

## Дисципліна: Основи охорони праці

### Тема заняття: 17. Електробезпека

Вид заняття: лекція

#### Мета:

Надання знань, умінь, компетентностей для здійснення ефективної професійної діяльності шляхом забезпечення оптимального управління охороною праці на підприємствах, формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку і усвідомлення необхідності обов'язкового виконання в повному обсязі всіх заходів гарантування безпеки праці на робочих місцях, надання знань з питань заходів безпеки при користуванні електроустановками, заходів та засобів захисту від дії електроструму, надання першої медичної допомоги.

#### Міжпредметні (міждисциплінарні) зв'язки:

*Предмети, що забезпечують:* фізика, біологія, безпека життєдіяльності.

*Предмети, які забезпечуються:* торговельне устаткування, товарознавство продовольчих товарів, товарознавство непродовольчих товарів, організація та технологія торговельних процесів, виробництво харчової продукції, організація харчування туристів в готелях та інші.

**Забезпечення заняття: конспект лекції, підручники**

#### Проведення заняття

##### I Організаційний момент:

- перевірка готовності групи та аудиторії до заняття, забезпечення санітарного стану аудиторії

##### II Вступна частина

- Мотивація заняття, визначення та значення заняття в темі та курсі в цілому
- Актуалізація знань, постановка навчальної проблеми
- Роз'яснення технології проведення заняття

##### План

- 1 Дія електричного струму на організм людини. Електричні травми.
- 2.Класифікація приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом.
3. Безпечна експлуатація електроустановок.
- 4.Надання першої допомоги при ураженні електричним струмом.

## 1 Дія електричного струму на організм людини. Електричні травми.

З кожним роком зростає виробництво та споживання електроенергії, а відтак і кількість людей, які в процесі своєї життєдіяльності використовують (експлуатують) електричні пристрої та установки. Тому питання електробезпеки набувають особливої ваги.

**Електробезпека** - це система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

Аналіз виробничого травматизму показує, що кількість травм, спричинених дією електричного струму, є незначною і становить близько 1 %. Однак із загальної кількості смертельних нещасних випадків частка електротравм становить 20-40% і посідає одне з перших місць. Щороку в Україні від електричного струму гине приблизно 1500 осіб. Найбільша кількість випадків електротравматизму, в тому числі зі смертельними наслідками, стається при експлуатації електроустановок напругою до 1000 В, що пов'язано з їх поширенням і відносною доступністю практично для кожного, хто працює на виробництві. Випадки електротравматизму під час експлуатації електроустановок напругою понад 1000 В нечасті, що зумовлено незначним поширенням таких електроустановок і обслуговуванням їх висококваліфікованим персоналом.

Основними причинами електротравматизму на виробництві є:

- випадкове доторкання до неізольованих струмопровідних частин електроустаткування;
- використання несправних ручних електроінструментів;
- застосування нестандартних або несправних переносних світильників напругою 220 чи 127 В;
- робота без надійних захисних засобів та запобіжних пристосувань;
- доторкання до незаземлених корпусів електроустановок, що опинилися під напругою внаслідок пошкодження чи пробією ізоляції;
- недотримання правил будови, улаштування, безпечної експлуатації електроустановок та правил експлуатації електрозахисних засобів тощо.

Електроустаткування, з яким доводиться мати справу практично всім працівникам на виробництві, становить значну потенційну небезпеку ще й тому, що органи чуття людини не здатні на відстані виявляти наявності електричної напруги. У зв'язку з цим захисна реакція організму виявляється лише після того, як людина потрапила під дію електричної напруги.

Проходячи через організм людини, електричний струм справляє на нього **термічну, електролітичну, механічну та біологічну** дію.

**Термічна** дія струму спричинює опіки окремих ділянок тіла, нагрівання кровоносних судин, серця, мозку та інших органів, через які проходить струм, що призводить до виникнення в них функціональних розладів.

**Електролітична** дія струму характеризується розкладом (електролізом) крові та інших органічних рідин, що викликає суттєві порушення їх фізико-хімічного складу.

**Механічна** дія струму загрожує ушкодженнями (розриви, розшарування тощо) різноманітних тканин організму внаслідок електродинамічного ефекту.

**Біологічна** дія струму на живу тканину спричиняє небезпечне збудження клітин та тканин організму, що супроводжується мимовільним судомним скороченням м'язів. Таке збудження може призвести до суттєвих порушень і навіть повного припинення діяльності органів дихання та кровообігу.

Збудження тканин організму внаслідок дії електричного струму може бути прямим, коли струм проходить безпосередньо через ці тканини, та рефлекторним (через центральну нервову систему), коли тканини не знаходяться на шляху проходження струму.

### **Види електричних травм. Причини летальних наслідків від дії електричного струму**

**Електротравма** - це травма, яка спричинена дією електричного струму чи електричної дуги. За наслідками електротравми умовно поділяють на два види: **місцеві електротравми**, коли виникає локальне ушкодження організму, та **загальні електротравми (електричні удари)**, коли уражається весь організм унаслідок порушення нормальної діяльності життєво важливих органів і систем. Приблизний розподіл електротравм за їх видами має такий вигляд: місцеві електротравми - 20 %; електричні удари - 25 %; змішані травми (сукупність місцевих електротравм та електричних ударів) - 55 %.

Характерними **місцевими** електричними травмами є **електричні опіки, електричні знаки, металізація шкіри, механічні ушкодження та електрофтальмія**.

**Електричний опік** - найбільш поширена місцева електротравма (близько 60 %), яка трапляється переважно у працівників, що обслуговують діючі електроустановки. Електричні опіки залежно від умов їх виникнення бувають двох видів: струмові (контактні), коли внаслідок проходження струму електрична енергія перетворюється на теплову, та дугові, які виникають унаслідок дії на тіло людини електричної дуги. Залежно від кількості виділеної теплоти та температури, а також розмірів дуги електричні опіки можуть уражати не лише шкіру, але й м'язи, нерви і навіть кістки. Такі опіки називаються глибокими і гойяться вони досить довго.

**Електричні знаки (електричні позначки)** являють собою плями сірого чи блідо-жовтого кольору у вигляді мозоля на поверхні шкіри в місці її контакту зі струмовідними частинами.

**Металізація шкіри** - це проникнення у верхні шари шкіри найдрібніших часточок металу, що розплавляється внаслідок дії електричної дуги. Такого ушкодження зазвичай зазнають відкриті ділянки тіла - руки та обличчя. Ушкоджена ділянка шкіри стає твердою та шорсткою, однак за відносно короткий час вона знову набуває попереднього вигляду та еластичності.

**Механічні ушкодження** - це ушкодження, які виникають унаслідок судомних скорочень м'язів під дією електричного струму, що проходить через тіло людини. Механічні ушкодження виявляються у вигляді розривів шкіри, кровоносних судин, нервових тканин, а також вивихів суглобів і навіть переломів кісток.

**Електрофтальмія** - це ураження очей внаслідок дії ультрафіолетових випромінювань електричної дуги.

Найбільш небезпечним видом електротравм є **електричний удар**, який у більшості випадків (близько 80 %, включаючи й змішані травми) призводить до смерті потерпілого.

**Електричний удар** - це збудження живих тканин організму електричним струмом, що супроводжується судомним скороченням м'язів. Залежно від наслідків ураження електричні удари умовно поділяють на **чотири ступеня**:

**I** - судомні скорочення м'язів без втрати свідомості;

**II** - судомні скорочення м'язів з втратою свідомості, але зі збереженням дихання та роботи серця;

**III** - втрата свідомості та порушення серцевої діяльності чи дихання (або обох одночасно);

**IV** - клінічна смерть.

**Клінічна смерть** - це перехідний період від життя до смерті, що настає з моменту зупинки серцевої діяльності та легень і триває 6-8 хв, доки не загинули клітини головного мозку. Після цього настає біологічна смерть, унаслідок чого припиняються біологічні процеси у клітинах і тканинах організму і відбувається розпад білкових структур.

Якщо при клінічній смерті негайно звільнити потерпілого від дії електричного струму та терміново розпочати надання необхідної допомоги (штучне дихання, масаж серця), то існує висока імовірність щодо збереження йому життя.

Причинами летальних наслідків від дії електричного струму можуть бути: зупинка серця чи його фібриляція (хаотичне скорочення волокон серцевого м'яза, що призводить до порушення кровообігу); припинення дихання внаслідок судомного скорочення м'язів грудної клітки, що беруть участь у процесі дихання; електричний шок (своєрідна нервово-рефлекторна реакція організму у відповідь на подразнення електричним струмом, що супроводжується розладами кровообігу, дихання, обміну речовин і т. ін.). Можлива також одночасна дія двох або навіть усіх трьох вищезазначених причин. Слід зазначити, що шоківий стан може тривати від кількох десятків хвилин до декількох діб. При тривалому шоківому стані зазвичай настає смерть.

**Чинники, що впливають на наслідки ураження електричним струмом**

Характер впливу електричного струму на організм людини, а відтак і наслідки ураження, залежать від цілої низки чинників, які умовно можна поділити на чинники електричного (сила струму, напруга, опір тіла людини, вид та частота струму) та неелектричного характеру (тривалість дії струму, шлях проходження струму через тіло людини, індивідуальні особливості людини, умови навколишнього середовища тощо).

**Сила струму**

Сила струму, що проходить через тіло людини, є основним чинником, який обумовлює наслідки ураження. Різні за величиною струми справляють відповідний вплив на організм людини. Розрізняють три основних порогових значення сили струму:

- **пороговий відчутний струм** - найменше значення електричного струму, при проходженні якого через тіло людини виникають відчутні подразнення;

- **пороговий невідпускаючий струм** - найменше значення електричного струму, яке зумовлює судомні скорочення м'язів руки, в котрій затиснутий провідник, що унеможливує самостійне звільнення людини від дії струму;

- **пороговий фібриляційний** (смертельно небезпечний) струм - найменше значення електричного струму, що спричинює при проходженні через тіло людини фібриляцію серця.

У табл. 3.5 наведено порогові значення сили струму при його проходженні через тіло людини по шляху "рука - рука" або "рука - ноги".

Таблиця 3.5. **Порогові значення змінного та постійного струму**

Вид струму	Пороговий відчутний струм, мА	Пороговий невідпускаючий струм, мА	Пороговий фібриляційний струм, мА
Змінний струм частотою 50 Гц	0,5—1,5	6—10	80—100
Постійний струм	5,0—7,0	50—80	300

Струм (змінний та постійний) понад 5 А викликає миттєву зупинку серця, минаючи стан фібриляції.

Таким чином, чим більший струм проходить через тіло людини, тим більшою є небезпека ураження. Однак необхідно зазначити, що це твердження не є безумовним, оскільки небезпека ураження залежить також і від інших чинників, наприклад, від індивідуальних особливостей людини.

#### Значення прикладеної напруги $U_p$

Впливає на наслідки ураження, оскільки згідно зі законом Ома визначає силу струму  $I$ , що проходить через тіло людини:

$$I_a = U_p / R_a.$$

Крім того, зі збільшенням прикладеної напруги зменшується опір тіла людини. Отже, чим вище значення напруги, тим більша небезпека ураження електричним струмом. Умовно безпечною для життя людини прийнято вважати напругу, що не перевищує **42 В** змінного струму (в Україні така стандартна напруга становить **36 та 12 В**), при якій не повинен статися пробій шкіри людини, що призводить до різкого зменшення загального опору її тіла.

#### Електричний опір тіла людини

Залежить переважно від стану шкіри та центральної нервової системи. Загальний електричний опір тіла людини можна представити як суму двох опорів шкіри та опору внутрішніх тканин тіла (рис. 3.9, б). Найбільший опір проходженню струму чинить шкіра, особливо її зовнішній ороговілий шар (епідерміс), товщина якого становить близько 0,2 мм. Опір внутрішніх тканин тіла незначний і становить 300-500 Ом. У цьому можна переконатися, якщо до язика прикласти контакти батарейки; при цьому відчувається легке поштування. Якщо ці ж контакти прикласти до шкіри тіла, то відчутних подразнень не виникає, оскільки опір сухої шкіри (епідермісу) значно більший.

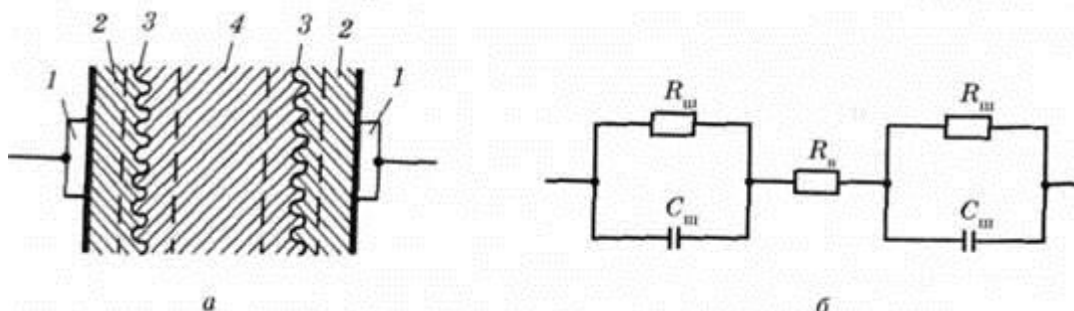


Рис. 3.9. Умовні схеми опору тіла людини: а - загальна схема: 1 - електроди; 2 - зовнішній шар шкіри; 3 - внутрішній шар шкіри; 4 - внутрішні тканини тіла; б - електрична схема:  $R_{ш}$  - активний опір шкіри;  $C$  - ємнісний опір шкіри;  $C_{ш}$  - опір внутрішніх тканин тіла

Загальний опір тіла людини змінюється в широких межах - від 1 до 100 кОм, а іноді й більше. Для розрахунків опір тіла людини умовно приймають рівним  $R = 1$  кОм. При зволоженні, забрудненні та пошкодженні шкіри (потовиділення, порізи, подряпини тощо), збільшенні прикладеної напруги (рис. 3.10), площі контакту, частоти струму (рис. 3.11) та часу його дії опір тіла людини зменшується до певного мінімального значення (0,5-0,7 кОм).

Опір тіла людини зменшується також при захворюваннях шкіри, центральної нервової та серцево-судинної систем, проявах алергічної реакції тощо. Тому нормативно-правові акти з охорони праці передбачають обов'язкові попередній та періодичні медичні огляди працівників (кандидатів у працівники) для встановлення їх придатності щодо обслуговування діючих електроустановок за станом здоров'я.

#### Вид та частота струму

Вид та частота струму, що проходить через тіло людини, також впливають на наслідки ураження. Постійний струм приблизно в 4-5 разів безпечніший за змінний, що підтверджують дані табл. 3.5. Це пов'язано з тим, що постійний струм у порівнянні зі змінним промислової частоти такого ж значення викликає слабші скорочення м'язів та менш неприємні відчуття. Його дія, в основному, теплова. Однак слід зауважити, що вищезазначене стосовно порівняльної небезпеки постійного та змінного струму є справедливим лише для напруги до 500 В. При більш високих напругах постійний струм стає небезпечнішим, ніж змінний.

Частота змінного струму також відіграє важливе значення стосовно питань електробезпеки. Так, найбільш небезпечним вважається змінний струм частотою 20-100 Гц (рис. 3.12). При частоті меншій 20 або більшій за 100 Гц небезпека ураження струмом помітно зменшується. Струм частотою понад 500 кГц не може смертельно уразити людину, однак дуже часто спричинює опіки.

#### Тривалість дії струму на організм людини

Істотно впливає на наслідки ураження: чим більший час проходження струму, тим швидше виснажуються захисні сили організму; при цьому опір тіла людини різко знижується і важкість наслідків зростає. Наприклад, для змінного струму частотою 50 Гц гранично допустимий струм при тривалості дії 0,1с становить 500 мА, а при дії протягом 1с - вже 50 мА.

#### Шлях проходження струму через тіло людини

Є важливим чинником. Небезпека ураження надто велика тоді, коли на шляху струму знаходяться життєво важливі органи - серце, легені, головний мозок. Існує багато можливих шляхів проходження струму через тіло людини (петель струму), найбільш поширені серед них наведені на рис. 3.13, а їх характеристики - в табл. 3.6.

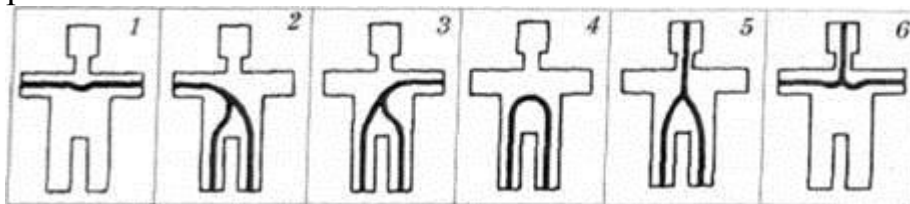


Рис. 3.13. Найбільш поширені шляхи проходження струму через тіло людини: 1 - "рука - рука"; 2 - "права рука - ноги"; 3 - "ліва рука - ноги"; 4 - "нога - нога"; 5 - "голова - ноги"; 6 - "голова - руки"

**Таблиця 3.6. Характеристика найбільш поширених шляхів проходження струму через тіло людини**

Шлях струму	Частота виникнення даного шляху струму, %	Частка потерпілих, які втрачали свідомість протягом дії струму, %	Значення струму, що проходить через серце, % від загального струму, що проходить через тіло
Рука - рука	40	83	3,3
Права рука - ноги	20	87	6,7
Ліва рука - ноги	17	80	3,7
Нога - нога	6	15	0,4
Голова - ноги	5	88	6,8
Голова - руки	4	92	7,0
Інші	8	65	-

#### **Індивідуальні особливості людини**

Значною мірою впливають на наслідки ураження електричним струмом. Струм, ледь відчутний для одних людей, може бути невід пускаячим для інших. Для жінок порогові значення струму є приблизно в півтора разу нижчими, ніж для чоловіків. Ступінь впливу струму істотно залежить від стану нервової системи та всього організму в цілому. Так, у стані нервового збудження, депресії, сп'яніння, захворювання (особливо при захворюваннях шкіри, серцево-судинної та центральної нервової систем) люди значно чутливіші до дії на них струму. Важливе значення має також уважність та психічна готовність людини до можливої небезпеки ураження струмом. У переважній більшості випадків несподіваний електричний удар призводить до важчих наслідків, ніж при усвідомленні людиною існуючої небезпеки ураження.

#### **Умови навколишнього середовища**

Можуть підвищувати небезпеку ураження людини електричним струмом. Так, у приміщеннях з високою температурою та відносною вологістю повітря наслідки ураження можуть бути важчими, оскільки значне потовиділення для підтримання теплобалансу між організмом та навколишнім середовищем призводить до зменшення опору тіла людини.

Відповідно до Правил улаштування електроустановок приміщення за характером навколишнього середовища поділяються на:

- сухі, у яких відносна вологість повітря не перевищує 60%;
- вологі, у яких відносна вологість повітря знаходиться в межах 60-75 %;
- сирі, у яких відносна вологість повітря перевищує 75 %;
- особливо вологі, у яких відносна вологість повітря наближається до 100 % (на стелі, стінах, обладнанні конденсується волога);
- гарячі, в яких температура повітря впродовж доби перевищує 35 °С;
- запилені, в яких за умовами виробництва утворюється пил у такій кількості, що він може осідати на проводах, проникати всередину споживачів електроенергії;
- з хімічно-активним середовищем, у якому постійно або впродовж тривалого часу виділяються агресивні випари або гази, що призводять до руйнування ізоляції та струмовідних частин електрообладнання.

Запилені приміщення поділяються на приміщення зі струмопровідним та неструмопровідним пилом.

### Допустимі значення струмів і напруг

Для правильного визначення необхідних засобів та заходів захисту людей від ураження електричним струмом необхідно знати допустимі значення напруг дотику та струмів, що проходять через тіло людини.

Напруга дотику (доторкання) це напруга між двома точками електричного кола, до яких одночасно доторкається людина. Гранично допустимі значення напруги дотику та сили струму для нормального (безаварійного) та аварійного режимів електроустановок при проходженні струму через тіло людини по шляху "рука - рука" чи "рука - ноги" регламентуються ГОСТом 12.1.038-82 (табл. 3.7 та 3.8).

У разі виконання роботи в умовах високої температури (понад 25 °С) і відносної вологості повітря (понад 75 %) значення табл. 3.8 необхідно зменшити у три рази.

Аварійний режим електроустановки означає, що вона має певні пошкодження, які можуть призвести до виникнення небезпечних ситуацій. Як видно із табл. 3.7, значення  $I_{от}$  та  $I_{я}$  істотно залежать від тривалості дії струму.

Гранично допустимі значення сили струму (змінного та постійного), що проходить через тіло людини при тривалості дії понад 1 с нижчі за пороговий невідпускаючий струм, тому за таких значень людина, доторкнувшись до струмовідних частин установки, здатна ще самотійно звільнитися від дії електричного струму.

Таблиця 3.7. **Гранично допустимі значення напруги дотику  $U_{дот}$  та сили струму  $I_{л}$ , що проходить через тіло людини при аварійному режимі електроустановки**

Вид струму	Нормоване значення	Тривалість дії струму, $t$ , с					
		0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	Більше 1,0
Змінний, 50 Гц	$U_{дот}$ , В (не більше)	500	250	100	70	50	36
	$I_{л}$ , мА (не більше)	500	250	100	70	50	6
Постійний	$U_{дот}$ , В (не більше)	500	400	250	230	200	40
	$I_{л}$ , мА (не більше)	500	400	250	230	200	15

Таблиця 3.8. **Гранично допустимі значення напруги дотику  $U_{дот}$  та сили струму  $I_{л}$ , що проходить через тіло людини при нормальному режимі електроустановки**

Вид струму	$U_{дот}$ , В (не більше)	$I_{л}$ , мА (не більше)
Змінний, 50 Гц	2	0,3
Змінний, 400 Гц	3	0,4
Постійний	8	1,0

## 2. Класифікація приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом

За ступенем небезпеки ураження електричним струмом усі приміщення поділяються на три категорії:

- приміщення без підвищеної небезпеки;
- приміщення з підвищеною небезпекою;
- особливо небезпечні приміщення.

**Приміщення з підвищеною небезпекою** характеризуються наявністю в них однієї з наступних умов, що створюють підвищену небезпеку: високої відносної



вологості повітря (перевищує 75 % протягом тривалого часу); високої температури (перевищує 35 °С протягом тривалого часу); струмопровідного пилю; струмопровідної підлоги (металевої, земляної, залізобетонної, цегляної та ін.); можливості одночасного доторкання до металевих елементів технологічного устаткування чи металоконструкцій будівлі, що з'єднані зі землею та металевих частин електроустаткування, які можуть опинитись під напругою.

**Особливо небезпечні приміщення** характеризуються наявністю однієї з умов, що створюють особливу небезпеку: дуже високої відносної вологості повітря (близько 100%), хімічно активного середовища; або одночасною наявністю двох чи більше умов, що створюють підвищену небезпеку.

**Приміщення без підвищеної небезпеки** характеризуються відсутністю умов, що створюють особливу або підвищену небезпеку.

Умови поза приміщеннями порівнюються до особливо небезпечних.

Оскільки наявність небезпечних умов впливає на наслідки випадкового доторкання до струмовідних частин електроустаткування, то для ручних переносних світильників, місцевого освітлення виробничого устаткування та електрифікованого ручного інструменту в приміщеннях з підвищеною небезпекою допускається напруга живлення не вище 42 В, а в особливо небезпечних приміщеннях і поза приміщеннями - не вище 12 В.

### **3. Безпечна експлуатація електроустановок**

#### **Умови ураження людини струмом при доторканні до струмовідних частин електромереж**

Якщо людина одночасно доторкається до щонайменше двох точок, між якими існує деяка напруга, і при цьому утворюється замкнуте електричне коло, то через тіло людини проходить електричний струм. Величина цього струму, а відтак і небезпека ураження людини, залежить від низки чинників: схеми під'єднання людини до електричного кола, напруги мережі, схеми самої мережі, режиму її нейтралі, якості ізоляції струмовідних частин від землі, ємності струмовідних частин відносно землі та ін.

За значенням номінальної напруги електромережі поділяються на:

- мережі з напругою понад 1000 В;
- мережі з напругою до 1000 В;
- мережі малої напруги (не вище 42 В змінного та 110 В постійного струму).

За видом струму електромережі поділяються на мережі постійного і змінного струму (одно - та багатофазні). Найчастіше в промисловості застосовуються трифазні мережі з ізольованою нейтраллю (трьохпровідні) та з глухо-заземленою нейтраллю (чотирьохпровідні).

**Глухозаземлена нейтраль** - нейтраль генератора чи трансформатора, яка приєднана до заземлювального пристрою безпосередньо або через апарати з малим опором.

**Ізольована нейтраль** - це нейтраль трансформатора чи генератора, яка не приєднана до заземлювального пристрою або приєднана до нього через апарати з великим опором (трансформатори напруги, компенсаційні котушки тощо).

Найбільш характерними є дві схеми під'єднання людини до електричного кола: між двома фазами електричної мережі (двофазне доторкання) та між однією фазою та землею (однофазне доторкання).

#### **Технічні способи та засоби захисту**

Технічні способи та засоби захисту (ТСЗЗ) поділяють на:

- ТСЗЗ при нормальних режимах роботи електроустановок (ізоляція струмовідних частин, забезпечення недоступності неізольованих струмовідних частин, попереджувальні сигналізація, знаки та написи, застосування малих напруг, захисне розділення електромереж, вирівнювання потенціалів);

- ТСЗЗ при переході напруги на металеві нормально неструмовідні частини електроустановок (захисні заземлення, занулення, вимикання);

- електрозахисні засоби та запобіжні пристосування.

- ТСЗЗ при нормальних режимах роботи електроустановок

### **Ізоляція струмовідних частин**

Забезпечується шляхом покриття їх шаром діелектрика для захисту людини від випадкового доторкання до частин електроустановок, через які проходить струм. Розрізняють робочу, додаткову, подвійну та посилену ізоляцію.

*Робочою* називається ізоляція струмовідних частин електроустановки, яка забезпечує її нормальну роботу та захист від ураження струмом.

*Додатковою* називається ізоляція, яка застосовується додатково до робочої і у випадку її пошкодження забезпечує захист людини від ураження струмом.

*Подвійною* називається ізоляція, яка складається з робочої та додаткової. Наприклад, додаткова ізоляція досягається шляхом виготовлення корпусів та рукояток електроустановки із діелектричних матеріалів (пластмасові корпуси ручних електрифікованих інструментів, побутових електропристроїв тощо).

*Посиленою* називається покращена робоча ізоляція.

**Забезпечення недоступності неізольованих струмовідних частин** передбачає застосування захисних огорожень, блокувальних пристроїв та розташування неізольованих струмовідних частин на недосяжній висоті чи в недоступному місці.

Захисні огороження можуть бути суцільними та сітчастими. Суцільні огороження (корпуси, кожухи, кришки і т. ін.) застосовуються в електроустановках з напругою до 1000 В, а сітчасті (огорожі, бар'єри) - до і вище 1000 В. Вони повинні встановлюватись на відстані до струмопровідних частин не менше за припустиму.

Якщо під час експлуатації електроустановок передбачений періодичний доступ (для оглядів, технічного обслуговування, ремонтів) до їх огорожених зон, в яких знаходяться неізольовані струмові дні частини, то дверцята, кришки, двері цих огорожень повинні мати блокувальні пристрої. Останні забезпечують зняття напруги зі струмовідних частин у разі відкриття огороження та спробі проникнути в небезпечну зону. Блокувальні пристрої за принципом дії поділяються на механічні, електричні та електронні.

Розташування неізольованих струмовідних частин на недосяжній висоті чи у недоступному місці забезпечує безпеку без захисних огорожень та блокувальних пристроїв. Обираючи необхідну висоту підвісу проводів під напругою, враховують можливість випадкового доторкання до них довгих струмопровідних елементів, інструменту чи транспорту. Так, висота підвісу проводів повітряних ліній електропередач відносно землі при лінійній напрузі до 1000 В повинна бути не меншою ніж 6 м. Розташування неізольованих струмовідних частин у спеціальних приміщеннях чи комірках, що зачиняються на ключ (знімну ручку), обмежує доступ до них сторонніх осіб.

### **Попереджувальні сигналізація, знаки та написи**

Є пасивними засобами захисту, які не усувають небезпеки ураження, а лише інформують про її наявність. Попереджувальна сигналізація може бути світловою (лампочки, світлодіоди і т. ін.) та звуковою (зумери, дзвінки, сирени). На виробництві широко використовують світлову сигналізацію для попередження про наявність напруги на тих чи інших частинах електроустаткування. Наприклад, при подачі напруги на електроустаткування на пульті керування загоряється сигнальна лампочка "Мережа".

### **Мала напруга**

Застосовується для зменшення небезпеки ураження електричним струмом. До малих напруг належать номінальні напруги, що не перевищують 42 В змінного струму та 110 В постійного струму. За таких напруг струм, що може пройти через тіло людини, є дуже малим і вважається відносно безпечним. Однак гарантувати цілковиту безпеку неможливо, тому поряд з малою напругою використовують й інші способи та засоби захисту.

Малі напруги застосовують у приміщеннях з підвищеною небезпекою (напруга до 42 В включно) та в особливо небезпечних приміщеннях (напруга до 12 В включно) для живлення ручних електрифікованих інструментів, переносних світильників, для місцевого освітлення на виробничому устаткуванні.

Джерелами такої напруги можуть слугувати батареї гальванічних елементів, акумулятори, трансформатори і т. ін. На рис. 3.22 наведено схему знижувального трансформатора, що містить металевий корпус 1, магнітопровід 2, екран 3, обмотки низької 4 та високої 5 напруги.

Для захисту від переходу високої напруги в мережу низької напруги вторинну обмотку трансформатора приєднують до нульового проводу або заземлюють (так само як металевий корпус і екран трансформатора).

Для унеможливлення випадкового приєднання електрообладнання з малою напругою живлення до мережі більш високої напруги штепсельні вилки та розетки відповідних напруг мають свої конструктивні відмінності. Отже, застосування малих напруг суттєво зменшує небезпеку ураження електричним струмом, однак при цьому зростає значення робочого струму, а відтак і переріз провідників, що, в свою чергу, збільшує витрати кольорових металів (міді, алюмінію). Крім того, при малих напругах істотно зростають втрати електроенергії в мережі, що обмежує її протяжність.

У силу вищезазначених обставин малі напруги мають обмежене використання в електронезбезпечних приміщеннях (особливо небезпечних і з підвищеною небезпекою) і застосовуються лише для живлення переносного електрообладнання, яке, на відміну від стаціонарних електроустановок, експлуатується в більш важких умовах (зазнає механічних впливів, змін температури, вологості тощо).

### **Вирівнювання потенціалів**

Є способом зниження напруг дотику та кроку між точками електричного кола, до яких можливе одночасне доторкання людини або на яких вона може одночасно стояти. Вирівнювання потенціалів досягається шляхом штучного підвищення потенціалу опорної поверхні ніг до рівня потенціалу струмовідної частини, а також при контурному заземленні. Вертикальні заземлювачі в контурному заземленні (рис. 3.23) розміщуються як по контуру, так і всередині захищеної зони і з'єднуються сталевими полосами. У разі замикання струмовідних частин на корпус, що приєднаний до такого

контурного заземлення, ділянки землі всередині контура набувають високих потенціалів, які наближаються до потенціалу заземлювачів. Завдяки цьому максимальні напруги дотику та кроку Пп знижуються до допустимих значень.

Рис. 3.23. Вирівнювання потенціалів при контурному заземленні

#### **Захисне розділення електромережі**

передбачає поділ останньої на окремі електрично незв'язані між собою дільниці за допомогою роздільних трансформаторів РТ з коефіцієнтом трансформації 1:1 (рис. 3.24). Чим протяжніша та розгалуженіша електромережа, тим меншим є її опір ізоляції та більшою ємність відносно землі. Отже, якщо таку електромережу розділити на низку невеликих мереж (дільниць) такої ж напруги, які мають незначну ємність та великий опір ізоляції, то при цьому значно підвищується безпека експлуатації електроустановок.

#### **Технічні способи та засоби захисту при переході напруги на нормально неструмовідні частини електроустановок**

##### **Захисне заземлення**

Застосовують у мережах з напругою до 1000 В з ізолюваною нейтраллю та в мережах напругою вище 1000 В з будь-яким режимом нейтралі джерела живлення.

Захисне заземлення - це навмисне електричне з'єднання зі землею або з її еквівалентом металевих частин електроустановки, які нормально не перебувають під напругою, але можуть опинитись під нею в аварійних режимах

Призначення захисного заземлення полягає в тому, щоб у випадку появи напруги на металевих конструктивних частинах електроустановки (наприклад, унаслідок замикання на корпус фази при пошкодженні її ізоляції) забезпечити захист людини від ураження електричним струмом у разі її доторкання до таких частин. Це досягається шляхом зниження до безпечних значень напруг дотику та кроку.

**Заземлювальним пристроєм називають** сукупність конструктивно з'єднаних заземлювальних провідників та заземлювача. Заземлювач - провідник або сукупність електрично з'єднаних провідників, які перебувають у контакті зі землею або її еквівалентом. Заземлювачі бувають природні та штучні. Як природні заземлювачі використовують електропровідні частини будівельних і виробничих конструкцій, а також комунікацій, які мають надійний контакт із землею (водогінні та каналізаційні трубопроводи, фундаменти будівель і т. ін.).

##### **Захисне занулення**

Застосовується в чотирьохпровідних мережах напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю. Відповідно до ПУЕ, занулення корпусів електроустановок використовується в тих випадках, що й захисне заземлення.

Занулення - це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним проводом металевих частин електроустановки, які нормально не перебувають під напругою, але можуть опинитися під нею в аварійних режимах роботи.

Нульовий захисний провід - це провід, який з'єднує частини, що підлягають зануленню, з глухозаземленою нейтральною точкою обмотки джерела струму або її еквівалентом.

**Захисне вимикання** застосовується як основний або додатковий захисний засіб у будь-яких електроустановках, але особливо тоді, коли з різних причин важко забезпечити ефективно заземлення чи занулення, а також коли є висока імовірність випадкового доторкання до струмопровідних частин. Такі умови

частіше за все виникають у пересувних електроустановках, а також у стаціонарних, що розташовані в районах з поганою провідністю ґрунту. Захисне вимикання є незамінним засобом для ручних електроінструментів, які у значній кількості застосовують у багатьох галузях виробництва.

Захисне вимикання - це швидкодіючий захист, який забезпечує автоматичне вимкнення електроустановки (до 0,2 с) у разі виникнення в ній небезпеки ураження струмом.

### **Електрозахисні засоби та запобіжні пристосування**

Електрозахисні засоби - це технічні вироби, що переносяться та перевозяться і слугують для захисту людей, які працюють з електроустановками, від ураження електричним струмом, від дії електричної дуги та електромагнітного поля.

Залежно від призначення електрозахисні засоби поділяються на ізолювальні (рис. 3.31), огорожувальні та запобіжні.

#### **Ізолювальні електрозахисні засоби**

Призначені для ізоляції людини від частин електроустановок, що знаходяться під напругою та від землі, якщо людина одночасно доторкається до землі чи заземлених частин електроустановок та струмопровідних частин чи металевих конструктивних елементів (корпусів), які опинилися під напругою.

Розрізняють **основні та додаткові ізолювальні електрозахисні засоби**.

- До **основних** належать такі електрозахисні засоби, ізоляція яких упродовж тривалого часу витримує робочу напругу електроустановки, і тому ними дозволяється доторкатись до струмовідних частин, що знаходяться під напругою. До них належать: при роботах у електроустановках з напругою до 1000 В - діелектричні рукавички, ізолювальні штанги, ізолювальні кліщі, покажчики напруги, інструменти з ізолювальними рукоятками, електровимірювальні кліщі; а при роботі в електроустановках напругою понад 1000 В - ізолювальні штанги, електровимірювальні та ізолювальні кліщі, покажчики напруги, покажчик напруги для фазування (див. рис. 3.31).

- **Додаткові** ізолювальні захисні засоби мають недостатні ізолювальні властивості й призначені для підсилення захисної дії основних засобів. Тому вони застосовуються лише одночасно з основними засобами. До додаткових ізолювальних електрозахисних засобів належать: при роботах у електроустановках з напругою до 1000 В - діелектричні калоші, килимки, ізолювальні підставки тощо; при роботах у електроустановках з напругою понад 1000 В - діелектричні рукавички, боти, килимки, ізолювальні підставки (див. рис. 3.31) та інші засоби захисту.

#### **Огорожувальні електрозахисні засоби**

(Щити, ширми, екрани, плакати електробезпеки) призначені для захисту працівників, котрі виконують роботи в електроустановках, від випадкового доторкання чи наближення на небезпечну відстань до струмовідних частин, що знаходяться під напругою, а також для тимчасового огороження входів у коміртки, камери та проходів у приміщення, в які вхід працівникам заборонений.

#### **Запобіжні електрозахисні засоби та пристосування**

Призначені: для захисту персоналу від випадкового падіння з висоти (запобіжні пояси, страхувальні канати); для забезпечення безпечного піднімання на висоту (ізолювальні драбини, кігті-лази монтерські); для запобігання нещасним випадкам при помилковому або самочинному увімкненні комутаційних апаратів

або при наведеній напрузі (переносне заземлення); для захисту від світлової, теплової, механічної дії електричної дуги (захисні окуляри, щитки, спецодяг, каски, захисні рукавички тощо).

Електрозахисні ізолювальні засоби застосовуються в закритих електроустановках, а в суху погоду - у відкритих. Забороняється виконувати роботи із використанням основних електрозахисних засобів у відкритих електроустановках під час дощу, снігопаду, туману тощо.

### **Організаційні та технічні заходи електробезпеки**

До роботи на електроустановках допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли інструктаж та навчання з безпечних методів праці, перевірку знань правил безпеки та інструкцій відповідно до займаної посади чи роботи, яку вони виконують та кваліфікаційної групи з електробезпеки, і які не мають протипоказань, визначених Міністерством охорони здоров'я України.

З метою профілактики професійних захворювань, нещасних випадків та забезпечення безпеки праці працівники, що обслуговують діючі електроустановки, в обов'язковому порядку проходять попередній (при прийнятті на роботу) та періодичні (термін обумовлений професією та характеристикою роботи) медичні огляди.

Роботи в електроустановках **стосовно їх організації** поділяються на такі, що виконуються:

- за нарядом-допуском;
- за розпорядженням;
- у порядку поточної експлуатації.

**Безпека** робіт у діючих електроустановках досягається наступними **організаційними заходами**:

- затвердження переліку робіт, що виконуються за нарядами, розпорядженнями і в порядку поточної експлуатації;
- призначення осіб, відповідальних за безпечне проведення робіт;
- оформлення нарядом, розпорядженням або затвердженням переліку робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації;
- підготовка робочих місць;
- допуск до роботи, нагляд під час виконання робіт;
- переведення на інше робоче місце;
- оформлення перерв у роботі та її закінчення.

Робота в електроустановках **стосовно заходів безпеки** поділяється на три категорії:

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

**До технічних заходів**, які необхідно виконувати в діючих електроустановках для забезпечення безпеки робіт належать:

### **При проведенні робіт зі зняттям напруги в діючих електроустановках:**

- вимкнення установки (частини установки) від джерела живлення електроенергії;
- механічне блокування приводів апаратів, які здійснюють вимкнення, зняття запобіжників, від'єднання кінців лінії, що забезпечує

електропостачання, та інші заходи, що унеможливлують випадкову подачу напруги до місця проведення робіт;

- вивішування заборонних плакатів на приводах ручного і на ключах дистанційного керування комутаційною апаратурою;
- перевірка відсутності напруги на струмовідних частинах, які слід заземлити для захисту людей від ураження електричним струмом;
- встановлення заземлення (увімкнення заземлюваних ножів);
- встановлення переносних заземлень);
- огороження робочих місць або струмовідних частин, що залишаються під напругою, і вивішування на огороженнях плакатів безпеки;

**При проведенні робіт без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них:**

виконання робіт за нарядом не менш ніж двома працівниками із застосуванням електрозахисних засобів, під постійним наглядом, із забезпеченням безпечного розташування працівників, використовуваних механізмів та пристосувань;

**При проведенні робіт без зняття напруги віддалік від струмовідних частин, що перебувають під напругою,**

є неможливим випадкове наближення працівників і ремонтного оснащення та інструменту, що застосовуються ними, до струмовідних частин на відстань, меншу від допустимої, тому передбачати технічні та організаційні заходи для запобігання такому наближенню не потрібно.

#### **4. Надання першої допомоги при ураженні електричним струмом**

Після припинення дії електричного струму на людину необхідно викликати лікаря, а до його прибуття надати потерпілому необхідну допомогу. Заходи долікарської допомоги залежать від стану, в якому перебуває потерпілий. Для оцінки стану потерпілого перевіряють наявність у нього свідомості, дихання, пульсу. Потерпілий, після звільнення від дії електричного струму, зазвичай може перебувати в одному з трьох станів:

- при свідомості;
- непритомний, однак у нього є дихання та пульс;
- у стані клінічної смерті (відсутнє дихання та не прощупується пульс).

Якщо потерпілий при свідомості, то його необхідно покласти на підстилку з тканини чи одягу, створити приплив свіжого повітря, розстібнути одяг, що стискає та перешкоджає диханню, розтерти та зігріти тіло і забезпечити спокій до прибуття лікаря. Потерпілому, що знаходиться в непритомному стані, треба дати понюхати нашатирний спирт або збризнути обличчя холодною водою. Коли потерпілий прийде до тями, дати йому випити 15-20 крапель настоянки валеріани та гарячого чаю.

За відсутності ознак життя (дихання та пульсу) потрібно негайно розпочати серцево-легеневу реанімацію (СЛР); адже імовірність успіху тим менша, чим більше часу минуло від початку клінічної смерті. До заходів СЛР належать штучне дихання та непрямий (закритий) масаж серця. Штучне дихання виконується способом "з рота в рот" або "з рота в ніс". Людина, яка надає допомогу, робить видих зі своїх легень у легені потерпілого безпосередньо в його рот чи ніс; у повітрі, що видихається людиною є ще досить кисню. Попередньо потерпілого необхідно покласти спиною на тверду рівну поверхню, звільнити від одягу, що стискає (розстебнути комір сорочки, пасок, послабити краватку),

підкласти під лопатки невеликий валик з будь-якого матеріалу (можна з одягу), відхилити голову максимально назад

Перш ніж розпочати штучне дихання, необхідно переконатися в прохідності верхніх дихальних шляхів, які можуть бути закриті запалим язиком, сторонніми предметами, накопиченим слизом.

При проведенні штучного дихання слід бути уважним: коли у потерпілого з'являються перші ознаки слабого поверхневого дихання, необхідно до нього пристосувати ритм штучного дихання.

Необхідно зазначити, що існують спеціальні засоби для штучного дихання, які, перш за все, дозволяють уникнути прямого контакту між ротом потерпілого та ротом рятувальника. Саме ця обставина іноді створює своєрідний психологічний бар'єр у невідготуваного рятувальника. Для того, щоб не завдати шкоди потерпілому, рятувальник повинен уміти користуватись такими засобами. Загалом, застосування спеціальних засобів штучного дихання не суттєво сприяє підвищенню якості реанімації та, найголовніше, призводить до втрати часу, що може іноді виявитись вирішальним для життя потерпілого.

У випадку зупинки серця, яку можна визначити за відсутністю у потерпілого пульсу на сонній артерії та розширенням або у разі фібриляції серця,

При необхідності проведення непрямого масажу серця потерпілого кладуть спиною на тверду поверхню (підлога, стіл), оголюють його грудну клітку, розстібають пасок. Рятувальник стає ліворуч або праворуч від потерпілого, поклавши на нижню третину грудної клітки кисті рук (одна на одну), енергійно (поштовхами) натискає на неї. Натискати потрібно досить різко, використовуючи при цьому масу власного тіла, і з такою силою, щоб грудна клітка прогиналась на 4-5 см у бік хребта. Необхідна частота становить 60-65 натиснень на хвилину.

Масаж серця необхідно поєднувати зі штучним диханням. Якщо СЛР виконує одна людина, то заходи щодо рятування потерпілого необхідно проводити в такій послідовності: після двох глибоких вдувань у рот чи ніс зробити 15 натиснень на грудну клітку, потім знову повторити два вдування і 15 натиснень для масажу серця і т. ін. Якщо допомогу надають двоє рятувальників, то один повинен робити штучне дихання, а інший - непрямий масаж серця, причому під час вдування повітря масаж серця припиняють. Після одного вдування повітря в легені потерпілого необхідно п'ять разів натиснути на його грудну клітку.

Заходи щодо оживлення можна вважати ефективними, якщо звузились зіниці; шкіра почала рожевіти (у першу чергу, шкіра верхньої губи); при масажних поштовхах явно відчувається пульс на сонній артерії. Штучне дихання та непрямий масаж серця необхідно виконувати доти, поки у потерпілого повністю не відновиться дихання та робота серця або поки не прибуде швидка медична допомога.

#### **IV Заключна частина**

Підведення підсумків

#### **V Завдання для самоперевірки та контролю засвоєння знань:**

Дати відповіді на питання:

1. Що таке електробезпека, електротравма та електроустановка? Назвіть можливі види електротравм та дайте їм характеристику.
2. Класифікація приміщень за небезпекою електротравм.



3. Що таке напруга кроку? Від чого залежить її величина?
4. Як надається перша медична допомога при електротравмах?

**Викладач Батеньков О.Л.**