

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до проведення лабораторних робіт, практичних занять, організації
самостійної та виконання розрахунково-графічної робіт
із навчальної дисципліни

«ОСНОВИ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної
форми навчання зі спеціальності І4 – Охорона праці)*

**Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2026**

Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт, практичних занять, організації самостійної та виконання розрахунково-графічної робіт із навчальної дисципліни «Основи електробезпеки» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності J4 – Охорона праці) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. Я. О. Серіков. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. – 67 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. Я. О. Серіков

Рецензент

Ю. С. Левашова, кандидат технічних наук, доцент кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою охорони праці та безпеки життєдіяльності, протокол № 16 від 18.12.2025

ЗМІСТ

1 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПРОВЕДЕННЯ Й ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З ПРАКТИЧНИХ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ	5
1.1 Загальні рекомендації	5
1.2 Вказівки до оформлення звіту з практичних, лабораторних, самостійних чи розрахунково-графічних робіт	6
Практична робота № 1 Вивчення структурної схеми і складових елементів системи постачання електричної енергії	8
Практична робота № 2 Аналіз фізіологічних реакцій людини під час проходження електричного струму через її тіло.....	10
Практична робота № 3 Дослідження видів електричних травм.....	14
Практична робота № 4 Дослідження зміни напруги кроку під час знаходження людини в полі розтікання електричного струму.....	15
Практична робота № 5 Аналіз впливу опору захисного заземлення на ступінь небезпеки ураження людини електричним струмом.....	17
Практична робота № 6 Проектування організаційних заходів для безпечного виконання робіт в електричних установках	20
Практична робота № 7 Проектування технічних заходів для безпечного виконання робіт в електричних установках напругою до 1 000 В.....	21
Практична робота № 8 Проектування технічних заходів для безпечного виконання робіт в електричних установках напругою вище ніж 1 000 В.....	22
Лабораторна робота № 1 Дослідження закону Ома для ділянки електричного ланцюга	23
Лабораторна робота № 2 Дослідження типів трифазних промислових електричних мереж та схем під'єднання людини до електричного ланцюга у процесі робіт з електричним обладнанням	28
Лабораторна робота № 3 Дослідження й аналіз умов електробезпеки під час експлуатації трифазних мереж напругою до 1 000 В із глухозаземленою нейтраллю.....	31
Лабораторна робота № 4 Дослідження й аналіз умов електробезпеки під час експлуатації трифазних мереж з ізолюваною нейтраллю напругою до 1 000 В.....	34

Лабораторна робота № 5 Дослідження індивідуальних електрозахисних засобів перед виконанням робіт в електричних установках чи електричному обладнанні	38
Лабораторна робота № 6 Дослідження ризиків і небезпек під час накладання переносного заземлення	40
Лабораторна робота № 7 Надання долікарської допомоги потерпілим у разі нещасних випадків під час виробництва та робіт в електричних установках	42
Лабораторна робота № 8 Дослідження первинних засобів пожежогасіння	46
2 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	60
2.1 Загальні положення	60
2.2 Завдання для самостійної роботи студента	60
2.3 Рекомендації до виконання самостійної роботи	61
3 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ	62
3.1 Загальні положення	62
3.2 Завдання для розрахунково-графічної роботи	62
3.3 Рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи	63
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ	64

1 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПРОВЕДЕННЯ Й ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З ПРАКТИЧНИХ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

1.1 Загальні рекомендації

Курс навчальної дисципліни «Основи електробезпеки» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності J4 – Охорона праці передбачає набуття освітніх компонентів, спрямованих на досягнення результатів навчання за освітніми програмами «Охорона праці» й «Аудит та консалтингова діяльність в охороні праці». Предмет вивчення дисципліни базується на вивченні законодавчої, нормативно-правової документації та технічної літератури з питань електробезпеки, набутті компетенцій із вирішення питань з електробезпеки у виробничій діяльності, набутті знань із забезпечення нормативних параметрів електробезпеки, їхньої відповідності регламентованим вимогам.

Ці методичні рекомендації складені відповідно до робочої програми курсу «Основи електробезпеки» для студентів денної форми навчання.

Дисципліна «Основи електробезпеки» складається з таких підрозділів (змістових модулів):

Змістовий модуль (ЗМ) 1 – Теоретичні основи електробезпеки.

Змістовий модуль (ЗМ) 2 – Електрозахисні заходи.

Змістовий модуль (ЗМ) 3 – Організація безпечної експлуатації електроустановок.

Відповідно до принципу навчання основною формою роботи студента під час виконання практичних робіт є використання матеріалів лекцій, курсу «Основи електробезпеки» у системі дистанційного навчання MOODL, а також відповідних підручників, навчальних посібників, додаткової літератури, інформаційних ресурсів.

Практичні заняття й лабораторні роботи є однією з форм активного навчання студентів.

Завданням практичних занять і лабораторних робіт під час вивчення дисципліни «Основи електробезпеки» є:

- закріплення та поглиблення знань, набутих під час вивчення теоретичного матеріалу, здійснення зв'язку теорії з практикою;
- набуття студентами практичних навичок із забезпечення електробезпеки у віртуальному виробничому середовищі.

У результаті проведення практичних занять та виконання лабораторних робіт студент повинен:

- законодавчо обґрунтувати мету забезпечення електробезпеки;
- знати методику й практичні прийоми під час виконання завдань із забезпечення електробезпеки у віртуальному виробничому середовищі;
- вміти використовувати положення нормативно-правових актів з електробезпеки.

Під час підготовки студент повинен самостійно ознайомитись з методичними рекомендаціями до наступного практичного заняття чи лабораторної роботи і з рекомендованою літературою. Перед початком практичного заняття чи лабораторної роботи студент повинен з'ясувати і засвоїти мету роботи. Після цього, відповідно до методичних рекомендацій, проводять необхідні дослідження, описують визначені завданням етапи роботи. Завершується робота оформленням звіту з виконаної практичної чи лабораторної роботи.

На основі зарахованих викладачем звітів з усіх виконаних робіт із курсу студент отримує залік з практикуму.

Здобуті знання студент використовує в бакалаврській роботі.

1.2 Вказівки до оформлення звіту з практичних, лабораторних, самостійних чи розрахунково-графічних робіт

Звіти з кожної практичної, лабораторної, самостійної чи розрахунково-графічної роботи студент оформляє у форматі A4 рукописом чи на комп'ютері й викладає в курсі «Основи електробезпеки» в системі дистанційного навчання MOODL не пізніше наступного заняття для контрольної перевірки та захисту.

Звіт повинен містити:

- титульний стандартний аркуш із вихідними даними: назва практичної, лабораторної, самостійної чи розрахунково-графічної роботи, дані студента тощо;
- назву та мету роботи;
- зміст;
- опис виконаних досліджень за темою практичної чи лабораторної роботи;
- відповіді на контрольні питання;

- висновки;
- список використаних джерел.

Приклад оформлення титульного аркуша:

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

Кафедра Охорони праці та безпеки життєдіяльності

Практична (або лабораторна, самостійна, розрахунково-графічна) робота з
дисципліни

«Основи електробезпеки»

Назва роботи

Виконав(-ла):

Студент(-ка) І курсу гр. ОПР 201...

Прізвище І. П.

Перевірив:

Харків

ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

2026

Практична робота № 1

Вивчення структурної схеми і складових елементів системи постачання електричної енергії

Структура системи постачання електричної енергії

Системи постачання електричної енергії забезпечують живлення споживачів, до яких належить електричне обладнання промислових підприємств, організацій, установ, громадського й житлового сектору (рис. 1.1). Системи електропостачання також забезпечують електричною енергією систему залізничних мереж, міського наземного й підземного електричного транспорту, систем освітлення населених пунктів.

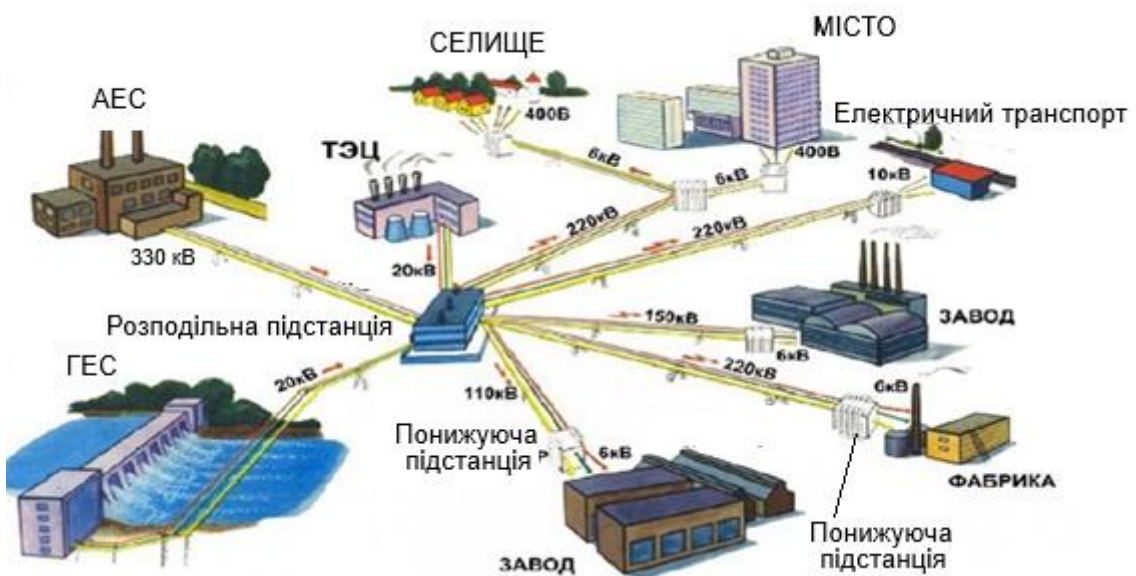


Рисунок 1.1 – Гібридна система постачання електричної енергії

Живлення споживачів відбувається по електричних мережах. Електричні мережі – це сукупність повітряних та кабельних ліній електропередачі і підстанцій, що знаходяться на певній території.

Під лінією електропередачі (ЛЕП) будь-якої напруги (повітряної чи кабельної) розуміють електроустановку, яка призначена для передачі електричної енергії.

Електрична мережа призначена для передачі електроенергії від місця її виробництва до місця споживання й розподілу її між споживачами.

Джерелом електричної енергії може слугувати атомна електрична станція (АЕС), теплова електрична станція (ТЕЦ), а також відновлювані джерела електричної енергії.

Відновлювані джерела електричної енергії – це екологічно чисті, невичерпні ресурси (сонце, вітер, вода, тепло Землі, біомаса), що поповнюються швидше, ніж споживаються, і використовуються для виробництва електроенергії, зменшуючи залежність від викопного палива та викиди парникових газів. Найбільш поширеними є такі джерела відновлюваної енергії:

- гідроелектростанції (ГЕС);
- сонячні фотоелектричні станції (СЕС) (рис. 1.2);
- вітрові електростанції (ВЕС) (рис. 1.3).



Рисунок 1.2 – Сонячна фотоелектрична станція



Рисунок 1.3 – Вітрова електрична станція

Завдання до практичної роботи

1. Описати принцип генерування електричної енергії АЕС.
2. Описати принцип генерування електричної енергії ТЕС.
3. Описати принцип генерування електричної енергії СЕС
4. Навести визначення понять:
 - а) система електропостачання;
 - б) електрична мережа;

- в) лінія електропередачі;
- г) електрична установка;
- д) електрична підстанція.

Рекомендовані джерела: [1, 2, 15].

Практична робота № 2

Аналіз фізіологічних реакцій людини під час проходження електричного струму через її тіло

Мета практичної роботи: пояснити вплив супутніх факторів виробничого середовища, параметрів електричного струму на ступінь ураження людини електричним струмом.

Завдання до практичної роботи: використовуючи еквівалентну електричну схему тіла людини, теоретичні положення, статистичні дані дати відповідь на контрольні питання (перелік конкретних питань визначає викладач).

Теоретичні відомості

Електричний струм, що проходить крізь тіло людини, призводить до виникнення в ньому таких основних нестандартних процесів, як:

1. Безпосереднє роздратування та збудження живих тканин (м'язів, нервових волокон, серцево-судинної системи). Цей процес відбувається в разі, якщо шлях протікання струму пролягає безпосередньо крізь живі тканини організму людини;

2. Рефлекторне (непряме) збудження тканин, що є наслідком дії електричного струму на центральну нервову систему.

3. Посилення процесу збудження тканин, виникнення неадекватних та недоцільних команд центральної нервової системи в результаті накладання електричного струму на процеси розповсюдження біострумів.

4. Перетворення електричної енергії на теплову під час проходження електричного струму через живі тканини, що характеризуються деяким електричним опором. У результаті цього, проходження електричного струму через організм людини – це складний процес, який супроводжується значним спектром фізико-біологічних та хімічних реакцій, основними з яких є термічна, електролітична, механічна та біологічна.

Вплив стану шкіряного шару

Будова шкіри людини досить складна. Спрощено її можна уявити у вигляді двох прошарків – верхнього (рогового), який практично є неживою тканиною, та нижнього. Верхній прошарок шкіри характеризується значною величиною електричного опору, тоді як нижній прошарок має значно менше значення цієї характеристики (рис. 2.1). Формула розрахунку електричного опору електричної ємності:

$$X_c = \frac{1}{j2\pi fC}, \quad (2.1)$$

де $\pi = 3,14$; f – частота струму;

C – величина електричної ємності.

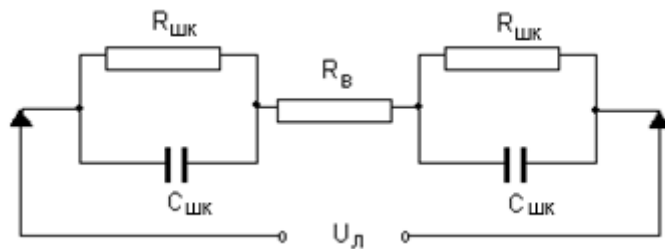


Рисунок 2.1 – Еквівалентна електрична схема тіла людини:

$R_{шк}$ – електричний опір шкіряного шару; $C_{шк}$ – електрична ємність шкіряного шару; $R_в$ – електричний опір підшкірних тканин; $U_л$ – електрична напруга, яка прикладена до тіла людини

Вплив параметрів електричного струму

Дослідження показують, що частота, вид електричного струму (постійний чи змінний), його величина, а також величина напруги, прикладеної до тіла людини, по-різному позначаються на наслідках ураження її електричним струмом. Для більш детального пояснення цих процесів коротко розглянемо еквівалентну електричну схему тіла людини (рис. 2.1).

Вплив частоти електричного струму

Згідно з наведеною формулою ємнісний опір шкіри людини повинен безперервно зменшуватися зі збільшенням частоти електричного струму

(f). Як наслідок, повинна збільшуватись і величина струму, що проходить крізь тіло людини (I_d).

Вплив виду електричного струму (постійний чи змінний)

Порівнюючи дію змінного й постійного електричного струму, за рівних їхніх значень необхідно зазначити, що наслідки ураження людини в другому випадку виявляються менш небезпечними.

Вплив величини електричного струму

Необхідно зазначити, що в плані ранжування градації дії електричного струму на людину існують його так звані «порогові значення», які спричиняють різну реакцію живих тканин (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Порогові діапазони електричного струму, який проходить крізь тіло людини та її фізіологічні реакції

Значення електричного струму, який проходить крізь тіло людини, мА	Фізіологічна реакція організму людини	
	Змінний електричний струм	Постійний електричний струм
Менше за 0,5	Невідчутний струм	Невідчутний струм
0,5–1,5	Відчутний струм. Легке тремтіння пальців руки	Невідчутний струм
10–15	Відчутний струм. Больові відчуття в руках	Відчуття нагріву
20–25	Невідпускаючий струм. Руки неможливо відірвати від струмоведучих частин. Утруднене дихання	Збільшення нагріву. Незначне скорочення м'язових тканин
50–80	Невідпускаючий струм. Зупинка дихання. Фібриляція серця	Відчуття сильного нагріву. Судоми. Утруднене дихання
Більше 100	Смертельний струм	Зупинка дихання

Вплив величини напруги, прикладеної до тіла людини

Фізичні основи залежності величини електричного струму від величини напруги, прикладеної до одного і того ж опору, спостерігаються і щодо тіла людини.

Таким чином, у цьому випадку величина електричного струму в разі зміни напруги, прикладеної до тіла людини, описується законом Ома.

Контрольні питання

1. Які основні нестандартні процеси виникають у тілі людини під час проходження крізь нього електричного струму ?
2. Сутність термічної реакції тканин організму тіла людини.
3. Електролітична дія електричного струму на живі тканини тіла людини.
4. Механічна реакція організму людини на проходження електричного струму.
5. Біологічна реакція організму людини на електричний струм.
6. Що є основним уражаючим фактором у разі доторкання людини до струмоведучих частин електроустановки?
7. Особливості проходження електричного струму в живих тканинах тіла людини.
8. Вплив стану шкіряного шару на ступінь ураження людини електричним струмом.
9. Вплив параметрів електричного струму на ступінь ураження людини електричним струмом.
10. Еквівалентна електрична схема тіла людини.
11. Вплив стану шкіряного шару на ступінь ураження людини електричним струмом.
12. Вплив частоти електричного струму.
13. Як впливає вид електричного струму (постійний чи змінний) на ступінь ураження людини електричним струмом ?
14. Вплив величини електричного струму.
15. Навести порогові значення величини електричного струму відносно ступеня ураження людини електричним струмом.

Рекомендовані джерела: [1–3].

Практична робота № 3

Дослідження видів електричних травм

Мета роботи: закріпити теоретичний матеріал, що стосується умов виникнення, дії й небезпечності кожного з виду електричних травм для здоров'я людини.

Завдання практичної роботи

1. Навести класифікацію електричних травм за дією на організм людини.
2. Описати умови й суть процесу виникнення кожної з електричних травм.
3. Визначити ступінь небезпечності кожного виду електричних травм для здоров'я та життя людини.
4. Описати якими заходами, засобами захисту можливо забезпечити електробезпеку людини.

Теоретичні відомості

Реакції організму людини та дія електричного струму й електричної дуги на живі тканини організму людини можуть призводити до виникнення електричних травм – порушень функцій життєдіяльності живих тканин, окремих частин чи організму людини загалом.

Залежно від напруги живлення, величини електричного струму, шляху, часу проходження його дія може призвести до виникнення електричних травм. Вся сукупність можливих електричних травм класифікується як *місцеві електричні травми й електричні удари*.

Місцеві електричні травми – яскраво виражене місцеве порушення цілісності тканин та кісток тіла людини, що спричиняється дією електричного струму або електричної дуги.

Електричні удари – ураження окремих органів тіла людини внаслідок дії електричного струму на її нервову систему та м'язові тканини.

Рекомендовані джерела: [1–3].

Практична робота № 4

Дослідження зміни напруги кроку під час знаходження людини в полі розтікання електричного струму

Мета роботи: пояснити закономірність зміни й розподілення потенціалів у полі розтікання електричного струму під час замикання на землю; оволодіти навичками визначення ступеню небезпеки ураження людини електричним струмом під час її знаходження в полі розтікання електричного струму в разі замикання струмоведучої частини електричного устаткування на землю.

Завдання до практичної роботи

1. Визначити ступінь небезпеки ураження людини електричним струмом від дії напруги кроку під час її знаходження в полі розтікання електричного струму в разі замикання струмоведучих частин на землю.
2. Визначити закономірність зміни напруги кроку в разі віддалення від точки замикання струмоведучих частин на землю.

Теоретичні положення

Між двома точками землі, що знаходяться на ділянці розтікання струму під час замикання струмоведучої частини на землю, на різних радіусах від точки розтікання існує деяка різниця потенціалів, що називається напругою кроку.

Напруга кроку визначається як різниця потенціалів між точками *A* і *B*, на яких знаходяться права та ліва нога людини у разі *радіального напрямку їх розташування відносно точки замикання* (рис. 4.1).

Вказівки до виконання практичної роботи

Використовуючи дані, що наведені в таблиці 4.1, виконати наступні етапи практичної роботи:

- 1) розрахувати значення напруги кроку під час знаходження людини у визначених точках поля розтікання електричного струму (табл. 4.1);
- 2) розрахувати величину електричного струму, що буде проходити крізь тіло людини у разі її знаходження у визначених точках;
- 3) визначити ступінь небезпеки ураження людини у разі її знаходження у визначених точках.

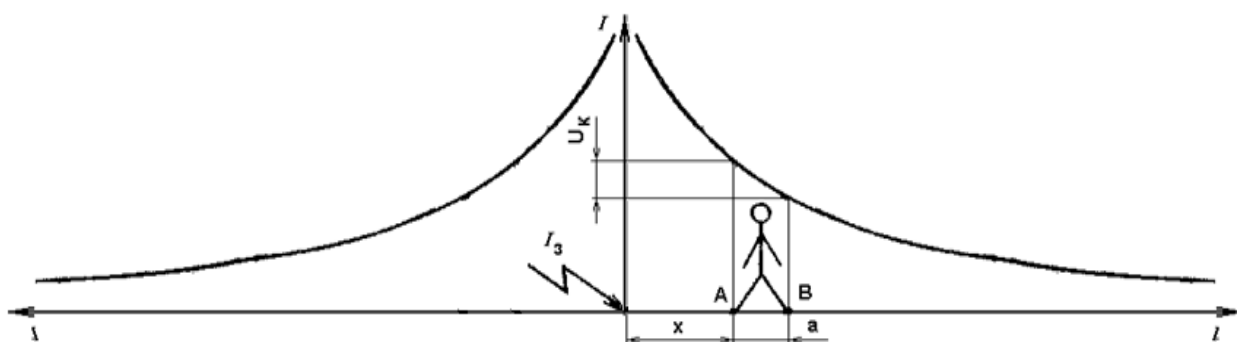


Рисунок 4.1 – Формування напруги кроку в ділянці розтікання струму під час замикання на землю

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для визначення напруги кроку й струму, що буде проходити крізь тіло людини

Показник	Номер кроку				
	1	2	3	4	5
Відстань від людини до заземлювача (х)	0 м 0,8 м	0,8 м 1,6 м	1,6 м 2,4 м	2,4 м 3,2 м	4,0 м 4,8 м
Потенціал ближньої ноги φ_{H1} , В	380	200	100	60	40
Потенціал дальньої ноги φ_{H2} , В	200	100	60	40	30
Напруга кроку $\varphi_{H1} - \varphi_{H2}$, В					
Струм крізь тіло людини, I, А, мА					

Контрольні питання

1. Описати закон розподілу потенціалу на поверхні землі в разі стікання струму в землю через одиночний заземлювач.
2. Надати опис форми, зміни напруги дотику в полі розтікання електричного струму через одиночний напівсферичний заземлювач.
3. Напруга кроку: як вона виникає?
4. Яка змінюється напруга кроку в разі віддалення від заземлювача?

Рекомендовані джерела: [1 – 5].

Практична робота № 5

Аналіз впливу опору захисного заземлення на ступінь небезпеки ураження людини електричним струмом

Мета роботи: пояснити вплив опору захисного заземлення електричної установки чи електричного обладнання на електробезпеку людини.

Теоретичні положення

Ураження людини електричним струмом можливе тільки тоді, коли вона стає елементом замкненого електричного ланцюга за відповідних параметрів електричного струму в ланцюзі. При цьому через її тіло може протікати струм небезпечної величини, який спричинятиме різні реакції організму.

Основними причинами ураження людини електричним струмом в електроустановках (ЕУ) із напругою до 1 000 В є такі:

- випадковий дотик до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою;
- потрапляння під напругу через помилкове вмикання напруги живлення ЕУ;
- дотик до неструмоведучих частин ЕУ, що виявилися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції;
- потрапляння під напругу кроку і напругу дотику.

Перші дві причини виникають внаслідок недотримання правил електробезпеки, дві наступні – в разі аварійних ситуацій.

Одними з основних засобів захисту людини від ураження електричним струмом в аварійних ситуаціях під час виконання робіт в електроустановках (ЕУ) є влаштування захисного заземлення струмоведучих частин (ЕУ) (рис. 5.1, 5.2).

Суть захисного заземлення полягає в навмисному електричному з'єднанні з землею або її еквівалентом металевих неструмоведучих частин ЕУ, які можуть виявитися під напругою в аварійних ситуаціях.

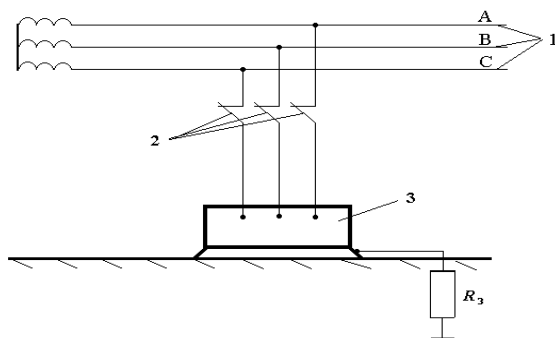


Рисунок 5.1 – Схема захисного заземлення електроустановки:
1 – мережа живлення ЕУ,
2 – контакти електричного вимикача; 3 – ЕУ; $R_{зз}$ – опір захисного заземлення

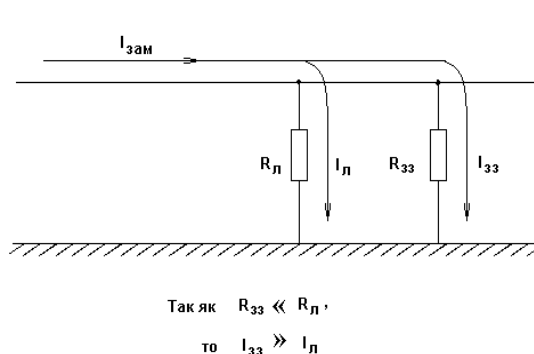


Рисунок 5.2 – Принцип дії захисного заземлення електричної установки чи електричного обладнання

Принцип дії захисного заземлення ЕУ полягає у зниженні напруги дотику людини і величини електричного струму, що проходить крізь її тіло, до небезпечних величин. Це забезпечується малою величиною електричного опору захисного заземлення ЕУ порівняно з опором тіла людини (рис. 5.2).

Так, опір захисного заземлення ЕУ в електричних мережах напругою до 1 000 В повинен становити не більше $R_з \leq 4$ Ом (опір тіла людини, який обирають під час розрахунків, становить $R_{л} = 1\,000$ Ом).

Опір захисного заземлення ЕУ в електричних мережах напругою вище 1 000 В повинен становити не більше $R_з \leq 0,5$ Ом.

Завдяки такому співвідношенню опорів $R_з$ і $R_{л}$ струм замикання ЕУ ($I_з$) розподіляється між опором захисного заземлення й опором тіла людини обернено пропорційно цим опорам. Унаслідок цього, крізь тіло людини проходить безпечна кількість (частина) цього струму.

Згідно з положеннями нормативно-технічних актів захисне заземлення електроустановок необхідно здійснювати в таких виробничих ситуаціях:

- із напругою 380 В і вище змінного та 440 В і вище постійного струму в усіх випадках;
- із напругою 42–380 В змінного й 110–440 В постійного струму під час робіт в електроустановках, що розміщені у приміщеннях із

підвищеною небезпекою і в особливо небезпечних приміщеннях за ступенем ураження людини електричним струмом;

– у вибухонебезпечних приміщеннях з усіма напругами змінного й постійного струму.

У процесі експлуатації ЕУ внаслідок корозії, механічних пошкоджень тощо опір захисного заземлення може підвищуватись, що призводить до збільшення електричного струму, який крізь тіло людини. Наслідком цього може бути ураження людини електричним струмом в аварійних ситуаціях.

Завдання до практичної роботи

1. Накреслити схему захисного заземлення електричної установки.
2. Накреслити еквіваленту електричну схему принципу дії захисного заземлення електричної установки.
3. Розрахувати величину струму, що буде проходити крізь тіло людини за різних значень опору захисного заземлення, наведених у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Вплив опору захисного заземлення на ступінь небезпеки ураження людини електричним струмом

Опір захисного заземлення, Ом	Величина струму, що проходить крізь тіло людини, мА	Фізіологічна дія електричного струму на людину
20		
16		
10		
8		
6		
4		

Під час розрахунків необхідно обрати:

- 1) опір тіла людини – 1 000 Ом;
- 2) напруга живлення електричної установки – 380 В.
- 3) загальний опір (опір тіла людини ($R_{\text{л}}$) та опір захисного заземлення ($R_{\text{зз}}$) необхідно розраховувати за такою формулою:

$$R_{\text{заг}} = R_{\text{л}} \times R_{\text{зз}} / (R_{\text{л}} + R_{\text{зз}}). \quad (5.1)$$

4. Надати відповіді на контрольні питання.

Контрольні питання

1. Що називається захисним заземленням ?
2. Навести принципову електричну схему захисного заземлення.
3. На чому заснований принцип дії захисного заземлення?
4. Як на практиці виготовляють захисний заземлювальний пристрій?
5. Які встановлені допустимі величини опору розтіканню струму захисного заземлення з напругою живлення ЕУ: до 1 000 В; вище ніж 1 000 В?
6. Описати, як впливає підвищення опору захисного заземлення на ступінь небезпеки ураження людини електричним струмом

Рекомендовані джерела: [1–6].

Практична робота № 6

Проектування організаційних заходів для безпечного виконання робіт в електричних установках

Мета роботи: розробити комплекс організаційних заходів для забезпечення електробезпеки персоналу під час виконання робіт в електричних установках.

Суть практичної роботи

З метою забезпечення електробезпеки персоналу під час виконання робіт в електричних установках розроблені регламентовані організаційні заходи з охорони праці. Ці заходи охоплюють такі основні положення:

- 1) вимоги до персоналу, його навчання, кваліфікації тощо;
- 2) вимоги до проведення інструктажів з охорони праці;
- 3) вимоги до медичних оглядів;
- 4) вимоги до формування складу бригади, призначеної для виконання робіт;
- 5) вимоги до спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуально захисту, їх перелік;
- 6) комплекс організаційних заходів, які необхідно здійснити перед початком робіт.

Завдання до практичної роботи

1. Навести та обґрунтувати перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що можуть впливати на персонал під час виконання робіт.

2. Із метою забезпечення електробезпеки персоналу навести, описати організаційні заходи, вимоги, що перелічені у пунктах 1–6.

Рекомендовані джерела: [1, 2, 4].

Практична робота № 7

Проектування технічних заходів для безпечного виконання робіт в електричних установках напругою до 1 000 В

Мета роботи: розробити комплекс технічних заходів для забезпечення електробезпеки персоналу під час виконання робіт в електричних установках напругою до 1 000 В.

Суть практичної роботи

З метою забезпечення електробезпеки персоналу під час виконання робіт в електричних установках розроблені регламентовані технічні заходи з охорони праці (електробезпеки), що стосуються провадження робіт в електричних установках напругою до 1 000 В. Ці заходи охоплюють такі основні положення:

- 1) вимоги до засобів індивідуального захисту, їх перелік, випробування;
- 2) вимоги до послідовності й правил вимкнення напруги на струмоведучих частинах, на яких заплановане виконання робіт;
- 3) вимоги до засобів колективного захисту в електричних установках, правил їхнього підключення.

Завдання до практичної роботи

1. Описати особливості провадження робіт в електричних установках напругою до 1 000 В.

2. Навести перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що можуть впливати на персонал під час виконання робіт.

3. З метою забезпечення електробезпеки персоналу навести, описати технічні заходи, вимоги, що перераховані у пунктах 1–3. Обґрунтувати необхідність їхнього застосування.

Рекомендовані джерела: [1, 2, 5, 6].

Практична робота № 8

Проектування технічних заходів для безпечного виконання робіт в електричних установках напругою вище ніж 1 000 В

Мета роботи: розробити комплекс технічних заходів для забезпечення електробезпеки персоналу під час виконання робіт в електричних установках напругою вище 1 000 В.

Суть практичної роботи

З метою забезпечення електробезпеки персоналу під час виконання робіт в електричних установках розроблені регламентовані технічні заходи з охорони праці (електробезпеки), що стосуються провадження робіт в електричних установках напругою вище ніж 1 000 В. Ці заходи охоплюють такі основні положення:

- 1) вимоги до засобів індивідуального захисту, їхній перелік, випробування;
- 2) вимоги до послідовності й правил вимкнення напруги на струмоведучих частинах, на яких заплановане виконання робіт;
- 3) вимоги до засобів колективного захисту в електричних установках, правил їх підключення.

Завдання до практичної роботи

1. Описати особливості провадження робіт в електричних установках напругою вище ніж 1 000 В.

2. Навести перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що можуть впливати на персонал під час виконання робіт.

3. З метою забезпечення електробезпеки персоналу навести, описати технічні заходи, вимоги, що перераховані у пунктах 1–3. Обґрунтувати необхідність їхнього застосування.

Рекомендовані джерела: [1, 2, 4].

Лабораторна робота № 1

Дослідження закону Ома для ділянки електричного ланцюга

Мета роботи: встановити на досліді залежність сили струму від напруги й опору.

Обладнання: амперметр, вольтметр джерело живлення, резистор зі змінюваним опором (реостат), ключ замикання струму, з'єднувальні дроти.

Хід роботи

Короткі теоретичні відомості. Електричний струм – це впорядкований рух заряджених частинок. Кількісною мірою електричного струму є сила струму (I). Сила струму I – скалярна фізична величина, що дорівнює відношенню заряду q , що переноситься через поперечний переріз провідника за інтервал часу t , до цього інтервалу часу:

$$I = \frac{q}{t}.$$

У Міжнародній системі одиниць СІ сила струму вимірюється в амперах [A]: [1A = 1Дж / 1с].

На електричних схемах амперметр позначається .

Прилад, що призначений для вимірювання сили струму – *амперметр*. Амперметр під'єднується до ланцюга послідовно (рис. 1.1).

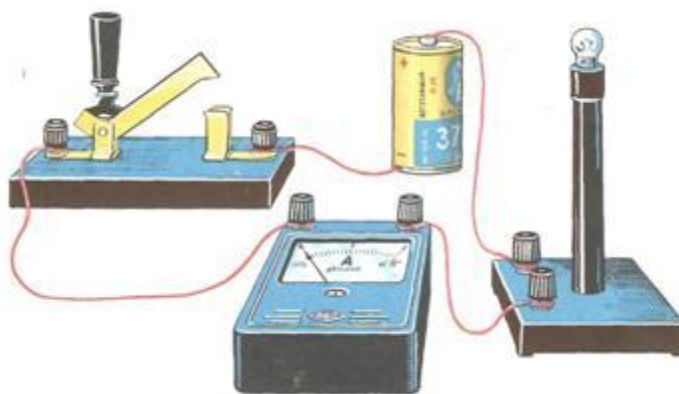


Рисунок 1.1 – Лабораторна установка для дослідження залежності сили струму від напруги й опору електричному струму

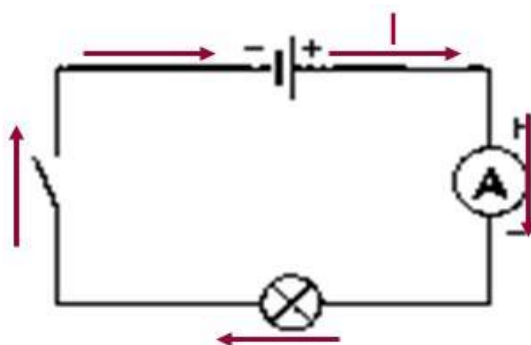


Рисунок 1.2 – Принципова електрична схема лабораторної установки для дослідження залежності сили струму від напруги й опору електричному струму

Напруга – це фізична величина, що характеризує дію електричного поля на заряджені частинки. Напруга вимірюється у вольтах (В), кіловольтах (кВ). Кількісно напруга дорівнює роботі електричного поля із переміщення заряду з точки з потенціалом ϕ_1 до точки з потенціалом ϕ_2 :

$$U_{12} = \phi_1 - \phi_2,$$

$$U = \frac{A}{q},$$

де U – напруга, В;

A – робота струму, Дж;

q – електричний заряд.

Одиниця напруги – Вольт [В].

Прилад для вимірювання напруги (*вольтметр*) під'єднується до ланцюга паралельно тій ділянці ланцюга, на якій вимірюється різниця потенціалів. На електричних схемах вольтметр позначається .

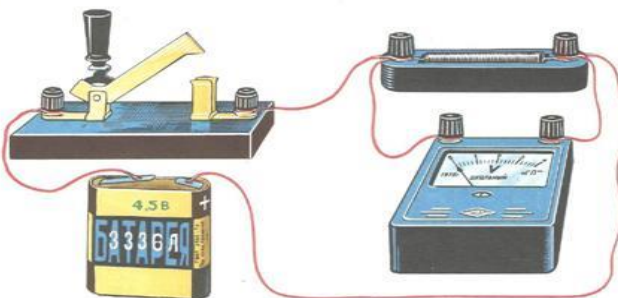


Рисунок 1.3 – Лабораторна установка для дослідження залежності напруги на ділянці електричного кола від її опору

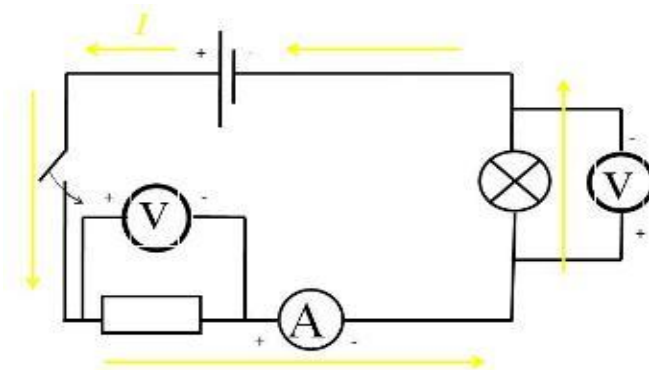


Рисунок 1.4 – Електрична принципова схема віртуальної лабораторної установки для дослідження залежності величини (сили) струму в електричному ланцюзі від напруги та її опору

Величина, що характеризує протидію електричному струму в провіднику, яке обумовлено внутрішньою будовою провідника й хаотичним рухом його частинок, називається **електричним опором провідника**.

Електричний опір провідника залежить від матеріалу, з якого він виготовлений, та від його розмірів і форми.

$$R = \rho \frac{l}{S},$$

де ρ – питомий опір провідника;

S – площа поперечного перерізу провідника;

l – довжина провідника;

У системі СІ одиницею електричного опору провідників слугує Ом [Ом]. Залежність сили струму I від напруги U за визначених значень електричного опору R називають вольт-амперною характеристикою (рис. 1.5)

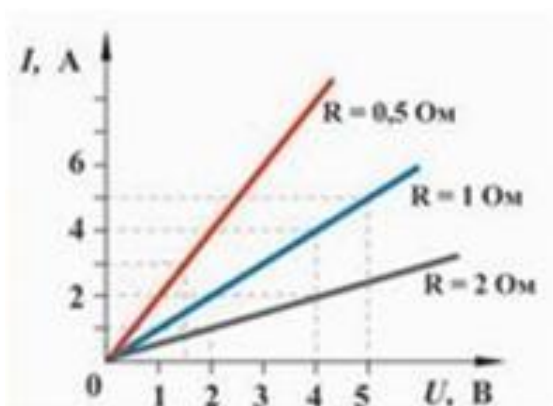


Рисунок 1.5 – Графічне зображення вольт-амперної характеристики

Величини електричного струму, напруги та опору на однорідній ділянці кола пов'язані взаємозалежністю, яка виражається Законом Ома.

Закон Ома для однорідної ділянки кола: сила струму в провіднику прямо пропорційна прикладеній напрузі й обернено пропорційна опору провідника.

$$I = \frac{U}{R}$$

Закон названий на честь його першовідкривача Георга Ома.

Практична частина лабораторної роботи

Для виконання роботи на віртуальному стенді необхідно зібрати електричне коло з джерела струму, амперметра, реостата, (резистора) опором 20 Ом і ключа. Паралельно резистору приєднайте вольтметр (рис. 1.6, 1.7).

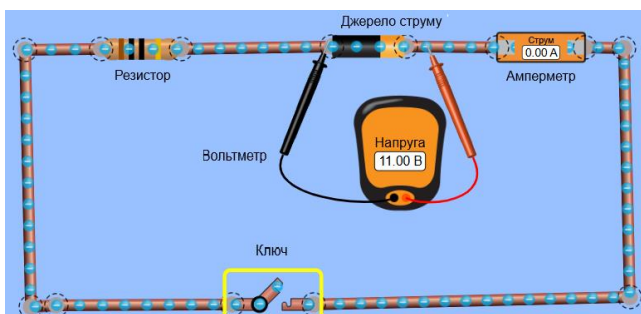


Рисунок 1.6 – Віртуальна схема для дослідження закону Ома

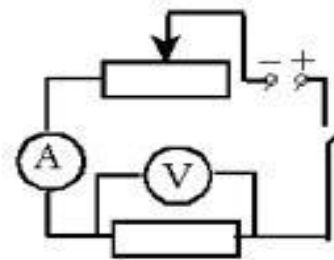


Рисунок 1.7 – Електрична принципова схема для дослідження закону Ома

Дослідження 1. Дослідження залежності сили струму від напруги на цій ділянці ланцюга (на резисторі).

Увімкніть струм. На джерелі доведіть напругу до 10 В, потім до 20 В, до 30 В, до 35 В, до 40 В. Кожен раз при цьому вимірюйте силу струму і результати запишіть в таблицю 1.1.

Використовуючи формулу закону Ома розрахуйте силу струму. Під час розрахунків вважати, що *опір ділянки електричного кола постійний* $R = 20 \text{ Ом}$ (вказівка поз. 1).

Таблиця 1.1 – Дослідження залежності сили струму від напруги на цій ділянці ланцюга в разі постійного опору резистора

Напруга, В	10	20	30	35	40
Сила струму виміряна, А					
Сила струму обчислена, А					

За даними дослідів побудуйте графік залежності сили струму від напруги. Зробіть висновок.

Дослідження 2. Дослідження залежності сили струму від опору ділянки кола за постійної напруги.

Виставіть на віртуальному стенді опір резистора спочатку опором 10 Ом, потім 20 Ом, 30 Ом, 40 Ом і 50 Ом. Встановлюйте на ділянці електричного кола кожного разу одну й ту саму напругу величиною 20 В. Вимірюйте при цьому силу струму. Тобто *напругу на ділянці електричного кола обираємо постійною, рівною 20 В*. Результати записуємо в таблицю 1.2.

Таблиця 1.2 – Дослідження залежності сили струму від опору ділянки електричного кола за постійної напруги

Опір ділянки кола (резистора), Ом	10	20	30	40	50
Сила струму виміряна, А					
Сила струму обчислена, А					

За даними дослідів побудуйте графік залежності сили струму від опору. Зробіть висновок.

Дайте відповіді на контрольні питання.

Контрольні питання

1. Що таке електричний струм?
2. Дайте визначення сили струму. Як позначається сила струму? За якою формулою знаходиться?
3. Яка одиниця вимірювання сили струму?

4. Яким приладом вимірюється сила струму? Як прилад під'єднується до електричного ланцюга?

5. Дайте визначення напруги. Як позначається напруга? За якою формулою знаходиться?

6. Яка одиниця вимірювання напруги?

7. Яким приладом вимірюється напруга? Як прилад під'єднується до електричного ланцюга?

8. Дайте визначення електричного опору. Як позначається електричний опір? За якою формулою знаходиться?

9. Яка одиниця вимірювання опору?

10. Наведіть формулювання закону Ома для ділянки електричного кола.

Рекомендовані джерела: [1–3, 7].

Лабораторна робота № 2

Дослідження типів трифазних промислових електричних мереж та схем під'єднання людини до електричного ланцюга у процесі робіт з електричним обладнанням

Схеми трифазних електричних мереж

Найбільш поширеними електричними мережами, які забезпечують передачі електричної енергії від джерела живлення до споживачів є:

- трифазні мережі з ізольованою нейтраллю;
- трифазні мережі з глухозаземленою нейтраллю.

У трифазних мережах з ізольованою нейтраллю нейтраль джерела електричної енергії від'єднана (ізольована) від землі.

У трифазних мережах з глухозаземленою нейтраллю нейтраль джерела електричної енергії з'єднана з землею через електричний опір (R_0).

Однофазні електричні мережі

Однофазні електричні мережі є похідними від трифазних. Такі мережі є основними для забезпечення електропостачання житлового сектору, громадських установ і організацій тощо (рис. 2.1). За класом

напруги, що обраний в Україні, базова напруга таких мереж дорівнює 220 В змінного струму частотою 50 Гц.

Під час експлуатації електричних мереж, незалежно від режиму нейтралі, трапляються випадки ураження людини електричним струмом. Основними причинами ураження є однофазний чи двофазний дотик людини у трифазних електричних мережах і однофазний дотик у однофазних.

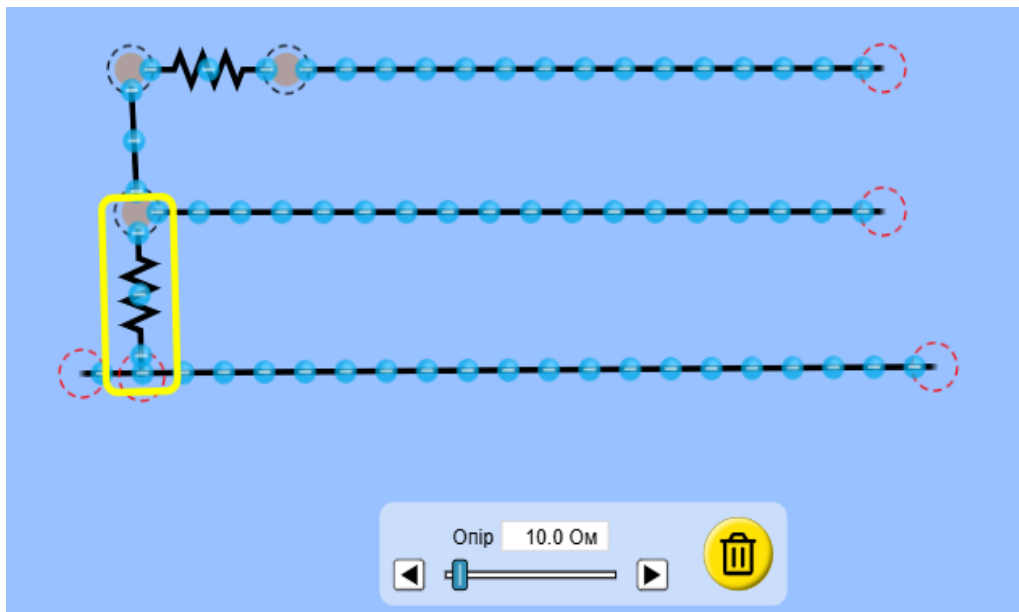


Рисунок 2.1 – Електрична принципова схема однофазної електричної мережі з глухозаземленою нейтраллю (копія екрана віртуального стенда)

Завдання до лабораторної роботи

1. Накреслити та скласти на віртуальному стенді електричну принципову схему та навести визначення трифазної електричної мережі з ізольованою нейтраллю (рис. 2.2).
2. Накреслити та скласти на віртуальному стенді електричну принципову схему та навести визначення електричної мережі з глухозаземленою нейтраллю (рис. 2.3).
3. Вказати на електричних принципових схемах трифазних електричних мереж їхні складові елементи (нейтраль джерела живлення, обмотки джерела живлення, фазні проводи).

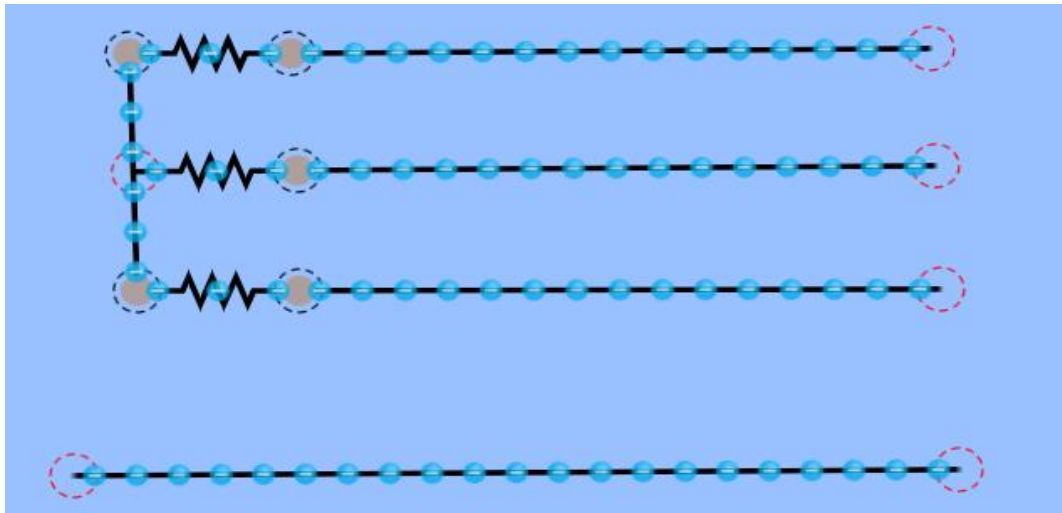


Рисунок 2.2 – Електрична принципова схема трифазної електричної мережі з ізолюваною нейтраллю (копія екрана віртуального стенда)

4. Описати які типи напруг формуються у трифазних електричних мережах і навести вираз їхнього співвідношення та вказати на принципових електричних схемах.

5. Графічно зобразити на принципових електричних схемах трифазних електричних мереж однофазне і двофазне під'єднання (дотик) людини.

6. Визначити, які величини напруг будуть прикладені до тіла людини за однофазного й двофазного під'єднання (дотику) під час напруги мережі $U_M = 380 \text{ В}$.

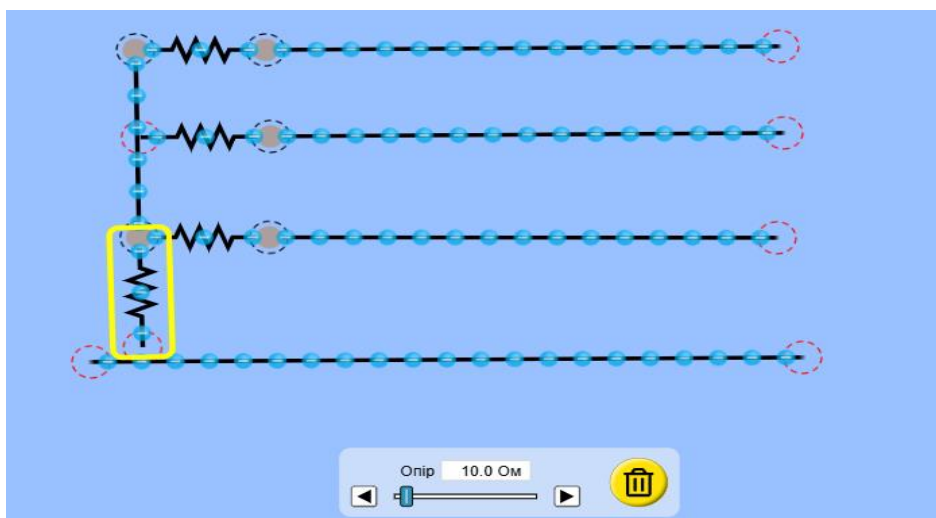


Рисунок 2.3 – Електрична принципова схема трифазної електричної мережі з глухозаземленою нейтраллю (копія екрана віртуального стенда)

Рекомендовані джерела: [1–4].

Лабораторна робота № 3
Дослідження й аналіз умов електробезпеки під час експлуатації
трифазних мереж напругою до 1 000 В
із глухозаземленою нейтраллю

Мета роботи: дослідження ступеня небезпеки ураження людини за однофазного і двофазного дотику у мережі з глухозаземленою нейтраллю.

Завдання до лабораторної роботи: дослідити вплив опору тіла людини й параметрів мереж із глухозаземленою нейтраллю напругою до 1 000 В на ступінь можливого ураження електричним струмом.

Теоретичні положення

Випадки ураження людини електричним струмом під час роботи в електроустановках можливі лише в разі замикання електричного ланцюга крізь тіло людини, тобто в разі дотику людини до двох точок ланцюга, що характеризуються деякою різницею потенціалів. При цьому електричний струм, що проходить крізь живі тканини тіла людини, чинить термічний, електролітичний і біологічний вплив. Ступінь ураження людини залежить від величини струму, що проходить крізь її тіло. Величина струму залежить від низки факторів: схеми під'єднання людини в електричний ланцюг, частоти і напруги мережі, схеми самої мережі, режиму її нейтралі, стану опору ізоляції струмоведучих частин, стану нервової системи, фізичного стану організму в цілому, маси людини, його фізичного розвитку, цілісності шкіряного покриву в місці контакту з електричним ланцюгом тощо.

Під час роботи людини на трифазних електричних мережах напругою до 1 000 В можливе однофазне і двофазне увімкнення (дотик до струмоведучих частин під напругою). Як зазначено вище, залежно від схеми під'єднання людини, характеристик мережі, режиму нейтралі електричної мережі та інших факторів залежить її ступінь ураження електричним струмом.

Завдання до лабораторної роботи

1. Дослідити й встановити ступінь небезпеки ураження людини в разі двофазного дотику в трифазній мережі з глухозаземленою нейтраллю зі зміною опору тіла людини.

2. Дослідити й встановити ступінь небезпеки ураження людини за однофазного дотику в трифазній мережі з глухозаземленою нейтраллю зі зміною опору тіла людини.

3. Визначити й обґрунтувати тип електричних травм, які може отримати людина за однофазного дотику в трифазній мережі з глухозаземленою нейтраллю.

4. Визначити й обґрунтувати тип електричних травм, що може отримати людина за двофазного дотику в трифазній мережі з глухозаземленою нейтраллю.

5. Розробити заходи та засоби забезпечення електробезпеки працюючих.

Послідовність виконання лабораторної роботи

1. Визначити варіант напруги мережі з глухозаземленою нейтраллю, що необхідно використовувати під час досліджень (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Варіанти напруги електричної мережі з глухозаземленою нейтраллю

Остання цифра, номер залікової книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Напруга електричної мережі U_m , В	380	440	400	500	550	600	650	700	750	800

2. Накреслити електричну принципову схему трифазної електричної мережі з глухозаземленою нейтраллю з двофазним дотиком людини. Позначити на схемі напруги, що існують в такій мережі. Визначити шлях проходження електричного струму крізь тіло людини.

3. Скласти на віртуальному стенді принципову електричну схему трифазної електричної мережі з глухозаземленою нейтраллю з двофазним дотиком людини. Провести дослідження й розрахувати величину струму, що проходить крізь тіло людини в разі її двофазного дотику, від опору тіла людини за різних значень опору тіла людини (табл. 3.2).

4. Накреслити електричну принципову схему трифазної електричної мережі з глухозаземленою нейтраллю з однофазним дотиком людини. Позначити на схемі напруги, що існують в такій мережі. Визначити шлях проходження електричного струму крізь тіло людини.

5. Скласти на віртуальному стенді принципову електричну схему трифазної електричної мережі з глухозаземленою нейтраллю з однофазним дотиком людини (рис. 3.1). Провести дослідження й розрахувати величину струму, що проходить крізь тіло з людини в разі її однофазного дотику, від опору тіла людини за різних значень опору тіла людини.

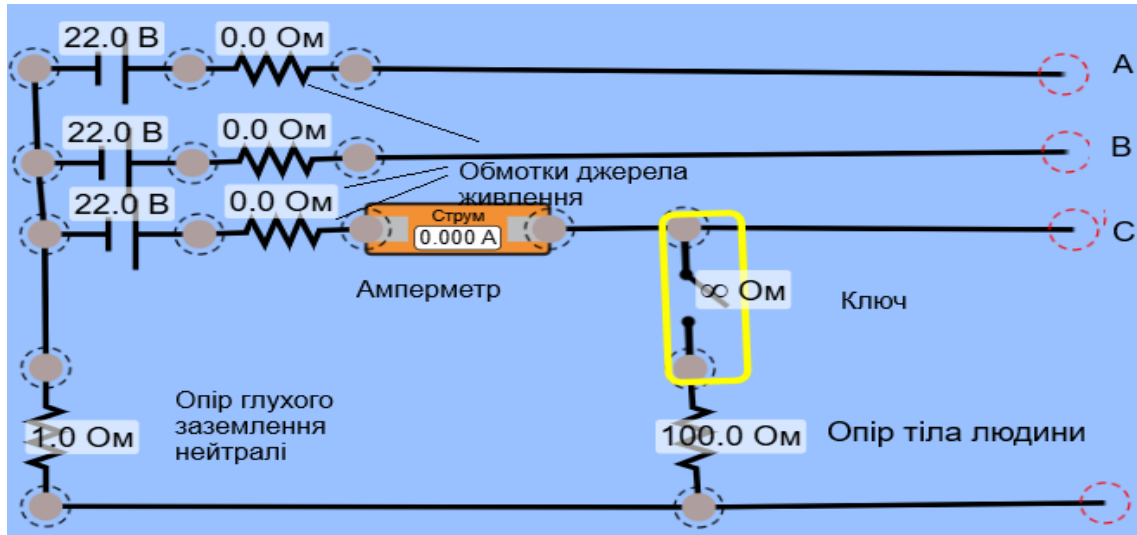


Рисунок 3.1 – Віртуальний стенд для дослідження електробезпеки людини під час роботи на трифазних електричних мережах із глухозаземленою нейтраллю з однофазним дотиком людини

Величини опору тіла людини ($R_{\text{л}}$), що необхідно використовувати під час досліджень:

$R_{\text{л}}$, кОм	0,5	1	2	5	10	20
----------------------	-----	---	---	---	----	----

Результати розрахунків занести в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати розрахунків величини струму, що проходить крізь тіло людини (напруга електричної мережі $U_{\text{м}} = \dots \text{В}$)

Опір тіла людини $R_{\text{л}}$, кОм	0,5	1	2	5	10	20
Струм через тіло людини в разі двофазного дотику $I_{\text{л}}$, мА						
Струм через тіло людини в разі двофазного дотику $I_{\text{л}}$, мА						

2. Побудувати графіки залежності $I_n = f(R_n)$ для двофазного й однофазного дотику людини.

3. Зробити висновки відносно типу електричних травм, які може отримати людина в таких ситуаціях.

4. Розробити заходи та засоби забезпечення електробезпеки.

Контрольні питання

1. Які типи електричних мереж за режимом нейтралі використовують у промисловості?

2. Як відрізняються електричні мережі за режимом нейтралі?

3. Який тип електричної мережі за режимом нейтралі є більш небезпечним щодо ураження електричним струмом?

4. Зробити аналіз небезпеки ураження людини в разі однофазного дотику в мережі з глухозаземленою нейтраллю.

5. Навести перелік засобів захисту людини від ураження електричним струмом.

Рекомендовані джерела: [1–5, 8].

Лабораторна робота № 4

Дослідження й аналіз умов електробезпеки під час експлуатації трифазних мереж з ізольованою нейтраллю напругою до 1 000 В

Мета роботи: дослідження ступеня небезпеки ураження людини за однофазного і двофазного дотиків у мережі з ізольованою нейтраллю.

Завдання до лабораторної роботи: дослідити вплив опору тіла людини й параметрів мереж з ізольованою нейтраллю напругою до 1 000 В на ступінь можливого ураження електричним струмом.

Теоретичні положення

Випадки ураження людини електричним струмом під час роботи в електроустановках можливі лише в разі замикання електричного ланцюга крізь тіло людини, тобто в разі дотику людини до двох точок ланцюга, що характеризуються деякою різницею потенціалів. При цьому електричний струм, що проходить крізь живі тканини тіла людини, чинить термічний,

електролітичний і біологічний вплив. Ступінь ураження людини залежить від величини струму, що проходить крізь її тіло. Величина струму залежить від низки факторів: схеми під'єднання людини до електричного ланцюга, частоти і напруги мережі, схеми самої мережі, режиму її нейтралі, стану опору ізоляції струмоведучих частин, стану нервової системи, фізичного стану організму в цілому, маси людини, його фізичного розвитку, цілісності шкіряного покриву в місці контакту з електричним ланцюгом тощо.

Під час роботи людини на трифазних електричних мережах напругою до 1 000 В можливе однофазне і двофазне увімкнення (дотик до струмоведучих частин під напругою). Як зазначено вище, залежно від схеми під'єднання людини, характеристик мережі, режиму нейтралі електричної мережі та інших факторів залежить її ступінь ураження електричним струмом.

Завдання до лабораторної роботи

1. Дослідити й встановити ступінь небезпеки ураження людини в разі двофазного дотику в трифазній мережі з ізолюваною нейтраллю зі зміною опору тіла людини.
2. Дослідити й встановити ступінь небезпеки ураження людини за однофазного дотику в трифазній мережі з ізолюваною нейтраллю зі зміною опору тіла людини.
3. Визначити й обґрунтувати тип електричних травм, які може отримати людина в разі однофазного дотику в трифазній мережі з ізолюваною нейтраллю.
4. Визначити й обґрунтувати тип електричних травм, що може отримати людина в разі двофазного дотику в трифазній мережі з ізолюваною нейтраллю.
5. Розробити заходи та засоби забезпечення електробезпеки працівників.

Послідовність виконання лабораторної роботи

1. Визначити варіант напруги мережі з ізолюваною нейтраллю, що необхідно використовувати під час досліджень (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Варіанти напруги електричної мережі з ізолюованою нейтраллю

Остання цифра, номер залікової книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Напруга електричної мережі U_m, V	380	440	400	500	550	600	650	700	750	800

2. Накреслити електричну принципову схему трифазної електричної мережі з ізолюованою нейтраллю з двофазним дотиком людини. Позначити на схемі напруги, що існують в такій мережі. Визначити шлях проходження електричного струму крізь тіло людини.

3. Скласти на віртуальному стенді принципову електричну схему трифазної електричної мережі з ізолюованою нейтраллю з двофазним дотиком людини. Провести дослідження й розрахувати величину струму, що проходить крізь тіло з людини в разі її двофазного дотику, від опору тіла людини за різних значень опору тіла людини (табл. 4.2).

4. Накреслити електричну принципову схему трифазної електричної мережі з ізолюованою нейтраллю з однофазним дотиком людини. Позначити на схемі напруги, що існують в такій мережі. Визначити шлях проходження електричного струму крізь тіло людини.

5. Скласти на віртуальному стенді принципову електричну схему трифазної електричної мережі з ізолюованою нейтраллю з однофазним дотиком людини (рис. 4.1). Провести дослідження й розрахувати величину струму, що проходить крізь тіло з людини в разі її однофазного дотику, від опору тіла людини за різних значень опору тіла людини.

Величини опору тіла людини (R_l), що необхідно використовувати під час досліджень:

$R_l, k\Omega$	0,5	1	2	5	10	20
----------------	-----	---	---	---	----	----

Результати розрахунків занести до таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати розрахунків величини струму, що проходить крізь тіло людини (напруга електричної мережі $U_m = \dots V$)

Опір тіла людини $R_l, k\Omega$	0,5	1	2	5	10	20
Струм крізь тіло людини у разі двофазного дотику I_l, mA						
Струм крізь тіло людини у разі двофазного дотику I_l, mA						

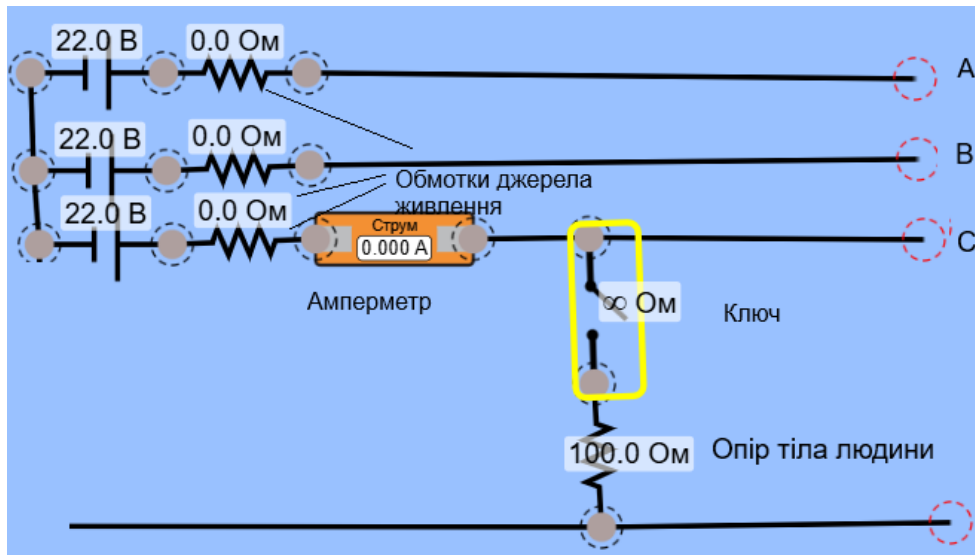


Рисунок 4.1 – Віртуальний стенд для дослідження електробезпеки людини під час роботи на трифазних електричних мережах з ізолюованою нейтраллю з однофазним дотиком людини

2. Побудувати графіки залежності $I_n = f(R_n)$ для двофазного й однофазного дотику людини.
3. Зробити висновки відносно типу електричних травм, які може отримати людина в таких ситуаціях.

Контрольні питання

1. Які типи електричних мереж за режимом нейтралі використовують в промисловості?
2. Як відрізняються електричні мережі за режимом нейтралі?
3. Розробити заходи та засоби забезпечення електробезпеки.
4. Який тип електричної мережі за режимом нейтралі є більш небезпечним у плані ураження електричним струмом.
5. Зробити аналіз небезпеки ураження людини в разі однофазного дотику в мережі з ізолюованою нейтраллю.
6. Навести перелік засобів захисту людини від ураження електричним струмом.

Рекомендовані джерела: [1 – 5].

Лабораторна робота № 5

Дослідження індивідуальних електрозахисних засобів перед виконанням робіт в електричних установках чи електричному обладнанні

Мета лабораторної роботи: оволодіти навичками, правилами перевірки індивідуальних електрозахисних засобів перед виконанням робіт в електричних установках чи електричному обладнанні.

Завдання до лабораторної роботи: провести дослідження й запровадити регламентовані заходи з перевірки індивідуальних електрозахисних засобів перед виконанням робіт в електричних установках чи електричному обладнанні (рис. 5.1, 5.2).



Рисунок 5.1 – Основні засоби захисту в електроустановках із напругою до 1 000 В



Рисунок 5.2 – Стенд електробезпеки лабораторії кафедри

Порядок перевірки індивідуальних електрозахисних засобів перед роботою (для електротехнічного персоналу):

1. Візуальний огляд індивідуальних електрозахисних засобів. Перевірити наявність пошкоджень: тріщин, розривів, проколів, слідів зношення, забруднень.

Для рукавичок: оглянути манжету, гумову частину на цілісність, переконатися, що вони сухі та чисті.

Для електроінструменту: оглянути корпус, ізоляцію, кабель, вилку.

Для переносних заземлень: перевірити цілісність провідників, затискачів.

Для електроінструменту: перевірити відповідність напруги мережі та інструменту.

2. Перевірка маркування. Переконатися в наявності бірки або маркування із зазначенням дати останнього випробування та терміну наступного.

3. Перевірка відповідності. Переконатися, що засіб відповідає класові напруги, типу робіт (наприклад, рукавички – для роботи під напругою або біля неї).

4. Перевірка комплектності (за потреби). Перевірити наявність усіх частин (наприклад, для щитів, ширм – міцність з'єднань, стійкість).

5. Перевірка механічних властивостей (для деяких). Рукавички: перевірити розтягуванням (надуванням повітря), переконатися, що мікротріщин немає.

Інструмент: перевірити надійність фіксації рукояток.

6. Запис у журнал. Результати огляду фіксуються (якщо це вимагається інструкціями підприємства), особливо якщо засіб визнано непридатним до використання.

Перед кожним застосуванням всі засоби захисту підлягають огляду.

Якщо виявлено дефекти (тріщини, розриви), засіб **негайно вилучається** з експлуатації.

Для деяких засобів, окрім огляду проводяться **періодичні (електричні) випробування** в спеціалізованих лабораторіях з фіксацією результатів у журналах.

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

1. Мету, завдання до роботи.
2. Перелік електрозахисних індивідуальних засобів, що підлягають перевірці перед виконанням робіт.
3. Послідовність виконання роботи (перевірки електрозахисних індивідуальних засобів захисту).

4. Результати дослідження потенційних небезпечних факторів, що можливі під час виконання робіт з неналежними електрозахисними індивідуальними засобами захисту, їхній вплив і наслідки під час реалізації відносно ушкодження здоров'я працівників.

Рекомендовані джерела: [1, 3–5, 8].

Лабораторна робота № 6

Дослідження ризиків і небезпек під час накладання переносного заземлення

Мета лабораторної роботи: оволодіти навичками, правилами безпеки під час накладання переносного заземлення у разі виконання робіт в електричних установках чи електричному обладнанні.

Завдання до лабораторної роботи: провести дослідження й запровадити регламентовані заходи електробезпеки під час накладання переносного заземлення (рис. 6.1, 6.2, 6.3).

Послідовність виконання лабораторної роботи

Вихідні дані: електричне устаткування напругою до 1 000 В.

3 групи студентів визначити склад бригади електротехнічного персоналу, які будуть виконувати роботи на електричному устаткуванні (3 особи).

Визначити ролі: керівник робіт; наглядач; виконавець робіт із накладання переносного заземлення.

Дослідити з лекційного матеріалу й визначити:

- які вимоги висуваються до персоналу такої категорії;
- які кваліфікаційні групи з електробезпеки повинні мати члени бригади відповідно до спеціалізації виконуваних робіт.

Дослідити з лекційного матеріалу й визначити, який вид інструктажу потрібно провести під час накладання переносного заземлення. Надати його членам бригади.

Дослідити з лекційного матеріалу й виконати організаційні заходи, що повинні бути додержані під час виконання такої роботи.

Дослідити з лекційного матеріалу й виконати технічні заходи, що повинні бути додержані під час виконання такої роботи.

Дослідити з лекційного матеріалу й підібрати необхідні індивідуальні електрозахисні засоби.

Виконати накладання переносного заземлення.

Дослідити й описати, які небезпечні фактори можуть діяти під час накладання переносного заземлення на персонал.

Описати їхню дію й наслідки відносно ушкодження здоров'я працівників.

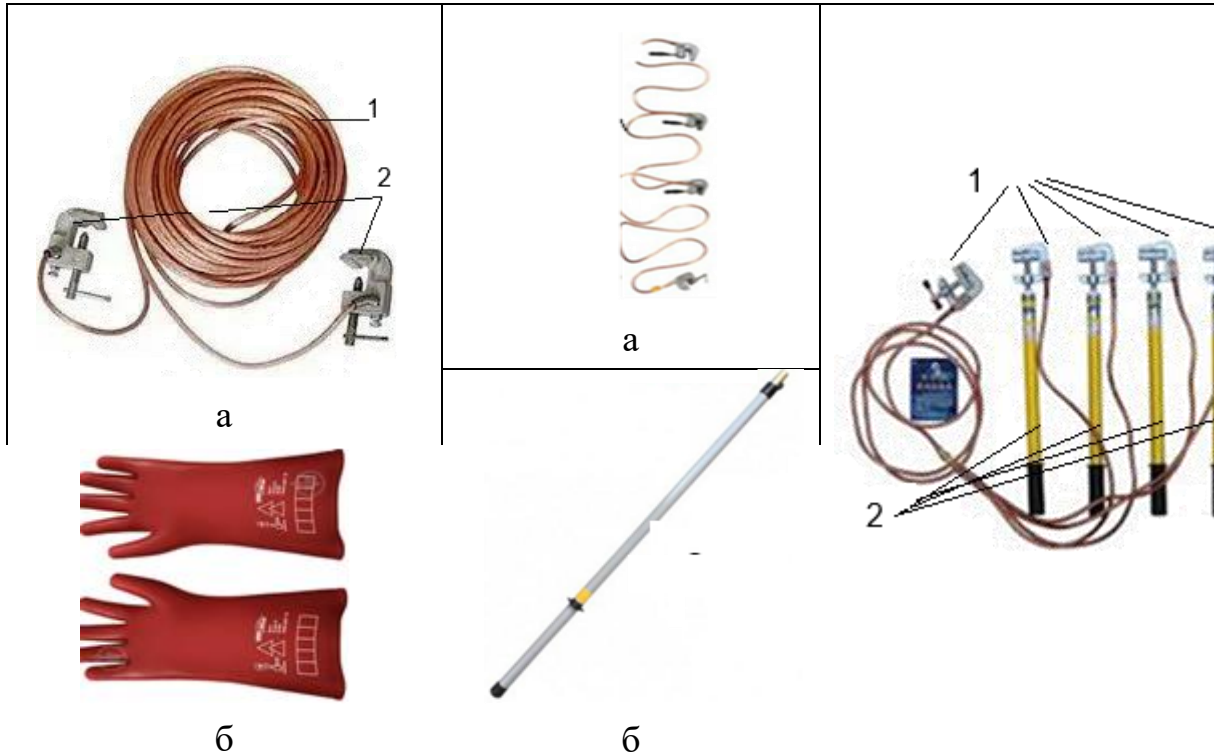


Рисунок 6.1 – Переносне заземлення:
а – переносне заземлення;
б – діелектричні рукавички;
1 – провід переносного заземлення;
2 – затискачі переносного заземлення

Рисунок 6.2 – Переносне заземлення в комплекті з ізолювальною штангою:
а – переносне заземлення;
б – ізолювальна штанга

Рисунок 6.3 – Переносне заземлення в комплекті з ізолювальними штангами:
1 – затискачі переносного заземлення;
2 – ізолювальні штанги

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

1. Мету, завдання до роботи.
2. Опис організаційно-технічних та перелік електрозахисних індивідуальних засобів.
3. Послідовність виконання роботи.
4. Результати дослідження потенційних небезпечних факторів, що можливі під час виконання роботи з накладання переносного заземлення,

їхній вплив і наслідки під час реалізації відносно ушкодження здоров'я працівників.

5. Порядок надання домедичної допомоги під час ураження людини електричним струмом.

Рекомендовані джерела: [1, 3–5, 8, 9].

Лабораторна робота № 7

Надання долікарської допомоги потерпілим у разі нещасних випадків під час виробництва та робіт в електричних установках

Мета роботи: оволодіти методами надання долікарської допомоги під час ураження електричним струмом.

Завдання до лабораторної роботи

1. Ознайомитись з правилами надання долікарської допомоги на тренажері.

2. Ознайомитись з правилами надання долікарської допомоги під час ураження електричним струмом. Описати основні прийоми надання долікарської допомоги: під час ураження електричним струмом; у разі знаходження людини в полі розтікання електричного струму під час замикання на землю.

Вказівки з підготовки до роботи

Ознайомитися з такими питаннями:

- методи надання долікарської допомоги під час зупинки дихання;
- методи надання долікарської допомоги під час зупинки серця.

Суть лабораторної роботи

Перша долікарська невідкладна допомога (ПДНД) – це комплекс простих термінових заходів для рятування життя людини і попередження ускладнень у разі нещасного випадку або раптового захворювання, що проводяться на місці події самим потерпілим (самодопомога) або іншою особою, що знаходиться поблизу (взаємодопомога). Ці заходи проводяться до прибуття медичних працівників.

Основними завданнями ПДНД є:

- а) проведення необхідних заходів щодо ліквідації загрози для життя потерпілого;
- б) попередження можливих ускладнень;
- в) забезпечення максимально сприятливих умов для транспортування потерпілого.

Нещасні випадки зазвичай відбуваються в місцях, де медичного персоналу немає, і швидко повідомити про те, що трапилося у медичну установу неможливо. Для надання долікарської допомоги на ділянках електроенергетичних підприємств повинні бути аптечки і сумки першої допомоги з набором необхідних засобів. На підприємствах рекомендується мати апарат для виробництва штучного дихання з набором інструментів для розкриття рота, витягування й утримання язика, а також ноші.

Під час ураження людини електричним струмом необхідно якнайшвидше звільнити його від дії струму, тому що від тривалості дії струму залежить тяжкість електротравми.

До основних методів оживлення потерпілого належать: штучне дихання «рот у рот», «рот у ніс», а також зовнішній масаж серця.

Для проведення штучного дихання потерпілого необхідно вкласти на спину на тверду підставу, розстебнути одяг і забезпечити прохідність верхніх дихальних шляхів, які можуть бути закриті запалим язиком чи стороннім вмістом у порожнині рота. Голову потерпілого треба повернути набік, прочистити рот пальцем, обгорненим марлею чи хусткою. Після цього той, що надає допомогу, одну руку підсуває потерпілому під шию, а долонею іншої надавлює на чоло, максимально закидаючи голову назад. При цьому корінь язика відходить від задньої стінки гортані, відкриваючи вільний доступ повітря в легені, а рот відкривається. Надалі, той, що робить допомогу, глибоко зітхнувши, робить енергійний видих у рот потерпілого. Щойно його грудна клітка піднялася, наповнення повітря припиняють. Відбувається пасивний видих. Якщо пульс добре визначається, то інтервал між вдмухуванням повітря повинний складати 5 с (12 дихальних циклів на хвилину).

Під час зупинки серця, не втрачаючи ані секунди, потерпілого треба укласти на тверду підставу й звільнити від одягу, що стискує, оголити груди. Далі потрібно промацуванням визначити місце натиснення: воно повинне знаходитися на два пальці вище м'якого кінця грудини. Після цього той, що надає допомогу, повинний покласти на це місце долоню

однієї руки, а поверх неї, під кутом 90^0 , – долоню другої руки. Надавлювати потрібно швидким поштовхом, злегка допомагаючи нахилом усього корпусу. Нижня частина груднини у потерпілого повинна зміститися вниз на 3–5 см. Тривалість натиснення – не більше 0,5 с, інтервал 0,5 с.

Опис тренажеру. Тренажер містить: муляж – торс людини без кінцівок; блок індикації; носо-ротову маску; кабель, що з'єднує блоки «табло-муляж» (рис. 7.1).

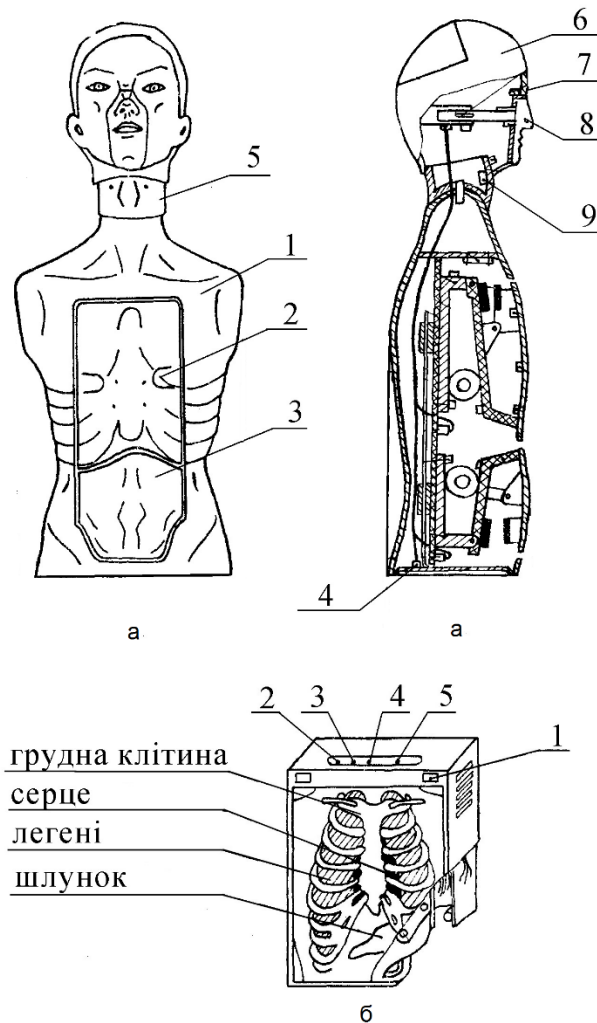


Рисунок 7.1 – Тренажер: а – муляж тіла людини: 1 – торс; 2 – блок грудної клітки; 3 – блок живота; 4 – вихідний роз'єм; 5 – шия; 6 – голова; 7 – зіниці; 8 – змінна рото-носова маска; 9 – імітатори пульсу; б – блок індикації: 1 – пристрої індикації контрольного часу та реанімації; 2 – пристрої управління: тумблери вмикання режимів 1 : 5; 2 : 15; 3 – кнопка «ДИХАННЯ»; 4 – кнопка «ПУЛЬС»; 5 – кнопка «ГОТОВНІСТЬ»

Підготовка до проведення лабораторної роботи

Муляж людини покласти на жорстку поверхню (підлога, стіл тощо) у положення «на спині». Блок індикації встановити на зручне для огляду місце. З'єднати кабелем блок індикації й муляж. Носо-ротову маску обробити антисептичним розчином, висушити, встановити на тренажер. Тренажер під'єднати до мережі 220 В, 50 Гц. При цьому в правому верхньому куті блока індикації з'являється цифровий відлік. Натиснути кнопку «ГОТОВНІСТЬ» – тренажер до роботи готовий.

Під час натискання кнопки «ГОТОВНІСТЬ» – вихідний стан тренажера відповідає стану клінічної смерті.

Для імітації стану людини, за якого серце ще стискується, але дихання немає, треба натиснути кнопку «ПУЛЬС 2». При цьому на тренажері в області сонної артерії з'являються пульсові поштовхи з частотою 60 разів за хвилину, імітатори зіниць засвічуються, видно, що дихання немає. На світловому табло блока індикації висвітлюється серце, яке стискається і наглядно видно, що вентиляції легень немає.

Для імітації стану живої людини, під час натискання кнопки «ПУЛЬС», «ДИХАННЯ» – на муляжі в ділянці сонних артерій з'являються пульсові поштовхи, імітатори зіниць засвітяться (зіниця звузиться), з'явиться дихання (видимий підйом та опущення передньої стінки грудної клітки з частотою 12–20 «вдихів – видихів» за хв). На табло блока індикації висвітлюється процес стискання серця і вентиляції легень людини.

Якщо з тренажером працюють два студенти, то тумблер «РЕЖИМ» встановлюється в положення 2 : 15, якщо 1 студент – у положення 1 : 5.

Порядок виконання роботи

1. До роботи допускають студентів, які ознайомились з теоретичною частиною роботи.

2. Студенти в період підготовки до роботи повинні ознайомитись з основними методами надання першої долікарської допомоги постраждалим, у яких спостерігається зупинка дихання та (чи) зупиняється робота серця. Викладач опитує студентів з теоретичного курсу.

3. Викладач ознайомлює студентів з будовою, технічними можливостями та принципом роботи тренажера.

4. Студенти під контролем викладача освоюють прийоми вентиляції

легень та непрямого масажу серця на тренажері.

5. Звіт із роботи складається з короткого конспекту з загальними відомостями, рисунка тренажера та висновків.

Контрольні питання

1. Які ви знаєте методи оживлення потерпілого?
2. Послідовність виконання штучної вентиляції легень.
3. Послідовність виконання непрямого масажу серця.
4. У період якого часу повинна бути надана перша долікарська допомога?
5. У яких випадках виконується вентиляція легень за методом «рот у ніс»?
6. Спосіб надання першої допомоги однією людиною.
7. Спосіб надання першої допомоги двома людьми.

Рекомендовані джерела: [1, 2, 4, 9].

Лабораторна робота № 8

Дослідження первинних засобів пожежогасіння

Мета роботи: ознайомлення з первинними засобами пожежогасіння, вивчення будови вогнегасників, принципу їхньої дії й сфери застосування.

Вимоги безпеки під час виконання досліджень

Розпочинати виконання лабораторної роботи необхідно тільки з дозволу викладача після перевірки знання студентами правил користування лабораторним стендом і вогнегасниками.

Під час виконання робіт на стенді з вогнегасниками студенти повинні додержуватися вимог правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів, правил будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском.

Теоретичні передумови

Пожежогасіння – дії, спрямовані на припинення горіння у вогнищі пожежі, обмеження впливу небезпечних чинників пожежі та усунення

умов для її самочинного повторного виникання. Оскільки для виникнення й розвитку процесу горіння, що призводить до пожежі, необхідна наявність горючої речовини, окислювача, джерела запалювання і безупинного потоку тепла від вогнища пожежі до горючого матеріалу, то для припинення горіння досить виключити будь-який із зазначених факторів.

Отже, пожежогасіння можна забезпечити:

1. Ізоляцією вогнища горіння від повітря чи зниженням вмісту кисню в повітрі. Це досягається розведенням повітря негорючими газами до концентрації кисню нижче ніж 14 % (за якої не може відбуватися горіння);
2. Охолодженням вогнища горіння до певних температур.
3. Інтенсивним гальмуванням (інгібуванням) швидкості хімічних реакцій у полум'ї.
4. Механічним зривом полум'я сильним струменем газу чи води.
5. Створенням умов вогнеперешкоджання, тобто таких умов, за яких полум'я поширюється через вузькі канали, й у разі зменшення перерізу останніх до встановленої величини поширення полум'я припиняється.

Для створення цих умов застосовують різні вогнегасні речовини і засоби гасіння. Як засоби гасіння застосовують: воду, що подається в осередок пожежі суцільними чи розпушеними струменями; воду з домішками (змочувачами проти замерзання і тощо); піну (повітряно-механічну різної кратності, хімічну); інертні газові розріджувачі (двооксид вуглецю, азот, аргон, димові газу, водяну пару); галогеновуглеводи (хладони 13B1, 12B1, 114B2); порошки; комбіновані склади.

Ефект впливу всіх існуючих засобів гасіння на горіння залежить від фізико-хімічних властивостей палаючих матеріалів, умов їхнього горіння та інших факторів. Водою можна охолоджувати й ізолювати (чи розводити) осередок горіння, пінними засобами – ізолювати і охолоджувати, хладонами – інгібувати горіння і розводити повітря, порошками – інгібувати горіння і перепиняти поширення полум'я стійкою порошковою хмарою. Однак для будь-якого засобу гасіння характерний який-небудь один провідний вогнегасний вплив. Наприклад, вода чинить переважно охолоджуючий вплив, піна – ізолюючий, хладони і порошки – інгібуючий.

У таблиці 8.1 наведена класифікація пожеж залежно від фізико-хімічних властивостей горючих матеріалів і можливості їхнього гасіння різними засобами.

Відповідність зазначеним класам пожеж вогнегасного засобу позначають також символом класу пожежі (рис. 8.1). Наприклад, вогнегасні порошки ВС, АВСЕ, D призначені для гасіння пожеж відповідних класів; порошки АВСDE є універсальними.

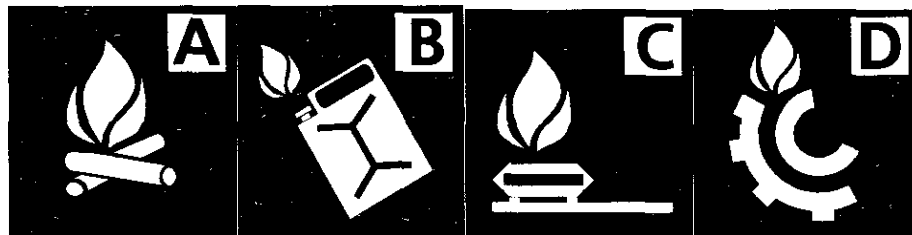


Рисунок 8.1 – Символи класів пожеж

Таблиця 8.1 – Класифікація пожеж

Клас пожежі	Характеристика класу	Підклас пожежі	Характеристика підкласу	Рекомендовані засоби пожежогашіння
А	Горіння твердих речовин	А ₁	Горіння твердих речовин, що супроводжується тлінням (деревина, папір, текстиль).	Вода зі змочувачем, хладони, порошки АВС.
		А ₂	Горіння твердих речовин без тління (пластмаси, каучук)	Усі види вогнегасних засобів
В	Горіння рідких речовин	В ₁	Горіння рідких речовин, нерозчинних у воді (бензин, нафтопродукти тощо).	Піни, розпилена вода, хладони, порошки класу ВСІ
		В ₂	Горіння рідких речовин, розчинних у воді (спирти, ацетон тощо)	Піна на основі ПО-1с, ПО «Форетол», розпилена вода, хладони, порошки класу ВСІ
С	Горіння газоподібних речовин	—	Побутовий газ, водень, аміак, пропан тощо	Об’ємне гасіння і флегматизація газовими складами, порошки, вода для охолодження
D	Горіння металів і металоутримувальних речовин	D ₁	Горіння легких металів (Al, Mg та їхніх сплавів) за винятком лужних.	Порошки класу D типу П-2АП.
		D ₂	Горіння лужних металів.	Порошки класу D, ПС, МГС
		D ₃	Горіння металоутримувальних речовин	Глинозем. Порошки класу D типу СН-2
Примітка. Згідно з «Правилами пожежної безпеки в Україні» додатково впроваджено клас пожежі (Е) – горіння електроустановок.				

Вогнегасники як первинні засоби пожежогашіння

Вогнегасник — це технічний засіб, призначений для припинення горіння подаванням вогнегасної речовини, що міститься в його корпусі, під дією надлишкового тиску, за масою і конструктивним виконанням придатний для транспортування і застосування людиною.

Водяний вогнегасник — вогнегасник із зарядом водної вогнегасної речовини.

Водопінний вогнегасник — вогнегасник із зарядом водопінної вогнегасної речовини.

Аерозольний водопінний вогнегасник — водопінний вогнегасник одноразового використання, з якого вогнегасна речовина подається в розпиленому вигляді.

Порошковий вогнегасник — вогнегасник із зарядом вогнегасного порошку.

Вуглекислотний вогнегасник — вогнегасник із зарядом двооксиду вуглецю.

У нормативних документах наведені такі загальноприйняті позначення типів вогнегасників:

- ВВ — вогнегасник водяний;
- ВВП — вогнегасник водопінний;
- ВВПА — вогнегасник водопінний аерозольний;
- ВВК — вогнегасник вуглекислотний;
- ВП — вогнегасник порошковий.

Цифра після позначення типу вогнегасника означає масу вогнегасної речовини у кілограмах, що міститься у його корпусі. Цифра після позначення аерозольного вогнегасника означає масу вогнегасної речовини в грамах, що міститься в його корпусі.

Критеріями вибору типу й необхідної кількості вогнегасників для захисту об'єкта є:

- рівень пожежної небезпеки об'єкта (будинку, споруди, приміщення);
- клас пожежі горючих речовин та матеріалів, наявних у ньому;
- придатність вогнегасника для гашіння пожежі певного класу та відповідність умовам його експлуатації;
- вогнегасна здатність вогнегасника конкретного типу;

- категорія приміщення за вибухопожежною або пожежною небезпекою;
- наявність у приміщенні установки автоматичного пожежогасіння;
- площа об'єкта.

Успішне гасіння пожежі пов'язане з правильним вибором типу вогнегасника. Класифікація пожеж дозволяє вибрати необхідний вогнегасник, тому що в кожний клас об'єднані пожежі, пов'язані з горінням речовин, які мають подібні характеристики. Для успішної боротьби з пожежами і для уникнення застосування непризначеного чи неефективного для гасіння цього класу пожежі вогнегасника необхідне знання цих класів, тому що їхні символи (рис. 8.1) *азначаються на корпусах вогнегасників.*

За ДСТУ 2273:2006 Пожежна техніка. Терміни та визначення основних понять вогнегасником називається переносний чи пересувний пристрій для гасіння вогнищ пожежі за рахунок випускання вогнегасної речовини.

Вогнегасники поділяються:

1. За способом транспортування на: переносні (ручні й ранцеві) та пересувні.
2. За видом вогнегасної речовини на: водяні, пінні (повітряно-пінні і хімічні пінні), порошкові, вуглекислотні, хладонові, комбіновані.
3. За способом створення надлишкового тиску:
 - а) за рахунок стиснутого газу, що знаходиться у балоні високого тиску (такі вогнегасники отримали назву накачних);
 - б) за рахунок стиснутого газу, що утворюється в результаті хімічної реакції:
 - компонентів газогенеруючого пристрою;
 - компонентів вогнегасної речовини (хімічні пінні вогнегасники).

Загальний принцип роботи вогнегасників полягає в створенні надлишкового тиску в корпусі (за винятком накачних), під дією якого вогнегасна речовина подається на вогнище пожежі.

Технічні характеристики найбільш поширених вогнегасників наведені нижче.

Пінні вогнегасники

Пінні вогнегасники поділяються на водопінні (ВВП) і повітряно-пінні (ВПП-10). Повітряно-пінні вогнегасники типів ВПП-5, ВПП-10,

ВПП-100 (рис. 8.2) мають заряд, що складається з 6-відсоткового водяного розчину піноутворювача типу ПД-1Д.

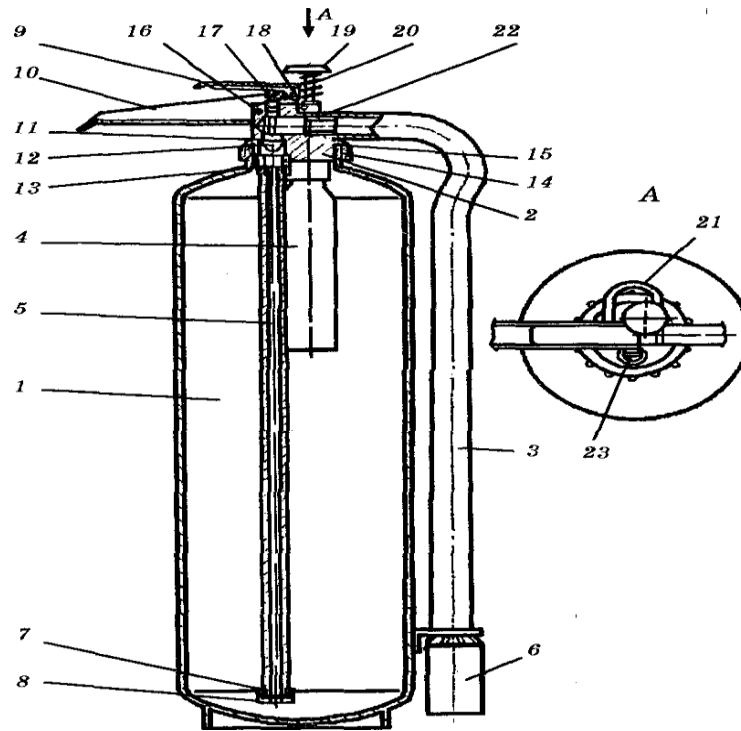


Рисунок 8.2 – Вогнегасник повітряно-пінний ВПП-5: 1 – корпус;
2 – голівка; 3 – рукав; 4 – балон з робочим газом; 5 – трубка сифонна;
6 – піногенератор; 7 – сітка; 8 – корпус фільтра; 9 – важіль керування
клапаном; 10 – ручка; 11 – кільце ущільнювальне; 12 – клапан;
13 – перехідник; 14 – гайка накидна; 15 – кільце ущільнювальне;
16 – штифт; 17 – пружина; 18 – вісь; 19 – кнопка з голкою;
20 – пружина; 21 – запобіжна чека; 22 – кільце ущільнювальне;
23 – запобіжний клапан

У разі його застосування необхідно піднести до осередку пожежі, спрямувати на вогонь піногенератор (6), видалити запобіжну чеку (21) і натиснути на важіль (9) замикально-пускового пристрою. При цьому сполучена з важелем кнопка з голкою (19) пробиває мембрану балона з робочим газом (4), і газ, проходячи крізь отвір, що дозує, витискує заряд по сифонній трубці (5) через сітку (7), де він розпорошується, змішується з повітрям і утворює високократну повітряно-механічну піну. У робочому положенні вогнегасник треба тримати вертикально, не перевертаючи.

Повітряно-пінні вогнегасники в 2,5 рази ефективніше хімічно-пінних, при цьому повітряно-механічні піни не шкідливі для навколишніх предметів, тому що після гасіння полум'я вони майже повністю зникають.

Повітряно-пінні вогнегасники так само, як і хімічні не можна застосовувати для гасіння електроустановок під напругою, тому що при цьому може відбутися ураження електричним струмом по струменю. Огляд вогнегасників проводять щорічно.

Таблиця 8.2 – Технічні дані пінних вогнегасників

	ВПП-5	ВПП-10	ВПП-100
Продуктивність по піні, л	270	540	7 000
Місткість балона, л	5	10	100
Тривалість дії, с	20	45	80
Довжина струменя, м	4,5	4,5	6
Кратність піни	65	65	70
Робочий тиск, МПа	1,2	1,2	1,3



Рисунок 8.3 – Будова і порядок приведення в дію ВВП

Хладонові вогнегасники

До хладонових вогнегасників належать вогнегасники типів ВУБ-3А, ВБХ-3, ВУБ-7А й ВС-8М. Як вогнегасний засіб використовують речовини

на основі галоїдованих вуглеводнів (бромистий етил, хладон 114В2, двоокис вуглецю тощо), які утворюють під час випускання з корпусу крізь насадку струмінь аерозольного типу, що складається з дрібнодисперсних крапель.

Переносні вогнегасники ВБХ-3 (рис. 8.4) складаються з тонкостінного балона (1) зі сферичним дном. У верхній частині балона вварена горловина, в яку вкручена замикально-пускова голівка, що складається з важеля (3), насадка (4), що розпорошує, і яка вкрита ковпаком (5). До горловини знизу прикріплена сифонна трубка (6). Для застосування вогнегасник необхідно піднести до осередку пожежі, спрямувати розпорошувач на вогонь і натиснути важіль (3) замикально-пускової голівки. При цьому заряд, який витискується стиснутим повітрям, по сифонній трубці (6) надходить у розпорошувач (4), де з рідкої фази перетворюється на газоподібну, що викидається з розпорошувача. Струмінь треба спрямувати в нижню частину полум'я, починаючи з ближнього краю. Під час застосування вогнегасник необхідно тримати вертикально.

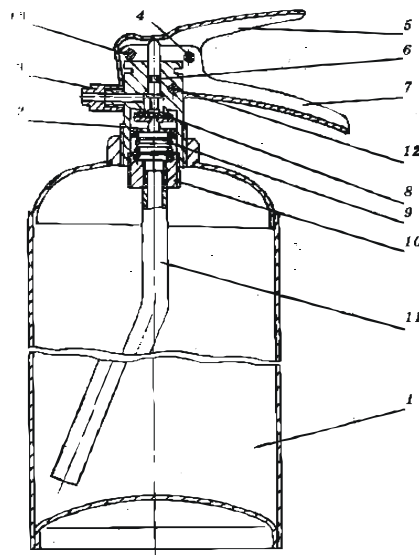


Рисунок 8.4 – Вогнегасник брометило-хладоновий ВБХ-3:

- 1 – корпус; 2 – голівка; 3 – насадок-розпорошувач;
- 4 – запобіжна чека; 5 – важіль керування клапаном; 6 – кільце ущільнювальне; 7 – ручка; 8 – клапан; 9 – пружина; 10 – перехідник;
- 11 – трубка сифонна; 12 – штифт; 13 – вісь

Вогнегасники ВУБ-3А призначені для гасіння невеличких осередків

загоряння різноманітних речовин, матеріалів, що жевріють, а також електроустановок, що знаходяться під напругою не більше ніж 380 В. Вогнегасники ефективно працюють за температури від -60 °С до +50 °С.

Масу заряду вогнегасника перевіряють не менше одного разу на рік. Одночасно перевіряють тиск повітря в зарядженому вогнегаснику.

Таблиця 8.3 – Технічні дані хладонових вогнегасників

Показник	ВУБ-3А	ВУБ-7А	ВБХ-3
Місткість, л	3,2	7,4	3
Тривалість дії, с	20	30	7
Довжина струменя, м	3–4	3–4	5
Маса заряду, кг	4,2	8,0	2,4
Робочий тиск, МПа	0,8	0,8	1,7

Вогнегасники накачні

Як приклад приведений опис роботи вогнегасників вуглекислотних і порошкових.

Для роботи з вуглекислотним вогнегасником (наприклад, ВВК-2 (рис. 8.5) необхідно видалити запобіжну чеку (8), спрямувати розтруб (3) на вогнище пожежі, натиснути на важіль (9), при цьому вогнегасна речовина з корпусу (1) по сифонній трубці (15) через розтруб (3) подається на вогнище пожежі.

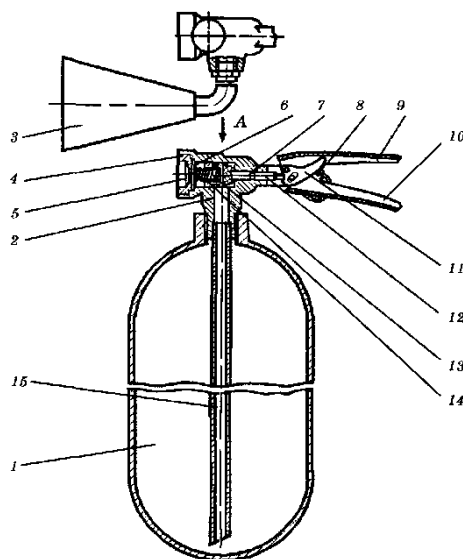


Рисунок 8.5 – Вогнегасник вуглекислотний ВВК-2: 1 – корпус; 2 – голівка; 3 – розтруб; 4 – гайка; 5 – запобіжна мембрана; 6 – шайба; 7 – кільце ущільнювальне; 8 – запобіжна чека; 9 – важіль керування клапаном; 10 – ручка; 11 – кулачок; 12 – шток; 13 – клапан; 14 – пружина; 15 – трубка сифонна



Рисунок 8.6 – Будова і порядок роботи вогнегасника ВVK-5

Порошкові вогнегасники

Існують ручні вогнегасники марок ВП-2, ВП-2А, ВП-8Б, ВП-5 (рис. 8.7), ВП-10; пересувні ВП-100; стаціонарні ВП-250, СІ-120 і комбіновані ВК-100.

Всі вони призначені для гасіння загорянь різноманітних твердих матеріалів і речовин, ЛВЖ і ГЖ, лужно-земельних металів, електроустановок під напругою до 1 000 В залежно від марки і призначення вогнегасника вони можуть застосовуватися за температури навколишнього повітря в межах від -50 °С до +50 °С.

За будовою і принципом роботи порошкові вогнегасники схожі. Цифри в маркуванні означають місткість корпусів. У вогнегасниках ємністю 2 л і більше корпуси виготовляють із листової сталі.

Ручні вогнегасники забезпечені замикально-пусковими пристроями підйомного типу, а ВП-5 і ВП-10 – шлангами довжиною відповідно 0,6 м і 0,8 м, на кінцях яких є стволи для викидання порошку під тиском робочого газу.

Вогнегасник ВП-5 (рис. 8.7) за будовою і роботою аналогічний вогнегаснику ВВП-10.

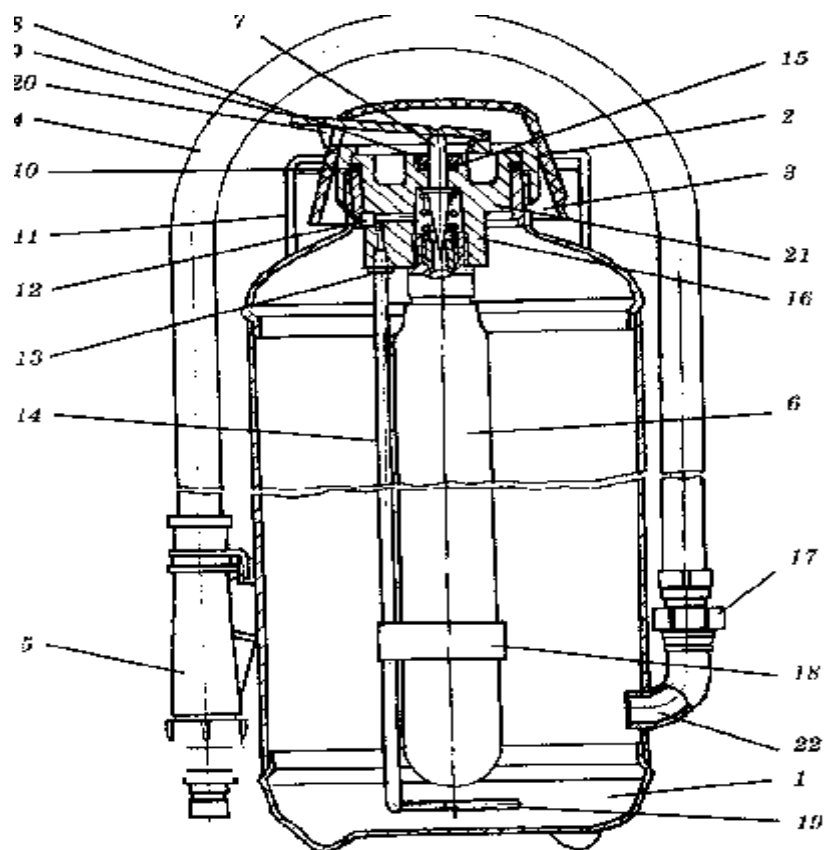


Рисунок 8.7 – Вогнегасник порошковий ВП-5.01: 1 – корпус;
 2 – гайка накидна; 3 – ковпак; 4 – рукав; 5 – пістолет-розпушувач;
 6 – балон із робочим газом; 7 – гілка; 8 – втулка різьбова; 9 – важіль
 запуску; 10 – кільце ущільнювальне; 11 – ручка; 12 – заглушка; 13 – гайка;
 14 – трубка газопідвідна; 15 – сальник; 16 – пружина; 17 – гайка;
 18 – хомут; 19 – кільце гумове; 20 – запобіжна чека; 21 – голівка;
 22 – трубка сифонна

Але в ньому насадка для одержання піни замінена коротким сприском щілинного типу, змонтованим на кришці вогнегасника. Використаний також аерозольний засіб витиснення порошку. Вуглекислий газ із балончика під час пуску вогнегасника подається по спеціальній трубці під аероднище – подвійне ґратчасте дно. При цьому порошок, розміщений у корпусі, спучується і видавлюється по сифонній трубці до сприску. Аерозольний струмінь, що утворюється, надходить у зону горіння.



Рисунок 8.8 – Будова і порядок роботи ВП-5Б

Таблиця 8.4 – Технічні дані порошкових вогнегасників

Параметри	ВП-10	ВП-100
Місткість, л	10	100
Тривалість дії, с	20	45
Довжина струменя, м	5	11
Маса заряду, кг	10	90
Робочий тиск, МПа	1,2	0,7

Порядок проведення лабораторної роботи

Використовуючи ці методичні рекомендації й наявні в лабораторії засоби пожежогашіння, завданням студентів є:

1. Вивчити призначення, будову, принцип дії та технічні характеристики основних видів вогнегасників.
2. Навчитися приведенням в дію наявних у лабораторії макетів вогнегасників.

Контрольні питання

1. Перерахуйте основні типи вогнегасників. Опишіть їхнє призначення.
 2. Опишіть принцип дії вогнегасників, що визначені викладачем.
 3. Опишіть вогнегасний ефект вогнегасників, що визначені викладачем.
 4. Наведіть послідовність дій під час застосування вогнегасників, що визначені викладачем.
 5. Опишіть вимоги безпеки під час експлуатації вогнегасників.
- Рекомендовані джерела:** [10–14].

2 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

2.1 Загальні положення

Програма дисципліни «Основи електробезпеки» передбачає самостійне вивчення окремих питань згідно зі змістом і тематикою дисципліни. Самостійна робота є частиною навчального процесу на рівні підготовки бакалаврів. Вона сприяє розвитку навичок самостійного вирішення питань експертизи з охорони праці у виробничій діяльності.

Мета самостійної роботи – доповнення і закріплення знань, набутих за час вивчення теоретичного курсу, активізація творчих здібностей студентів, розвиток навичок роботи з нормативною і технічною літературою, з довідниками, а також підготовка до проведення самостійного аналізу відповідності створених безпечних та нешкідливих умов праці з позицій електробезпеки та в усіх сферах виробництва вимогам законодавчих і нормативно-правових актів з охорони праці.

2.2 Завдання для самостійної роботи студента

На підставі лекційного матеріалу, вивчення літературних джерел та нормативно-правових актів потрібно:

1. Дати визначення захисного заземлення, визначити сферу його застосування.
2. Навести електричну принципову схему захисного заземлення.
3. Описати принцип дії захисного заземлення.
4. Навести типи захисного заземлення, сферу застосування кожного типу.
5. Навести основні характеристики захисного заземлення.
6. Навести у вигляді ескізу конструкцію захисного заземлювального пристрою електроустановки (ЕУ).
7. Використовуючи класифікацію небезпечних та шкідливих виробничих факторів визначити небезпечний фактор, який може впливати на працівників у разі невідповідності параметрів захисного заземлювального пристрою.

2.8 Підібрати необхідні основні й додаткові електрозахисті засоби для працівників у ЕУ напругою до 1 000 В.

2.3 Рекомендації до виконання самостійної роботи

Звіт із самостійної роботи виконується студентом відповідно до цих методичних вказівок на аркушах формату А4 і повинен містити на титульному аркуші необхідні вихідні дані (назву міністерства й університету, кафедри, назву завдання, спеціальність, курс та групу, прізвище та ініціали студента, номер залікової книжки та прізвище викладача, який викладає дисципліну).

Виконання самостійної роботи є формою поточного й підсумкового контролю знань студентів.

Рекомендовані джерела: [1–9].

3 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

3.1 Загальні положення

Дисципліна «Основи електробезпеки» розглядає базові питання нормативно-правового, організаційного та технічного забезпечення електробезпеки під час ремонту, обслуговування й експлуатації електричного обладнання та електричних установок.

Електробезпека – це система організаційних і технічних заходів та засобів, що забезпечують захист працівників від небезпечного та шкідливого впливу електричного струму, електромагнітного поля, електричної дуги та зарядів електростатичного поля. До базових факторів, що необхідно враховувати під час проєктування, експлуатації електроустановок, належать: тип, напруга електричної мережі й режим її нейтралі, а також параметри, характеристики виробничого середовища. Ці фактори переважно визначають ступінь небезпеки ураження людини електричним струмом.

Виконання робіт в електричних установках висуває підвищені вимоги до навчання персоналу, який обслуговує електроустановки, вимагає суворої дисципліни та відповідальності як лінійного персоналу, так і керівників робіт. Тому виконання вимог «Правил безпечної експлуатації електроустановок» (ПБЕЕ), «Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів» (ПТЕ), «Правил улаштування електроустановок» (ПУЕ) є гарантією безпечного вирішення виробничих завдань.

Завданням розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Основи електробезпека» є оволодіння студентами шляхів вирішення завдань забезпечення електробезпеки на етапі проєктування, як це має бути в реальних виробничих умовах.

3.2 Завдання для розрахунково-графічної роботи

Ідеологією розрахунково-графічної роботи є аналіз, визначення ступеня небезпеки ураження людини електричним струмом за різних виробничих ситуацій. Етапи завдань проєктування наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Етапи завдань проєктування розрахунково-графічного завдання

№ з/п	Тематика етапу
1	Визначення особливостей, технічних характеристик трифазних і однофазних мереж з глухозаземленою та ізольованою нейтраллю. Аналіз одно- і двофазного під'єднання людини до електричного ланцюга
2	Аналіз ступеня небезпеки ураження людини під час дотику в однофазних мережах з глухозаземленою нейтраллю. Розрахунок струму, що проходить крізь тіло людини
3	Аналіз ступеня небезпеки ураження людини під час дотику в однофазних мережах з ізольованою нейтраллю. Розрахунок струму, що проходить крізь тіло людини
4	Порівняльний аналіз небезпеки ураження людини під час дотику в однофазних мережах з глухозаземленою та ізольованою нейтраллю. Висновки
5	Підбір необхідних організаційних і технічних колективних, індивідуальних засобів захисту під час виконання робіт на електричному обладнанні, в електричних установках
6	Висновки. Оформлення результатів РГЗ

3.3 Рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи

Робота виконується на окремих аркушах паперу формату А4 чітким розбірливим почерком чи на комп'ютері. На кожній сторінці повинні бути передбачені поля для зауважень рецензента. Відповіді на завдання супроводжують за необхідності ескізами, схемами чи графіками, виконаними олівцем із дотриманням вимог технічного креслення. Текстову частину, формули необхідно супроводжувати посиланнями на використану літературу, перелік якої студент наводить наприкінці роботи.

У завершеній розрахунково-графічній роботі проставляється дата виконання, номер залікової книжки, підпис студента. Виконану роботу студент викладає в курсі «Основи електробезпеки» в системі дистанційного навчання MOODL для рецензування.

У разі позитивного результату студент повинен пройти процедуру захисту розрахунково-графічної роботи, а у випадку негативної рецензії – робота повинна бути перероблена відповідно до зауважень викладача.

Зарахована розрахунково-графічна робота подається викладачу під час проведення підсумкового контролю знань з курсу.

Рекомендовані джерела: [1–9].

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Серіков Я. О. Основи електробезпеки [Електрон. ресурс] : навч. посіб. / Я. О. Серіков. – Електрон. текст. дані. – Харків : ХНУРЕ, 2011. – 311 с. – Режим доступу: http://koha.kname.edu.ua/cgi-bin/koha/opac-etail.pl?biblionumber=48867&query_desc, вільний (дата звернення: 26.01.2026). – Назва з екрана.
2. Серіков Я. О. Основи охорони праці [Електрон. ресурс] : підручник / Я. О. Серіков, Б. Д. Халмурадов. – Електрон. текст. дані. – Київ : Центр учбової літератури, 2024. – 250 с. – Режим доступу: <https://koha.kname.edu.ua>, вільний (дата звернення: 26.01.2026). – Назва з екрана.
3. Запорожець О. І. Електробезпека [Електрон. ресурс] : навч. посіб. / О. І. Запорожець, Я. О. Серіков. – Електрон. текст. дані. – Харків : ХНУМГ ім. Бекетова, ННВПЦ ХНУРЕ, 2016. – 152 с. – Режим доступу: <http://koha.kname.edu.ua>, вільний (дата звернення: 26.01.2026). – Назва з екрана.
4. НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://online.budstandart.com/ua>, вільний (дата звернення: 26.01.2026). – Назва з екрана.
5. ДСТУ 7239:2011. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://online.budstandart.com/ua>, вільний (дата звернення: 26.01.2026). – Назва з екрана.
6. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://online.budstandart.com/ua>, вільний (дата звернення: 26.01.2026). – Назва з екрана.
7. Маляр В. С. Теоретичні основи електротехніки. Електричні кола [Електрон. ресурс] : навч. посіб. / В. С. Маляр. – Львів : Львівська політехніка, 2012. – 312 с. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу:

<https://studfile.net/preview/6810744/>, вільний (дата звернення: 26.01.2026). – Назва з екрана.

8. ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://online.budstandart.com/ua>, вільний (дата звернення: 26.01.2026). – Назва з екрана.

9. Про затвердження порядків надання домедичної допомоги особам при невідкладних станах [Електрон. ресурс] : Наказ МОЗ України від 09.03.2022 № 441. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0356-22#Text>, вільний (дата звернення: 26.01.2026). – Назва з екрана.

10. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://online.budstandart.com/ua>, вільний (дата звернення: 26.01.2026). – Назва з екрана.

11. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://online.budstandart.com/ua>, вільний (дата звернення: 26.01.2026). – Назва з екрана.

12. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://online.budstandart.com/ua>, вільний (дата звернення: 26.01.2026). – Назва з екрана.

13 ДСТУ EN 2:2014 Класифікація пожеж (EN 2:1992; EN 2:1992/A1:2004, IDT) [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://online.budstandart.com/ua>, вільний (дата звернення: 26.01.2026). – Назва з екрана.

14. НАПБ Б.03.001-2004 Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>, вільний (дата звернення: 26.01.2026). – Назва з екрана.

15. Серіков Я. О. Відновлювані джерела енергії. Сонячна енергетика. Технології, перспективи розвитку : монографія / Я. О. Серіков, С. Я. Серіков. – Краків : ЕАС, 2018. – 217 с.

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації
до проведення лабораторних робіт, практичних занять, організації
самостійної та виконання розрахунково-графічної робіт
із навчальної дисципліни

«ОСНОВИ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми
навчання зі спеціальності І4 – Охорона праці)*

Укладач **СЕРІКОВ** Яків Олександрович

Відповідальний за випуск *Ю. С. Левашова*

Редактор Б. О. Хільська

Комп'ютерне верстання *Я. О. Серіков, Т. П. Воробйова*

План 2026 р., поз. 80М

Підп. до друку 18.03.2026. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 3,9

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 8386 від 14.07.2025.