

ЛЕКЦІЯ №1.

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ. ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ

1.1 Основні поняття електротехніки

Теорію електричних явищ поділяють на теорію кіл і теорію електромагнітного поля. Цей поділ викликаний тим, що прикладне використання електромагнітних явищ призвело до застосування пристроїв і систем, в основу яких покладено використання явищ електричних, магнітних, електростатичних й електромагнітних кіл або явищ електромагнітного поля.

З'єднання електротехнічних пристроїв, таких як генератори електричної енергії, перетворювачі її параметрів, лінії передачі та приймачі, утворюють електричне коло. Електричними колами називають також з'єднання електротехнічних пристроїв з метою генерування, перетворення, пересилання, розподілу та приймання інформації у вигляді електричних імпульсів – сигналів. Параметри електричних і магнітних кіл (резистанси, індуктивності, ємності, магнітні опори) визначаються геометричними формами та фізичними властивостями матеріалів відповідних елементів.

Якщо струм у всіх точках будь-яких нерозгалужених ділянок (віток) електричного кола можна з достатньою точністю вважати в заданий момент однаковим за значенням, то таке коло називають колом зі зосередженими параметрами. Однак, це припущення мусить бути обґрунтованим. Так, у реостаті, крім перетворення електромагнітної енергії на теплову, що характеризується його резистансом, існує електричне поле, яке залежить від міжвиткових ємностей реостата, а також магнітне поле, що залежить від індуктивності реостата. Але ці поля при невисоких частотах практично не впливають на електромагнітний процес у реостаті й ними можна знехтувати. В індуктивних котушках за подібних умов електричне поле (через наявність міжвиткових ємностей) у порівнянні з магнітним полем незначно впливає на

електромагнітний процес. Перетворення електромагнітної енергії на теплову в індуктивній котушці інколи не беруть до уваги чи, якщо ним не можна знехтувати, враховують виділенням резистансу котушки у вигляді резистора, сполученого послідовно з її індуктивністю.

Прикладом електричного кола з розподіленими параметрами є лінія електропередачі чи лінія передачі інформації – струми у будь-яких їх точках залежать не тільки від часу, але й від простору – відстані цих точок від початку (кінця) лінії. Зазвичай такі кола характеризують питомими параметрами на одиницю довжини лінії.

1.2 Електромагнітне поле

Основою всіх електромагнітних явищ є електричний заряд та електромагнітне поле.

Електричний заряд q – джерело електромагнітного поля, яке пов'язане з матеріальним носієм; елементарний електричний заряд – це внутрішній параметр елементарної частинки, що визначає її електромагнітну сутність, здатність до взаємодій. Розрізняють два види електричних зарядів, які умовно називають додатними («+») та від'ємними («-»). Останні називають електронами – елементарні від'ємно заряджені частинки; заряд електрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Електромагнітне поле – особливий вид матерії, який у всіх точках простору поєднує дві його складові, що називаються, відповідно, електричне та магнітне поля.

Електричне поле – одна з складових електромагнітного поля, яка проявляється у дії на електрично заряджену частинку із силою \vec{F}_E , пропорційною зарядові частинки q і незалежною від швидкості її руху. Це поле характеризується векторною величиною – напруженістю електричного поля \vec{E} , яка чисельно дорівнює відношенню сили, що діє на заряджену частинку, до її

заряду і має напрямок сили, що діє на частинку з додатним зарядом, тобто

$$\bar{E} = \lim_{q \rightarrow 0} \frac{\bar{F}_E}{q}.$$

Магнітне поле – друга складова електромагнітного поля, яка проявляється у дії на рухому електрично заряджену частинку із силою \bar{F}_M , пропорційною заряду частинки q і швидкості її руху V . Це поле характеризується векторними величинами: напруженістю магнітного поля \bar{H} і пов'язаною з нею магнітною індукцією \bar{B} .

Чисельно магнітна індукція дорівнює відношенню сили F_M до добутку заряду q і швидкості V частинки, тобто $B = \lim_{q \rightarrow 0} \frac{F_{M \max}}{q \times V}$, якщо напрямок швидкості такий, що ця сила максимальна. Вектор магнітної індукції перпендикулярний до векторів сили \bar{F}_M і швидкості \bar{V} , а його напрямок при цьому збігається з поступальним переміщенням правоходового гвинта при його обертанні від напрямку сили до напрямку швидкості частинки з додатним зарядом. У підсумку перелічені величини поєднує формула $\bar{F}_M = q[\bar{V} \times \bar{B}]$.

У природному стані різні матеріальні тіла є електрично нейтральними, тобто елементарні додатні та від'ємні заряди рівномірно розподілені в їхньому об'ємі і врівноважують один одного. Щоб вивільнити заряди різних знаків і примусити їх рухатись в заданому напрямку, треба затратити енергію. Сили, які розділяють заряди різних знаків, долаючи електростатичні сили між ними, називаються сторонніми.

ЛЕКЦІЯ №2.

ОСНОВНІ ФІЗИЧНІ ВЕЛИЧИНИ. ЗАКОНИ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИЗМУ. ЧАСТИНА 1

2.1 Основні фізичні величини

Для опису електромагнітних полів і процесів застосовують ряд наступних електричних величин.

Електричний струм – це впорядкований рух електрично заряджених частинок. За напрямком струму приймають напрямок руху додатно заряджених частинок. Якщо струм створюється від'ємно зарядженими частинками, то напрямком струму вважають протилежним напрямку їхнього руху. Кількісно електричний струм характеризується скалярною величиною – **силою струму** I [А] і векторною величиною – **густиною електричного струму** \vec{J} [А/мм²]. Сила струму дорівнює відношенню абсолютного значення електричного заряду dq , який проходить за малий проміжок часу dt крізь визначену поверхню (наприклад, крізь поперечний переріз провідника), до значення dt , тобто $I = dq / dt$.

Для опису потенціальної енергетичної здатності електричного поля існує скалярна величина – **електричний потенціал** φ [В]. Потенціал даної точки поля – це відношення роботи A , яку може виконати поле, переміщуючи заряд q із заданої точки в нескінченно віддалену точку, до самого заряду, тобто $\varphi = A / q$. Нескінченно віддалену точку беруть там, де електричне поле відсутнє тобто потенціал дорівнює нулю.

Електрична напруга – це скалярна величина, яка є порідненою до потенціалу і яка введена для енергетичної характеристики електричного поля або електричного кола. Вона характеризує здатність поля виконувати роботу при переміщенні заряджених частинок між точками простору. Електрична

напруга між двома точками електричного кола або електричного поля чисельно дорівнює роботі електричного поля, затраченій на переміщення одиничного додатного заряду із точки a в точку b . У загальному випадку напруга дорівнює відношенню роботи A , яку виконує поле переміщуючи заряд q із даної точки в іншу точку, до величини заряду, тобто $U_{ab} = A/q$ [В]. У потенціальному електричному полі ця робота не залежить від шляху переміщення заряду. В такому разі електрична напруга між двома точками дорівнює різниці потенціалів між ними, тобто $U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b$.

Електрорушійна сила (ЕРС) – це скалярна величина, яка характеризує дію сторонніх сил у джерелах постійного або змінного струму. Сторонні сили призводять до руху електричні заряди всередині генераторів. ЕРС E [В] чисельно дорівнює роботі, яка виконується силами стороннього електричного поля при перенесенні вздовж замкненого контуру електричного кола одиничного додатного електричного заряду. В загальному випадку ЕРС дорівнює відношенню роботи A , яку виконують сторонні сили, переміщуючи заряд q вздовж замкненого провідникового контуру, до величини заряду, тобто $E = A/q$. З іншого боку, ЕРС джерела напруги дорівнює різниці потенціалів або напрузі на його електродах (полюсах) при розімкненому зовнішньому колі, тобто при відсутності електричного струму в джерелі.

Електричний опір:

- активний R [Ом];
- індуктивний X [Ом];
- повний Z [Ом].

Частота струму f , [Гц].

Електрична потужність:

- активна $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$ [Вт];
- реактивна $Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$ [ВАр];
- повна $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ [ВА].

Коефіцієнт потужності $\cos \varphi = \frac{P}{S}$.

Електроенергія:

– активна W_a [$\text{кВт} \cdot \text{год}$];

– реактивна W_p [$\text{кВАр} \cdot \text{год}$].

Освітленість E [лк].

Світловий потік Φ [лм].

Частота обертання електродвигуна n [об./хв.].

2.2 Закони електромагнетизму. Частина 1

Взаємодія та взаємовідношення величин, що описують електромагнітні процеси в електротехнічних пристроях, регулюються законами електромагнетизму.

Закон Ома.

Закон Ома має наступні варіанти:

а) сила струму I прямо пропорційна напрузі U і обернено пропорційна електричному опору R ділянки кола (рис. 1.1,а):

$$I = \frac{U}{R} ; \quad (1.1)$$

б) сила струму в електричному колі прямо пропорційна ЕРС джерела електроенергії й обернено пропорційна повному опору кола (рис. 1.1,б):

$$I = \frac{E}{R + R_0} ; \quad (1.2)$$

в) узагальнений закон Ома (рис. 1.1,в) для ділянки кола (знак « \leftrightarrow » у разі зміни напрямку напруги):

$$I = \frac{E \pm U}{R}. \quad (1.3)$$

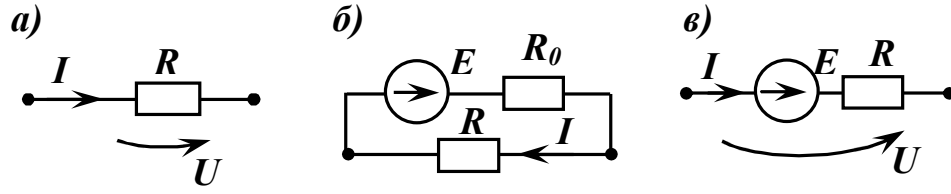


Рис. 1.1

ЛЕКЦІЯ №3.

ЗАКОНИ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИЗМУ. ЧАСТИНА 2. ЧАСТИНА 3

3.1 Закони електромагнетизму. Частина 2

Закони Кірхгофа

1-ий закон Кірхгофа: алгебраїчна сума струмів віток у вузлі електричного кола, дорівнює нулю:

$$\sum_{k=1}^m I_k = 0, \quad (1.4)$$

де m – кількість віток у даному вузлі.

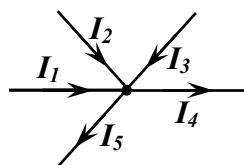


Рис. 1.2

Або, наприклад, обираючи напрямок до вузла додатним, маємо для випадку на рис. 1.2:

$$I_1 + I_2 + I_3 - I_4 - I_5 = 0.$$

Або:

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5,$$

тобто сума струмів, які підтікають до вузла, рівна сумі струмів, які з нього витікають.

2-ий закон Кірхгофа: алгебраїчна сума спадів напруг на елементах замкненого контуру електричного кола дорівнює алгебраїчній сумі ЕРС, що знаходяться в цьому контурі.

Тобто:

$$\sum_{k=1}^n R_k I_k = \sum_{k=1}^q E_k, \quad (1.5)$$

де n, q – кількості пасивних елементів і джерел ЕРС у даному контурі. Або, для прикладу, вибравши вказаний на рис. 1.3 напрямок обходу контуру можна записати:

$$-R_1 I_1 + R_2 I_2 + R_4 I_4 - R_3 I_3 = E_1 - E_2.$$

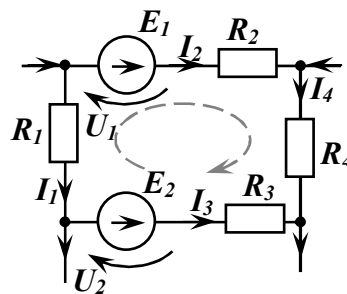


Рис. 1.3

Закон Джоуля-Ленца

Теплова енергія, що виділяється в провіднику (наприклад, у резисторі) дорівнює добутку квадрата сили струму I , опору провідника R і часу t , а саме:

$$W_T = I^2 R t. \quad (1.6)$$

3.2 Закони електромагнетизму. Частина 3

Закон Біо-Савара-Лапласа

Індукція dB магнітного поля, що створюється елементом струму $I\vec{dl}$ на відстані r від нього в однорідному середовищі з відносною магнітною проникністю μ_r (рис. 1.4), обернено пропорційна квадрату відстані і прямо пропорційна елементу струму і синусу кута β поміж векторами \vec{dl} і \vec{r} , тобто у векторній, а потім і в скалярній формах:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0\mu_r}{4\pi r^3} [I \cdot \vec{dl} \times \vec{r}]; \quad dB = \frac{\mu_0\mu_r Idl}{4\pi r^2} \sin \beta, \quad (1.7)$$

де $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ Гн/м – магнітна стала.

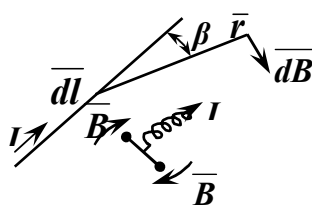


Рис. 1.4

Напрямок вектора магнітної індукції визначається відомим правилом правоходового гвинта, як показано на рис. 1.4.

Закон повного струму

Циркуляція вектора напруженості \vec{H} магнітного поля по контуру l (рис. 1.5) дорівнює алгебраїчній сумі струмів, що охоплюються цим контуром:

$$\oint \vec{H} \cdot \vec{dl} = \sum I, \quad (1.8)$$

де повний струм $\sum I = wI$; w – кількість витків котушки, якою протікає струм I .

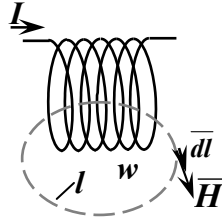


Рис. 1.5

Закон електромагнітної індукції

ЕРС e , яка індукується в контурі або в котушці (рис. 1.6), дорівнює швидкості зміни його магнітного потокозчеплення ψ :

$$e = -\frac{d\psi}{dt}, \quad (1.9)$$

де $\psi = w \times \sum_{k=1}^w \Phi_k$; w – кількість витків котушки; Φ_k – магнітний потік, який пронизує її k -ий виток.

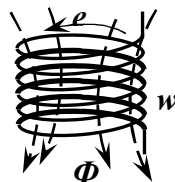


Рис. 1.6

У випадку, коли всі витки пронизуються одним магнітним потоком, ЕРС самоіндукції:

$$e = -w \frac{d\Phi}{dt}. \quad (1.10)$$

У загальному випадку для елемента dl провідника, який переміщується зі швидкістю V в магнітному полі з індукцією B (рис. 1.7), ЕРС має вираз:

$$dE = \vec{B} [\vec{dl} \times \vec{V}] \quad (1.11)$$

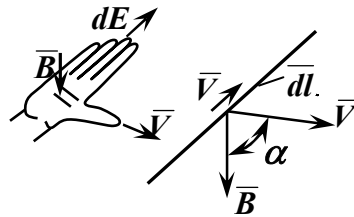


Рис. 1.7

Якщо при цьому магнітне поле однорідне, тобто індукція B скрізь однакова за величиною і напрямком, то ЕРС на всю довжину l провідника:

$$E = VB l \sin \alpha . \quad (1.12)$$

Напрямок ЕРС визначається правилом правої руки (рис. 1.7).

Закон Ампера

Закон Ампера (рис. 1.8) виражає силу Ампера, яка діє на елемент довжини dl провідника зі струмом I , що знаходиться в магнітному полі з індукцією B :

$$\vec{dF}_A = I [\vec{dl} \times \vec{B}], \quad (1.13)$$

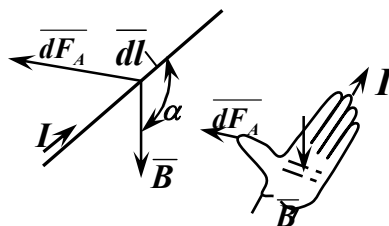


Рис. 1.8

У простішому випадку, при однорідному магнітному полі на всю довжину l провідника діє сила Ампера:

$$F_A = IBl \sin \alpha . \quad (1.14)$$







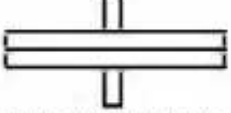


Напрямок сили Ампера визначається правилом лівої руки (рис. 1.8).

ЛЕКЦІЯ №4.

ЕЛЕКТРОВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ

На шкалу електровимірювального приладу наносяться умовні позначення, основні з яких наведено в табл. 4.1.

Таблиця 9.1. Основні умовні позначення

1,5	Клас точності 1,5
	Постійний струм
	Змінний (однофазний) струм
	Постійний та змінний струми
	Трифазний струм
	Прилад магнітоелектричної системи
	Прилад електромагнітної системи
	Прилад електродинамічної системи
	Прилад індукційної системи
□, ⊥, ∠ 60°	Прилад встановлюється тільки горизонтально, вертикально, під кутом 60°
	Ізоляція приладу випробувана при напрузі 2 кВ

Електровимірювальні прилади класифікують за різними ознаками. Залежно від основної приведенної похибки електровимірювальні прилади

розбиті на класи точності. Клас точності вказується на шкалі приладу. Він означає найбільшу приведену похибку у відсотках, що є допустимою для приладу.

За типом вимірюваної величини електровимірювальні прилади поділяються на: вольтметри (для вимірювання напруги та ЕРС); амперметри (для вимірювання сили струму); ватметри (для вимірювання електричної потужності); лічильники (для вимірювання електричної енергії); омметри, мегомметри (для вимірювання електричного опору); частотоміри (для вимірювання частоти змінного струму); фазометри (для вимірювання кута зсуву фаз).

За типом струму розрізняють електровимірювальні прилади постійного струму, змінного струму та комбіновані.

За способом установки розрізняють щитові прилади, що призначені для монтажу на приладових щитах та пультах керування, та переносні прилади.

В останні роки все більше застосовують цифрові електровимірювальні прилади. Ці прилади вимірюють значення величини, що безперервно змінюється, в окремі (дискретні) моменти часу та представляють отриманий результат у цифровій формі.

Цифрові вимірювальні прилади (ЦВП) класифікують:

а) за видом вимірюваних величин:

- вольтметри й амперметри постійного і змінного струму (напруги);
- омметри і мости постійного і змінного струму;
- комбіновані прилади;
- вимірювачі частоти, інтервалів часу і фазового зсуву;
- спеціалізовані ЦВП;

б) за видом вхідних фізичних величин:

- постійного і змінного струму (напруги);
- параметрів електричних ланцюгів (L, R, C);
- часових параметрів;

в) за способом перетворення вхідного сигналу:

- прямого перетворення (відсутній зв'язок виходу з входом);
- урівноважує перетворення (охоплено ланцюгом зворотного зв'язку);
- г) за видом вихідного дискретного сигналу.
 - прилади з формою подання двійкової інформації;
 - прилади з десятковою формою подання інформації;
 - прилади з двійково-десятковою формою подання інформації.

ЦВП містять вбудовані електронні схеми (зазвичай мікропроцесори), що дозволяють підключати додаткові пристрої.

Деякі прилади містять різні діагностичні пристрої, що зменшує час усунення відмов.

Більшість сучасних стендових приладів мають внутрішні пристосування для калібрування.

Калібрування здійснюється з пульта приладу, а значення параметрів зберігаються в довготривалій пам'яті. У наступні відліки вносяться поправки з урахуванням цих параметрів.

Багато ЦВП забезпечені шиною інтерфейсу і завдяки цьому можуть працювати як частини великих вимірювальних систем.

У цифровому приладі вимірювана величина X подається на вхідний пристрій, що призначений для виділення перешкод і масштабного перетворення.

Аналого-цифровий перетворювач перетворює величину X в код L , який подається на цифровий відліковий пристрій, де відображається у вигляді ряду цифр.

ЛЕКЦІЯ №5.

ПРАВИЛА ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ. ПРАВИЛА НАДАННЯ ПЕРШОЇ ДОПОМОГИ ПРИ УРАЖЕННІ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ

5.1 Правила електробезпеки

Електротравма – травма, спричинена дією на організм людини електричного струму та (або) електричної дуги.

Електротравматизм – явище, що характеризується сукупністю електротравм.

Згідно зі статистичними даними, електротравми в загальному виробничому травматизмі складають близько 1%, а в смертельному травматизмі – 15% і більше.

На тяжкість ураження людини електричним струмом впливають чинники: електричного характеру, неелектричного характеру, виробничого середовища.

Основними чинниками електричного характеру, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом є:

- величина струму, що проходить через тіло людини;
- напруга, під яку потрапляє людина;
- опір тіла людини;
- рід струму (постійний, змінний);
- частота струму.

Величина струму, що проходить через тіло людини безпосередньо і найбільше впливає на тяжкість ураження електричним струмом.

За характером дії на організм виділяють:

– **відчутний струм** – викликає під час проходження через тіло людини відчутні подразнення (значення порогового відчутного струму: для змінного

струму частотою 50 Гц складає 0,6 – 1,5 мА; для постійного струму складає 5 – 7 мА);

– **невідпускаючий струм** – викликає під час проходження через тіло людини непереборні судомні скорочення м'язів руки, в якій затиснуто провідник (значення порогового невідпускаючого струму: 10 – 15 мА для змінного струму; 50 – 80 мА для постійного струму);

– **фібриляційний струм** – викликає під час проходження через тіло людини фібриляцію серця (значення порогового фібриляційного струму: в межах 100 мА для змінного струму; в межах 300 мА для постійного струму). Фібриляція – мимовільні неузгоджені скорочення волокон серцевого м'язу (фібрил), за яких серце не в змозі проганяти кров судинами.

Гранично допустимий струм, що проходить через тіло людини при нормальному (неаварійному) режимі роботи електроустановки не повинен перевищувати 0,3 мА для змінного струму та 1 мА для постійного струму.

Величина напруги, під яку потрапляє людина, впливає на тяжкість ураження електричним струмом в тій мірі, що зі збільшенням прикладеної до тіла напруги зменшується опір тіла людини, що призводить до збільшення тяжкості ураження.

Шкіра має найбільший вплив на опір тіла людини. **Опір шкіри** значно знижується у разі ушкодження її рогового шару, наявності вологи на її поверхні, збільшенні потовиділення та забрудненні. Крім цього, мають вплив щільність та площа контакту зі струмопровідними частинами, величина прикладеної напруги, величина струму та тривалість його дії, а також товщина та ступінь огрубіння верхнього шару шкіри.

Під час розрахунків та оцінки умов небезпеки ураження людини електричним струмом **опір тіла людини приймають рівним 1000 Ом**.

В діапазоні частот 0 ... 50 Гц збільшення частоти прикладеної напруги супроводжується зменшенням повного опору тіла людини та збільшенням значення струму, що проходить через нього. Подальше збільшення частоти,

незважаючи на зростання струму, що проходить через тіло людини, не супроводжується зростанням небезпеки ураження.

Постійний струм викликає подразнення в тканинах тіла при замиканні та розмиканні струму, що проходить через людину. В проміжку часу між замиканням та розмиканням мережі постійного струму, його дія зводиться переважно до теплової. Змінний струм викликає більш тривалі інтенсивні подразнення за рахунок пульсації напруги. З цієї точки зору, змінний струм є небезпечнішим. Але ця закономірність зберігається до значень напруги 400 – 600 В, а при більшій нарузі постійний струм є більш небезпечним для людини.

Основними чинниками неелектричного характеру, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом є: шлях струму через тіло людини, індивідуальні особливості та стан організму людини, тривалість дії струму, його раптовість та непередбачуваність.

Шлях струму через тіло людини суттєво впливає на тяжкість ураження. Особливо небезпечним є проходження струму через життєво важливі органи з подальшим на них впливом.

До індивідуальних особливостей організму належать: чутливість організму до дії струму, психічні особливості та риси характеру людини.

Зі збільшенням тривалості дії струму зменшується опір тіла людини за рахунок зволоження шкіри від поту та електролітичних процесів в тканинах, поширюється пробій шкіри, послаблюються захисні сили організму, підвищується вірогідність збігу максимального імпульсу струму через серце з фазою кардіоциклу (фазою послаблення серцевих м'язів), що призводить до більш тяжких уражень.

Вплив раптовості дії струму на тяжкість ураження обумовлюється тим, що через несподіване потрапляння людини під дію електричного струму захисні функції організму не налаштовані на небезпеку. Експериментально встановлено, що значення порогових струмів є на 30 – 50% вищими у разі усвідомлення людиною загрози ураження електричним струмом.

Основними чинниками виробничого середовища, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом є: температура повітря в приміщенні, вологість, запиленість, наявність в повітрі хімічно активних домішок.

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

Термічна дія струму полягає в нагріванні тканин, випаровуванні вологи, що викликає опіки, обвугленні тканин та їх розриви парою. Тяжкість термічної дії струму залежить від величини струму, опору тіла та тривалості протікання струму.

Електролітична дія струму проявляється в розкладі органічної речовини, в тому числі і крові, що призводить до зміни її фізико-хімічних та біологічних властивостей. Це призводить до порушення біохімічних процесів в органах і тканинах, які є основою для забезпечення життєдіяльності організму людини.

Біологічна дія струму проявляється в подразненні та збуренні живих тканин організму, в тому числі на клітинному рівні. Через подразнюючу дію електричний струм може викликати мимовільне непередбачуване скорочення м'язів. Крім того, можлива рефлекторна дія електричного струму – через центральну нервову систему, що призводить до серйозних порушень діяльності життєво важливих органів.

Електричні травми бувають: місцевими, загальними та змішаними.

До місцевих електротравм належать: електричні опіки (поверхневі, внутрішні), електричні знаки, металізація шкіри, електроофтальмія та механічні ушкодження, пов'язані з дією електричної дуги.

Залежно від умов виникнення електричні опіки поділяються на: контактні, дугові та змішані.

Електричні знаки мають вигляд різко окреслених плям сірого або блідо-жовтого кольору на поверхні тіла людини в місці контакту зі струмопровідними елементами.

Металізація шкіри – це проникнення у верхні шари шкіри дрібних часток металу, який розплавився під дією електричної дуги.

Електроофтальмія – запалення зовнішніх оболонок очей, спричинене надмірною дією ультрафіолетового випромінювання електричної дуги. Електроофтальмія, як правило, розвивається через 2 – 6 год. після опромінення та проявляється у формі почервоніння, запалення шкіри, слизових оболонок повік, слъозоточіння, гнійних виділень, світлоболой та світлобоязні.

Механічні ушкодження, пов'язані з дією електричного струму на організм людини, спричиняються непередбачуваними судомними скороченнями м'язів у разі подразнюючої дії струму. Внаслідок таких судомних скорочень м'язів можливі розриви сухожиль, шкіри, кровоносних судин, нервових тканин, вивихи суглобів, переломи кісток тощо.

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.

Залежно від наслідків ураження розрізняють чотири групи електричних ударів:

I – судомні скорочення м'язів без втрати свідомості;

II – судомні скорочення м'язів із втратою свідомості без порушення дихання та кровообігу;

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

IV – клінічна смерть, тобто відсутність дихання та кровообігу.

Причинами ураження електричним струмом можуть бути:

– випадковий дотик до струмопровідних частин, що знаходяться під напругою;

– дотик до не струмопровідних частин електроустановок, що випадково опинилися під напругою, внаслідок пошкодження ізоляції чи інших несправностей;

- попадання під напругу під час проведення ремонтних робіт на відключеному електрообладнанні через помилкове його ввімкнення;
- замикання кабелю на землю та виникнення крокової напруги тощо.

Електробезпека – система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливої та небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електричного поля і статичної електрики.

Електроустановки – машини, апарати, лінії електропередач та допоміжне обладнання (разом зі спорудами та приміщеннями, в яких вони розташовані), призначені для виробництва, перетворення, трансформації, передачі, розподілу електричної енергії та перетворення її в інші види енергії (Згідно з Правилами улаштування електроустановок).

Правила електробезпеки:

1. Виконувати роботу дозволено лише при повній відсутності напруги. Для цього необхідно здійснити відключення електроустановок від джерела живлення, вимкнувши автоматичні вимикачі в щитку.
2. Здійснити заходи, що усувають можливість вмикання апаратури.
3. Встановити знаки безпеки, огороження біля відкритих струмопровідних частин, до яких можливе доторкання людини.
4. Приєднати тимчасове переносне заземлення.
5. Працювати потрібно тільки в зручному одязі, що не сковує рухи.
6. При виконанні висотних робіт необхідно використовувати спеціально призначені для даних робіт козли та помости.
7. Працівники, які пов'язані з роботою в електроустановках повинні користуватися тільки якісними та цілими сертифікованими засобами індивідуального захисту, які повинні перевірятися оглядом перед кожним їх застосуванням, а також періодично через кожні 6...12 місяців.

5.2 Правила надання першої допомоги при ураженні електричним струмом

Сучасна медицина має численні засоби надання допомоги ураженим електричним струмом, але всім, хто працює з електричними установками, необхідно знати, як швидко надати потерпілому першу домедичну допомогу.

Насамперед треба звільнити потерпілого від дії струму. Потерпілий через мимовільне скорочення м'язів, можливо, не зможе самостійно цього зробити.

Необхідно відключити установку рубильником, зняттям або виверненням запобіжників. Якщо такої можливості немає, необхідно перерубати окремо кожен провід або накоротко замкнути і заземлити проводи електроустановки.

Якщо одяг потерпілого сухий, то необхідно відокремити його від струмопровідних частин, діючи при цьому однією рукою, тримаючи другу руку за спиною або в кишені (інакше руки можуть одночасно доторкнутися до двох точок із різними потенціалами). Якщо одяг потерпілого вологий, то на нього слід накинути гумовий килимок або суху тканину, а потім звільнити від дії струму. У таких випадках, той, хто надає допомогу, повинен використовувати гумове взуття, діелектричні рукавички, ізолюючі підставки або сухі дошки.

Заходи першої домедичної допомоги постраждалому залежать від його стану. Якщо потерпілий у свідомості, але був непритомний або впродовж якогось часу перебував під дією струму, то до прибуття лікаря його слід зручно вкласти, розстебнути одяг і забезпечити повний спокій. Якщо неможливо швидко викликати лікаря, потерпілого необхідно терміново доставити в лікувальний заклад.

Якщо потерпілий перебуває в несвідомому стані, але його дихання і пульс стійкі, то в очікуванні лікаря його потрібно зручно укласти, розстебнути одяг і пояс та забезпечити доступ свіжого повітря.

Якщо потерпілий не проявляє ознак життя (немає дихання і серцебиття, зіниці розширені і не реагують на світло), то в очікуванні лікаря треба негайно приступити до штучного дихання і масажу серця. У цьому випадку потерпілого

треба покласти на горизонтальну поверхню, розстебнути одяг, закинути голову, за необхідності за допомогою хустки або марлі звільнити порожнину рота від слизу і крові, а потім через марлю або носову хустину провести штучне дихання способом «із рота в рот». При кожному вдуванні грудна клітка потерпілого повинна розширюватися. Одночасно з штучним диханням доцільно проводити масаж серця. Для цього той, хто надає допомогу, накладає обидві руки на ділянку, розташовану на два пальці вище м'якого кінця грудини, і швидким поштовхом руками натискає на грудину так, щоб її кінець змістився вниз на 3-4 см, повторюючи поштовхи через 1 секунду і чергуючи штучне дихання з натисканням на грудну клітку (після двох глибоких вдувань у рот – 15 натискань на грудну клітку з частотою 1 раз за секунду).

Штучне дихання і масаж серця потерпілому треба робити до повернення свідомості, ознаками чого є відновлення регулярного пульсу, звуження зіниць і реакція на світло, спроба поворухнути кінцівками. Цей процес може бути тривалим.