

Тема 2 ЕЛЕКТРОТРАВМАТИЗМ ТА ЗАХИСТ ВІД ВИПРОМІНЮВАНЬ

План

1. Дія електричного струму на організм людини.
2. Основні фактори, які визначають важкість ураження електричним струмом.
3. Види електричних травм.
4. *Виробничі випромінювання та засоби захисту від них.*
5. *Методи надання першої допомоги потерпілим від дії електричного струму.*

Література:

1. Основи охорони праці: Підручник. 3-тє 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, Ю.О. Полукаров. За ред. К. Н. Ткачука. – К. : Основа, 2011. – с. 318-326.
2. Березюк О.В., Лемешев М.С. Охорона праці в галузі радіотехніки. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – с. 105-109.
3. Кобилянський О.В., Присяжнюк В.В., Богачук В.В. Охорона праці в робітничій професії. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – с. 102-107.

1. Дія електричного струму на організм людини.

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

Термічна дія струму полягає в нагріванні тканин, 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, призводить до порушення біохімічних процесів в тканинах і органах, які є 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.

Разом з цим збурююча дія струму на тканини може бути і непрямною, 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 життєвоважливих органів, в тому числі серця та легень, навіть коли ці органи не лежать на шляху струму.

2. Основні фактори, які визначають важкість ураження електричним струмом.

Фактори, 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 найбільшою мірою впливає на тяжкість ураження електричним струмом. За характером дії на організм виділяють:

- відчутний струм (для змінного 0,6-1,5 мА і 5-7 мА для постійного струму) — викликає при проходженні через організм відчутні подразнення;
- невідпускаючий струм (10-15 мА і 50-80 мА відповідно) — викликає при проходженні через організм непереборні судомні скорочення м'язів руки, в якій затиснуто провідник;
- фібриляційний струм (100 мА і 300 мА відповідно) — викликає при проходженні через організм фібриляцію серця.

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 із 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 для людини 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.

Шкіра є 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 багатофункціональну 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 ємнісної складової, збільшення частоти прикладеної напруги супроводжується зменшенням повного опору тіла людини і, як наслідок, збільшенням струму, що проходить через людину. Останнє дає підставу вважати, що тяжкість ураження електричним струмом має зростати із збільшенням частоти. Але така закономірність спостерігається тільки в межах частот 0...50 Гц. Подальше збільшення частоти, не зважаючи 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.

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.

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.

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 (холерики, сангвініки, меланхоліки). Аналіз електротравматизму свідчить, що більш чутливі до дії електричного струму холерики і меланхоліки.

Крім індивідуальних особливостей організму тяжкість ураження електричним струмом значною мірою 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, пітливість 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.

Із 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 з фазою Т кардіоциклу (фазою розслаблення серцевих м'язів), що, в цілому, призводить 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 підвищенням температури повітря посилюється потовиділення, розкритість пор шкіри, зволожується одяг, взуття. Все це приводить до зниження опору на ділянці включення людини в електричну мережу.

Вологість 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.

Запиленість повітря, особливо струмопровідним пилом, також негативно впливає на опір ізоляції установки, сприяє переходу напруги на неструмовідні частини установки, коротким замиканням тощо і, таким чином, підвищує небезпеку електротравми.

Забруднення повітря хімічно активними 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 струмовідними частинами і тілом людини і, таким чином, підвищує небезпеку ураження електричним струмом.

3. Види електричних травм.

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

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

Електричні опіки — найбільш розповсюджені електротравми, близько 85% яких припадає на електромонтерів, які 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 спричинюються 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 призводить до опіку.

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. Дугові опіки, в цілому, значно тяжчі, ніж контактні, і нерідко призводять до смерті потерпілого, а тяжкість уражень зростає із збільшенням величини напруги.

Електричні знаки (знаки струму або електричні мітки) спостерігаються у вигляді різко окреслених плям сірого чи блідо-жовтого кольору на поверхні тіла людини в місці контакту із струмовідними елементами.

Електричні знаки можуть виникати як в момент проходження струму через тіло людини, так і через деякий час після контакту із струмовідними елементами електроустановки. Особливого больового 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 металом, і напруження шкіри від присутності в ній сторонньої твердої речовини - часток металу. З часом уражена ділянка шкіри приймає нормальний стан і зникають больові відчуття.

Електроофтальмія - запалення зовнішніх оболонок очей, спричинене надмірною дією ультрафіолетового випромінювання електричної дуги. Електроофтальмія, зазвичай, розвивається через 2-6 годин після опромінення (залежно від інтенсивності опромінення) і проявляється у формі почервоніння і запалення шкіри та слизових оболонок повік, слезотечі, гнійних виділень, світлобоях і світлобоязні. Тривалість захворювання 3...5 днів.

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 життєвоважливих органів чи всього організму людини як наслідок збудження 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.

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

Контрольні запитання:

1. В чому проявляється термічна дія електричного струму на організм людини?
2. В чому небезпека електролітичної дії струму?
3. Поясніть негативний вплив збуджуючої дії струму на тканини тіла людини.
4. Які чинники впливають на тяжкість ураження електричним струмом?
5. Назвіть величину порогового невідпускаючого струму.
6. Як впливає величина напруги на наслідки ураження електричним струмом?
7. Яка величина опору тіла людини приймається в розрахунках?
8. Перелічіть чинники виробничого середовища, які впливають на небезпеку ураження людини електричним струмом.
9. Які бувають види електричних травм?