

Тема 3.2. Електробезпека

Мета

навчальна: вивчити основні поняття електробезпеки, чинники, що впливають на наслідки ураження електричним струмом та основи надання першої допомоги при ураженні електричним струмом.

виховна: виховувати зацікавленість дисципліною, прагнення отримувати нові знання.

пізнавальна: розвивати уміння користуватися всіма доступними джерелами знань.

План

1. Дія електричного струму на організм людини
2. Електричні травми
3. Чинники, що впливають на наслідки ураження електричним струмом.
4. Класифікація приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом.
5. Умови ураження людини електричним струмом.
6. Ураження електричним струмом при дотику або наближенні до струмоведучих частин і при дотику до неструмоведучих металевих елементів електроустановок, які опинились під напругою.
7. Напруга кроку та дотику.
8. Безпечна експлуатація електроустановок: електрозахисні засоби і заходи.
9. Надання першої допомоги при ураженні електричним струмом.

Література

1. Закон України «Про охорону праці» (нова редакція із змінами та доповненнями станом на 1 січня 2004 року). – К.: Основа, 2004. – 56 с.
2. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник. 5-е вид. / За ред. М.П. Гандзюка. - К.: Каравела, 2011. - 384 с.
3. Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
4. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. – Львів: Афіша, 2005. – 317с.
5. Запорожець О. І., Протоєрейський О. С., Франчук Г. М., Боровик І. М. Основи охорони праці. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 264 с.
6. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с
7. Основи охорони праці: /В.В. Березуцький, Т.С. Бондаренко, Г.Г.Валенко та ін.; за ред. проф. В.В. Березуцького. – Х.:Факт, 2005. – 480 с.
8. Охорона праці: навч. посіб. / З.М. Яремко, С.В. Тимошук, О.І. Третьак, Р.М. Ковтун; за ред. проф. З.М. Яремка. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 374 с.

1. Дія електричного струму на організм людини

Протікання струму через тіло людини супроводжується термічним, електролітичним та біологічним ефектами.

Термічна дія струму полягає в нагріві тканини, випаровуванні вологи тощо, що викликає опіки, обвуглювання тканин та їх розриви парою. Тяжкість термічної дії струму залежить від величини струму, опору проходженню струму та часу проходження. При короткочасній дії струму термічна складова може бути визначальною в характері і тяжкості ураження.

Електролітична дія струму проявляється в розкладі органічної речовини (її електролізі), в тому числі і крові, що приводить до зміни їх фізико-хімічних і біохімічних властивостей. Останнє, в свою чергу, приводить до порушення біохімічних процесів в тканинах і органах, які являються основою забезпечення життєдіяльності організму.

Біологічна дія струму проявляється у подразненні і збуренні живих тканин організму, в тому числі і на клітинному рівні. При цьому порушуються внутрішні біоелектричні процеси, що протікають в нормально функціонуючому організмі і пов'язані з його життєвими функціями. Збурення, спричинене подразнюючою дією струму, може проявлятися у вигляді мимовільного непередбачуваного скорочення м'язів. Це так звана пряма або безпосередня збурююча дія струму на тканини, по яких він протікає. Разом з цим збурююча дія струму на тканини може бути і непрямою, а рефлекторною — через центральну нервову систему. Механізм такої дії полягає в тому, що збурення рецепторів (периферійних органів центральної нервової системи) під дією електричного струму передається центральній нервовій системі, яка перероблює цю інформацію і видає команди щодо нормалізації процесів життєдіяльності у відповідних тканинах і органах. При перевантаженні центральної нервової системи інформацією (збуренням клітин і рецепторів) центральна нервова система може видавати недоцільну, неадекватну інформацію, виконавчу команду. Останнє може привести до серйозних порушень діяльності життєво важливих органів, в тому числі серця та легенів, навіть коли ці органи не лежать на шляху струму.

Крім відміченого, протікання струму через організм негативно впливає на поле біопотенціалів в організмі. Зовнішній струм, взаємодіючи з біострумами, може порушити нормальний характер дії біострумів на тканини і органи людини, подавити біоструми і тим самим викликати специфічні розлади в організмі.

2. Електричні травми

Виділяють три види електротравм: **місцеві, загальні і змішані**.

До **місцевих електротравм** відносяться електричні опіки, електричні знаки, металізація шкіри, електрофтальмія і механічні ушкодження, пов'язані з дією електричного струму чи електричної дуги. На місцеві електротравми приходить біля 20% електротравм.

Електричні опіки – найбільш розповсюджені електротравми, біля 85% яких приходить на електромонтерів, що обслуговують електроустановки. Залежно від умов виникнення опіки діляться на контактні, дугові і змішані. Контактні струмові опіки більш вірогідні в установках порівняно невеликої напруги – 1...2 кВ і спричиняються тепловою дією струму. Для місць контакту тіла зі струмовідними неізольованими елементами електроустановки характерним є велика щільність струму і підвищений опір — за рахунок опору шкіри. Тому в місцях контакту виділяється значна кількість тепла, що і приводить до опіку. Контактні опіки охоплюють прилеглі до місця контакту ділянки шкіри і тканин.

Тяжкість ураження при контактних опіках залежать від величини струму та опору його проходженню, а також від часу проходження.

Дугові опіки можуть відбуватися в електроустановках, різних за величиною напруги. При цьому в установках до 6...10 кВ дугові опіки частіше є результатом випадкових коротких замикань при виконанні робіт в електроустановках. При більших значеннях напруг дуга може виникати як безпосередньо між струмовідними елементами установки, так і між струмовідними елементами електроустановки і тілом людини при небезпечному наближенні її до струмовідних елементів. В першому випадку (дуга між елементами електроустановки) струм через тіло людини може не проходити і небезпека обумовлюється тепловою дією дуги, а в другому (дуга між струмовідними елементами і тілом людини) теплова дія дуги поєднується з проходженням струму через тіло людини. Дугові опіки, в цілому, значно тяжчі, ніж контактні, і нерідко приводять до смерті потерпілого, а тяжкість уражень зростає зі збільшенням величини напруги.

Електричні знаки (знаки струму або електричні мітки) спостерігаються у вигляді різко окреслених п'ятен сірого чи блідо – жовтого кольору на поверхні тіла людини в місці контакту зі струмовідними елементами. За звичай, знаки мають круглу чи овальну форму, або форму струмовідного елемента, до якого доторкнулася людина, з поглибленням в центрі. Іноді електричні знаки можуть мати форму мікроблискавки, яка контрастно спостерігається на поверхні тіла.

Електричні знаки можуть виникати як в момент проходження струму через тіло людини, так і через деякий час після контакту зі струмовідними елементами електроустановки. Особливого болювого відчуття електричні знаки не спричиняють і з часом безслідно зникають.

Металізація шкіри — це проникнення у верхні шари шкіри дрібних часток металу, який розплавився під дією електричної дуги. Наддрібні частки металу мають високу температуру, але малий запас теплоти. Тому вони не здатні проникати через одяг і небезпечні для відкритих ділянок тіла. На ураженій ділянці тіла, при цьому, відчувається біль від опіку за рахунок тепла занесеного в шкіру металу і напруження шкіри від присутності в ній сторонньої твердої речовини —

часток металу. З часом уражена ділянка шкіри приймає нормальний стан і зникають больові відчуття.

Особливо небезпечна електрометалізація, пов'язана з виникненням електричної дуги, для органів зору. При електрометалізації очей лікування може бути досить тривалим, а в окремих випадках безрезультатними. Тому при виконанні робіт в умовах вірогідного виникнення електричної дуги необхідно користуватись захисними окулярами.

В більшості випадків одночасно з металізацією шкіри мають місце дугові опіки.

Електроофтальмія — запалення зовнішніх оболонок очей, спричинененадмірною дією ультрафіолетового випромінювання електричної дуги. Електроофтальмія, за звичай, розвивається через 2-6 годин після опромінення (залежно від інтенсивності опромінення) і проявляється у формі покрасіння і запалення шкіри і слизових оболонок повік, слъозоточінні, гнійних виділеннях, світлобоях і світлобоязнi. Тривалість захворювання 3...5 днів.

Профілактика електроофтальмії при обслуговуванні електроустановок забезпечується застосуванням окулярів зі звичайними скельцями, які майже не пропускають ультрафіолетових променів.

Механічні ушкодження, пов'язані з дією електричного струму на організм людини, спричиняються непередбачуваним судомним скороченням м'язів в результаті подразнюючої дії струму. Внаслідок таких судомних скорочень м'язів можливі розриви сухожиль, шкіри, кровоносних судин, нервових тканин, вивихи суглобів, переломи кісток тощо. До механічних пошкоджень, спричинених дією електричного струму, не відносяться ушкодження, обумовлені падінням з висоти та інші подібні випадки навіть коли падіння було спричинено дією електричного струму.

Загальні електричні травми або електричні удари – це порушення діяльності життєво важливих органів чи всього організму людини як наслідок збурення живих тканин організму електричним струмом, яке супроводжується мимовільним судомним скороченням м'язів. Результат негативної дії на організм цього явища може бути різний: від судомного скорочення окремих м'язів до повної зупинки дихання і кровообігу. При цьому зовнішні місцеві пошкодження можуть бути відсутні.

Залежно від наслідків ураження електричні удари діляться на чотири групи:

I – судомні скорочення м'язів без втрати свідомості;

II – судомні скорочення м'язів з втратою свідомості без порушень дихання і кровообігу;

III – втрата свідомості з порушенням серцевої діяльності чи дихання, або серцевої діяльності і дихання разом;

IV – клінічна смерть, тобто відсутність дихання і кровообігу.

Клінічна або “уявна” смерть – це перехідний стан від життя до смерті. В стані клінічної смерті кровообіг і дихання відсутні, в організм людини не постачається кисень. Ознаки клінічної смерті – відсутність пульсу і дихання, шкіряний покрив синьовато-блідий, зіниці очей різко розширені і не реагують на світло. Життєдіяльність клітин і організму в цілому ще деякий час підтримується за рахунок наявного в організмі кисню на момент ураження. З часом запаси кисню

в організмі вичерпуються і клітини організму починають відмирати, тобто настає біологічна смерть. Період клінічної смерті визначається проміжком часу від зупинки кровообігу і дихання до початку відмирання клітин головного мозку, як більш чутливих до кисневого голодування. Залежно від запасу кисню в організмі на момент зупинки кровообігу період клінічної смерті може бути від декількох до 10...12 хвилин, а кисневі ресурси організму, в свою чергу, визначаються тяжкістю виконуваної роботи – зменшуються зі збільшенням тяжкості роботи.

Якщо в стані клінічної смерті потерпілому своєчасно надати кваліфіковану допомогу (штучне дихання і закритий масаж серця), то дихання і кровообіг можуть відновитися, або продовжиться період клінічної смерті до прибуття медичної допомоги.

Закритий масаж серця не приводить, практично, до відновлення його роботи при наявності фібриляції серця — неупорядочені скорочення м'язів серця, які не приводять до циркуляції крові. При фібриляції відновлення роботи серця можливе за застосування медпрепаратів і дефібриляторів — спеціальних електроприладів. Таким чином, при фібриляції серця закритий його масаж сприяє тільки подовженню періоду клінічної смерті.

Крім електричних ударів, одним із різновидів загальних електротравм є електричний шок—тяжка нервово-рефлекторна реакція організму на подразнення електричним струмом. При шоці виникають глибокі розлади нервової системи і, як наслідок цього, розлади систем дихання, кровообігу, обміну речовин, функціонування організму в цілому, а життєві функції організму поступово згасають. Такий стан організму може тривати від десятків хвилин до доби і закінчитись або виздоровленням при активному лікуванні, або смертю потерпілого.

Як і при інших видах травм при електротравмах виділяють **технічні, організаційно-технічні, організаційні і організаційно-соціальні їх причини.**

До технічних причин відносяться недосконалість конструкції електроустановки і засобів захисту, допущенні недоліки при виготовленні, монтажу і ремонті електроустановки. Крім перерахованих, технічними причинами електротравм можуть бути несправності електроустановок і захисних засобів, що виникають в процесі експлуатації установок, невідповідність будови електроустановок і захисних засобів умовам їх застосування, використання електрозахисних засобів з простроченою датою чергових випробувань.

До організаційно-технічних причин відносяться: 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 огорожень або невідповідність їх конструкції і розміщення вимогам чинних нормативів та відсутність необхідних плакатів і попереджувальних та заборонних написів; помилки в накладанні і знятті переносних заземлень або їх відсутність.

До основних організаційних причин електротравм відносяться:

- 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 з 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 відносяться змушене виконання не за спеціальністю електронебезпечних робіт, негативне відношення до виконуваної роботи, обумовлене соціальними чинниками, залучення працівників до зверхурочних робіт, порушення виробничої дисципліни, залучення до роботи осіб віком до 18 років.

3. Чинники, що впливають на наслідки ураження електричним струмом

Чинники, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом, діляться на три групи: електричного характеру, неелектричного характеру і чинники виробничого середовища.

Основні чинники електричного характеру це величина струму через людину, напруга, під яку вона попадає та опір її тіла, рід і частота струму.

Величина струму через людину безпосередньо і в найбільший мірі впливає на тяжкість ураження електричним струмом.

За характером дії на організм виділяють:

— відчутний струм — викликає при проходженні через організм відчутні подразнення;

— невідпускаючий струм — викликає при проходженні через організм непереробні судомні скорочення м'язів руки, в якій затиснуто провідник;

— фібриляційний струм — викликає при проходженні через організм фібриляцію серця.

Відповідно до приведеного вище:

—пороговий відчутний струм (найменше значення відчутного струму)для перемінного струму частотою 50 Гц коливається в межах 0,6-1,5 мА і 5-7 мА для постійного струму;

—пороговий невідпускаючий струм (найменше значення невідпускаючого струму) коливається в межах 10-15 мА для перемінного струму і 50-80 мА для постійного;

—пороговий фібриляційний струм (найменше значення фібриляційного струму) знаходиться в межах 100 мА для перемінного струму і 300 мА для постійного.

Гранично допустимий струм через людину при нормальному (неаварійному) режимі роботи електроустановки не повинен перевищувати 0,3 мА для перемінного струму і 1 мА для постійного.

Величина напруги, під яку попадає людина, впливає на тяжкість ураження електричним струмом в тій мірі, що зі збільшенням прикладеної до тіла напруги зменшується опір тіла людини. Останнє приводить до збільшення струму в мережі замикання через тіло людини і, як наслідок, до збільшення тяжкості ураження.

Гранично допустима напруга на людині при нормальному (неаварійному) режимі роботи електроустановки не повинна перевищувати 2-3 В для перемінного струму і 8 В для постійного.

Електричний опір тіла людини. Тіло людини являє собою складний комплекс тканин. Це шкіра, кістки, жирова тканина, сухожилля, хрящі, м'язова тканина, кров, лімфа, спинний і головний мозок і т. ін. Електричний опір цих тканин суттєво відрізняється, а питомий об'ємний опір ($\text{Ом}\cdot\text{м}$) знаходиться в межах:

шкіра суха	$—3\cdot10^3\ldots2\cdot10^4$
кістки	$—10^4\ldots2\cdot10^6$
жирова тканина	$—30\ldots60$
м'язова тканина	$—1,5\ldots3$
кров	$—1\ldots2$

З приведених даних видно, що шкіра являється основним фактором, що визначає опір тіла людини в цілому. Опір шкіри різко знижується при ушкодженні її рогового шару, наявності вологи на її поверхні, збільшенні потовиділення, забрудненні. Крім перерахованих чинників на опір шкіри впливають щільність і площа контактів, величина прикладеної напруги, величина струму і час його дії. Зі збільшенням величини напруги, струму і часу його дії опір шкіри, а також і тіла людини, в цілому, падає. Так, якщо при напрузі в декілька вольт опір тіла людини перевищує 10000 Ом, то при напрузі 100 В він знижується до 1500 Ом, а при напрузі більше 1000 В — до 300 Ом.

Опір тіла людини залежить від її статі і віку: у жінок він менший, ніж у чоловіків, у дітей менший, ніж у дорослих, у молодих людей менший, ніж у літніх. Спричинюється така залежність товщиною і ступенем огрублення верхнього шару шкіри.

Враховуючи багатфункціональну залежність опору тіла людини від великої кількості чинників, при оцінці умов небезпеки ураження людини електричним струмом опір тіла людини вважають стабільним, лінійним, активним і рівним 1000 Ом

Частота і рід струму. Через наявність в опорі людини ємкісної складової, збільшення частоти прикладеної напруги супроводжується зменшенням повного опору тіла людини і, як наслідок, збільшенням струму через людину. Останнє дає підставу вважати, що тяжкість ураження електричним струмом має зростати зі збільшенням частоти. Але така закономірність спостерігається тільки в межах частот 0...50 Гц. Подальше збільшення частоти, не дивлячись на зростання струму, що проходить через людину, не супроводжується зростанням небезпеки ураження. При частотах 450-500 кГц вірогідність загальних електротравм, практично, зникає, але зберігається небезпека опіків дугових і за рахунок проходження струму через тіло людини. При цьому струмові опіки спостерігаються на шкірі і прилеглих до неї тканинах—за рахунок поверхневого ефекту перемінного струму.

Як подразнюючий чинник, постійний струм викликає подразнення в тканинах організму при замиканні і розмиканні струму через людину. В проміжку часу між замиканням і розмиканням цієї мережі дія постійного струму зводиться, переважно, до теплової. Перемінний струм викликає більш тривалі інтенсивні подразнення за рахунок пульсації напруги. З цієї точки зору перемінний струм є більш небезпечним. В дійсності ця закономірність зберігається до величини напруги 400-600 В, а при більшій напрузі постійний струм більш небезпечний для людини.

Основними чинниками неелектричного характеру є шлях струму через людину, індивідуальні особливості і стан організму людини, час, раптовість і непередбачуваність дії струму.

Шлях струму через тіло людини суттєво впливає на тяжкість ураження. Особливо небезпечно, коли струм проходить через життєво важливі органи і безпосередньо на них впливає.

Якщо струм не проходить через життєво важливі органи, то він може впливати на них тільки рефлекторно через центральну нервову систему, а вірогідність ураження цих органів менша.

Можливі шляхи струму через тіло людини називають петлями струму: “рука-рука”, “голова-ноги”, “рука-ноги” і т. ін. Серед випадків з тяжкими і смертельними наслідками частіше спостерігаються петлі “рука-рука” (40%), “права рука-ноги” (20%), “ліва рука-ноги” (17%). Особливо небезпечними є петлі “голова-руки” і “голова-ноги”, але трапляються вони досить рідко.

Індивідуальні особливості і стан організму. До індивідуальних особливостей організму, які впливають на тяжкість ураження електричним струмом, при інших рівних чинниках, відносяться чутливість організму до дії струму, психічні особливості та риси характеру людини (халерики, сангвініки, меланхоліки). Аналіз електротравматизму свідчить, що більш чутливі до дії електричного струму холерики і меланхоліки. Вони більше потерпають від дії струму, а фізично здорові і міцні люди — менше.

Крім індивідуальних особливостей організму тяжкість ураження електричним струмом в значній мірі залежить від стану організму. До більш тяжких уражень електричним струмом приводять стан збурення нервової системи, депресії, захворювання шкіри, серцево-судинної системи, органів внутрішньої секреції, легенів, різного характеру запалення, що супроводжуються підвищенням температури тіла, потливість тощо. Більш тяжкі наслідки дії струму чітко спостерігаються в стані алкогольного чи наркотичного сп’яніння організму, а тому допуск до роботи працівників у такому стані забороняється.

Час дії струму. Зі збільшенням часу дії струму зменшується опір тіла людини за рахунок зволоження шкіри від поту, електролітичних процесів у тканинах, поширюється пробій шкіри, послаблюються захисні сили організму, підвищується вірогідність співпадання максимального імпульсу струму через серце зі фазою Т кардіоцикла (фазою розслаблення серцевих м’язів), що, в цілому, приводить до більш тяжких уражень.

Чинник раптовості дії струму. Вплив цього чинника на тяжкість ураження обумовлюється тим, що при несподіваному попаданні людини під напругу захисні функції організму не налаштовані на небезпеку. Експериментально встановлено, що якщо людина чітко усвідомлює загрозу можливості потрапити під напругу, то при реалізації цієї загрози значення порогових струмів на 30-50% вищі. І, навпаки, якщо така загроза не усвідомлюється і дія струму проявляється несподівано, то значення порогових струмів будуть меншими.

Чинниками виробничого середовища, які впливають на небезпеку ураження людини електричним струмом є температура повітря в приміщенні, вологість повітря, запиленість повітря, наявність в повітрі хімічно-активних домішок тощо.

З п і д в и щ е н н я м температури повітря посилюється потовиділення, розкритість пор шкіри, зволожується одяг, взуття. Все це приводить до зниження опору на ділянці включення людини в електричну мережу.

В о л о г і с т ь повітря аналогічно впливає на опір на ділянці включення людини в електричну мережу. Крім того, підвищення вологості знижує опір ізоляції електроустановки, яка є одним із важливих чинників електробезпеки.

З а п и л е н н и с т ь повітря, особливо струмопровідним пилом, також негативно впливає на опір ізоляції установки, сприяє переходу напруги на

неструмівідні частини установки, коротким замиканням тощо і, таким чином, підвищує небезпеку електротравми.

З а б р у д н е н н я повітря хімічноактивними речовинами, а також біологічне середовище, що у вигляді плісняви утворюється на електрообладнанні, негативно впливає на стан ізоляції електроустановок, зменшує опір на ділянці включення людини в електромережу за рахунок зниження перехідного опору між струмівідними частинами і тілом людини і, таким чином, підвищує небезпеку ураження електричним струмом.

За чинниками виробничого середовища ПУЕ виділяють слідуєчі типи приміщень:

- гарячі, температура в яких впродовж доби перевищує 35 °С;
- сухі, відносна вологість в яких не перевищує 60%, тобто знаходиться в межах оптимальної за гігієнічними нормативами;
- вологі, відносна вологість в яких не перевищує 75%, тобто знаходиться в межах допустимої за гігієнічними нормативами;
- сирі, відносна вологість в яких більше 75%, але менше вологості насичення;
- особливо сирі, відносна вологість в яких близька до насичення, спостерігається конденсація пари на будівельних конструкціях, обладнанні тощо;
- запиленні, в яких пил проникає в електричні апарати та інші споживачі електроенергії і осідає на струмівідні частини, при цьому такі приміщення діляться на приміщення зі струмопровідним і неструмопровідним пилом;
- приміщення з хімічноагресивним середовищем, яке приводить до порушення ізоляції, або біологічним середовищем, що у вигляді плісняви утворюється на електрообладнанні.



4. Класифікація приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом

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 відносяться:

- температура в приміщенні що впродовж доби перевищує 35 °С;
- відносна вологість більше 75%, але менше насичення;
- струмопровідна підлога — металева, бетонна, цегляна, земляна тощо;
- струмопровідний пил;
- можливість одночасного доторкання людини до неструмовідних частин електроустановки і до металоконструкцій, що мають контакт з землею.

До чинників особливої небезпеки електротравм відносяться:

- відносна вологість близька до насичення (до 100%);
- агресивне середовище, що порушує ізоляцію.

Якщо в приміщенні відсутні чинники підвищеної і особливої небезпеки, то воно відноситься до приміщень без підвищеної небезпеки електротравм.

При наявності в приміщенні одного з чинників підвищеної небезпеки, таке приміщення відноситься до приміщень підвищеної небезпеки електротравм.

При наявності в приміщенні одночасно двох чинників підвищеної небезпеки або одного чинника особливої небезпеки, приміщення вважається особливо небезпечним.

З наведеного видно, що класифікація приміщень за небезпекою електротравм враховує тільки особливості цих приміщень, стан їх 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 порівнюються до особливо небезпечних.

5. Умови ураження людини електричним струмом

З двох трифазних мереж, які в нас використовують, тридротової з ізольованою нейтраллю і чотиридротової із заземленою нейтраллю – перевагу надають чотиридротовій, тому що вона дозволяє використовувати дві робочі напруги - лінійну і фазну. Так, від чотиридротової мережі 380 В можна жити як силову навантаження (трифазне або однофазне), включаючи його між фазними дротами на лінійну напругу 380 В, так і освітлювальне, включаючи його між фазним і нульовим дротами, тобто на фазну напругу 220 В.

Мережі з ізольованою нейтраллю використовують тоді, коли можна підтримувати високий рівень ізоляції дротів і коли ємність мережі відносно землі є незначною.

Мережі з заземленою нейтраллю використовують, коли неможливо забезпечити високий рівень ізоляції (підвищена вологість, агресивне середовище) і неможливо швидко відшукати або видалити пошкоджену ізоляцію або коли ємнісні струми мережі внаслідок значної її розгалуженості досягають значень, небезпечних для людини.

Людина може бути уражена струмом в таких випадках:

1. Двофазний дотик, тобто торкання одночасно до двох фазних дротів мережі змінного струму.
2. Однофазний дотик, тобто торкання до одного фазного дроту мережі змінного струму,
3. Наближення на небезпечну відстань до неізольованих струмоведучих частин, які знаходяться під високою напругою (вище 1000 В).
4. Дотик до корпусу електрообладнання, яке опинилось під напругою.
5. Попадання під крокову напругу в зоні розтікання струму.
6. Перебування в зоні дії атмосферної або статичної електрики.
7. Вхід в зону дії електромагнітного поля.

При **двофазному дотику** до дротів трифазної мережі до тіла людини прикладається найбільша в даній мережі напруга – лінійна, а сила струму, який проходить через людину, не залежить від схеми мережі, режиму нейтралі та інших чинників і має найбільше значення.

Струм, який проходить через людину, перевищує поріг фібриляції, а шлях струму «рука-рука» - один із найнебезпечніших, проходить через серце і легені, що й призводить до смерті. Дотик до двох фаз небезпечний як для мереж з ізольованою, так і заземленою нейтраллю.

Випадки двофазного дотику трапляються дуже рідко. До них можна віднести роботи під напругою на щитах, заміну згорілого запобіжника на розподільчому щиті в будівлі, використання несправних індивідуальних захисних засобів (діелектричні рукавиці з проколами або з розривом гуми), експлуатація електроустановок з негородженими струмоведучими частинами і т.д.

Дотик до двох фаз електроустановки з низькою напругою теж є дуже небезпечним.

Однофазне ввімкнення людини в електричну мережу спостерігається частіше, ніж двофазне, але є менш небезпечним, оскільки напруга, під якою опинилася людина, не перевищує фазної, і відповідно сила струму, яка проходить

через людину, менша, ніж при двофазному дотику. Крім цього, сила струму значною мірою залежить від режиму нейтралі трансформатора, опору ізоляції дротів відносно землі, опору підлоги (або основи), на якій стоїть людина, і від інших чинників.

Якщо людина, яка стоїть на землі, доторкнеться однієї з фаз, коло струму замкнеться через землю і далі через опір ізоляції і ємності фаз у мережі з ізолюваною нейтраллю або через заземлення нейтралі в мережі із заземленою нейтраллю. Через тіло людини відбувається замикання на землю, тому що людина, торкаючись дроту, з'єднує його з землею.

6. Ураження електричним струмом при дотику або наближенні до струмоведучих частин і при дотику до неструмоведучих металевих елементів електроустановок, які опинились під напругою

Людина випадково торкається при роботі струмопровідних частин, в результаті чого через її тіло починає протікати електричний струм. Ступінь ураження електричним струмом пов'язаний з умовами і характером дотику. Величина струму, що протікає крізь людину, залежить від напруги мережі, режиму нейтралі, стану ізоляції струмопровідних частин, ємності проводів щодо землі, шляху протікання струму при дотику (однофазний чи двофазний) та інших факторів. Проте сам факт дотику до електричних струмопровідних ланцюгів ще не дає підстави стверджувати, що цей дотик призведе до електротравми. У випадках, коли послідовно з тілом людини в мережу включається опір ізоляції проводів, струм, що протікає крізь людину, буде на рівні відчутного, а при двофазному дотику струм може досягати за умов особливої чи підвищеної небезпеки смертельних значень.

При дотику до струмопровідних частин слід визначити значення напруги дотику людини і струму, що протікає крізь людину, в залежності від характеру дотику, типу мережі, схеми включення людини в електричний ланцюг та ін.ш.

Такий аналіз дозволить оцінити небезпеку дотику в тій чи іншій мережі, а потім правильно вибрати необхідні засоби захисту. Для спрощення висновків припустимо, що електричний опір підлоги взуття невеликі і під час розрахунків до уваги не приймаються.

В процесі розрахунків будемо враховувати електричний опір проводів відносно землі. Опір розподілений по всій довжині електричної мережі від генератора до споживачів і складається з опор;1 ізоляції власне проводу і послідовно з ним включених опорів струмопровідних середовищ - вологи повітря, рослинного покриву n ; землі, водяної поверхні, стін, заземлених конструкцій та ін.ш. N ; схемах ці опори зображені зосередженими. Розглянемо випадкове доторкання, які частіше застосовуються (рис.1).

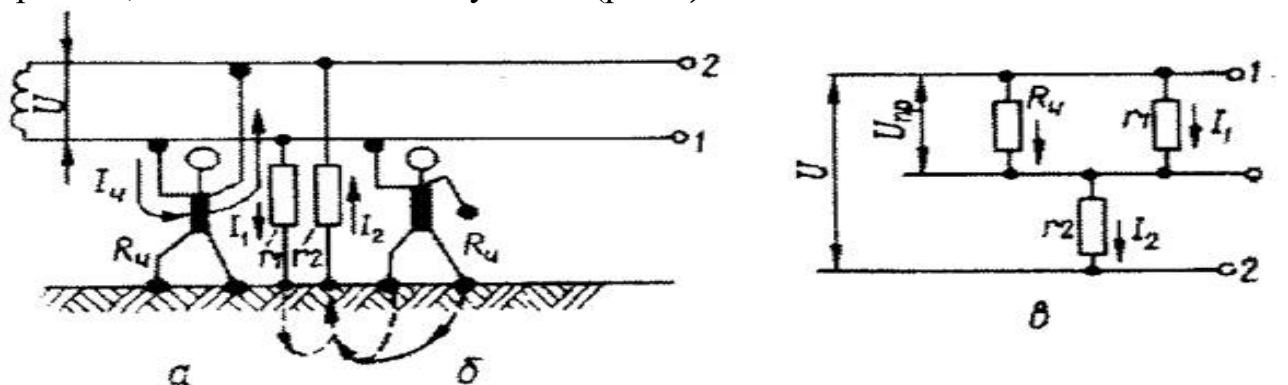


Рис. 1. Схеми дотику до двопровідної мережі: а - двополіусний дотик; б - однополіусний дотик; в - схема заміщення (випадок однополіусного дотику)

7. Напруга кроку та дотику

Дія електричного струму на людину матиме місце лише в тому випадку, коли людина стала елементом замкнутого електричного кола, тобто доторкнулась одночасно до двох точок електричної мережі, між якими існує різниця потенціалів. У такому випадку небезпека ураження людини залежить від напруги мережі, режиму її нейтралі, якості ізоляції струмопровідних частин від землі і т.д.

За режимом роботи електричні мережі поділяються на мережі постійного і змінного струму (одно- та багатофазні). До багатофазних мереж належать трифазні мережі з ізольованою нейтраллю та глухозаземленою нейтраллю.

Ізольована нейтраль – це нейтраль генератора чи трансформатора, яка ізольована від заземлювального пристрою або приєднана до нього через апарати з великим опором.

Глухозаземлена нейтраль – це нейтраль генератора чи трансформатора, яка через заземлювач має надійний контакт з землею.

Згідно з даними статистики більше 50% нещасних випадків (серед електротравм) трапляються у результаті безпосереднього дотику людини до відкритих струмопровідних частин обладнання. Небезпека такого дотику визначається силою струму, який протікає через тіло людини.

Схема вмикання людини до електричної мережі є дуже важливим фактором, що визначає важкість наслідку ураження струмом. Людина включається в мережу, одночасно дотикаючись до двох фаз, до однієї фази і землі, до двох фаз і землі або нульового провідника, до двох точок землі, що мають різні потенціали. Найхарактернішими є перші дві схеми. Першу схему називають двофазним, а другу – однофазним вмиканням до електричної мережі. Двофазне вмикання є найнебезпечнішим, оскільки при ньому людина опиняється під повною лінійною напругою мережі. При цьому дія струму на людину не залежить від ізоляції її від підлоги.

Менш небезпечним, порівняно з двофазним, при нормальному режимі роботи електромережі буде однофазне вмикання, оскільки напруга, що діє на людину, менша за лінійну в 1,73 рази. Відповідно меншою буде сила струму, що проходить через людину. На силу цього струму впливає також режим нейтралі електроустановки, опір підлоги, на якій стоїть людина, опір її взуття, ємності фаз відносно землі тощо.

Однофазне вмикання до мережі напругою до 1000 В з ізольованою нейтраллю при нормальному режимі роботи мережі і надійній ізоляції фаз може бути безпечним для людини.

При порушенні нормального режиму роботи мережі з ізольованою нейтраллю, коли має місце замикання однієї з фаз на землю, небезпека ураження зростає, і якщо доторкнутись до однієї фази мережі з ізольованою нейтраллю, яка перебуває в такому режимі, то дія струму буде майже рівнозначною як і двофазному увімкненні.

У мережах напругою вище 1000 В небезпека однофазного і двофазного вмикання практично однакова і не залежить від режиму нейтралі. Будь-яке з таких доторкань є дуже небезпечним, оскільки сила струму, що проходить через людину, завжди перевищує смертельно небезпечну.

Враховуючи те, що сила струму залежить від опору тіла, тривалості дії, інших факторів, при встановленні межі небезпечних умов орієнтуються не на силу струму, а на припустиму безпечну напругу дотику.

Напруга дотику (U_d)– це різниця потенціалів між двома точками ланцюга струму, до яких одночасно дотикається людина. Вище було показано, коли ця різниця може дорівнювати лінійній чи фазній напрузі. Коли ж трапляється порушення ізоляції в електричній установці, корпус якої ізольований від землі (не заземлений), то на цьому корпусі з'являється фазна напруга (U_f), і дотик до такого корпусу за небезпекою буде рівнозначним дотику до фазного провідника. Людина, що стоїть на землі, доторкнувшись до цього корпусу, опиниться під фазною напругою. $U_d = U_f$.

В тому ж разі, коли корпус заземлено, то потенціал на ньому (ϕ_k) буде дорівнювати добутку струму замикання на землю на величину опору заземлення і коливатиметься в межах від нуля до U_f . Такий же самий потенціал буде створений і на поверхні землі біля центру заземлювача. З віддаленням від центру заземлювача потенціал на поверхні ґрунту (ϕ_g) поступово знижуватиметься, створюючи зону розтікання струму радіусом до 20 м, за межами якої ϕ_g дорівнює нулю. Напруга дотику людини, що стоїть на землі і торкається корпусу заземленої установки буде визначатися різницею потенціалів корпусу і поверхні ґрунту, на якій стоїть людина ($U_d = \phi_k - \phi_g$), і залежати від відстані між корпусом (а отже і людиною) та заземлювачем. Його величина буде тим більшою, чим більшою буде відстань між установкою і заземлювачем і дорівнювати нулю, якщо установка розташована безпосередньо над заземлювачем.

Граничнодопустимі значення напруги дотику та сили струму для нормального (безаварійного) та аварійного режимів електроустановок при проходженні струму через тіло людини по шляху „рука - рука”, „рука - нога” регламентуються ГОСТ 12.1.038-82. при змінному струмі частотою 50 Гц вони становлять відповідно не більше 2 В і 0,3 мА.

Напруга кроку – різниця потенціалів двох точок на поверхні ґрунту, що знаходяться в зоні розтікання струму на відстані кроку одна від одної, на яких одночасно стоїть людина. Це може статися при обриві однієї з фаз повітряних ліній електропередач. При цьому навкруги точки дотику провідника із землею виникає зона, що перебуває під напругою. При віддаленні від місця дотику провідника із землею щільність струму в землі зменшується, оскільки збільшується об'єм, через який проходить струм, і на певній відстані вона може практично дорівнювати нулю. Людина, що стоїть на точках з різними потенціалами, підпадає під дію різниці потенціалів цих двох точок, або під дію напруги кроку. При цьому струм проходить через тіло людини по шляху «нога-нога».

Напруга кроку залежить від відстані до місця замикання на землю, довжини кроку, характеру розповсюдження потенціалу в зоні розтікання струму та інших чинників.

Незважаючи на те, що при напрузі кроку струм проходить через тіло людини шляхом «нога-нога», який є менш небезпечним за інші, навіть невелика напруга у 60-70 В викликає мимовільні судомні скорочення м'язів ніг, що призводить до падіння людини, при цьому струм може проходити шляхом «рука-нога», через життєво важливі органи.

Важкі наслідки ураження напругою кроку пояснюються незнанням елементарних заходів безпеки і правил виходу із зони розтікання струму. При виявленні замикання на землю забороняється наближатися до місця стікання струму на відстань менше 4 м – у закритих приміщеннях і менше 8 м – на відкритій місцевості. Для надання допомоги постраждалому потрібно користуватись електрозахисними засобами (діелектричним взуттям, рукавичками). У загрозовій ситуації при виході з небезпечної зони слід віддалятися від місця замикання застосовуючи ходу «п'ятка-носок».

8. Безпечна експлуатація електроустановок: електрозахисні засоби і заходи

До основних способів захисту при раптовій появі напруги на металевих частинах електроустановок, що не проводять струм, належать:

- захисне заземлення;
- занулення;
- вирівнювання потенціалів;
- захисне вимкнення.

Захисне заземлення — це навмисне електричне з'єднання з землею чи її еквівалентом металевих неструмовідних частин, які можуть опинитись під напругою.

Захисне заземлення застосовується в електроустановках, що живляться напругою до 1000 В в мережах, ізольованих від землі, і в електроустановках напругою більше 1000 В незалежно від режиму нейтралі мережі живлення. Захисне заземлення забезпечує паралельно можливому включенню людини в мережу замикання на землю струмопровідного малого опору (шунт), за рахунок чого зменшується струм через людину.

Захисному заземленню підлягають:

- електроустановки напругою 380 В і більше змінного струму і 440 В і більше постійного струму незалежно від категорії приміщень (умов) щодо небезпеки електротравматизму — в усіх випадках;
- електроустановки напругою більше 42 В змінного струму і більше 110 В постійного струму в приміщеннях з підвищеною і особливою небезпекою електротравм, а також електроустановки поза приміщеннями;
- всі електроустановки, що експлуатуються у вибухонебезпечних зонах (з метою попередження вибухів).

Відповідно до відміченого заземлюються:

- неструмовідні частини електричних машин, апаратів, трансформаторів;
- каркаси розподільчих щитів, шаф, щитів управління, а також їх знімні частини і частини, що відкриваються, якщо на них встановлено електрообладнання напругою більше 42 В змінного і більш 110 В постійного струму.
- металеві конструкції розподільчих пристроїв, металеві кабельні коробки і інші кабельні конструкції, металеві кабельні муфти, металеві гнучки рукави і труби електропроводки, електричні світильники;
- металоконструкції виробничого обладнання, на якому є споживачі електроенергії;
- опори повітряних ліній електропередач тощо.

Не заземлюються неструмовідні частини електроустановок, розміщених на заземлених металоконструкціях, при умові надійного контакту між ними, за винятком електроустановок, що експлуатуються у вибухонебезпечних зонах.

Ефективність захисного заземлення залежить від опору заземлюючого пристрою проходженню струму замикання на землю.

Відповідно до чинних нормативів величина опору заземлюючого пристрою в установках напругою до 1000 В не повинна перевищувати:

- 10 Ом при сумарній потужності генераторів (трансформаторів) 100 кВА і менше;
 - 4 Ом при сумарній потужності генераторів (трансформаторів) більше 100 кВА.
 - Опір заземлюючого пристрою електроустановок, що живляться від мережі напругою більше 1000 В, повинен бути:
 - не більше 0,5 Ом в мережах з ефективно заземленою нейтраллю;
 - в мережах, ізольованих від землі, не більше визначеного з виразу $125/I_{3.3}$.
- і приймається розрахунковим, але не більше 10 Ом.

Конструктивно захисне заземлення включає заземлюючий пристрій і провідник, що з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке заземлюється — заземлюючий провідник.

Для заземлюючих провідників використовують неізолювані мідні провідники поперечним перерізом не менше 4 мм² або сталеві струмпроводи діаметром 5...10 мм. Заземлюючі провідники між собою і з заземлюючим пристроєм з'єднуються зварюванням, а з обладнанням, що заземлюється — зварюванням або за допомогою гвинтового з'єднання з застосуванням антикорозійних заходів. У виробничих приміщеннях заземлюючі провідники прокладаються відкрито, а обладнання приєднується до магістралі заземлення індивідуально шляхом паралельних приєднань.

Заземлюючі пристрої можуть бути природними і штучними. Як природні заземлюючі пристрої використовуються прокладені в землі трубопроводи, оболонки кабелів, арматура будівельних конструкцій, що має контакт з землею тощо. Штучні заземлюючі пристрої — це спеціально закладені в землю металоконструкції, призначені для захисного заземлення. Штучними заземлювачами можуть бути металеві вертикально закладені в ґрунт електроди (стержні, труби, кутова сталь тощо), з'єднані між собою за допомогою зварки з'єднувальною смугою, смугова і листова сталь і т. ін.

Занулення — це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих неструмовідних частин, які можуть опинитись під напругою в результаті пошкодження ізоляції.

Занулення в електроустановках — це навмисне з'єднання елементів електроустановки, які нормально не знаходяться під напругою, з глухозаземленою нейтраллю генератора чи трансформатора в мережах трифазного струму, з глухозаземленим виводом джерела однофазного струму, з глухозаземленою середньою точкою джерела в мережах постійного струму.

Занулення перетворює замикання на корпус в коротке замикання фази, спрацьовує захист від коротких замикань (плавкі вставки запобіжників, струмові автомати, магнітні пускові пристрої зі струмовим захистом тощо) і установка відключається від джерела живлення.

Вимоги щодо застосування занулення залежно від величини напруги і категорії приміщень за безпекою електротравм аналогічні вимогам до застосування захисного заземлення. За величиною напруги мережі живлення застосування занулення обмежується напругою до 1 кВ.

Згідно з чинними нормативами можливі два варіанти реалізації занулення:

- заземлена через певні відстані (100...200 м) нейтраль мережі виконує функції нульового робочого і нульового захисного провідника одночасно;
- для занулення обладнання прокладається окремий провідник, який виконує функції тільки нульового захисного.

Другий варіант є обов'язковим для житлових, адміністративно-побутових приміщень, приміщень масового перебування людей та їм подібних, що будуються.

В цьому випадку в приміщеннях з однофазною мережею внутрішня мережа виконується 3-х провідною — фаза, нуль робочий і нуль захисний, а розетки для підключення переносних споживачів електроенергії — 3-х контактні. При відповідному виконанні штепсельних вилок і шнура живлення (трипровідний) контакт мережі нульового захисного провідника замикається з упередженням відносно контактів фази і нульового робочого провідника. Таким чином споживач електроенергії занулюється до подачі на нього напруги.

В приміщеннях з 3-хфазними споживачами внутрішня мережа виконується 5-ти провідною — 3 фази, нуль робочий і нуль захисний.

Незалежно від розглянутих варіантів при застосуванні в приміщенні окремого нульового захисного провідника останній відгалужується від нейтралі мережі на щитку вводу в приміщення до роз'єднуючи контактів, а для забезпечення його цілості і надійності захисту в мережі цього провідника не повинно бути будь-яких роз'єднувачів, запобіжників тощо.

Захисне відключення — відключення електроустановки при пошкодженні ізоляції і переході напруги на неструмовідні її елементи. Застосовується в доповнення до захисного заземлення (занулення) для забезпечення надійного захисту, перш за все в умовах особливої небезпеки електротравм.

Ефективність захисного заземлення залежить від опору заземлюючого пристрою розтіканню струму замикання на землю. При наявності сухого чи скального ґрунту опір заземлюючого пристрою розтіканню струму за певних умов може перевищувати допустимі значення з відповідною втратою захисних функцій. Тому в подібних випадках доцільно застосовувати захисне відключення.

Електрозахисні засоби це технічні вироби, що не являються конструктивними елементами електроустановок і використовуються при виконанні робіт в електроустановках з метою запобігання електротравм.

ДНАОП 1.1.10-1.07-01 “Правила експлуатації електрозахисних засобів” (в подальшому Правила) — чинний нормативний документ, в якому наведено перелік засобів захисту, вимоги до їх конструкції, обсягів і норм випробувань, порядку застосування і зберігання, комплектування засобами захисту електроустановок та виробничих бригад. Засоби захисту, що використовуються в електроустановках, повинні відповідати вимогам чинних державних стандартів, технічних умов щодо їх конструкції тощо.

Застосовувані в електроустановках захисні заходи умовно можна поділити на дві групи: ті, що забезпечують безпеку при нормальному режимі роботи електроустановок і ті, що забезпечують безпеку при аварійному режимі роботи.

Електрозахисні засоби поділяються на **ізолювальні** (ізолювальні штанги, кліщі, накладки, діелектричні рукавички тощо), **огороджувальні** (огородження, щитки, ширми, плакати) та **запобіжні** (окуляри, каски, запобіжні пояси, рукавиці

для захисту рук). Ізолювальні електрозахисні засоби поділяються на **основні і додаткові**.

Основні ізолювальні електрозахисні засоби розраховані на напругу установки і при дотриманні вимог безпеки щодо користування ними забезпечують захист працівників. Додаткові електрозахисні засоби навіть при дотриманні функціонального їх призначення не забезпечують надійного захисту працюючих і застосовуються одночасно з основними для підвищення рівня безпеки. У разі застосування основних електрозахисних засобів достатньо використовувати один додатковий засіб. При захисті працівників від напруги кроку досить використовувати діелектричне взуття без застосування основних засобів.

Основні ізолювальні електрозахисні засоби, які повинні застосовуватись в електроустановках, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Основні електрозахисні засоби для роботи в електроустановках

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

Додаткові електрозахисні засоби, які повинні застосовуватись в електроустановках, наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

До 1000 В включно	Понад 1000 В
Діелектричне взуття	Діелектричні рукавички
Діелектричні килими	Діелектричне взуття
Ізолювальні підставки	Діелектричні килими
Ізолювальні накладки	Ізолювальні підставки
Ізолювальні ковпаки	Ізолювальні накладки
Сигналізатори напруги	Ізолювальні ковпаки
Захист огороження (щити, ширми)	Штанги для перенесення і вирівнювання потенціалу
Переносні заземлення	Сигналізатори напруги
Плакати і знаки безпеки	Захисні огороження (щити, ширми)
Інші засоби захисту	Переносні заземлення
	Плакати і знаки безпеки
	Інші засоби захисту

Крім наведених в таблицях 1 і 2 засобів захисту в електроустановках повинні застосовуватись такі ЗІЗ:

- захисні каски — для захисту голови;

- захист окуляри і щитки — для захисту очей і обличчя;
- протигази і респіратори — для захисту органів дихання;
- рукавиці — для захисту рук;
- запобіжні пояси та страхувальні канати.

Для захисту працівників при виконанні робіт в умовах електричного поля, параметри якого перевищують допустимі, застосовуються індивідуальні екранувальні комплекти одягу та екранувальні пристрої.

Вимоги щодо комплектування електроустановок електрозахисними засобами регламентуються Правилами, Положенням про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту, галузевими чинними нормативами тощо.

Відповідальність за своєчасне забезпечення працівників і комплектування електроустановок засобами захисту згідно з нормами комплектування, за організацію належних умов зберігання, створення необхідного запасу, своєчасне проведення періодичних оглядів і випробувань, вилучення непридатних засобів та організацію обліку їх несе власник цих засобів.

Електрозахисні засоби повинні зберігатись у приміщеннях в спеціально відведених місцях сухими і чистими, в умовах, що виключають можливість їх механічних ушкоджень, шкідливої дії вологи, агресивного середовища, мастила тощо.

У встановлені нормативами терміни електрозахисні засоби повинні оглядатись з перевіркою їх наявності згідно з вимогами до комплектування, очищатись від пилу, забруднень тощо, періодично проходити спеціальні випробування на відповідність їх діелектричних, механічних і т. ін. показників чинним вимогам.

Крім того електрозахисні засоби повинні оглядатись перед кожним їх застосуванням. При таких оглядах увага звертається на справність засобів захисту, відсутність тріщин, подряпин та деформації ізолювальних елементів, терміни чергової перевірки. У разі виявлення перерахованих дефектів чи простроченого терміну чергового випробування, користування електрозахисними засобами забороняється. При оглядах діелектричних рукавичок і діелектричного взуття увагу слід звертати на наявність вологи, забруднень, поривів, інших механічних пошкоджень. Відсутність поривів і проколів рукавичок перевіряється скручуванням їх від нарукавника в бік пальців.

Вимоги до термінів випробування електрозахисних засобів, методики і параметрів цих випробувань регламентуються Правилами залежно від типу електрозахисних засобів.

В таблиці 3 для деяких типів електрозахисних засобів відповідно до Правил приведені дані щодо виду експлуатаційних випробувань, їх термінів та величини напруги.

Таблиця 3

Види, терміни та параметри експлуатаційних випробувань ізолювальних електрозахисних засобів

Тип електрозахисних	Вид випр	Періодичність	Параметри
---------------------	----------	---------------	-----------

засобів	обувань	випробувань, міс	нагрузки, кВ
Руковички діелектричні	електричні	6	6
Взуття діелектричне	електричні	12/36	3,5/15
Діелектричні килимки	огляд	6	—
Діелектричні підставки	огляд	36	—
Ізольований інструмент з одношаровою ізоляцією	електричні	2	12
Штанги вимірювальні	діелектричні	12	2/3-кратна лінійна але ≥ 40 кВ в установках напругою 1-35 кВ; 3-кратна лінійна в установках напругою ≥ 110 кВ
Штанги оперативні	діелектричні	24	—
Електровимірювальні та ізольовані кліщі	діелектричні	24	2/3-кратна лінійна але ≥ 40 кВ в установках напругою 6-105 кВ; 3-кратна лінійна в установках напругою 35 кВ
Діелектричні штанги переносних заземлень	діелектричні	24	50 при напрузі мережі 110-220; 100 при напрузі мережі 300-500
♦ В чисельнику величина випробувальної напруги при напрузі мережі до 1 кВ, в знаменнику — > 1 кВ			

Електричні випробування електрозахисних засобів проводяться спеціально підготовленими працівниками. Кожний засіб захисту перед випробуваннями необхідно оглянути з метою перевірки розмірів, справності, комплектності, стану ізоляційної поверхні, наявності номера. Випробування проводяться напругою змінного струму частотою 50 Гц при температурі повітря 25 ± 10 С° і регламентованій Правилами швидкості підвищення напруги. Результати випробувань оцінюються за величиною струму, що протікає через засоби захисту.

При позитивних результатах випробувань на засобах захисту проставляється штамп, що відповідає інвентарному номеру засобу захисту, даті наступного випробування та граничній напрузі застосування. Штамп на засобах захисту, застосування яких не залежить від напруги електроустановки (діелектричні рукавички, ізолювальний інструмент тощо) не містить величини напруги застосування. Результати випробувань засобів захисту оформлюються протоколом встановленої форми.

Електрична ізоляція — це шар діелектрика або конструкція, виконана з діелектрика, котрим вкривається поверхня струмоведучих частин, або котрим струмоведучі частини відділяються одна від одної. Стан ізоляції характеризується її електричною міцністю, діелектричними втратами та електричним опором. Ізоляція запобігає протіканню струмів через неї завдяки великому опору.

З метою забезпечення надійної роботи ізоляції здійснюються профілактичні заходи. Перш за все слід виключити механічні пошкодження, зволоження,

хімічний вплив, запилення. Але навіть за нормальних умов ізоляція постійно втрачає свої початкові властивості, старіє. З плином часу виникають місцеві дефекти, в зв'язку з чим опір ізоляції починає різко знижуватись, а струм втрат — зростати. В місці дефекту з'являються часткові розряди, ізоляція вигорає. Відбувається так званий пробій ізоляції, внаслідок чого виникає коротке замикання, котре може призвести до пожежі або до ураження струмом. З метою запобігання цього здійснюється періодичний і безперервний контроль ізоляції. Періодичний контроль ізоляції передбачає вимірювання активного опору ізоляції у встановлені правилами терміни (1 раз на 3 роки), а також при виявленні дефектів.

Встановлено норми опору ізоляції різних електроустановок. Наприклад, опір ізоляції силових та освітлювальних електропроводів повинен бути не менше 0,5 Ом. Дієвим захисним засобом є використання подвійної ізоляції. В цьому випадку, крім робочої основної ізоляції, застосовується додаткова ізоляція. Вона призначена для захисту від ураження струмом у випадку пошкодження робочої ізоляції. Захисна подвійна ізоляція може забезпечити безпеку при експлуатації будь-якої електроустановки. Прикладом може бути електрична дріль з пластмасовим корпусом. Однак пластмаса має невисоку механічну міцність, ненадійне з'єднання з металом. Область застосування подвійної ізоляції — електроустановки невеликої потужності. При пошкодженні робочої ізоляції перехід напруги на корпус та потрапляння людей під напругу дотику неможливі. Однак подвійна ізоляція не виключає небезпеки ураження при дотику до струмоведучих частин внаслідок часткового пошкодження корпусу або при ремонтах.

Дотик до струмоведучих частин завжди небезпечний, навіть в мережі напругою до 1000 В з ізолюваною нейтраллю, з доброю ізоляцією та малою ємністю, не кажучи вже про мережі з заземленою нейтраллю та мережі з напругою понад 1000 В. В останньому випадку небезпечне навіть наближення до струмоведучих частин. В електроустановках напругою до 1000 В застосування ізолюваних проводів забезпечує достатній захист від ураження при дотику до них. Однак ізолювані дроти, котрі знаходяться під напругою понад 1000 В, не менш небезпечні, ніж оголені. В цих випадках одним із засобів забезпечення безпеки є стаціонарні огорожувальні пристрої. Вони поділяються на суцільні та сітчасті. Суцільні огороження у вигляді кожухів та кришок застосовуються в електроустановках напругою до 1000 В. Сітчасті огороження мають двері, котрі закриваються на замок. До огорожувальних пристроїв відносять також тимчасові переносні огороження (щити, ізолюючі накладки, ізолюючі ковпаки, тимчасові переносні заземлення). Огороження обладнуються кришками або дверима, що закриваються на замок або обладнаними блокуваннями.

Блокуванням називається автоматичний пристрій, за допомогою котрого запобігають неправильним, небезпечним для людини діям. Робочими елементами блокування можуть бути механічні пристрої, зачіпки, фігурні вирізи (механічне блокування), блок-контакти, котрі діють на розрив електричної ланки (електричне блокування), а також електромагнітне блокування.

Електричне блокування дозволяє вимикати напругу при відкриванні дверей огорожень, дверей корпусів та кожухів або при знятті кришок. При електричному блокуванні блокувальні контакти, заблоковані з дверима або кришкою, при

відкриванні дверей або знятті кришки розмикають ланку живлення котушки магнітного пускача. За такої схеми обрив ланки управління та випадкове відкривання дверей не являє небезпеки, оскільки електроустановка буде знеструмленою.

Розташування струмоведучих частин на недосяжній висоті або в недоступному місці забезпечує безпеку без огорожень та блокувань. Вибираючи висоту підвішування, слід враховувати можливість ненавмисного дотику до частин, що перебувають під напругою, довгими металевими предметами. Висота підвішування проводів повітряних ліній електропередачі залежить від напруги та місця проходження лінії малі напруги.

При роботі з переносними електроінструментами, а також з ручною переносною лампою при пошкодженні ізоляції та при появі напруги на корпусі підвищується небезпека ураження струмом. В таких випадках застосовуються малі напруги не вище 42 В. При напрузі до 42 В струм, котрий проходить через тіло людини, безпечний. Малі напруги застосовуються для живлення місцевого освітлення на верстатах, переносних лампах, електроінструментах. Під час роботи в приміщеннях з підвищеною небезпекою електроустановки можна використовувати не лише без заземлення або занулення, але й без ізолюючих засобів. Під час роботи в особливо небезпечних приміщеннях для живлення переносних електричних світильників використовують напругу не вище 12 В.

Джерелами малої напруги є знижувальні трансформатори, акумулятори, випрямні установки, перетворювачі частот, батареї гальванічних елементів. Застосування автотрансформаторів або реостатів для отримання малої напруги забороняється, оскільки в цьому випадку мережа малої напруги електричне пов'язана з мережею вищої напруги. Найчастіше використовують знижувальні трансформатори.

9. Надання першої допомоги при ураженні електричним струмом

При попаданні під дію струму людина не завжди може звільнитися від нього і гине. Деякі нещасні випадки закінчуються смертельним результатом лише тому, що присутні не знають способів надання першої допомоги людині, ураженому електричним струмом. Неправильні дії також можуть погіршити стан потерпілого.

Найбільш простий спосіб надання допомоги полягає в знеструмленні лінії шляхом виключення рубильника, вигвинчування пробок, висмикування штепсельної вилки з розетки. Надає допомогу може відтягнути потерпілого за сухий одяг, не торкаючись його тіла і волосся, діючи при цьому однією рукою. При мокрому одязі на потерпілого накидають не проводять струм предмети (суху мотузку, гумовий шланг, ізолюваний провід) і з їх допомогою відтягують його від струмоведучих частини. Можна також відштовхнути людини від проводу долонею в плече. Такий спосіб застосовується і при наявності у потерпілого мокрого одягу, але рятує повинен захищати свою руку, обернувши її сухим одягом.

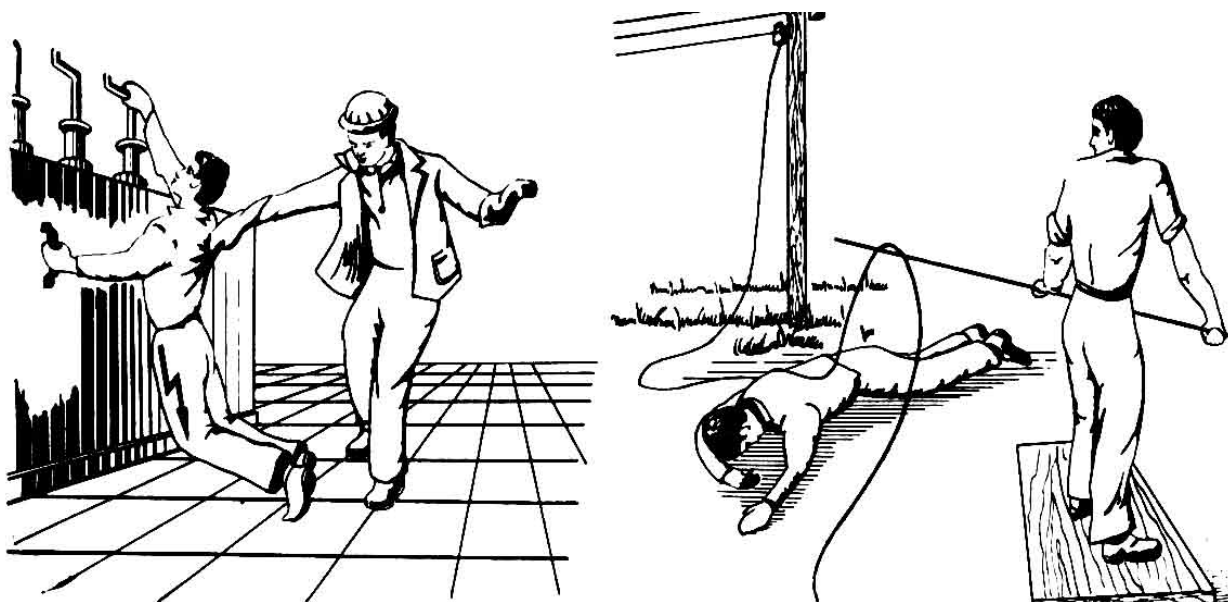


Рис. 2. Прийоми звільнення потерпілого від струмопровідних частин

При неможливості знайти інші способи звільнення потерпілого від дії струму, необхідно якнайшвидше перерубати проводи інструментом з сухою ізолюваною ручкою (лопатою, сокирою, киркою). При рубці проведення необхідно відвернутися, так як через коротке замикання струму бризки металу можуть потрапити в обличчя, а яскравий спалах може викликати тимчасове засліплення. Провід також можна вибити з рук потерпілого сухим ціпком, рейкою, дошкою та іншими струмонепровідними предметами.

Для порятунку потерпілого іноді можливо накинати на голі проводи інший голий попередньо заземлений провід; таким чином, струм відведе в землю, напруга дотику знизиться до безпечної величини і постраждалий буде в змозі звільнитися від проводу.

При закорочування обох проводів заземлення перегорають запобіжники чи спрацьовує автоматичний вимикач, в результаті чого лінія буде знеструмлена.

При ураженні людини електричним струмом, що супроводжується втратою свідомості, потерпілому необхідно негайно почати робити штучне дихання, застосовуючи один із таких способів: з рота в рот; з рота в ніс. Ні в якому разі не можна, хоча б короткочасно, припиняти штучне дихання навіть при перевезеннях потерпілого.

Пристаючи до штучного дихання, необхідно покласти потерпілого на рівне місце і звільнити від стискує одягу. Далі його укладають на спину, під лопатки підкладаючи валик зі згорнутої одягу.

Надає допомогу становиться з лівого боку, підводить під потилицю свою ліву руку і якомога більше закидає голову назад.

У результаті цього підборіддя потерпілого виявляється піднесеним і рот відкривається. Зробивши 2-3 глибоких вдиху, який надає допомогу вдмухує через хустку або марлю повітря із свого рота у рот чи ніс потерпілого. При вдмухуванні через рот надає допомогу повинен закрити пальцями ніс постраждалого, а при вдування через ніс - рот.

Частота штучного дихання не повинна перевищувати 12 - 16 разів на хвилину. При відсутності у потерпілого серцебиття необхідно одночасно з штучним диханням почати непрямий масаж серця. Для цього на нижню частину грудної клітки накладають долоню витягнутої руки, а іншу руку для посилення натискання накладають на першу. Натискати на груди слід так, щоб змістити її на 3-4 см. Після кожного натискання слід швидко забирати руки від грудної клітини, щоб не заважати її вільному випрямляння. Частота натискань - приблизно одне в секунду. Після 3-4 натискань роблять перерву на 2с. Якщо першу допомогу надає одна людина, то за відсутності пульсу потерпілому роблять 2-3 глибоких вдування, після чого протягом 15-20с проводять масаж серця, що переривається для повторення вдування (2-3 глибокі вдихи). Потім повторюють масаж і так далі.

