (вимкнення, перевірка відсутності напруги, встановлення заземлення). Вимоги до кваліфікаційних груп персоналу з електробезпеки.

Відповідно до чинних правил безпечної експлуатації електроустановок (НПАОП 40.1-1.21-98), роботи в електроустановках стосовно заходів безпеки поділяються на три основні категорії:

Роботи зі зняттям напруги

Це роботи, які виконуються в електроустановці (або її частині), з якої за допомогою комутаційних апаратів, зняття запобіжників, від'єднання шин тощо знято напругу, і доступ до струмовідних частин є безпечним після виконання обов'язкових технічних заходів. Повна ізоляція робочого місця від джерел живлення.

Технічні заходи безпеки:

1. Проведення необхідних вимикань і вжиття заходів проти самовільного чи помилкового ввімкнення.
2. Вивішування плакатів безпеки («Не ввімкшать – працюють люди!» тощо).
3. Перевірка відсутності напруги.
4. Встановлення заземлення (переносного або ввімкненням стаціонарних заземлювальних ножів).
5. Огородження робочого місця та вивішування плакатів «Стій! Напруга».

Роботи без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них (під напругою / поблизу струмовідних частин). Це роботи, під час яких персонал виконує завдання безпосередньо на струмовідних частинах, що перебувають під робочою напругою, або на відстанях до них, менших за допустимі (у зоні можливого ураження електричним струмом або перекриття повітряного проміжку).

Виконуються, як правило, із застосуванням спеціальних електрозахисних засобів, ізолювальних інструментів або в спеціальних ізолювальних костюмах ("роботи під потенціалом"). В електроустановках понад 1000 В такі роботи вимагають особливих регламентів, допуску та кваліфікації. Зазвичай такі роботи повинні виконувати не менше ніж два працівники (керівник робіт має мати вищу групу з електробезпеки, наприклад IV, а виконавець – не нижче III).

Роботи без зняття напруги віддалік від струмовідних частин, що перебувають під напругою. Це роботи, під час яких виключена будь-яка можливість випадкового наближення працівників, механізмів,

вантажопідіймальних машин чи інструментів до струмовідних частин на небезпечну відстань. Проведення спеціальних технічних чи організаційних заходів щодо запобігання наближенню до струмовідних частин у цьому випадку не вимагається (вони вже захищені конструктивним огородженням, висотою або достатньою відстанню).

Працівники, відповідальні за безпеку робіт в електроустановках:

- працівник, який видає наряд, розпорядження;
- працівник, який дає дозвіл на підготовку робочого місця;
- працівник, який готує робоче місце, допуск;
- працівник, який допускає до роботи (далі – допускач);
- керівник робіт;
- працівник, який наглядає за безпечним виконанням робіт (далі – наглядач);
- члени бригади.

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

Працівник, який видає наряд, зобов'язаний у випадках, передбачених, визначити зміст рядків наряду "Окремі вказівки".

Право видачі нарядів та розпоряджень надається адміністративно-технічним працівникам підприємства, які мають групу V в електроустановках понад 1000 В та групу IV – в електроустановках до 1000 В.

Особи, які складають і затверджують перелік робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації, визначають необхідність, можливість і періодичність безпечного виконання цих робіт з огляду на місцеві умови, а також кількісний та якісний склад виконавців на кожен вид роботи.

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

Давати дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск мають право оперативні працівники з групою V – в електроустановках понад 1000 В і групою IV – в електроустановках до 1000 В.

Працівник, який готує робоче місце, відповідає за правильне виконання заходів щодо підготовки робочого місця, вказаних у наряді, а також тих, що вимагаються умовами роботи (встановлення замків, плакатів, огорож).

Готувати робочі місця мають право чергові або оперативно-ремонтні працівники, які допущені до оперативних перемикань в даній електроустановці.

Допускач 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 та якість проведеного ним інструктажу.

Допускачами призначаються оперативні або оперативно-ремонтні працівники.

В електроустановках понад 1000 В допускачі повинні мати групу IV, а в електроустановках до 1000 В – групу III.

Керівник робіт відповідає за:

- вжиття заходів безпеки, передбачених нарядом чи розпорядженням, та їх достатність;

- чіткість і повноту інструктажу членів бригади;

- наявність, справність і правильне застосування необхідних засобів захисту, інструменту, інвентарю та пристосувань;

- збереження та постійність перебування на робочому місці заземлень, огороджень, знаків і плакатів безпеки, запірних пристроїв протягом робочої зміни;

- організацію і безпечне виконання робіт і дотримання.

Керівник робіт повинен здійснювати постійний нагляд за членами бригади і усувати від роботи членів бригади, які порушують ці Правила, а також не допускати тих, що перебувають у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння, або хворих.

Керівник робіт повинен мати групу з електробезпеки IV під час виконання робіт в електроустановках понад 1000 В і групу III – в електроустановках до 1000 В. Наглядач призначається для нагляду за бригадами будівельних робітників, різноробочих, такелажників та інших неелектротехнічних працівників під час виконання ними робіт в електроустановках за нарядами та розпорядженнями. Наглядач за електротехнічними працівниками, у тому числі відрядженими, призначається у випадку проведення робіт в електроустановках у особливо небезпечних умовах, що визначає особа, відповідальна за електрогосподарство підприємства. Наглядач контролює наявність встановлених на місці роботи заземлень, огороджень, плакатів, запірних пристроїв та відповідає за безпеку членів бригади відносно ураження електричним струмом. Наглядачам забороняється поєднувати нагляд з виконанням будь-якої роботи і залишати бригаду без нагляду під час роботи. Наглядачами призначаються електротехнічні працівники з групою III.

Списки працівників, які мають право на видачу нарядів, розпоряджень, керівників робіт, допускачів, зазначених, переліки робіт, що виконуються за нарядами, розпорядженнями і в порядку поточної експлуатації, визначаються особою, відповідальною за електрогосподарство, і затверджуються керівником підприємства. Зазначені списки і переліки підлягають щорічному перегляду та поновному затвердженню. У разі суміщення обов'язків відповідальний працівник

повинен мати групу з електробезпеки не нижче тієї, яка вимагається для працівників, обов'язки котрих він суміщає.

Відповідно до пункту 3.1.1. НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» роботи в електроустановках стосовно їх організації поділяються на такі, що виконуються: за нарядом-допуском (далі – наряд), за розпорядженням та в порядку поточної експлуатації.

З урахуванням енергоємності та складу енергетичного обладнання споживача на підприємстві розробляються переліки робіт, які можуть проводитися безпосередньо за нарядом, за розпорядженням та в порядку поточної експлуатації. (Розділ IV, п. 1.12. «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів»).

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

Право видачі нарядів та розпоряджень надається адміністративно-технічним працівникам підприємства, які мають групу V в електроустановках понад 1000 В та групу IV – в електроустановках до 1000 В. (п. 3.2.2 НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»).

Звертаємо увагу, що розпорядження має разовий характер. Термін дії розпорядження – одна робоча зміна. Якщо робота в зазначений строк не закінчена, а також при зміні умов роботи або складу бригади розпорядження віддають заново.

Розпорядження, так само як наряди, записується в журнал обліку робіт за нарядами і розпорядженнями особою, яка його віддала, або оперативним працівником.

Під час реєстрації розпорядження у зазначеному журналі вказується: ким віддано розпорядження; зміст і місце роботи; заходи безпеки; час виконання роботи; прізвища, ініціали, групи з електробезпеки керівника робіт (наглядача) і всіх членів бригади.

Змінювати склад бригади, що працює за розпорядженням, в процесі роботи забороняється.

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

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

В електроустановках без місцевих чергових працівників у тих випадках, коли допуск до роботи не вимагається, розпорядження може бути віддано безпосередньо

працівнику, який виконує роботу.

Роботи які виконуються за нарядом дозволяється виконувати за розпорядженням лише у випадку настання аварійної ситуації для унеможливлення нещасного випадку та збереження обладнання.

За розпорядженням в електроустановках напругою вище 1000 В можуть здійснюватись, наприклад, невідкладні роботи тривалістю не більше 1 години без урахування часу на підготовку робочого місця (понад 1 години, або коли для виконання роботи потрібне понад трьох працівників – за нарядом), роботи на електродвигуні, від якого кабель від'єднаний та кінці його замкнені накоротко чи заземлені, роботи на струмоведучих частинах, які не потребують зняття напруги і установки тимчасових огорож та ін.

На повітряних лініях (далі – ПЛ) за розпорядженням можуть виконуватися роботи на струмоведучих частинах, що не вимагають зняття напруги, у тому числі:

– з підйомом до 3 м, рахуючи від рівня землі до ніг працюючого;
– без розбирання конструкційних частин опори;
– з відкопуванням стійок опори на глибину до 0,5 м;
– з розчищення траси ПЛ, коли не потрібно вживати заходів щодо запобігання падіння на проводи дерев, обрубаних гілок;
– роботи не пов'язані з небезпечним наближенням людей, пристосувань і механізмів до проводів.

Роботи на ПЛ з використанням вантажопідіймальних машин і механізмів виконують за нарядом.

Правила з охорони праці при експлуатації електроустановок визначають умови, при яких дозволено одноосібна (не в складі бригади) робота. Так, працівник, що має групу III і право бути виконавцем робіт, може одноосібно працювати в електроустановках з напругою до 1000 В, розташованих у приміщеннях (крім особливо небезпечних). В установках з напругою вище 1000 В за розпорядженням дозволено одноосібне виконання робіт з благоустрою території відкритого розподільчого пристрою, скошування трави, розчищення від снігу доріг і проходів, ремонту та обслуговування пристроїв провідного радіо- і телефонного зв'язку, освітлювальної електропроводки та арматури, розташованих поза камерою розподільчого пристрою на висоті не більше 2,5 м, поновленню написів на кожухах устаткування і огородження поза камерами РУ та ін.

Особи, які мають групу II, за розпорядженням можуть одноосібно проводити прибирання коридорів закритого розподільчого пристрою і приміщень з електрообладнанням напругою до і вище 1000 В, де струмовідні частини огороджені. Вбирання всередині відкритого розподільчого пристрою може виконувати один працівник, що має групу III.

У приміщеннях з окремо встановленими розподільними щитами (пунктами) напругою до 1000 В прибирання може виконувати один працівник, що має групу I.

Одному працівнику, який має групу II, за розпорядженням може бути дозволено виконувати огляд ПЛ у світлий час доби при сприятливих метеорологічних умовах, у тому числі з оцінкою стану опор, перевіркою загнивання дерев'яних підстав опор; відновлювати постійні позначення на опорі; здійснювати протипожежну очищення площадок навколо опор; забарвлення бандажів на опорах.

До відряджених працівників належать працівники, які направляються для виконання робіт в діючих електроустановках інших підприємств і не перебувають в їхніх штатах, а також працівники одного і того ж підприємства, які направляються для роботи в діючих електроустановках з одного цеху (структурного підрозділу) в інший, і не перебувають в штаті останнього.

Допуск відряджених працівників до робіт в електроустановках провадиться відповідно до НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів». Відряджені працівники в цьому разі повинні мати з собою іменні посвідчення про перевірку знань встановленої форми. Перевірка знань цих НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» провадиться за місцем основної роботи.

Підприємство (організація), що відряджає працівників, повинне в письмовій формі, крім цілі відрядження, повідомити про працівників, які можуть бути призначеними керівниками робіт, наглядачами і членами бригади, а також про працівників, яким може бути надане право видачі нарядів.

Відряджені особи під час першого прибуття на місце відрядження проходять інструктаж з електробезпеки з урахуванням особливостей електроустановок, в яких їм доведеться працювати, а особи, на котрих покладаються обов'язки видавання нарядів, керівників робіт, наглядачів, проходять інструктаж і по схемах електропостачання цих установок. Інструктаж оформляється записом в журналі інструктажу з підписами осіб, що інструктуються, і особи, що проводить інструктаж.

Надання відрядженим працівникам права працювати в діючій електроустановці керівниками робіт, наглядачами і членами бригади може бути оформлене керівництвом експлуатаційного підприємства резолюцією на листі підприємства, що відрядило працівників, або за письмовою вказівкою. Надання права видавати наряди і розпорядження має бути оформлено письмовою вказівкою керівництва експлуатаційного підприємства.

Інструктаж відряджених працівників повинен проводити працівник з групою V зі складу адміністративно-технічних працівників або з групою IV зі складу оперативних або оперативно-ремонтних працівників підприємства, на яке вони відряджені. Зміст інструктажу визначається працівником, призначеним відповідальним за електрогосподарство залежно від характеру і складності роботи, схеми і особливостей електроустановки.

Підприємство (організація), що відряджає працівників, відповідає за відповідність груп з електробезпеки відряджених працівників до наданих їм прав, а також за виконання відрядженими працівниками НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

Підприємство (організація), в електроустановках якого провадять роботи відрядженими працівниками, відповідає за виконання заходів безпеки, що забезпечують захист тих, хто працює, від ураження електричним струмом робочої і наведеної напруги.

Підготовка робочого місця і допуск до роботи відряджених працівників здійснюється у всіх випадках оперативними працівниками експлуатуючої організації.

В разі порушення НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» відрядженими працівниками посадові особи експлуатувальної організації зобов'язані заборонити подальше виконання робіт відрядженими працівниками.

Усі роботи, які проводяться в електроустановках, що не вимагають оформлення наряду, виконуються:

- за розпорядженнями осіб, уповноважених на це відповідно до пункту 3.2.2 Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів, з попереднім оформленням у журналі обліку робіт за нарядами і розпорядженнями або в оперативному журналі;

- в порядку поточної експлуатації.

Організаційними заходами, якими досягається безпека робіт в електроустановках, у тому числі, є затвердження переліку робіт, що виконуються за розпорядженнями і в порядку поточної експлуатації.

Також згідно з Правилами безпечної експлуатації електроустановок споживачів у виняткових випадках короткочасні роботи, що не терплять зволікань, з усунення несправностей устаткування, які можуть призвести до аварії, допускається виконувати без наряду – за розпорядженням із записом в оперативний журнал.

В усіх випадках під час робіт мають виконуватися всі організаційно-технічні заходи, що убезпечують працівників під час робіт.

У відповідності до Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів (НПАОП 40.1-1.21-98), затверджених наказом Держнаглядохоронпраці від 09.01.1998 № 4 (далі «ПБЕЕС»), та порядку навчання і перевірки знань працівників, який розроблений на підприємстві згідно з вимогами Типового (або галузевого) положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці, саме кваліфікаційна група визначає рівень знань працівника з електробезпеки.

Всього існує п'ять груп, вимоги до кожної з яких містяться в ПБЕЕС. Групу

присвоюють залежно від стажу роботи працівника в електроустановках. Працівники, що обслуговують електроустановки, зобов'язані знати ПБЕЕС відповідно до займаної посади чи роботи, яку вони виконують, та мати відповідну групу з електробезпеки згідно з такими вимогами:

1) Для одержання групи I, незалежно від посади і фаху, необхідно пройти інструктаж з електробезпеки під час роботи в даній електроустановці з оформленням в журналі реєстрації інструктажів з питань охорони праці. Інструктаж з електробезпеки на I групу має провадити особа, відповідальна за електрогосподарство, або, за її письмовим розпорядженням,- особа зі складу електротехнічних працівників з групою III. Мінімальний стаж роботи в електроустановках, проведення іспитів і видання посвідчень працівникам з групою I не вимагаються (тобто персонал, який одержує групу I, не володіє досить глибокими знаннями в галузі фізики і, зокрема, електротехніки і не розуміє небезпеки наближення або дотику до елементів, які, можливо, знаходяться під напругою).

2) Для одержання груп II-III працівники мають:

а) чітко усвідомлювати небезпеку, пов'язану з роботою в електроустановках;

б) знати і уміти застосувати на практиці ПБЕЕС та інші правила безпеки в обсязі, потрібному для роботи, яка виконується;

в) знати будову і улаштування електроустановок;

г) уміти практично надавати першу допомогу потерпілим в разі нещасних випадків, в тому числі застосовувати способи штучного дихання і зовнішнього масажу серця.

Тобто працівники повинні чітко розуміти чим небезпечний електричний струм, які можливі негативні наслідки від різних небезпечних впливів. Як попередити і не допустити виникнення аварій та нещасних випадків. На які фактори навколишнього середовища необхідно звернути увагу при підготовці робочого місця і під час роботи. Як підстрахуватися в тих чи інших ситуаціях. Освоїти цей обсяг інформації і показати рівень її засвоєння, можна тільки при проходженні навчання на групу допуску з подальшою здачею іспиту.

Для присвоєння чергової групи з електробезпеки необхідно мати мінімальний стаж роботи в електроустановках з попередньою групою, зазначеній у додатку 1 ПБЕЕС. Важливо, що особам, молодшим за 18 років, не дозволяється присвоювати групу вище II.

3) Для одержання груп IV-V додатково необхідно знати компонування електроустановок і уміти організувати безпечне проведення робіт, уміти навчити працівників інших груп ПБЕЕС і наданню першої допомоги потерпілим від електричного струму.

IV група «інспектуючої особи» присвоюється особам, які здійснюють нагляд за додержанням вимог безпеки при проведенні робіт в електроустановках

(інженерам з охорони праці, інспекторам та іншим посадовим особам, наділеним відповідними повноваженнями). Перевірка знань – не рідше один раз на три роки. Керівні вказівки безпосередньо електротехнічному персоналу такі особи не дають, а всі помічені недоліки і порушення вказують адміністративно-технічному персоналу особисто в усному або письмовому вигляді (приписах).

4) Для одержання групи V необхідно також розуміти, чим викликані вимоги пунктів Правил безпечної експлуатації електроустановок; про рівень кваліфікації працівників з V групою говорить така вимога ПБЕЕС: для одержання групи V необхідно також розуміти, чим викликані вимоги пунктів ПБЕЕС. Це свідчить про високий рівень професійної підготовки і достатній досвід роботи в електроенергетиці.

5) Організація роботи комісії з перевірки знань роботи в електроустановках: керівник підприємства своїм наказом створює центральну комісію та комісію структурних підрозділів із перевірки знань, а також затверджує список працівників які проходитимуть навчання та складатимуть іспит. Зазвичай головою центральної комісії є керівник підприємства або його заступник. До комісії також входять особа, відповідальна за електрогосподарство (з групою з електробезпеки не нижче IV), спеціалісти підрозділу підприємства з охорони праці, представники юридичних, виробничих, технічних служб, представник профспілки або уповноважена працівниками особа з питань охорони праці. Комісії підрозділів очолюють їх керівники після проходження перевірки знань в центральній комісії та особа, відповідальна за електрогосподарство. Комісія має складатись не менше ніж з трьох осіб. Якщо створити власну комісію немає можливості, працівники проходять навчання та складають іспити у спеціалізованих навчальних закладах.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРВІРКИ

Тема 1. Основи електробезпеки. Види ураження електричним струмом

1. Що є предметом вивчення та головною метою навчальної дисципліни «Електробезпека»?
2. Яке визначення поняття «електробезпека» згідно з чинними стандартами?
3. Що таке «електротравма» та чим вона відрізняється від «електротравматизму»?
4. Які основні специфічні особливості та «підступності» має електричний струм на відміну від інших виробничих шкідливостей?
5. Назвіть три основні види дії електричного струму на живий організм та поясніть їхню сутність.
6. Які наслідки викликає термічна дія електричного струму згідно із законом Джоуля-Ленца?
7. У чому полягає електролітична (хімічна) дія струму і для якого виду струму вона є найбільш вираженою?
8. Що таке біологічна дія струму та в чому різниця між її прямою і рефлекторною дією?
9. У чому полягає сутність вторинного травматизму при дії електричного струму?
10. На які дві великі категорії поділяються всі наслідки впливу електричного струму на організм людини?
11. Назвіть 4 ступені тяжкості загальних електричних ударів та охарактеризуйте їхні клінічні ознаки.
12. Що таке «клінічна смерть», яка її тривалість і чому її стан вважається зворотним?
13. Охарактеризуйте явище фібриляції серця та назвіть наслідки цього стану.
14. Що таке електричний шок і які дві фази він має?
15. Назвіть основні види місцевих електротравм (електричні знаки, металізація шкіри, електроофтальмія) та дайте їм коротку характеристику.

Тема 2. Фактори, які визначають безпеку ураження електричним струмом

1. З яких компонентів складається повний електричний опір тіла людини?
2. Чому роговий шар епідермісу має найбільший опір і як його стан впливає на небезпеку ураження?
3. Як впливають на опір тіла людини вологість шкіри, забруднення та наявність мікротравм?
4. Чому внутрішній опір тіла людини значно менший за опір шкіри (наведіть приклади опору внутрішніх тканин)?

5. Яке умовне значення опору тіла людини приймається при інженерних розрахунках захисних засобів?
6. Як впливають на наслідки ураження стать, вік та місця контакту електрода з тілом людини?
7. Які фізичні параметри електричного струму мають вирішальне значення при ураженні людини?
8. Що таке поріг відчутного струму для змінного та постійного струму?
9. Дайте визначення невідпускаючого струму для змінного струму частотою 50 Гц та постійного струму.
10. Що таке пороговий фібриляційний струм і які його значення для змінного та постійного струму?
11. Як впливає напруга електричної мережі на пробій рогового шару шкіри та зміну опору тіла людини?
12. Порівняйте небезпеку постійного та змінного струму (промислової частоти 50 Гц) при однакових значеннях напруги.
13. Як частота електричного струму (низькі, високі та надвисокі частоти) впливає на ступінь небезпеки ураження?
14. Чому час проходження струму через тіло людини критично впливає на наслідки ураження (роль фази Т серцевого циклу)?
15. Наведіть класифікацію виробничих приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом (три категорії).

Тема 3. Небезпека напруги кроку та розтікання струму при замиканні на землю

1. Які основні причини виникнення замикання струмовідної частини на землю?
2. Як визначається потенціал у зоні замикання струму на землю та від чого залежить різниця потенціалів?
3. За яким законом змінюються потенціали точок ґрунту в полі розтікання струму?
4. Що таке зона розтікання струму в землі та якими є її приблизні радіуси для мереж до та понад 1000 В?
5. Дайте визначення напруги кроку та поясніть фізичний механізм її виникнення.
6. Від яких факторів залежить величина напруги кроку, на якій стоїть людина?
7. Чому падіння людини в зоні розтікання струму різко збільшує загрозу смертельного ураження?
8. Які існують правила безпечного виходу із зони розтікання струму («гусячий крок»)?
9. Що таке напруга дотику та чим вона відрізняється від напруги кроку?

10. Як розраховується напруга дотику через потенціал корпусу та потенціал основи?
11. Чому дотик до заземленого корпусу обладнання під напругою несе менший ризик, ніж дотик до незнеструмленої оголеної фази?
12. Яким чином форма і матеріали взуття впливають на значення напруги кроку, що діє на людину?
13. У яких випадках на практиці найчастіше виникає небезпека дії крокової напруги?
14. Чому при виявленні обірваного проводу на землі забороняється бігти або робити великі кроки?
15. Які захисні заходи застосовуються для зниження небезпеки напруги кроку біля заземлюючих пристроїв та на відкритих підстанціях?

Тема 4. Небезпека ураження в електричних мережах різного типу

1. Які основні чинники визначають безпеку дотику до струмопровідних частин в електроустановках?
2. Назвіть основні режими нейтралі джерела живлення згідно з правилами улаштування електроустановок.
3. У чому полягає принципова відмінність між однофазним та двофазним дотиком людини до електричної мережі?
4. Опишіть характер протікання струму через тіло людини при дотику до однієї з фаз у нормальному режимі мережі з ізольованою нейтраллю (IT).
5. Яку роль відіграє опір ізоляції фаз відносно землі в мережах з ізольованою нейтраллю напругою до 1 кВ?
6. Опишіть умови та формули розрахунку струму через людину при однофазному дотику в мережі з глухозаземленою нейтраллю (TN).
7. Чому в нормальному режимі мережа з ізольованою нейтраллю вважається безпечнішою за мережу з глухозаземленою нейтраллю?
8. Що відбувається в мережі з ізольованою нейтраллю в аварійному режимі при замиканні однієї з фаз на землю?
9. Чому аварійний режим (замикання фази на землю) у мережах IT є більш небезпечним для людини порівняно з мережами TN?
10. Як змінюються напруги неушкоджених фаз відносно землі при замиканні однієї фази в мережі з ізольованою нейтраллю?
11. Які переваги має чотирипровідна мережа з глухозаземленою нейтраллю під час аварійного режиму?
12. У яких випадках та на яких об’єктах обов’язково слід застосовувати мережі з глухозаземленою нейтраллю?
13. Чому двофазний дотик до електричної мережі є однаково смертельно небезпечним незалежно від режиму нейтралі?

14. Які особливості мають мережі з напругою понад 1000 В щодо ємнісного опору фаз відносно землі?
15. Чому в мережах високої напруги захисна роль ізоляції дротів практично втрачається і дотик стає рівнозначним дотику до обкладок трансформатора?

Тема 5. Основні технічні заходи захисту в електроустановках

1. Перерахуйте основні причини нещасних випадків від дії електричного струму на виробництві.
2. Які існують загальні технічні та організаційні заходи захисту від ураження електричним струмом?
3. У чому полягає принцип дії та де застосовуються малі (наднизькі) напруги (6, 12, 24, 36, 42 В)?
4. Який принцип електричного поділу мережі за допомогою розділових трансформаторів?
5. Які заходи захисту застосовуються при небезпеці переходу вищої напруги на нижчу в трансформаторах (пробивні запобіжники)?
6. Чому і яким чином ізоляція електроустаткування з часом «старіє» та руйнується?
7. Як часто проводяться профілактичні вимірювання опору ізоляції та які норми встановлені ПУЕ для мереж до 1000 В?
8. За допомогою яких приладів (мегаомметрів, приладів безперервного контролю) здійснюється контроль ізоляції?
9. У чому полягає сутність випробування ізоляції підвищеною напругою промислової частоти?
10. Які типи захисних огороджень (суцільні, сітчасті) та блокувань (механічні, електричні) застосовуються в електроустановках?
11. Що таке подвійна ізоляція і чим відрізняється робоча ізоляція від додаткової?
12. Для чого застосовується компенсація ємнісної складової струму замикання на землю за допомогою дугогасних (компенсаційних) котушок?
13. Дайте визначення захисного заземлення, його головне призначення та принцип дії.
14. Що таке занулення, в яких мережах воно застосовується і як воно перетворює замикання на корпус у коротке замикання?
15. Які існують типи пристроїв захисного відключення (ПЗВ) залежно від контрольованих вхідних величин та їхній принцип дії?

Тема 6. Причини ураження електричним струмом та основні заходи захисту

1. На які чотири основні групи поділяються причини виробничого електротравматизму?

2. Наведіть приклади технічних та організаційно-технічних причин електротравм.
3. Які основні організаційні та організаційно-соціальні причини призводять до нещасних випадків від струму?
4. Які основні безпосередні виробничі ситуації призводять до потрапляння людей під напругу (відсотковий розподіл)?
5. Як класифікуються виробничі приміщення за ступенем небезпеки ураження струмом відповідно до ПУЕ?
6. Назвіть чинники підвищеної небезпеки та чинники особливої небезпеки у приміщеннях.
7. Які вимоги висуваються до вибору допустимої напруги переносних світильників залежно від категорії приміщення?
8. На які дві великі категорії поділяються електрозахисні засоби згідно з НПАОП 40.1-1.07-01?
9. Що належить до основних електрозахисних засобів для роботи в електроустановках до 1000 В та понад 1000 В?
10. Які вироби належать до додаткових ізолювальних електрозахисних засобів для установок до і понад 1000 В?
11. Які правила комбінування основних і додаткових засобів захисту діють при виконанні робіт в електроустановках?
12. Чим відрізняються ізолювальні захисні засоби від огороджувальних та запобіжних?
13. Які існують види плакатів і знаків безпеки (застережні, заборонні, дозвільні, нагадувальні) та де вони вивішуються?
14. Які правила одноособового огляду та обслуговування діючих електроустановок встановлені для персоналу?
15. Який порядок заміни плавких вставок запобіжників у діючих електроустановках до і понад 1000 В?

Тема 7. Надання першої допомоги потерпілим при ураженні електричним струмом

1. Що таке перша допомога і чому її терміновість є вирішальним фактором для врятування життя потерпілого?
2. Які загальні обов'язкові етапи (алгоритм дій) при наданні допомоги потерпілому від електричного струму?
3. Чому забороняється вважати потерпілого мертвим через відсутність дихання чи пульсу (стан «уявної» смерті)?
4. Які першочергові дії слід виконати для негайного звільнення потерпілого від дії електричного струму в електроустановках до 1000 В?

5. Якими підручними сухими предметами (дошки, канати, одяг) можна користуватися для відтягування потерпілого?
6. Яких правил безпеки та заходів ізоляції (рукавички, килимки, одна рука за спиною) має дотримуватися той, хто надає допомогу?
7. Як звільнити потерпілого від струму шляхом розриву електричного кола (перерубування проводів, підсування дошки під ноги)?
8. Які особливості та додаткові заходи безпеки (діелектричні боти, штанги, заземлення проводів накидом) діють в електроустановках понад 1000 В?
9. За якими п’ятьма основними показниками (свідомість, колір шкіри, дихання, пульс на сонній артерії, зіниці) оцінюють стан потерпілого?
10. Який порядок дій, якщо потерпілий при свідомості, але до цього перебував у непритомному стані?
11. Як перевірити наявність пульсу на сонній артерії та ширину зіниць?
12. Які етапи включає підготовка потерпілого до штучного дихання (забезпечення прохідності дихальних шляхів, закидання голови)?
13. Опишіть техніку виконання найефективнішого способу штучного дихання «із рота в рот» або «із рота в ніс».
14. У яких випадках і чому застосовується комплекс реанімації (поєднання штучного дихання із зовнішнім масажем серця)?
15. Опишіть правильну техніку виконання зовнішнього масажу серця (положення рук на грудині, глибина поштовхів, частота та пропорція вдихів до надавлювань).

Тема 8. Організаційні заходи гарантування безпеки робіт в електроустановках

1. На які три категорії за ступенем безпеки поділяються роботи в електроустановках згідно з НПАОП 40.1-1.21-98?
2. Що таке роботи зі зняттям напруги та які обов'язкові технічні заходи передують їх початку?
3. У чому полягають особливості виконання робіт без зняття напруги безпосередньо на струмовідних частинах або поблизу них?
4. Які роботи належать до категорії робіт без зняття напруги віддалік від струмовідних частин?
5. Назвіть категорії працівників, відповідальних за безпеку робіт в електроустановках (видаючий наряд, допускач, керівник робіт, наглядач тощо).
6. Які обов'язки та кваліфікаційні вимоги (групи з електробезпеки) встановлені для працівника, який видає наряд або розпорядження?
7. Які обов'язки і повноваження має керівник робіт та наглядач під час виконання завдання?

8. У яких документальних формах (наряд-допуск, розпорядження, порядок поточної експлуатації) оформлюються роботи в електроустановках?
9. Що таке наряд-допуск на виконання робіт підвищеної небезпеки в електроустановках, який термін його дії та зберігання?
10. У яких випадках і на який термін може видаватися розпорядження на проведення робіт?
11. Які види робіт дозволяється виконувати в порядку поточної експлуатації без оформлення наряду чи розпорядження?
12. Опишіть послідовність виконання п’яти обов'язкових технічних заходів, що створюють безпечні умови праці на робочому місці.
13. Які особливості допуску до робіт та інструктажу відряджених працівників на підприємстві?
14. Які загальні вимоги та стаж роботи в електроустановках встановлені для присвоєння кваліфікаційних груп з електробезпеки (від I до V групи)?
15. Як організовується робота комісій з перевірки знань з електробезпеки на підприємстві (центральна комісія, склад комісії, категорії працівників)?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кодекс цивільного захисту України. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text
2. Закон України «Про охорону праці» від 21.11.2002 р.
3. 8. Технічний регламент безпеки низьковольтного електричного обладнання. Затв. постановою Кабінету Міністрів України від 29.10.2009 № 1149.
4. 9. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Затв. наказом Держнаглядохоронпраці від 09.01.93 № 4.
5. 10. Положення про медичний огляд працівників певних категорій. Затв. наказом МОЗ України від 21.05.07 № 246. НПАОП 0.00-8.18-04 Порядок проведення огляду, випробування та експертного обстеження (технічного діагностування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки. Затв. постановою Кабінету Міністрів України від 26 травня 2004 р. № 687.
6. 11. Правила експлуатації електрозахисних засобів. Затв. наказом Мінпраці від 05.06.01 № 253. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок засобів. Затв. наказом Мінпраці від 21.06.01 № 272.
7. 12. Правила улаштування електроустановок. Розділ 1. Загальні правила. Глава 1.7 Заземлення і захисні заходи електробезпеки, Затв. наказом Мінпаливенерго України від 28.08.06 № 305.
8. 13. ДБН В.2.5-27-2006 Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд
9. 14. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, [Електронний ресурс]. – На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30. Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14. – (Державні санітарні норми та правила)
10. Система стандартів безпеки праці. Системи вентиляційні. Загальні вимоги [Текст] : ДСТУ Б А.3.2-12:2009. На заміну ГОСТ 12.4.021-75 ; чинний від 2010-08-01. (Державний Стандарт України).
11. Природне і штучне освітлення. [Текст] : ДБН В.2.5-28-2018. – На заміну ДБН В.2.5-28-2006 ; чинний з 2019-03-01. (Державні будівельні норми України).
12. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку, [Електронний ресурс] : ДСН 3.3.6.037-99. – Чинний від 1999-12-01. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99. – (Державні санітарні норми)
13. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів [Електронний ресурс] : ДСНіП 3.3.6.096-2002. – Чинний від 2003-03-13. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0203-03. – (Державні санітарні норми)
14. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань [Електронний ресурс] : ДСН 239-96. – На заміну СанПиН 2963-84 ; чинний від 1996-08-01. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0488-96. – (Державні санітарні норми)
15. Вимоги до роботодавців щодо захисту працівників від шкідливого впливу електромагнітних полів [Електронний ресурс] : НПАОП 0.00-7.13-14. – Чинний від 2014- 03-21. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0335-14. – (Нормативно-правовий акт охорони праці)
16. Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту [Текст] : ДСТУ 7237:2011. На заміну ГОСТ 12.1.019-79 ; чинний від 2011-08-01. (Державний Стандарт України)
17. Система стандартів безпеки праці. Засоби колективного захисту працюючих. Загальні вимоги та класифікація [Текст] : ДСТУ 7238:2011. – Вперше ; у частині переліку основних видів засобів захисту працюючих (засоби колективного захисту) замінює ГОСТ 12.4.011-89 ; чинний від 2011-02-02. – (Національний стандарт України)
18. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація [Текст] : ДСТУ 7239:2011. – Уведено вперше ; чинний від 2011-08- 01. (Національний стандарт України).
19. Правила пожежної безпеки в Україні [Електронний ресурс] : НАПБ А.01.001-14. – На

заміну НАПБ А.01.001-04 ; чинний від 2014-12-30. – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15. – (Нормативний акт пожежної безпеки).

20. Класифікація пожеж (EN 2:1992; EN 2:1992/A1:2004, IDT) [Текст] : ДСТУ EN 2:2014. – На заміну ГОСТ 27331-87; чинний з 01.01.2016 / Мінекономрозвитку України, (Державний Стандарт України)

21. **ІІІ. Інформаційні ресурси**

22. Офіційне інтернет-представництво Президента України [Електронний ресурс]: – URL: http://www.president.gov.ua/.

23. Офіційний сайт [Електронний ресурс]: / Верховна Рада України. – Режим доступу: http://www.rada.kiev.ua.

24. Офіційний сайт [Електронний ресурс]: / Кабінет Міністрів України. – URL: http://www.kmu.gov.ua/.

25. Офіційний сайт [Електронний ресурс]: / Міністерство освіти і науки України. – URL: http://www.mon.gov.ua, www.osvita.com.

26. Офіційний сайт [Електронний ресурс]: / Міністерство екології та природних ресурсів України. – URL: http://www.menr.gov.ua/.

27. Офіційний сайт [Електронний ресурс]: / Рада національної безпеки і оборони України. – URL: http://www.rainbow.gov.ua/.

28. Офіційний сайт [Електронний ресурс]: / Постійне представництво України при ООН. – URL: http://www.uamission.org/.

29. Офіційний сайт [Електронний ресурс]: / Український інститут досліджень навколишнього середовища і ресурсів при Раді національної безпеки і оборони України. – URL: http://www.erriu.ukrtel.net/index.htm.

30. Офіційний сайт [Електронний ресурс]: / Державна служба України з питань праці (Держпраці). – URL: http://dsp.gov.ua/

31. Офіційний сайт [Електронний ресурс]: / Державна інспекція України з питань праці. – URL: http://dpu.gov.ua/default.aspx

32. Державна служба України з надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.dsns.gov.ua/.

33. Довідник спеціаліста з охорони праці [Електронний ресурс] – Режим доступу : https://www.sop.com.ua/.

34. Електронний журнал «Довідник спеціаліста з охорони праці» [Електронний ресурс] – Режим доступу : https://esop.mcfr.ua/.

35. Охорона праці і пожежна безпека [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://oppb.com.ua/.

Електробезпека [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Цивільна безпека» галузі знань К «Безпека та оборона» спеціальності К10 «Цивільна безпека» денної та заочної форм навчання / уклад. О.О. Вісин. Луцьк: Відділ іміджу та промоції ЛНТУ, 2026. 82 с.

Комп'ютерний набір О.О. Вісин
Редактор О.О. Вісин

Підп. до друку «__»_____2026 р. Формат 60х84/16. Папір офс.
Гарн. Таймс. Ум. друк. арк. 5,16.
Тираж 50 прим.

Відділ іміджу та промоції
Луцького національного технічного університету
43018, м. Луцьк,
вул. Львівська,75
Друк – Відділ іміджу та промоції ЛНТУ