

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ, ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ ТА
ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЙ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
щодо виконання лабораторних робіт з

Безпека праці в енергоустановках (Частина 1)

КИЇВ - 2026

УДК 631.371:621 – 83.004 (075)

Наведено методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт для студентів закладів вищої освіти, що навчаються за спеціальністю G3 – «Електрична інженерія» ОС «Магістр»

Рекомендовано вченою радою ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження НУБіП України протокол № 6 від 28 серпня 2026 р.

Укладачі:

Окушко О.В., Наливайко В.А., Радько І.П., Чуєнко Р.М., Васюк В.В.

Рецензенти: В.В. Савченко, Н.Д. Пруднікова

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ щодо виконання лабораторних робіт з

Безпека праці в енергоустановках (Частина 1)

Методичні вказівки призначені для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Безпека праці в енергоустановках» здобувачами вищої освіти освітнього ступеня «Магістр» спеціальності G3 «Електрична інженерія».

У виданні розглянуто основні небезпечні та шкідливі фактори під час експлуатації електроустановок, методи оцінювання виробничих ризиків, технічні й організаційні заходи забезпечення безпеки праці, засоби захисту від ураження електричним струмом та порядок виконання безпечних робіт.

Лабораторні роботи спрямовані на формування практичних навичок оцінювання небезпек і прийняття обґрунтованих рішень щодо забезпечення безпечної експлуатації електроустановок.

ЗМІСТ

ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	3
Лабораторна робота № 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ РАДІОЧАСТОТНОГО ДІАПАЗОНУ	7
Лабораторна робота № 2 ДОСЛІДЖЕННЯ НЕБЕЗПЕКИ УРАЖЕННЯ СТРУМОМ У ТРИФАЗ-НИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ НАПРУГОЮ ДО 1000 В	16
Лабораторна робота № 3 ВИМІРЮВАННЯ ОПОРУ ЗАЗЕМЛЮЮЧИХ ПРИСТРОЇВ ТА ПИТО-МОГО ОПОРУ ҐРУНТУ	31
Лабораторна робота № 4 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАНУЛЕННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК	49
Лабораторна робота № 5 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТРОЇВ ЗАХИСНОГО ВИМИКАННЯ	66
Лабораторна робота № 6 ВИВЧЕННЯ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАХ	84
Лабораторна робота № 7 ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ В ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАХ	99
Лабораторна робота № 8 НАДАННЯ ПЕРШОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ ПРИ УРАЖЕННІ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ	130
ДОДАТКИ	146

ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Інструкція складена для студентів, що виконують лабораторні роботи з дисципліни “Охорона праці в галузі (електробезпека)” і визначає основні вимоги безпеки під час роботи на дослідних установках з приладами і обладнанням, встановленими в лабораторії.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

1. Лабораторія безпеки праці за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом належить до категорії “приміщення без підвищеної небезпеки”. Однак, оскільки в лабораторії використовуються електроустановки з напругою 380 В, існує можливість ураження людей електричним струмом. Тому до роботи у лабораторії студенти допускаються тільки після проходження інструктажу з охорони праці на робочих місцях лабораторії. Записи про проведення інструктажу виконуються в контрольному листі з обов’язковим підписом проінструктованих студентів та викладачів, які проводили інструктаж.

2. Виконувати чергову лабораторну роботу студенти можуть тільки після вивчення методичних вказівок, ознайомлення з улаштуванням і правилами використання обладнання та приладів, а також після проходження експрес-контролю знань.

3. Лабораторія повинна бути обладнана аптечкою для надання першої медичної допомоги і вогнегасником типу ОУ-2.

4. У разі нещасного випадку студенти повинні вміти надати потерпілому медичну допомогу.

5. Студенти несуть відповідальність за порушення правил охорони праці.

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПЕРЕД ПОЧАТКОМ РОБОТИ

1. Перевірити наявність і справність усіх передбачених засобів захисту і пожежогасіння.
2. Переконатись, що автоматичний вимикач, встановлений на вертикальній панелі робочого столу, вимкнений, а сигнальні лампочки, розміщені над ним, не світяться.
3. Прибрати з робочого місця сторонні предмети та прилади, що не використовуються.

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ

1. Необхідно виконувати тільки ту роботу, яка передбачена програмою досліду.
2. Не слід без потреби ходити по лабораторії та торкатись обладнання, не призначеного для виконання заданої лабораторної роботи.
3. Дозволяється працювати тільки на справних пристроях із справними вимірювальними приладами й електричними машинами.
4. Складання електричних схем проводити тільки при вимкненому живленні робочого місця. З'єднувальні провідники повинні мати надійну ізоляцію і добре пропаяні наконечники.
5. Перед пуском необхідно оглянути електроустановку й усунути з неї зайві провідники та сторонні предмети. Переконатись, що ніхто з присутніх не торкається до неізольованих струмовідних частин електричного кола, а металеві неструмовідні частини електроустановок – занулені.
6. Вмикати електричне коло під напругу на початку роботи, а також після внесення в нього будь-яких змін можна тільки з дозволу керівника занять, попередивши про це присутніх на робочому місці членів бригади.
7. Категорично забороняється здійснювати будь-які зміни в електричному колі під напругою. У випадку необхідності внесення таких змін обов'язково вимкнути автоматичний вимикач вводу на робочому місці.
8. Забороняється спиратись на пристрої та елементи електричного кола, переступати через струмовідні провідники і рухомі частини електричної машини.
9. У разі припинення подачі електроенергії до лабораторії вимкнути автоматичний вимикач вводу на робочому місці.

10. Виконання лабораторних робіт однією людиною не допускається.

11. Не можна залишати увімкнену під напругу схему і всім студентам відходити від робочого місця.

12. Розбирати електричне коло дозволяється тільки при вимкненій напрузі після перевірки викладачем результатів виконаної роботи.

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ

1. Електрична установка підлягає негайному вимкненню у випадках, коли людина потрапила під напругу; появі диму або полум'я із обладнання чи установок; зашкалювання стрілок приладів; порушення нормальної роботи схеми або ізоляції.

2. У разі виникнення пожежі:

2.1. Негайно повідомити про це по телефону 01, вказавши точну адресу.

2.2. Вжити заходів щодо гасіння пожежі. Первинні засоби пожежогасіння знаходяться у лабораторії і вестибюлі корпусу.

2.3. Повідомити про пожежу у найближчі кімнати для виходу людей.

2.4. Повідомити про пожежу керівництво кафедри та факультету.

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІСЛЯ ЗАКІНЧЕННЯ РОБОТИ

1. Вимкнути живлення приладів і обладнання за допомогою автоматичного вимикача вводу на робочому місці.

2. Розібрати електричне коло і скласти з'єднувальні провідники та електровимірювальні прилади.

3. Навести порядок на робочому місці. Здати викладачу наявні електронні прилади та методичні вказівки.

Лабораторна робота № 1

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ РАДІОЧАСТОТНОГО ДІАПАЗОНУ

1. МЕТА РОБОТИ:

1.1. Ознайомитися з нормативними вимогами та методикою вимірювання параметрів електромагнітного поля

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

2.1. Джерела і характеристики електромагнітних випромінювань

Електромагнітні коливання – взаємопов'язані коливання електричного і магнітного полів, що становлять єдине електромагнітне поле (ЕМП). Поширення електромагнітних коливань відбувається у вигляді електромагнітних хвиль. *Електромагнітне випромінювання* – електромагнітні хвилі, що випускаються яким-небудь джерелом, що вільно поширюються у просторі і не пов'язані з джерелом, що утворюють ці хвилі.

Джерелами випромінювання електромагнітної енергії є потужні радіостанції, телевізійні станції, радіолокатори, промислові установки індукційного нагріву, системи стільникового зв'язку, контрольні, вимірювальні і лабораторні прилади різного призначення, лазери, відеомонітори, клавіатура та системні блоки комп'ютерів.

Електромагнітні поля характеризуються такими параметрами: частотою випромінювання (Гц); напруженістю електричного (Е, В / м), і магнітного (Н, А / м) полів; густиною T_n магнітного потоку (В); густиною потоку енергії ГПЕ (Вт / м²).

Густина потоку енергії показує, яку кількість енергії протікає за 1 с крізь площину в 1 м², що розташована перпендикулярно поширенню хвиль.

2.2 Біологічна дія електромагнітних полів (ЕМП) радіочастот

Зміни в організмі може викликати тільки та частина енергії випромінювання, яка поглинається цією речовиною, а відбита або та частина енергії, що проходить через нього впливу не дає.

Ступінь і характер впливу ЕМП на організм людини визначається довжиною хвилі, інтенсивністю випромінювання, режимом опромінення (безперервний або переривчастий), тривалістю впливу, розміром опромінюваної поверхні, індивідуальними особливостями людини тощо.

Електромагнітні поля надають термічну, морфологічну дію і призводять до функціональних змін в організмі.

Під впливом ЕМП відбувається поглинання енергії поля тканинами тіла людини. Коливання дипольних молекул води і іонів, що містяться у тканинах, призводять до перетворення електромагнітної енергії зовнішнього поля у теплову, що супроводжується підвищенням температури тіла або локальним вибіркоvim нагрівом тканин, органів, клітин, особливо органів з поганою терморегуляцією (кришталік, склоподібне тіло, мозок тощо). При загальному опроміненні підвищення температури тіла більш ніж на 1 °С неприпустимий. Електромагнітне поле з $\lambda = 1 \dots 20$ см погано впливає на очі, викликаючи катаракту.

Морфологічний вплив – зміна будови зовнішнього вида тканин і органів тіла людини (зміна орієнтації клітин, омертвіння тканин, зміна структури клітин; розлад харчування тканин, органів або організму у цілому, судинні зміни).

Функціональні зміни проявляються у передчасній втомлюваності, сонливості або порушенні сну, головного болю. Наступає розлад нервової системи, зміна кров'яного тиску, уповільнення пульсу, спостерігаються трофічні явища (випадіння волосся, ламкість нігтів тощо). Можливе виникнення «ефекта перлової нитки», який проявляється у появі на шкірі ряду послідовно розташованих бульбашок, наповнених мутнатою рідиною.

2.3. Нормування ЕМП радіочастот

СанПіН 2.2.4 / 2.1.8.9-36-2002 «Електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазону (ЕМВ РЧ)» встановлюють гранично допустимі рівні впливу на людей електромагнітних випромінювань у діапазоні частот 30 кГц 300 ГГц.

У діапазоні частот 30 кГц.. 300 МГц інтенсивність ЕМВ РЧ оцінюється напруженістю електричного поля (Е, В / м), напруженістю магнітного поля (Н, А/м) та енергетичною експозицією (ЕЕ) ЕМВ РЧ.

Енергетична експозиція визначається як добуток квадрата напруженості електричного або магнітного поля на час впливу на людину:

$$EE_E = E^2 \cdot T,$$

$$EE_H = H^2 \cdot T, \quad (1.1)$$

де EE_E – енергетична експозиція електричної складової ЕМП $(В/м)^2 \cdot \text{год}$;

EE_H – енергетична експозиція магнітної складової ЕМП, $(А/м)^2 \cdot \text{год}$;

T – час, год.

Гранично допустимі значення напруженостей електричної та магнітної складової залежно від часу впливу визначаються за формулами:

$$E_{\text{пду}} = \sqrt{\frac{\Xi \Xi_{\text{Е.нд}}}{T}}, \quad (1.2)$$

$$H_{\text{пду}} = \sqrt{\frac{\Xi \Xi_{\text{Н.нд}}}{T}}.$$

У діапазоні 300 МГц ... 300 ГГц інтенсивність ЕМВ РЧ оцінюється значеннями густини потоку енергії (ППЕ, Вт/м², мкВт/см²) та енергетичною експозицією густини потоку енергії ($EE_{\text{ппе}}$, мкВт / см або Вт · / м²):

$$EE_{\text{ппе}} = \text{ППЕ} \cdot T, \quad (1.3)$$

де T – час опромінення, год.

Існують розроблені на основі медико-біологічних досліджень санітарні норми та правила щодо радіотехнічних і електротехнічних об'єктів. Вони регламентують умови їх експлуатації з метою охорони населення від шкідливого впливу електромагнітних випромінювань. Допустимі рівні напруженості ЕМП радіочастотного діапазону на робочих місцях та в місцях знаходження персоналу, в яких є джерело ЕМП, регламентуються за ГОСТ 12.1.006. Напруженість ЕМП у діапазоні частот 60 кГц – 300 МГц на робочих місцях персоналу протягом однієї доби не повинна перевищувати встановлених гранично допустимих рівнів.

Оцінка і нормування гранично допустимого рівня (ГДР) МП здійснюється за рівнем магнітного поля диференційовано залежно від часу його впливу на працівника за зміну для умов загального (на все тіло) і локального (кисті рук, передпліччя) впливу.

Рівень ГДР оцінюють в одиницях напруженості магнітного поля (Н) у А / м або в одиницях магнітної індукції (В) у мТл.

Гранично допустимі рівні напруженості періодичних (синусоїдальних) МП наведено у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – ГДР впливу періодичного магнітного поля частотою 50 Гц

Час перебування, год	Допустимі рівні МП, Н (А/м) / В (мкТл) при впливі	
	загальному	локальному
≤ 1	1600 / 2000	6400/8000
2	800 / 1000	3200 / 4000
4	400 / 500	1600 / 2000
8	80 / 100	800 / 1000

Гранично допустимі рівні ЕМВ РЧ при роботі ЕОМ приведені у СанПіН 9-131 РБ 2000 «Гігієнічні вимоги до відеодісплейних терміналів, електронно-обчислювальних машин і організації роботи».

Рівні напруженості (густини магнітного потоку) ЕМП, що випромінюються монітором, не повинні перевищувати допустимих значень на відстані 50 см від екрану, правої, лівої, верхньої та тильної поверхні відеомонітора при роботі з ним для працівників наведено у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Допустимі значення параметрів електромагнітних випромінювань для відеомонітора

Назва параметра	Допустимі значення
Напруженість електромагнітного поля	
Електрична складова:	
діапазон частот 5 Гц ... 2 кГц	25 В/м
діапазон частот 2 ... 400 кГц	2,5 В/м
Густина магнітного потоку:	
діапазон частот 5 Гц ... 2 кГц	250 нТл
діапазон частот 2 ... 400 кГц	25 нТл

Допустимі рівні напруженості (густини потоку енергії) електромагнітних полів, що випромінюються клавіатурою, системним блоком, маніпулятором "миша", бездротовими системами передачі інформації на відстані та іншими розробленими засобами залежно від основної робочої частоти виробу приведені у табл. 1.3

Таблиця 1.3 – Допустимі рівні електромагнітних полів, що випромінюються клавіатурою, системним блоком, маніпулятором "миша"

Діапазон частот	0,3...300 кГц	0,3... 3,0 МГц	3,0... 30,0 МГц	3...300 МГц	0,3... 300 ГГц
Граничні значення	25 В/м	15 В/м	10 В/м	3 В/м	10 мкВт/см ²

2.4. Захист від впливу ЕМП

Захист персоналу, що обслуговує установки ЕОМ, досягається:

- зменшенням випромінювання від джерела;
- екрануванням джерела: екранують або джерело випромінювання, або робоче місце. Екрани бувають відображаючі і поглинаючі. Їх роблять з добре провідних металів – міді, латуні, алюмінію, сталі. Захисна дія обумовлена тим, що екрануюче поле створює в екрані струми Фуко, що наводять у ньому вторинне поле, за амплітудою майже рівне, а по фазі протилежне екрануючому полю. Результуюче поле, виникає при складанні цих двох полів, дуже швидко убуває на екрані, проникаючи у нього на незначну величину. Екран повинен бути заземлений. Засіб захисту (екрани, кожухи тощо) з радіопоглинаючих матеріалів виконують у вигляді тонких гумових ковриків, гнучких або жорстких листів поролону або волокнистої деревини, просоченої відповідним складом, феромагнітних пластин;
- екрануванням робочого місця або видаленням його від джерела (дистанційне керування);
- раціональною організацією робочого процесу;
- застосуванням засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

В якості ЗІЗ рекомендуються спеціальні захисні окуляри і захисний одяг з екрануючої тканини.

Захисні окуляри слід застосовувати при рівні інтенсивності випромінювання понад $0,1 \text{ мВт/см}^2$, захисний одяг – при інтенсивності випромінювання понад $1,0 \text{ мВт/см}^2$ з обов'язковим використанням захисних окулярів.

2.5. Прилади для вимірювання рівня електромагнітного випромінювання

Вибір засобів захисту від електромагнітних полів (ЕМП) визначається характеристиками джерел за частотою. Регламентом радіозв'язку, прийнятим Міжнародним консультативним комітетом (МККР), встановлена номенклатура діапазонів частот (довжин хвиль).

Тестер електромагнітного поля DE-1007.

Магнітометр DE-1007 (рис. 1.1) – прилад для вимірювання електромагнітного поля. Його особливостями є:

- висока швидкість і надійне вимірювання рівнів електромагнітного поля (у мілігаусах (мГс) $1 \text{ Тл} = 10^4 \text{ гаус}$).
- простота у використанні.

Його можна застосовувати для:

- відстеження низькочастотного випромінювання, яка створюється спеціальними об'єктами або пристроями;
- для мереж живлення, працюючих комп'ютерних моніторів, телевізорів, відео / аудіо апаратури, мікрохвильових печей, мобільних телефонів тощо.



Рис. 1.1 – Загальний вигляд тестера DE-1007

Технічна характеристика приладу DE-1007

Діапазон: 0,1 ~ 199,9 мГц

Похибка: $\pm (3\% + 3 \text{ ЕМР})$ при частоті 50/60 Гц

Частотна характеристика: 30Гц ~ 400Гц

Частота виборки: прибл. 2,5 раз/с

3. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПОЗААУДИТОРНОЇ ПІДГОТОВКИ

3.1. Детально вивчити розділ “Загальні теоретичні відомості”, а також ознайомитися з матеріалами з тематики лабораторної роботи, які викладені у літературних джерелах (див. список літератури).

3.2. Розпочати оформлення звіту по лабораторній роботі: записати її назву, мету, а також виписки з розділу — “Загальні теоретичні відомості”.

3.3. Накреслити таблицю результатів досліджень.

4. ОБЛАДНАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

4.1. На робочому місці знаходиться пристрій DE-1007, який є дозволяє виконувати вимірювання параметрів електромагнітного поля.

5. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ В ЛАБОРАТОРІЇ

5.1. Провести вимірювання параметрів електромагнітного поля на робочому місці оператора ЕОМ.

Для цього на відстані 50 см від екрану, правої, лівої, верхньої та тильної поверхонь відеомонітора виміряти рівень електромагнітного поля DE-1007.

Після закінчення вимірів записати результати у протокол вимірювань (табл. 1.5) і, натиснувши на кнопку «ЖИВЛЕННЯ», вимкнути прилад. Індикатор на панелі вимірювача згасне. Потім зробити висновки про відповідність виміряних фактичних значень гранично допустимих рівнів згідно СанПіН 9-131 РБ 2000.

Таблиця 1.5 – Протокол вимірів напруженості електричної складової ЕМП (E , В / м) і густини магнітного потоку (B , нТл)

№ п/п	Найменування місця заміру	Напруженість електромагнітного поля. електрична складова (<i>E</i> , В/м)				Величина магнітного потоку (<i>B</i> , нТл)				Висновок
		Діапазон частот 5 Гц...2 кГц		Діапазон частот 2.. 400 кГц		Діапазон частот 5 Гц...2 кГц		Діапазон частот 2...400 кГц		
		Факт, значен.	ПДУ	Факт, значен.	ПДУ	Факт, значен.	ПДУ	Факт, значен.	ПДУ	
1	Екран монітора: без захисного екрана із захисним екраном									
2	Права поверхня монітора									
3	Ліва поверхня монітора									
4	Верхня поверхня монітора									
5	Гільна поверхня монітора									

6. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт про виконану роботу повинен містити:

- назву роботи та її мету;
- короткі записи з розділу “Загальні теоретичні відомості”;
- таблицю результатів випробувань.

7 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 7.1. Що таке електромагнітне поле?
- 7.2. Що таке електромагнітне випромінювання?
- 7.3. Що є джерелами електромагнітних полів?
- 7.4. Якими параметрами характеризується електромагнітне поле?
- 7.5. Яка дія електромагнітного поля?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. Навчальний посібник / К.: Знання, 2006. – 319 с.
2. Лут М.Т., Радько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. Безпека праці в сільських електроустановках: Навч. посібник для студентів вищих навч. закладів. Вид-во ТОО «Агрармедіа груп». – 2012. – 430 с.
3. Тарасова В.В., Малиновський А.С., Рибак М.Ф. Екологічна стандартизація і нормування антропогенного навантаження на природне середовище / заг. ред. професора В.В. Тарасової Навч. посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 276 с.

Лабораторна робота № 2

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕБЕЗПЕКИ УРАЖЕННЯ СТРУМОМ У ТРИФАЗНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ НАПРУГОЮ ДО 1000 В

1. МЕТА РОБОТИ

1.1. Дослідження впливу режиму нейтралі трансформатора, параметрів електричної мережі та опору тіла людини на величину струму, який проходить через людину, коли вона потрапила під напругу.

1.2. Ознайомлення із захисною дією занулення та заземлення.

2. ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Електрична енергія знаходить широке застосування у всіх сферах діяльності людини. В даний час без неї практично неможлива не тільки діяльність, а й саме життя людини.

Небезпека посилюється тим, що людина на відстані не сприймає електричний струм своїми органами чуття (зором, слухом, нюхом), а здатна виявляти струм і напруга лише за допомогою приладів, в той час як дотик до струмоведучих частин під напругою вже пов'язаний із ураженням людини.

Щоб уникнути небезпечного впливу електричного струму, необхідно дотримуватися вимог безпеки при експлуатації виробничих і побутових електроустановок. Оскільки найбільшу небезпеку для людини представляє електричний струм, тому основна увага приділяється особливостям дії струму на людину, факторів, що визначають результат ураження, аналізу небезпеки ураження у різних електричних мережах, явищах при стіканні струму у землю, причин ураження, основним заходам захисту.

Дія електричного струму на живу тканину носить своєрідний і різнобічний характер. Проходячи через організм людини, електричний струм справляє термічну, електролітичну дії, що характерно для неживих об'єктів, а також – специфічну біологічну дію, яке виражається у порушенні внутрішніх біоелектричних процесів і проявляється у подразненні і збудженні живих тканин організму, що може супроводжуватися мимовільним скороченням м'язів, в тому числі серця і легенів.

Людина починає відчувати вплив струму, що проходить через неї при значеннях 0,6 – 1,5 мА при змінному струмі частотою 50 Гц і 5 – 7 мА при

постійному струмі. Ці струми називаються *пороговими відчутними*. При збільшенні струму хворобливі відчуття різко посилюються, з'являються непереборні судоми м'язів рук, при яких людина не може самостійно відірватися від струмоведучих частин, якщо їх торкається. Ці струми називається *невідпускаючими*, а найменший з них 10 – 15 мА при частоті 50 Гц і 50 – 80 мА при постійному струмі – *пороговим невідпускаючим струмом*. Значення змінного струму 10 мА є небезпечним для людини і є орієнтовним при створенні захисних засобів.

Струм в 25 – 50 мА при частоті 50 Гц викликає нестерпний біль, впливаючи на все тіло, в тому числі і на м'язи грудної клітки, внаслідок чого дихання сильно ускладнюється. Тривала дія цього струму може викликати припинення дихання, після чого через деякий час настає смерть від задухи.

Змінний струм від 50 мА до 5 А при $f = 50$ Гц і постійний від 300 мА до 5 А діє безпосередньо на м'яз серця, що вельми небезпечно для життя, оскільки може настати фібриляція – хаотичне скорочення серцевих м'язів з наступною зупинкою серця. Ці струми називаються *фібриляційними*, а найменший з них – *пороговим фібриляційним струмом*. Значення змінного струму 100 мА є смертельним для 5 % людей.

Значення всіх порогових струмів для конкретних людей залежать, насамперед, від маси тіла, індивідуальних особливостей та інших факторів.

Тяжкість ураження визначається в першу чергу значенням струму, що залежать від напруги дотику U_d і електричного опору $R_{\text{люд}}$ тіла людини, а також часом його впливу. При тривалості впливу більш 0,2 с різко зростає тяжкість ураження. Тому час спрацьовування швидкодіючої захисту відключення повинно бути менше 0,2 с.

Крім зазначених вище факторів, на результат ураження впливають:

- рід і частота струму (постійний менш небезпечний для напруги до 500 В, його дія, в основному теплова); можливість ураження знижується зі збільшенням частоти вище 100 Гц, струм частотою понад 500 кГц не може смертельно уразити людину);
- його шлях через тіло людини (найбільш небезпечні: голова - руки, ноги; рука - рука, а найменш – нога - нога), місце контакту на тілі людини;
- також впливають індивідуальні властивості людини (його психофізичний стан, маса, стать, вік);
- умови зовнішнього середовища (в першу чергу, параметри повітря: температура, вологість, парціальний тиск кисню, наявність агресивного середовища, струмопровідного пилу, а також опір підставки, на якому перебуває людина).

Відповідно до ГОСТ 12.1.038-82 нормуються гранично допустимі рівні

напруг дотику U_d і струмів $I_{\text{люд}}$ через людину (по шляху рука-рука, рука – ноги). *Напруга дотику* це напруга між двома точками електричного кола, яких одночасно торкається людина. Для нормального режиму роботи електроустановок значення напруги мережі при тривалості впливу не більше 10 хв. не повинні перевищувати відповідні величини (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Нормативні значення напруги дотику і струму через тіло людини при нормальному режимі роботи електроустановок з глухо заземленою нетральною

f, Гц	U_d , В	$I_{\text{люд}}$, мА
для змінного струму		
для мережі 50 Гц	2	0,3
для мережі 400 Гц	3	0,4
для постійного струму	8	1,0

При цьому опір тіла людини $R_{\text{люд}}$ прийнято рівним 1,0 кОм. Якщо температура повітря вище 25 °С, а відносна вологість більше 75 %, значення U_d і $I_{\text{люд}}$ повинні бути зменшені в три рази.

Найбільш небезпечним, природньо, є аварійним режим електроустановок, для яких при напрузі до 1000 В незалежно від режиму нейтралі і вище 1000 В для мережі з ізолюваною нетральною встановлені наступні гранично допустимі рівні для виробничих електроустановок (табл. 2.2).

В аварійному режимі при $t > 1$ с (що має місце при відсутності в електроустановці вимикаючого пристрою):

- $U_d = 36$ В, $I_{\text{люд}} = 6$ мА (для мереж 50 Гц);
- $U_d = 36$ В, $I_{\text{люд}} = 8$ мА (для мереж 400 Гц);
- $U_d = 40$ В, $I_{\text{люд}} = 15$ мА (для постійного струму).

Значення струму, що протікає через тіло людини при його дотику до струмоведучих частин електроустановки або мережі, крім зазначених раніше факторів, залежить також від схеми включення людини в електричне коло і параметрів самої мережі (опору ізоляції і ємності фаз щодо землі, режиму нейтралі тощо).

Таблиця 2.2 - Гранично допустимі значення напруги дотику U_d , В

Вид струму	Нормована величина	Гранично допустимі значення напруги дотику, В при аварійному режимі роботи електрообладнання за тривалості дії струму, с											
		0,01-0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	Більше 1
Змінний частотою 50 Гц	U_d	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	36
	I_d												6
Те ж частотою 400 Гц	U_d	650	500	500	330	250	200	170	140	130	110	100	36
	I_d												8
Постійний	U_d	650	500	400	350	300	250	240	230	220	210	200	49
	I_d												15
Випрямлений двонапівперіодний	$U_{ампл}$	650	500	400	300	270	230	220	210	200	190	180	-
	$I_{ампл}$												
Випрямлений одно- напівперіодний	$U_{ампл}$	650	500	400	300	250	200	190	180	170	160	150	-
	$I_{ампл}$												

З технологічних міркувань і умов електробезпеки при напрузі до 1000 В переважно застосовуються трифазні чотирипровідні мережі з глухозаземленою нейтраллю, а також трифазні трипровідні мережі з ізольованою нейтраллю, а при напрузі вище 1000 В до 35 кВ включно – трипровідні лінії з ізольованою нейтраллю, а від 110 кВ і вище – трипровідні лінії з ефективним заземленням нейтралі, при якому у разі замикання однієї або двох фаз на землю напруги непошкоджених фаз щодо землі у місці замикання не перевищують $1,4 U_{\phi}$.

Заземлена нейтраль – це нейтраль, що приєднана до заземлювального пристрою безпосередньо або через малий опір.

Ізольована нейтраль – це нейтраль, що неприєднана до заземлювального пристрою або приєднана до нього через великий опір.

Метою аналізу небезпеки дотику до струмовідних частин, що перебувають під напругою, є встановлення залежностей, які дозволяють визначити величину струму, що протікає через тіло людини у різних випадках дотику до елементів електричної мережі та залежно від параметрів мережі, а також оцінити вплив цих параметрів на величину струму, що проходить через тіло людини.

Можна умовно виділити три схеми дотику людини до трифазної електричної мережі:

- 1) двофазний дотик до струмоведучих частин;
- 2) однофазний дотик до струмоведучих частин;
- 3) дотик до заземлених неструмоведучих металевих частин, які опинилися під напругою.

Найхарактернішими є дві схеми вмикання людини в електричне коло: двофазний і однофазний дотик (рис. 2.1, 2.2, 2.3).

Двофазний дотик до струмоведучих частин – одночасний дотик людини до двох фаз мережі.

Однофазний дотик до струмоведучих частин – дотик до однієї фази електроустановки, що під напругою.

Двофазний дотик (рис. 2.1) особливо небезпечний, оскільки людина потрапляє під найбільшу робочу напругу установки (у трифазних мережах – під лінійну напругу) незалежно від схеми мережі, режиму нейтралі трансформатора, величини опору ізоляції людини по відношенню до землі тощо. У цьому випадку сила струму через тіло людини $I_{\text{люд}}$ визначається напругою між двома фазами мережі та опором тіла:

$$I_{\text{люд.}} = \frac{U_{\text{л}}}{R_{\text{люд.}}} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\phi}}{R_{\text{люд.}}}, \quad (2.1)$$

де $U_{\text{л}}$ – лінійна напруга мережі, В;

U_{ϕ} – фазна напруга мережі, В;

$R_{\text{люд.}}$ – опір тіла людини, Ом.

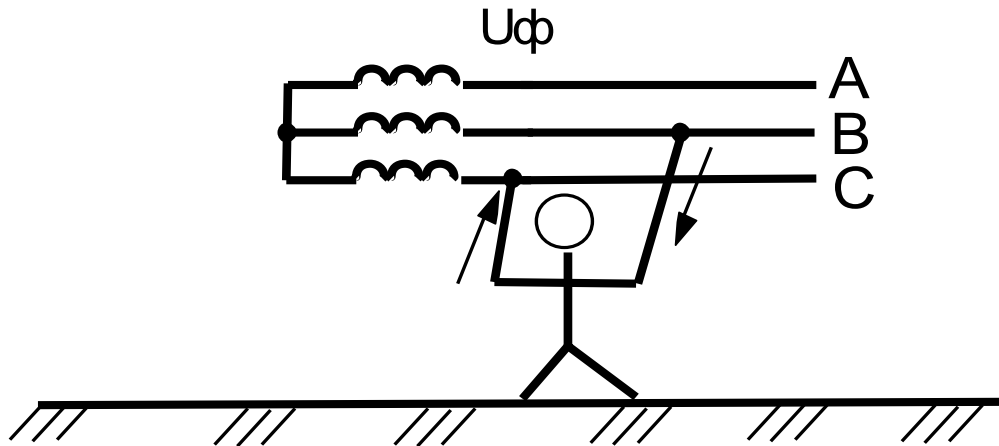


Рис. 2.1. Двофазний дотик у трифазній електричній мережі з ізолюованою нейтраллю

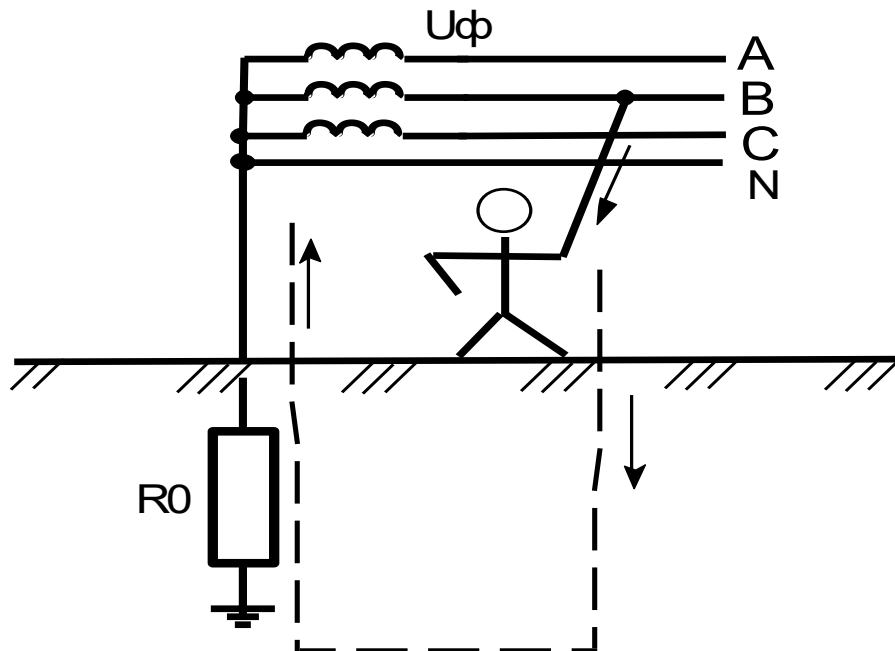


Рис. 2.2. Однофазний дотик у трифазній електричній мережі з глухозаземленою нейтраллю

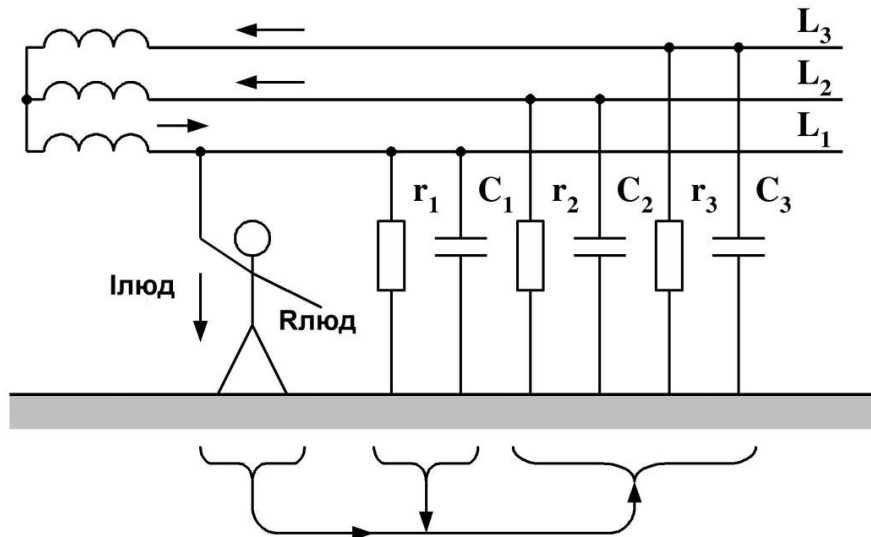


Рис. 2.3. Однофазний дотик у трифазній електричній мережі з ізолюваною нейтраллю

Статистика електротравм свідчить, що такі випадки виникають досить рідко.

Більшість електротравм виникає у випадку **однофазного дотику**. Ступінь небезпеки ураження людини електричним струмом у таких випадках залежить не тільки від рівня напруги, а і від режиму роботи нейтралі мережі, опору ізоляції та ємності фаз відносно землі.

У випадку однофазного дотику у трифазній мережі з *глухозаземленою нейтраллю* (рис. 2.2) сила струму, який перебігає через тіло людини, визначається за формулою;

$$I_{\text{люд.}} = U_{\phi} \cdot g_{\text{л}} \cdot \frac{g_B \cdot (1 - a^2) + g_A \cdot (1 - a) + g_N + g_0}{g_A + g_B + g_C + g_N + g_0 + g_{\text{л}}}, \quad (2.2)$$

де $I_{\text{люд}}$ – комплексне значення сили струму через тіло людини, А;

$g_A, g_B, g_C, g_N, g_0, g_{\text{люд}}$ – комплексні значення провідностей відповідно ізоляції фаз, нульового проводу і заземлюючого пристрою нейтралі та тіла людини:

$$g_A = \frac{1}{R_A} + j\omega C_A; \quad g_B = \frac{1}{R_B} + j\omega C_B; \quad g_C = \frac{1}{R_C} + j\omega C_C;$$

$$g_N = \frac{1}{R_N} + j\omega C_N; \quad g_0 = \frac{1}{R_0}; \quad g_{\text{л}} = \frac{1}{R_{\text{л}}}.$$

Фазовий оператор, який враховує зсув фаз:

$$a = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}.$$

У нормальному режимі роботи мережі провідності фазних та нульового проводів відносно землі порівняно з провідністю заземлюючого пристрою нейтралі мають надто малі значення і з деяким припущенням можуть бути прирівняні до нуля, тобто:

$$g_A = g_B = g_C = g_N = 0.$$

Тоді сила струму через тіло людини така:

$$I_{\text{люд.}} = \frac{U_{\phi}}{\frac{1}{g_{\text{люд.}}} + \frac{1}{g_0}}, \quad (2.3)$$

або у дійсній формі:

$$I_{\text{люд.}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{люд.}} + R_0}, \quad (2.4)$$

де R_0 – опір заземлюючого пристрою нейтралі

У випадку однофазного дотику до фази С трифазної мережі з *ізолюваною нейтраллю* (рис. 2.3) сила струму, що перебігає через тіло людини, у комплексній формі:

$$I_{\text{люд.}} = U_{\phi} \cdot g_{\text{л.}} \cdot \frac{g_B \cdot (1 - a^2) + g_A \cdot (1 - a)}{g_A + g_B + g_C + g_{\text{л.}}}. \quad (2.5)$$

У випадку рівності опорів ізоляції та ємностей фаз:

$$R_a = R_b = R_c = R;$$

$$C_a = C_b = C_c = C,$$

одержимо:

$$I_{\text{люд.}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{люд.}} + \frac{Z}{3}}, \quad (2.6)$$

де Z – комплексне значення опору фази відносно землі

$$Z = \frac{1}{G} = \frac{1}{1/R + j\omega C}.$$

У дійсній формі сила струму:

$$I_{\text{люд.}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{люд.}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R \cdot (R + 6R_{\text{люд.}})}{9R_{\text{люд.}}^2 (1 + R^2 \omega^2 C^2)}}}. \quad (2.7)$$

У коротких повітряних мережах опори ізоляції рівні, а ємності фазних проводів малі, тобто:

$$\begin{aligned} Ra = Rv = Rc = R; \\ Ca = Cv = Cc = 0. \end{aligned}$$

Сила струму через людину в цьому випадку становитиме:

$$I_{\text{люд.}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{люд.}} + R/3} \quad (2.8)$$

У кабельних мережах ємності фазних проводів рівні та значні, а активні опори ізоляції дуже великі, тобто:

$$\begin{aligned} Ca = Cv = Cc = C; \\ Ra = Rv = Rc = \infty. \end{aligned}$$

У цьому випадку вираз для сили струму через тіло людини матиме такий вигляд:

$$I_{\text{люд.}} = \frac{3 \cdot U_{\phi} \cdot \omega \cdot C}{\sqrt{9 \cdot R_{\text{люд.}}^2 \cdot \omega^2 \cdot C^2 + 1}}. \quad (2.9)$$

Вибір схеми мережі напругою до 1000 В.

При напрузі до 1000 В поширення набули обидві схеми трифазних мереж: трипровідна з ізолюованою нейтраллю і чотирипровідна з заземленою нейтраллю. За технологічними вимогами перевагу частіше віддається чотирипровідній мережі, так як вона дозволяє використовувати дві робочих напруги – лінійну і фазну.

За умовами безпеки мережі з ізольованою нейтраллю доцільно застосовувати в тих випадках, коли можливе підтримання високого рівня ізоляції проводів відносно землі і коли ємність проводів відносно землі незначна (короткі мережі, що перебувають під постійним наглядом, електротехнічні лабораторії тощо).

Мережі з заземленою нейтраллю слід застосовувати там, де важко забезпечити якісну ізоляцію проводів (через високу вологість, агресивне середовище тощо), коли не можна швидко відшукати пошкодження ізоляції або коли ємнісні струми через велику протяжність мереж досягають великих значень, небезпечних для людини (мережі великих підприємств, міські та сільські мережі, мережі власних потреб електростанцій тощо).

3. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПОЗААУДИТОРНОЇ ПІДГОТОВКИ

3.1. Детально вивчити розділ “Загальні теоретичні відомості”, а також ознайомитися з матеріалами з тематики лабораторної роботи, які викладені в літературних джерелах (див. список літератури).

3.2. Розпочати оформлення звіту по лабораторній роботі: записати її назву, мету, а також виписки з розділу —“Загальні теоретичні відомості”.

3.3. Накреслити рис. 2.4 та таблицю результатів досліджень.

4. ОБЛАДНАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

4.1. На робочому місці знаходиться стенд, який є аналоговим моделюючим пристроєм, що дозволяє виконувати випробування з електробезпеки у трифазних електричних мережах.

4.2. Стенд (рис. 2.4) призначений для імітації (при напрузі 24 В) різних схем ураження електричним струмом людей та сільськогосподарських тварин в електричних мережах 380/220 В. Включає в себе трифазний знижувальний трансформатор, ємності проводів відносно землі C_a , C_b , C_c , опори заземлення нейтралі трансформатора R_z , повторних заземлювачів захисного (нульового) проводу $R_{п1}$, $R_{п2}$ заземлювача електроустановки $R1$, ізолюючої вставки R_b , яка встановлюється на трубах системи автонапування, тіла людини $R_л$ та сільськогосподарських тварин $R_{тв}$ (у даному випадку великої рогатої худоби), вимірювальні прилади (вольтметр PV1, міліамперметр PA1 та PA2, амперметр PA3) і необхідні комутаційні пристрої.

5. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ В ЛАБОРАТОРІЇ

5.1. Оскільки стенд живиться від мережі трифазного змінного струму напругою 380/220 В, то під час виконання роботи в лабораторії необхідно дотримуватися правил техніки безпеки:

- перед набором заданих значень опорів та ємностей перевірити, чи вимкнтий автоматичний вимикач вводу;
- вмикати складену схему в мережу тільки з дозволу викладача;
- перед вмиканням схеми прибрати все зайве з робочого місця і попередити про подання напруги всіх, хто знаходиться на робочому місці.

5.2. Ознайомитись з електричною схемою стенда та змістом роботи.

5.3. **Випробувати мережу із глухозаземленою нейтраллю**, коли нейтральна точка N трансформатора заземлена, а металеві корпуси електрообладнання, як правило, з'єднані з N проводом за наявності повторних заземлювачів. В такому режимі працює енергосистема 0,4 кВ.

5.3.1. Заземлити нульову точку трансформатора вмиканням вимикача SA3.

5.3.2. Вимикачами SA4 і SA5 під'єднати до нульового проводу повторні заземлювачі $R_{п1}$ та $R_{п2}$. Опори $R_{п1}$ $R_{п2}$ R_3 встановити у положення найменшого опору заземлення.

5.3.3. Занулити корпус електродвигуна М вмиканням вимикачів SA6 та SA1 і SA2.

5.3.4. Створити замикання фази на корпус електродвигуна за допомогою вимикача SA7 та за показами амперметра PA1 визначити струм $I_{люд}$, а за показами вольтметра PV1 – напругу дотику $U_{дот}$, за показами амперметра PA3 визначити струм короткого замикання. Дані записати у табл. 1.3.

5.4. **Випробувати електричну мережу при пошкодженні N-проводу без заземлення корпусу.**

5.4.1. Обірвати N-провід на електроустановці. Вимикачем SA6 від'єднати N-провід від електродвигуна М.

5.4.2. Від'єднати корпус електродвигуна від заземлення шляхом відключення перемикача SA8.

5.4.3. Створити замикання фази на корпус електродвигуна за допомогою вимикача SA7.

5.4.4. За показами амперметра PA1 визначити струм $I_{люд}$, а за показами вольтметра PV – напругу дотику $U_{дот}$.

5.4.5. Виключити повторні заземлювачі шляхом відключення перемикачів SA4 та SA5.

5.4.6. Змінюючи опір контура заземлення потенціометром R_3 (три положення) визначити струм $I_{\text{люд}}$, та – напругу дотику $U_{\text{дот}}$. Дані записати в табл. 1.3.

5.5. Випробувати електричну мережу при пошкодженні N-проводу при заземленому корпусі.

5.5.1. Заземлити корпус електродвигуна шляхом включення перемикача SA8. Положення резистора R1 відповідає мінімальному значенню.

Далі за пунктами 5.4.3; 5.4.4; 5.4.5; 5.4.6.

5.6. Перевірити вплив якості заземлення електродвигуна на безпеку дотику людини.

5.6.1. Заземлити корпус електродвигуна шляхом включення перемикача SA8.

5.6.2. Вимикачами SA3, SA4 і SA5 під'єднати до нульового проводу опір заземлення R_3 , повторні заземлювачі $R_{п1}$ та $R_{п2}$. Опори $R_{п1}$, $R_{п2}$, R_3 встановити у положення найменшого опору заземлення.

5.6.3. Створити замикання фази на корпус електродвигуна за допомогою вимикача SA7.

5.6.4. Змінюючи опір заземлення електродвигуна потенціометром R1 (три положення) визначити струм $I_{\text{люд}}$, та - напругу дотику $U_{\text{дот}}$. Дані записати у табл. 2.3.

5.7. Перевірити вплив якості заземлення електродвигуна на безпеку дотику тварин.

По своїй суті дія електричного струму на тварину така ж як і на людину. Тіло тварин вкрите густою шерстю, яка має високий поверхневий опір. Але найбільш вразливі точки (ніс, шия, вологі ноги) мають невеликий опір в межах 100 ... 150 Ом. Тому струми ураження будуть більші. Для зменшення струмів ураження сільськогосподарських тварин використовують ізолюючі вставки R_v .

5.7.1. Встановити перемикач SA9 в положення 2. Опором $R_{\text{тв}}$ встановити величину опору в межах 100 ... 150 Ом. Опір вставки R_v вивести на нуль або закортити провідником.

5.7.2. Дослідження сили струму через тіло тварини та напругу дотику проводять аналогічно п. 5.4, 5.5, 5.6.

5.7.3. Встановити опір ізолюючої вставки в межах 500 ÷ 1000 Ом. Вольтметр PV1 під'єднати в точку з'єднання R_v та $R_{\text{тв}}$.

5.7.4. Дослідження сили струму через тіло тварини та напругу дотику проводять аналогічно п. 5.4, 5.5, 5.6.

5.8. Дослідити електричну мережу з ізолюованою нейтраллю.

Мережа з ізолюованою нейтраллю характеризується великим омичним опором між струмоведучими жилами та землею, а також величиною ємнісного опору, який залежить від протяжності електромережі. Тому можна вважати, що електричне коло в разі замикання фази на корпус буде замикатись через величину ємності між проводами та землею. По колу:

– пошкоджена фаза – корпус електродвигуна – тіло людини (тварини) – ємність проводів – пошкоджена фаза буде протікати струм, який називається *струмом витікання*. Величина цього струму буде залежати, в першу чергу, від стану ізоляції струмоведучих частин.

5.8.1. Дослідити вплив опору ізоляції мережі на силу струму, який протікає через тіло людини, і напругу дотику, коли: $C_a = C_b = C_c = C$.

Під'єднати блок ємностей до фаз А, В, С та „землі”. Перемикачі ємностей по чергово встановити у положення мінімальної ємності $C=0$; максимальної ємності та проміжні положення.

5.8.2. Від'єднати нейтраль від заземлення та нульового проводу, вимкнувши вимикачі SA1 та SA3.

5.8.3. Від'єднати корпус електродвигуна від заземлення, SA8 вимкнути, а нульовий провід вольтметра PV1 під'єднати до „землі”.

5.8.4. Створити замикання фази на корпус електродвигуна, замкнувши вимикач SA7.

5.8.5. Змінюючи величину ємності, записати струми, що протікають через тіло людини та напругу дотику.

5.8.6. З'єднати корпус електродвигуна з контуром заземлення, замкнувши вимикач SA8.

5.8.7. Змінюючи величину ємності, записати струми, що перебігають через тіло людини та напругу дотику.

Дані занести в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Дані результатів вимірювань

Глухозаземлена нейтраль												Ізолюована нейтраль		
з N-пров.			без N-проводу та заземлення			без N-проводу з заземленням $R_1 = \min$			без N-проводу з заземленням $R_3 = \min$					
I_N	I_L	U_d	I_L	U_d	R_3	I_L	U_d	R_3	I_L	U_d	R_1	I_L	U_d	C

Після закінчення дослідів розібрати схему і за допомогою омметра виміряти значення опорів R_3 , R_1 , $R_{л}$, $R_{тв}$.

6. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт про виконану роботу повинен містити:

- назву роботи та її мету;
- короткі записи з розділу “Загальні теоретичні відомості”;
- схеми, зображені на рис. 2.1, 2.2, 2.3, 2.4;
- таблицю результатів випробувань;
- графіки залежностей $I_{люд.} = f(R_3)$ та $U_{дот.} = f(R_3)$; $I_{люд.} = f(R_1)$ та $U_{дот.} = f(R_1)$ $I_{люд.} = f(C)$ та $U_{дот.} = f(C)$ при $R_1 = \infty$ та $R_1 = \min$.

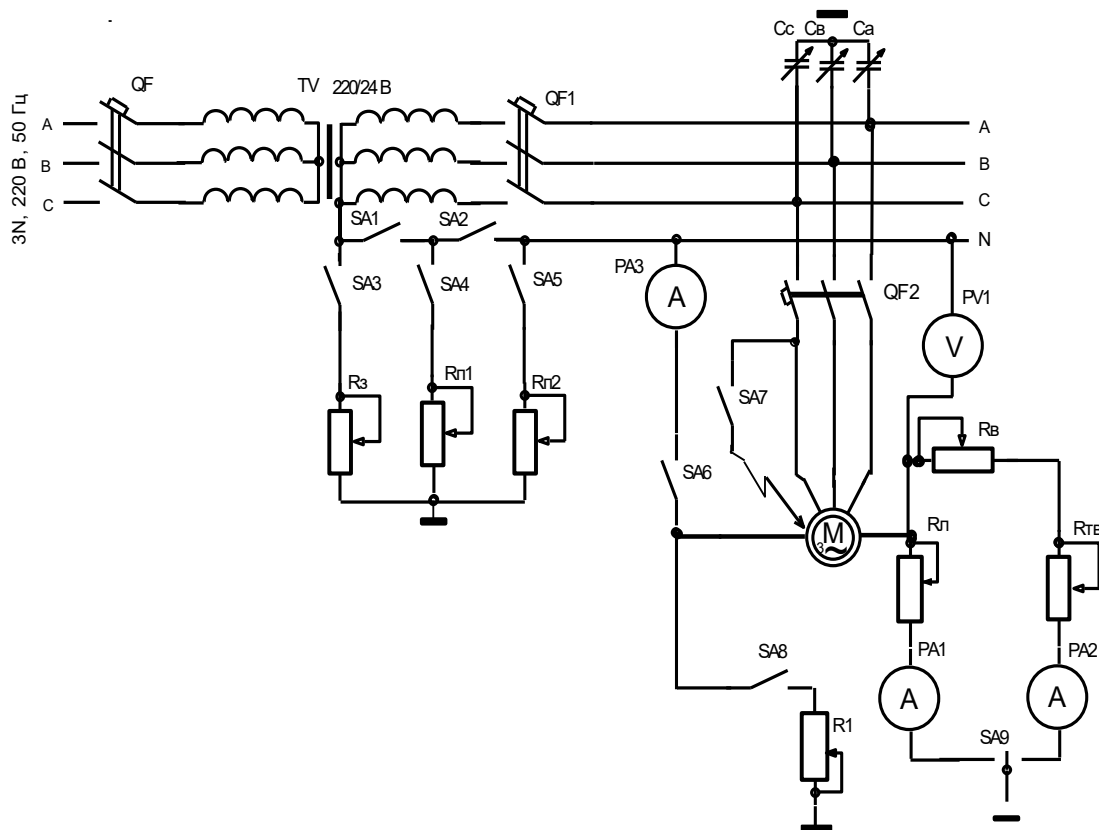


Рис. 2.4. Схема для дослідження ступенів ураження людей та сільськогосподарських тварин електричним струмом

7. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 7.1. Назвіть можливі схеми вмикання людини в електричне коло.
- 7.2. Яка з досліджених мереж і за яких умов безпечніша?
- 7.3. Від чого залежить сила струму, що протікає через тіло людини при двофазному дотику?
- 7.4. Що небезпечніше: дво- чи однофазний дотик і чому?
- 7.5. Чи впливає режим роботи нейтралі мережі на ступінь небезпеки ураження людини електричним струмом у випадку однофазного дотику?
- 7.6. У яких випадках рекомендується застосовувати ту чи іншу із випробуваних мереж?
- 7.7. Яка роль опору ізоляції і ємності проводів відносно землі у забезпеченні безпеки дотику до фази випробуваних мереж при нормальному і аварійному режимах?
- 7.8. У яких електричних мережах застосовують захисне заземлення та занулення?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила улаштування електроустановок. – 3-е вид., перероб і доп. – К.: Мінпаливенерго. – 2011. – 736 с.
2. Лут М.Т., Радько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. Безпека праці в сільських електроустановках: Навч. посібник для студентів вищих навч. закладів. Вид-во ТОО «Агрармедіа груп». – 2012. – 430 с.

Лабораторна робота № 3

ВИМІРЮВАННЯ ОПОРУ ЗАЗЕМЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ТА ПИТОМОГО ОПОРУ ҐРУНТУ

1. МЕТА РОБОТИ

1.1. Вивчити методи і прилади для вимірювання опору заземлюючих пристроїв.

1.2. Навчитись проводити виміри опору заземлюючих пристроїв та питомого опору ґрунту.

2. ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Захисним заземленням називається навмисне електричне з'єднання будь-якої точки мережі, електроустановки чи обладнання з заземлювальним пристроєм (рис. 3.1).

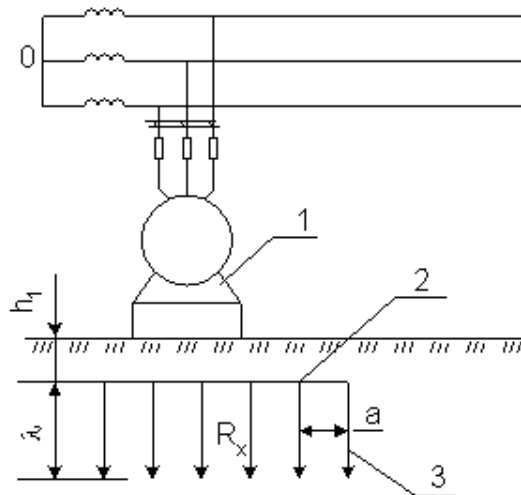


Рис. 3.1. Схема заземлення електроустановки:

1 – електроустановка; 2 – сполучна смуга; 3 – вертикальний заземлювач

Призначення захисного заземлення – усунення небезпеки ураження електричним струмом у разі дотику до корпусу або інших відкритих провідних частин електроустановки, що опинилися під напругою, а також при впливі напруги кроку. Ці величини не повинні перевершувати тривало допустимих.

Область застосування захисного заземлення – трифазні мережі до 1000 В з заземленою нейтраллю і вище 1000 В з будь-яким режимом нейтралі.

Принцип дії захисного заземлення полягає у зниженні напруги між корпусом електроустановки, що опинилися під напругою, і землею до безпечного значення. Захисне заземлення виконується шляхом приєднання корпусу електроустановки до заземлювального пристрою який складається із заземлювачів, виконаних з металу або інших струмопровідних матеріалів і мають електричний контакт з ґрунтом.

Захисне заземлення електроустановок слід виконувати: при напрузі 380 В і вище змінного струму; 440 В і вище постійного – у всіх випадках; при номінальній напрузі від 50 до 380 В змінного і від 120 до 440 В постійного струму – при роботах в умовах підвищеної небезпеки і особливо небезпечних.

Опір заземлення – відношення напруги на заземлювальному пристрої до струму, який стікає із заземлювача у землю.

Опір заземлення – основний показник заземлювального пристрою, що визначає його здатність виконувати свої функції і визначає його якість в цілому. Опір заземлення залежить від площі електричного контакту заземлювача (заземлюючих електродів) з ґрунтом ("стікання" струму) і питомого електричного опору ґрунту, у якому змонтований цей заземлювач ("вбирання" струму).

У ПУЕ нормується опір заземлення залежно від напруги електроустановок. Виходячи з цього заземлення вибирається таким чином, щоб напруга дотику не перевищувала допустимих значень. В електроустановках напругою до 1000 В опір заземлюючого пристрою повинен бути не більше 4 Ом; якщо ж сумарна потужність джерел не перевищує 100 кВА, опір заземлення може бути не більше 10 Ом. В електроустановках напругою понад 1000 В з струмом замикання 500 А допускається опір заземлення не більше 10 Ом.

Основним елементом захисного заземлення є заземлюючий пристрій.

Заземлюючий пристрій (ЗП) – це сукупність конструктивно об'єднаних між собою заземлювача та заземлюючого провідника.

Заземлювач – це металевий провідник або група провідників, які знаходяться в безпосередньому дотику із землею, а *заземлюючий провідник* – це металевий провідник, що електрично з'єднує частини електроустановок, які підлягають заземленню, із заземлювачем.

Опір одичного заземлювача – це опір, землі (напівсфери) радіусом 20 м.

Заземлювачі бувають штучні, призначені виключно для заземлення, та природні – металеві предмети іншого призначення, що знаходяться у землі. Для

штучних заземлювачів використовують сталь. Для забезпечення надійної та тривалої роботи заземлювачів з точки зору їх корозійної і механічної стійкості прийняті наступні мінімальні розміри заземлюючих електродів:

- діаметр круглих не оцинкованих та оцинкованих заземлювачів відповідно 10 і 6 мм;
- площа поперечного перерізу прямокутних заземлювачів не менше 48 мм²;
- товщина полиць кутникової сталі ≥ 4 мм.

Для штучних заземлювачів допускається використовувати заземлювачі із електропровідного бетону.

Всі заземлювачі за конструктивним виконанням поділяються на *прості і складні*, а залежно від місця розміщення заземлювача відносно заземлюючого обладнання – *виносні та контурні*.

Простими вважають заземлювачі, які складаються всього із одного електрода: вертикального, горизонтального або у вигляді кільця. Вертикальні електроди – це сталі стержні, круглого поперечного перерізу (рідше – форми кутника чи труби), а горизонтальні електроди – це сталі смуги прямокутного поперечного перерізу (рідше – із сталю прокату круглої форми).

Складними вважають заземлювачі, які мають не менше двох електродів. Конструктивно вони являють собою різноманітні комбінації горизонтальних та вертикальних електродів.

Виносний ЗП характеризується тим, що його заземлювач винесений за межі майданчика, на якому розміщене заземлене обладнання, або зосереджений на деякій частині даного майданчика. Використовується виносний ЗП у разі неможливості розмістити заземлювач на захищеній ділянці, при високому питомому опорі ґрунту на цій ділянці та наявності поза нею місць із значно кращою провідністю ґрунту, при розосередженому розміщенні заземлюваного обладнання.

Контурний ЗП характеризується тим, що електроди розміщуються по контуру (периметру) ділянки, на якій знаходиться заземлюване обладнання, або ж у її середині. Щоб зробити заземлення більш ефективним при низьких матеріальних затратах необхідно, в першу чергу, визначитись із типом заземлення:

- заземлення безпеки (захищає людину та тварин від ураження електричним струмом);
- робоче заземлення (цілеспрямоване з'єднання заземлення з нейтральним виводом трансформатора та корпусами електроустановок для

утворення еквіпотенціальної поверхні, що забезпечує нормальну і надійну роботу електрообладнання;

- блискавкозахисне заземлення (відводить струм грозового розряду).

Заземлення безпеки, робоче та блискавкозахисне з'єднуються між собою безпосередньо або за допомогою заземлюючого дроселя, який застосовують для гасіння електромагнітних хвиль високої частоти.

Контур заземлення повинен характеризуватись:

- низьким активним опором;
- постійністю активного опору протягом всього експлуатаційного періоду;
- стійкістю до корозії;
- здатністю відведення високочастотних пікових струмів;
- терміном надійної роботи не менше 30 років.

При виконанні заземлення необхідно враховувати:

- ґрунтові умови;
- характеристику матеріалу, із якого виготовлений заземлювач;
- вид заземлювача.

Так, блискавкозахисне заземлення повинно мати не тільки низький власний активний опір, а і надійне з'єднання з ґрунтом, що приведе до швидкого збільшення електричного потенціалу в зоні розряду.

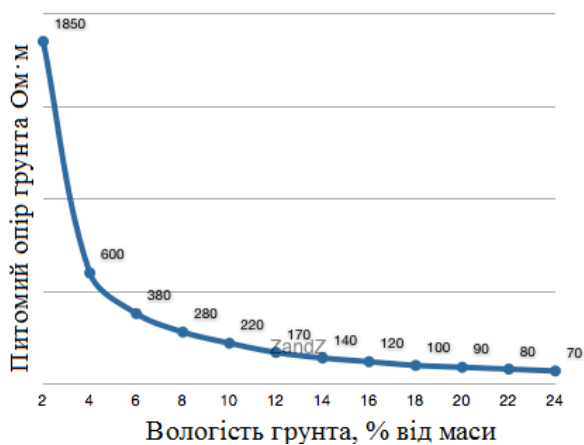
Струм, що протікає через ЗП у землю, долає опір, який називається *опором заземлювача розтіканню струму*. Він складається із опору електродів заземлювача, перехідного опору між заземлювачем і ґрунтом та опору ґрунту. Дві перші складові досить малі, порівняно з третьою і тому під опором заземлювача вважають опір ґрунту розтіканню струму.

Питомий опір ґрунту це параметр, який визначає собою рівень "електропровідності" землі як провідника, тобто визначає як добре буде розтікатися у такому середовищі електричний струм, що надходить від заземлювача. Чим менший розмір матиме ця величина, тим менше буде опір заземлення. Цей параметр значно впливає на способи виконання заземлення і залежить від:

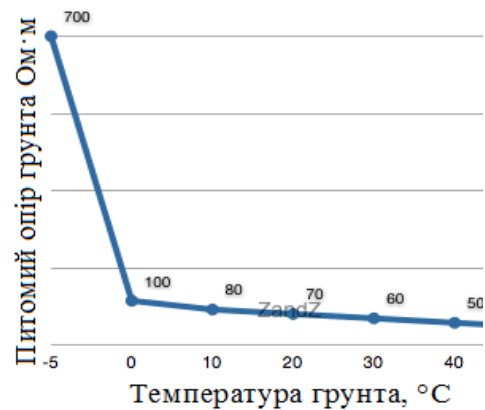
- фізичного стану ґрунту. Заземлення не потрібно виконувати на сухих піщаних та кам'янистих ґрунтах;
- вологості ґрунту. Підвищення вологості ґрунту значно зменшує його питомий опір. Тому заземлення необхідно розміщувати достатньо глибоко – на рівні ґрунтових вод або на постійному рівні вологи (рис. 3.1 а);

– рН ґрунту. Необхідно перевірити реакцію ґрунту з метою використання металу, який би в даних ґрунтових умовах забезпечив максимальний термін придатності заземлювача. Для мідних заземлювачів найбільш придатним є лужне середовище з $\text{pH} > 7$. Для алюмінієвих та оцинкованих металевих – кисле середовище $\text{pH} < 7$;

– температура ґрунту. Температура ґрунту значно впливає на питомий опір ґрунту (рис. 3.1 б).



а



б

Рис. 3.1 – Залежність питомого опору ґрунту (суглинок) від його вологості (а) та температури (б)

Чим більшою буде площа зіткнення заземлювача з ґрунтом, тим більша площа для переходу струму від цього заземлювача у ґрунт (тим більш сприятливі умови створюються для переходу струму у ґрунт). Збільшити площу контакту заземлювача з ґрунтом можна або збільшивши кількість електродів, з'єднавши їх разом або збільшивши розмір електродів. При застосуванні вертикальних заземлюючих електродів останній спосіб дуже ефективний, якщо глибинні шари ґрунту мають більш низький електричний опір, ніж верхні.

Матеріал. При вибиранні матеріалу для заземлення необхідно, в першу чергу, врахувати стійкість проти корозії. Ми повинні бути впевнені, що значення активного опору не буде з часом збільшуватись в результаті корозії металу.

При виконанні систем заземлення необхідно взяти за основу питомий опір ґрунту на різній глибині та дотримуватись принципу, що відстань між вертикальними заземлювачами повинна бути рівна довжині їх заглиблення, але не більше 10 м.

У випадку великого питомого опору ґрунту доцільно використовувати

вертикальні заземлювачі фірми Galma.

Опір R_3 заземлювача визначається як відношення напруги U_3 на заземлювачі відносно землі (точки нульового потенціалу) до струму I_3 , який проходить через заземлювач у землю:

$$R_3 = \frac{U_3}{I_3}. \quad (3.1)$$

Опір заземлювача залежить від типу електродів, глибини їх закладання, властивостей та стану ґрунту, а також кількості і взаємного розміщення електродів.

Так, для вертикального стержньового електрода, забитого у землю з однорідними властивостями, опір заземлювача визначається за формулою:

$$R_3 = \frac{\rho_{розр.}}{2\pi l} \cdot \ln \frac{4l}{d}, \quad (3.2)$$

а для горизонтального заземлювача:

$$R_3 = \frac{\rho_{розр.}}{2\pi l} \cdot \ln \frac{2l^2}{b \cdot t}, \quad (3.3)$$

де $\rho_{розр.}$ – розрахункове значення питомого опору ґрунту, Ом · м;

l – довжина вертикального стержня чи смуги, м;

d – діаметр стержня, м;

t – заглиблення смуги, м;

b – ширина смуги, м.

Розрахунковий питомий опір ґрунту:

$$\rho_{розр.} = \rho_{вим} \cdot \psi, \quad (3.4)$$

де $\rho_{вим}$ – виміряне значення питомого опору, Ом · м;

ψ – коефіцієнт сезонності.

Коефіцієнт сезонності визначають за табл. 3.1.

Таблиця 2.1 – Коефіцієнт сезонності залежно від вимірної величини питомого опору ґрунту

Заземлювач	Кліматична зона СНД			
	1	2	3	4
Вертикальний заземлювач довжина 2 – 3 м, глибина закладання 0,5 – 0,8 м	1,8 - 2,0	1,5 - 1,8	1,4 - 1,6	1,2 - 1,4
Горизонтальний заземлювач, глибина закладання 0,8 м	4,5 - 7,0	3,5 - 4,3	2,0 - 2,5	1,5 - 2,0

Щоб заземлюючі пристрої виконували свої функції у заданих режимах роботи електроустановок, розроблена і введена в дію система вимог (норм), яким повинні відповідати електричні характеристики і конструктивні параметри заземлювачів. Ці вимоги викладені у *Правилах влаштування електроустановок (ПУЕ-2011, гл. 1 – 7)*. Так для електроустановок напругою до 1000 В із глухозаземленою нейтраллю трансформатора у будь-яку пору року при напрузі 380/220 В і питомому опорі ґрунту до 100 Ом · м *допустимий опір ЗП не повинен перевищувати 4 Ом*. Він повинен бути забезпечений із урахуванням опорів природних заземлювачів, а також заземлювачів повторних заземлень нульового проводу повітряних ліній напругою до 1000 В при кількості ліній що відходять, не менше двох. У цьому випадку *опір штучного заземлювача, розміщеного безпосередньо біля нейтралі трансформатора, не повинен перевищувати 30 Ом*.

Якщо питомий опір ґрунту $\rho > 100$ Ом·м, допускається збільшувати вказані норми в $\rho/100$ разів, але не більше 10-кратного значення.

Відповідно до діючих правил технічної експлуатації електроустановок споживачів для визначення технічного стану ЗП повинні періодично проводитись:

- зовнішній огляд видимої частини ЗП – разом із оглядом електрообладнання;
- огляд з перевіркою кола між заземлювачем і заземлюваними елементами (відсутність обривів і незадовільних контактів у проводці, яка з'єднує апарат із ЗП) – під час кожного ремонту чи перестановки обладнання;
- вимірювання опору ЗП – після монтажу, у перший рік експлуатації і в подальшому не рідше одного разу на 3 роки – на підстанціях і повітряних лініях напругою до 1000 В, 1 раз на 10 років – на лініях напругою вище 1000 В, а цехових електроустановок (повторних заземлювачів нульового проводу на вводі у споруду) – щорічно;

- перевірка надійності з'єднань природних заземлювачів – після кожного ремонту;
- вибіркове розкриття ґрунту для огляду елементів ЗП, які знаходяться в землі – після монтажу, у перший рік експлуатації і в подальшому не рідше одного разу на 3 роки;
- вимірювання питомого опору ґрунту у разі необхідності перевірки відповідності опору ЗП вимогам ПУЕ-2011 (гл. 1 – 7).

Вимірювання опору ЗП, а також питомого опору ґрунту має проводитися в періоди найменшої провідності ґрунту: влітку – при найбільшому просиханні або зимою – при найбільшому промерзанні.

2.1. Методи вимірювання опору заземлювального пристрою

Залежно від місцевих умов і допустимої похибки для вимірювання опору ЗП можуть використовуватись такі методи:

- амперметра-вольтметра – найпростіший і найточніший метод (використовується під час випробування заземлювачів з опором до 1 Ом);
- “трьох земель”;
- вимірювання спеціальними приладами (М-416, Ф-4103, МС-08).

2.1.1. Метод амперметра-вольтметра полягає у вимірюванні сили струму, який протікає через заземлювальний пристрій R_x і допоміжний заземлювач R_∂ , та напруги на ЗП відносно до іншого заземлювача – зонда R_z , розміщеного у зоні нульового потенціалу (рис. 3.2). Опір розтіканню струму заземлювача визначається за показами вольтметра і амперметра:

$$R_x = \frac{U}{I} . \quad (3.5)$$

Джерелом струму може бути розподільний або знижувальний трансформатор номінальною потужністю $S_n \leq 5 - 10$ кВА. Для вимірювання потрібно використовувати вольтметр з великим внутрішнім опором, набагато більшим порівняно з опором допоміжних електродів. Допоміжний заземлювач R_∂ і зонд R_z установлюють на такій відстані один від одного і від заземлюючого пристрою R_x , щоб їхні поля розтікання не перетинались. Схеми розміщення електродів при вимірюванні опору ЗП зображені на рис. 3.3. Допоміжний електрод і зонд являють собою сталі стержні діаметром не менше 5 мм. Їх забивають на глибину 0,5 ... 0,7 м у ґрунт.

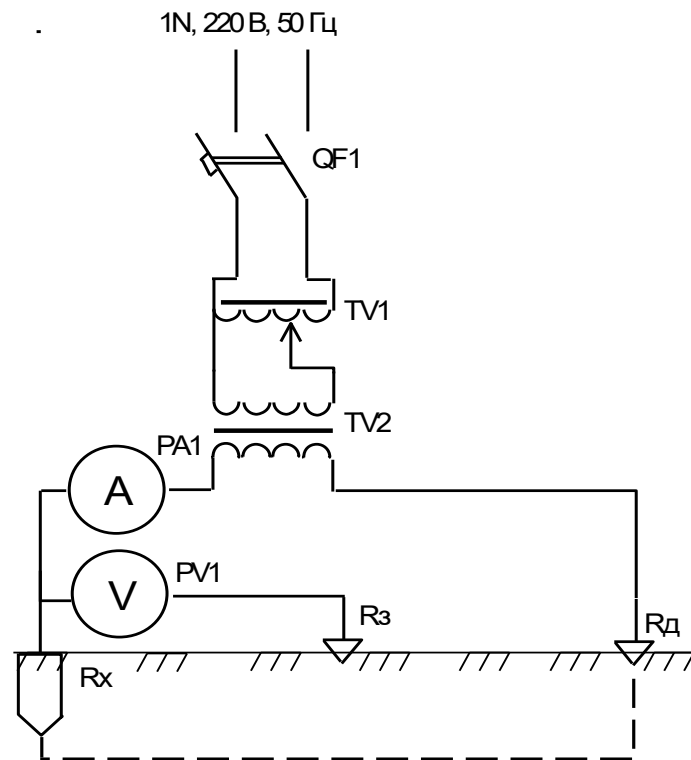


Рис. 3.2 – Схема вимірювання опору заземлювача методом амперметра-вольтметра

Вимірювання потрібно проводити тільки на змінному струмі, щоб уникнути похибки внаслідок поляризації вологи біля заземлювачів і впливу блукаючих постійних струмів у ґрунті.

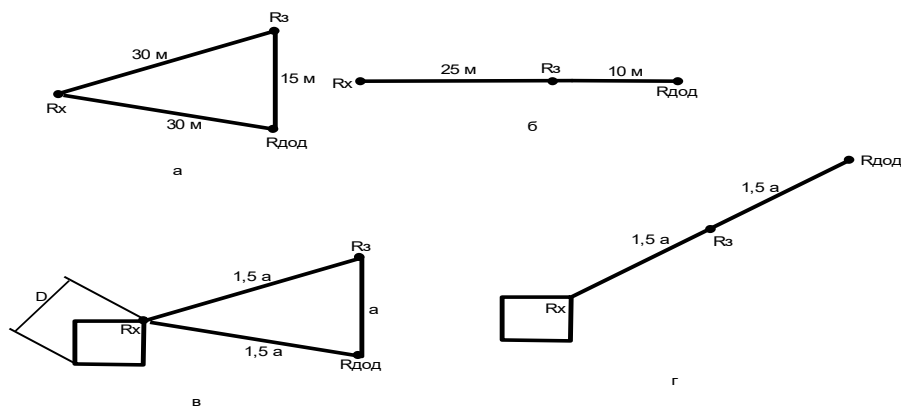


Рис. 3.3 – Схема розміщення електродів при вимірюванні опору заземлювача:

Якщо $D \leq 10$ м, $a = 20$ м;

якщо $10 \leq D \leq 40$ м, $a \geq 40$ м;

якщо $D \geq 40$ м, $a \geq D$.

a і $б$ – відповідно дво- і однопроменеві схеми для поодиноких заземлювачів;

$в$ і $г$ – відповідно дво- і однопроменеві схеми для складних заземлювачів.

2.2. Метод "трьох земель" дає можливість використовувати вольтметр з малим опором, але при вимірах виникає істотна похибка – до 10 %, бо опір допоміжних електродів значно більший опору заземлення, а також виявляється вплив побічних струмів.

Для цього необхідно послідовно скласти три схеми (–а'', –б'', –в'' рис. 3.4) і визначити суму опорів відповідної пари заземлювачів.

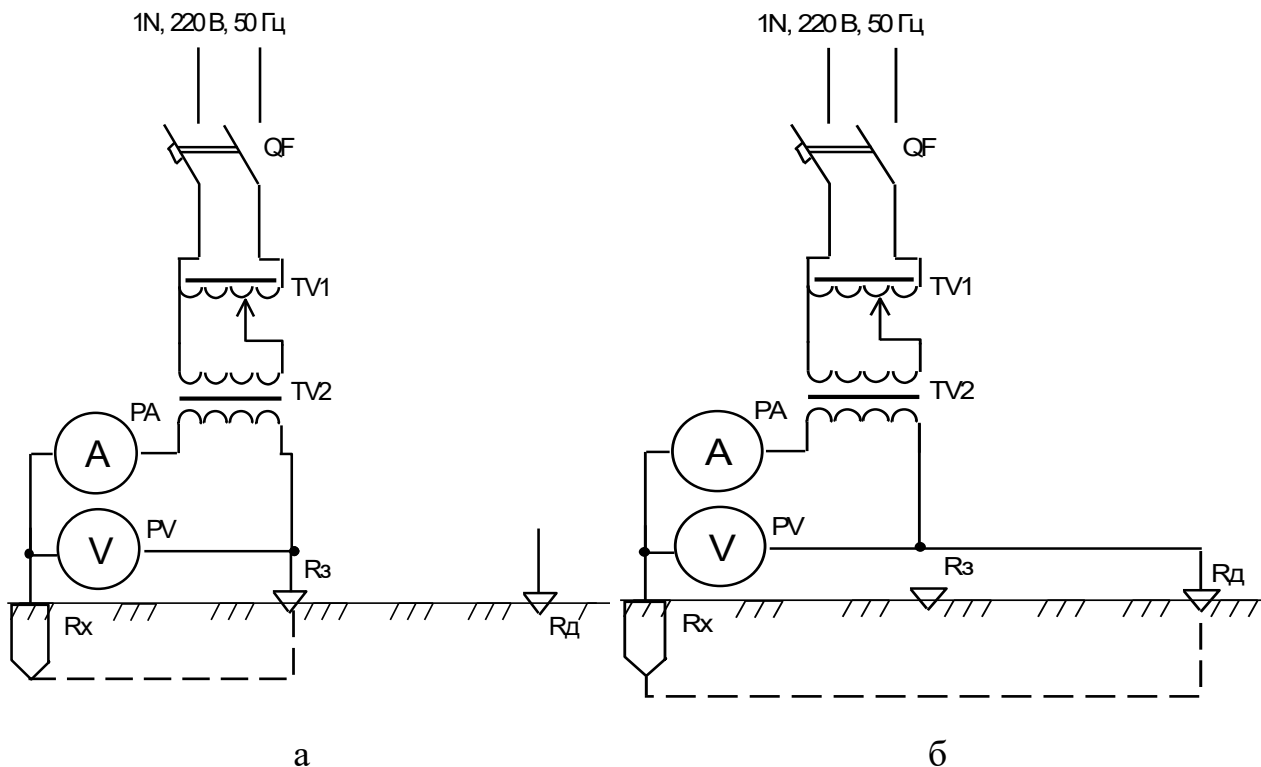
$$R_x + R_3 = \frac{U_1}{I_1} = R_1 \quad - \text{схема } -\text{а}'';$$

$$R_x + R_d = \frac{U_2}{I_2} = R_2 \quad - \quad \text{схема } -\text{б}''; \quad (3.6)$$

$$R_d + R_3 = \frac{U_3}{I_3} = R_3 \quad - \quad \text{схема } -\text{в}''.$$

Тоді величина опору заземлювача:

$$R_x = \frac{R_1 + R_2 - R_3}{2}. \quad (3.7)$$



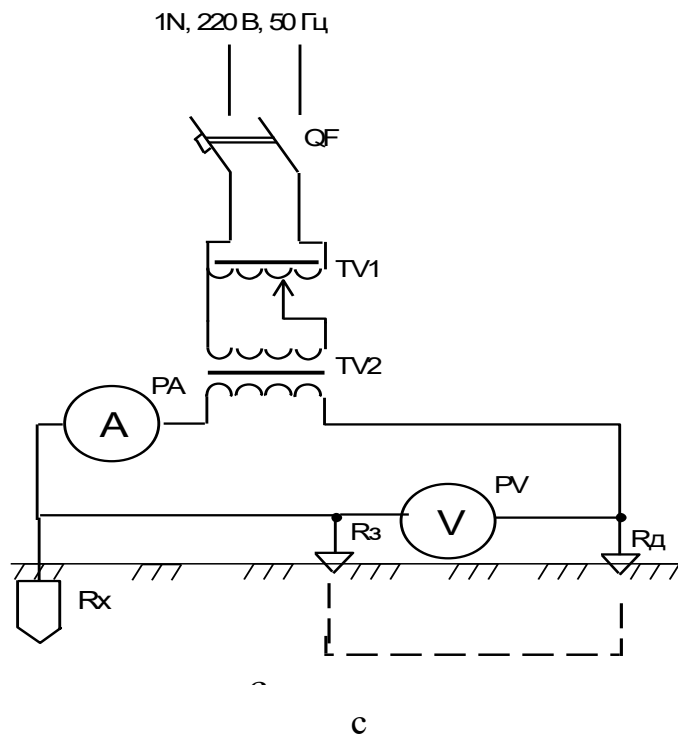


Рис. 3.4 – Схеми вимірювання опору заземлювача методом "трьох земель"

2.3. При вимірюванні опору R_x спеціальними приладами застосовують такі: М-416, Ф-4103, МС-08 (знятий з виробництва) та сучасні електронні РУ183. Ф-4103-М1. Технічна характеристика приладів наведена у дод. Д.

Вимірювач опору заземлення М-416 призначений для вимірювання опору ЗП, активних опорів, а також для визначення питомого опору ґрунту.

Вимірювання опору заземлення приладом ґрунтується на компенсаційному методі з використанням допоміжного заземлювача R_0 і потенціального зонда R_z .

Схема приладу (рис. 3.5) складається із трьох функціональних вузлів: джерела постійного струму, перетворювача постійного струму на змінний і вимірюваного пристрою.

Джерело постійного струму складається із трьох послідовно з'єднаних сухих елементів і призначене для живлення перетворювача і підсилювача вимірювального пристрою.

Перетворювач забезпечує живлення змінним струмом вимірювальних кіл та виробляє опорну напругу для фазового детектора.

Вимірювальний пристрій забезпечує можливість компенсації напруги, індикацію моменту компенсації та підрахунок виміряної величини.

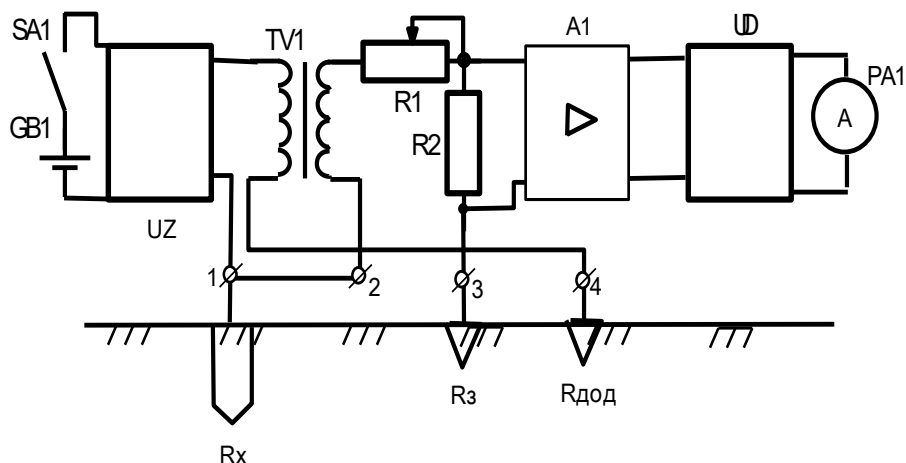


Рис. 3.5 – Спрощена схема вимірювача М-416:

GB – джерело живлення; SB – вимикач; UZ – перетворювач; TV1 – трансформатор; R1 – реохорд; A1 – підсилювач; UD – фазовий детектор; PA – мікроампер метр

У випадку вимірювання вихід перетворювача підключається до допоміжного заземлювача R_0 (затискач 4) і через первинну обмотку трансформатора TV до вимірюваного опору (затискач 1).

З реохорда R_1 навантаження подається через транзисторний підсилювач (для підвищення чутливості приладу) на стрілочний індикатор магнітоелектричної системи.

За певного положення реохорда настає компенсація. Це значить, що падіння напруги між затискачами 2 і 3 на опорі заземлювача і на реохорді стають рівними між собою, але з протилежним знаком, а падіння напруги на резисторі і струм у колі індикатора дорівнюють нулю. На реохорд нанесена шкала в омах, за якою і визначають вимірюваний опір при настанні компенсації.

Заглиблення в ґрунт допоміжного електрода і зонда має бути не меншим 500 мм, а їх діаметр – не меншим 5 мм. Для запобігання збільшення перехідного опору допоміжного електрода і зонда стержні потрібно забивати у ґрунт прямими ударами, намагаючись не розхитувати їх.

Для підключення невідомого опору заземлювача R_x , допоміжного заземлювача R_d і зонда R_z на приладі є чотири затискачі, позначені цифрами $-1''$, $-2''$, $-3''$, $-4''$.

Для грубих вимірювань і при порівняно великих значеннях опору заземлювача затискачі $-1''$ і $-2''$ з'єднують перемичкою і прилад підключають до вимірюваного об'єкта за тризатискачевою схемою (рис. 3.6, б).

Для точних вимірів знімають перемичку із затискачів $-1''$ і $-2''$ і

підключають прилад до вимірюваного об'єкта за чотири- або три-проводною схемою (рис. 3.6, а). Це дозволяє запобігти похибці, внесеній опором з'єднувальних проводів і контактів.

Підготовка приладу до роботи. Встановити перемикач у положення "Контроль 5 Ом". Натиснути кнопку і обертанням ручки "Реохорд" досягти встановлення стрілки індикатора на нульову відмітку. На шкалі реохорда у цьому випадку повинне бути показання $(5 \pm 0,3 \text{ Ом})$.

Вимірювання опору ЗП. Для проведення виміру підключити заземлювач (опір якого вимірюється), допоміжний заземлювач і зонд до приладу.

Вимірювання проводити у такій послідовності:

1. Перемикач встановити у положення $\ast 1$ ".
2. Натиснути кнопку SB і, обертаючи ручку —Реохорд— , досягти максимального наближення стрілки індикатора до нуля.
3. Результат вимірів дорівнює добутку показів шкали реохорда на множник.
4. Якщо невідомий опір перевищує 10 Ом, перемикач встановити у положення $\ast 5$ ", $\ast 20$ " або $\ast 100$ " і повторити операцію 2.

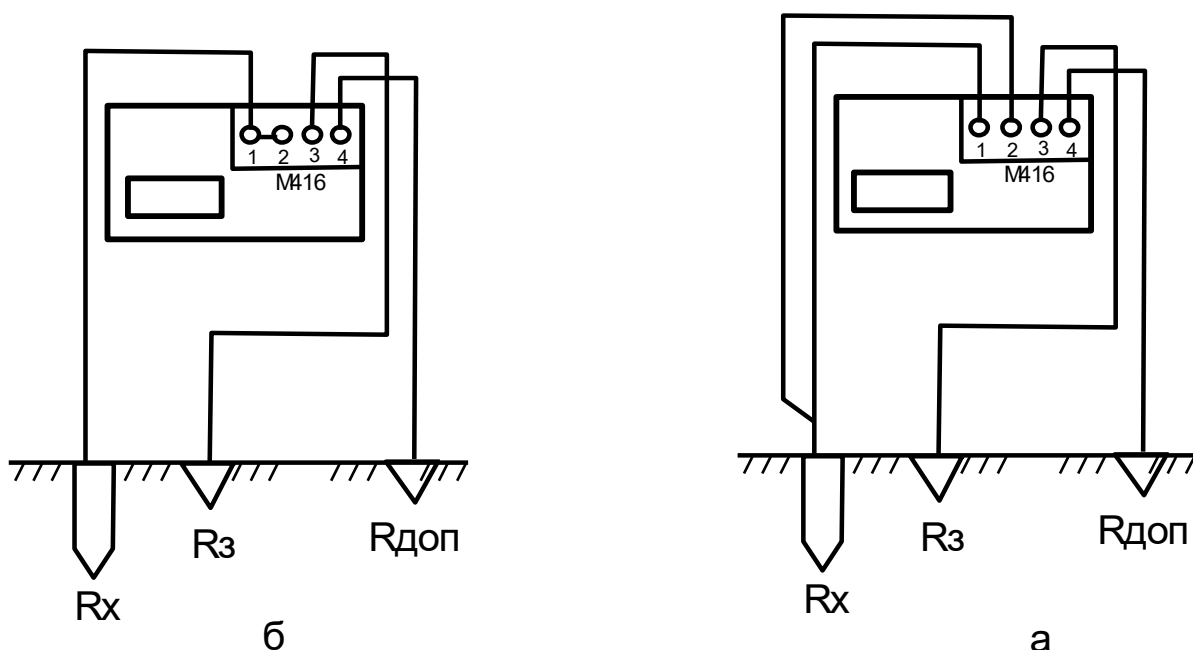


Рис. 3.6 – Схема вимірювання опору заземлення вимірювачем М-416:

а – чотирипроводна; б – трипроводна

У приладі **Ф-4103** порівняно з вимірювачем М-416 нижня межа вимірів зменшена до 0,03 Ом, а великий вхідний опір (у 2000 разів більший порівняно з М-416 і становить 840 кОм) дозволяє збільшити опір струмових і

потенціальних електродів відповідно до 1000 і 2000 Ом і проводити вимірювання в діапазоні $R = 0,03 \dots 0,3 \text{ Ом}$.

Функціональна схема вимірювача Ф-4103 зображена на рис. 3.7. Вона складається із генератора вимірюваного струму ГС та вибіркового вольтметра ВВ із затискачами Т1,Т2 і П1, П2 для підключення відповідно струмових та потенціальних електродів.

Генератор вимірюваного струму призначений для формування стабілізованого вимірюваного струму прямокутної форми частотою 280 Гц. Він складається із стабілізатора напруги СН, перетворювача напруги ПН, підсилювача потужності ПП і стабілізатора вимірюваного струму СС. Підсилювач потужності живиться від стабілізатора напруги при натиснутій кнопці ВИМ.

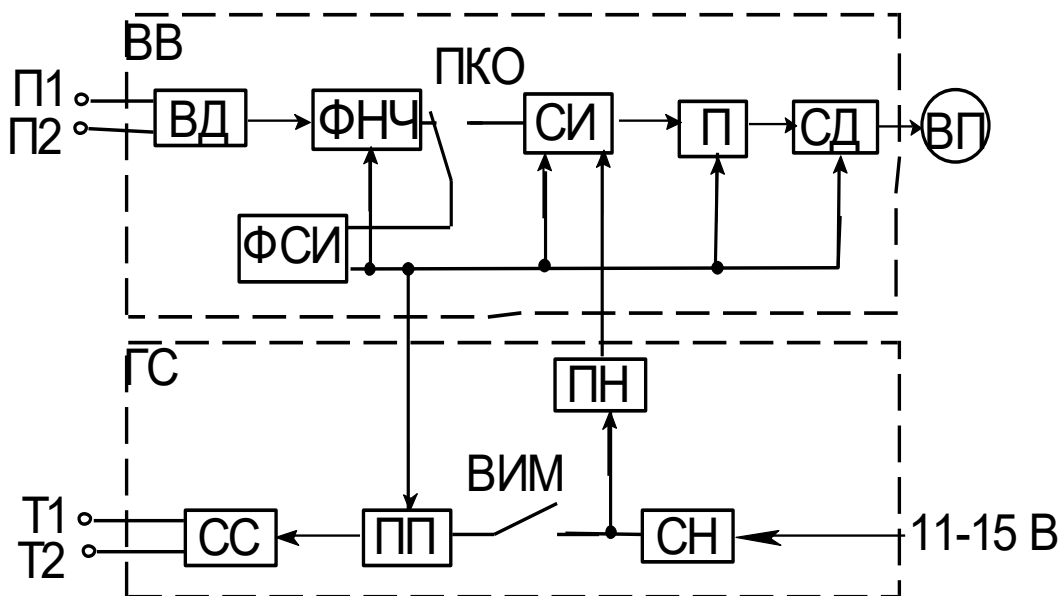


Рис. 3.7 – Функціональна схема вимірювача Ф-4103

Вибірковий вольтметр на фоні перешкод виділяє корисний сигнал частотою 280 Гц, пропорційний невідомому опору. Вольтметр складається із вхідного дільника ВД, фільтра нижніх частот ФНЧ, ключа ПКО, синхронного інтегратора СИ, підсилювача П, синхронного детектора СД, формувача синхронних імпульсів ФСИ, вимірювального приладу ВП, яким є мікроамперметр типу М-93 на струм 200 мкА. Функціональні вузли і блоки складені на напівпровідникових та інтегральних мікросхемах з використанням печатного монтажу, напруга живлення становить 11 – 15 В від сухих елементів.

2.4. Питомий опір ґрунту вимірюється двома методами: **пробного електрода та вертикального зондування.**

2.4.1. Вимірювання методом пробного електрода проводиться аналогічно вимірюванню опору ЗП. Тільки до затискачів 1 і 2 замість R_x приєднується додатковий електрод у вигляді металевого стержня або труби відомих розмірів. У місцях забивання стержня, допоміжного електрода і зонда прибирають рослинний та насипний покрови.

Питомий опір ґрунту ρ , Ом·м, на глибині забивання електрода визначають за формулою:

$$\rho = R \frac{2\pi l}{\ln(4l/d)}, \quad (3.8)$$

де R – опір, виміряний вимірювачем опору заземлення, Ом;

l – довжина електрода, м;

d – діаметр електрода, м.

2.4.2. Метод вертикального електричного зондування базується на дослідженні питомого опору ґрунту шляхом створення штучного електричного поля. Для цього використовуються триполюсні схеми Гумеля та Шлюмберже і чотириполюсна схема Веннера.

На ділянці землі по прямій лінії забиваються чотири стержні на відстані a один від одного (рис. 3.8). Глибина забивання стержнів не повинна перевищувати $1/20$ відстані a .

Питомий опір ґрунту визначається за формулою:

$$\rho = 2 \pi R a, \quad (3.9)$$

де R – виміряний опір, Ом;

a – відстань між електродами, м.

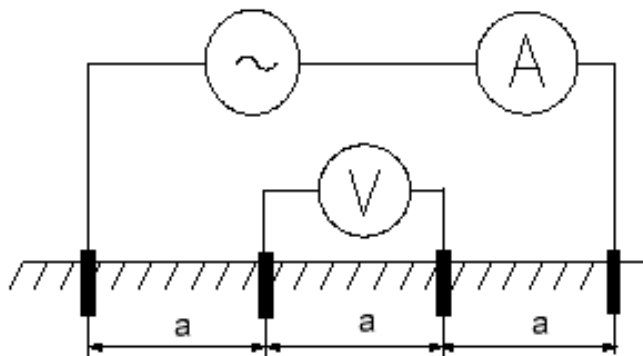


Рис. 3.8 – Чотириполюсна схема Веннера

3. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПОЗААУДИТОРНОЇ ПІДГОТОВКИ

- 3.1. Детально вивчити розділ “Загальні теоретичні відомості”.
- 3.2. Оформити звіт з лабораторної роботи, записати її назву і мету, а також окремі витяги із розділу “Загальні теоретичні відомості”.
- 3.3. Накреслити рисунки 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.6 і табл. 3.2.

4. ОБЛАДНАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

На робочому місці повинні бути:

- прилади для вимірювання опору ЗП: М-416, Ф-4103, МС-0,8;
- лабораторний стенд з приладами для вимірювання опору ЗП методом амперметра-вольтметра та ”трьох земель”.

5. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ У ЛАБОРАТОРІЇ

5.1. Ознайомитись з обладнанням робочого місця, перевірити наявність вимірювальних приладів і записати основні технічні дані.

5.2. Скласти на стенді схему вимірювань за методом амперметра-вольтметра та методом ”трьох земель” і провести по три виміри опору ЗП. Положення перемикачів встановити за вказівкою викладача.

5.3. Виміряти за допомогою наявних вимірювачів опір розтікання струму кожного із 4-х стержньових електродів.

5.4. Користуючись формулами 3.2 і 3.3, аналітично визначити залежність опору вертикальних заземлювачів від їх діаметра та довжини при постійному питомому опорі ґрунту $\rho = 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

5.5. Приймавши відомий опір заземлення $R_{zn} = 30 \text{ Ом}$ і незмінний питомий опір ґрунту $\rho = 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, визначити методом послідовних наближень довжину l вертикальних заземлювачів і масу металу для таких умов:

- а) сталений стержень круглого поперечного перерізу $d = d_1 \text{ мм}$;
- б) сталена труба $d = d_2 \text{ мм}$ з товщиною стінки $a = h \text{ мм}$.

5.6. Визначити питомий опір ґрунту за одним із вище наведених методів (за вказівкою викладача) з урахуванням коефіцієнта сезонності.

Таблиця 3.2. – Виміряні та розраховані значення опору розтікання струму вертикальних стиржневих заземлювачів

Номер заземлювача	Напруга, В	Струм, А	Опір заземлювача R_z , Ом		
			вимірний	розрахований	
				Методом вольтметра - амперметра	Методом "трёх земель"
1					
2					
3					
4					

6. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен містити:

- назву роботи та її мету;
- витяги із розділу “Загальні теоретичні відомості”;
- рисунки 3.1, 3.2, 3.4, 3.6, 3.7 і табл. 3.2.

7. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

7.1. Що таке заземлюючий пристрій?

7.2. Вкажіть найменші розміри сталених штучних заземлювачів.

7.3. Чи можна використовувати замість штучних заземлювачів електропровідний бетон?

7.4. Як поділяються заземлювачі за конструктивним виконанням та розміщенням?

7.5. Що таке виносний ЗП?

7.6. Що розуміється під опором заземлювача розтіканню струму?

7.7. Що таке розрахунковий питомий опір ґрунту?

7.8. Від чого залежать і чому дорівнюють допустимі величини опору заземлюючих пристроїв?

7.9. Періодичність вимірювання опору ЗП на повітряних лініях напругою до і понад 1000 В, а також цехових електроустановок.

7.10. Коли проводиться вибіркове розкриття ґрунту для огляду елементів ЗП, що знаходяться у землі?

- 7.11. Назвіть методи вимірювання опору ЗП.
- 7.12. Сутність вимірювання опору ЗП методом амперметра-вольтметра.
- 7.13. Сутність вимірювання опору ЗП методом “трьох земель”.
- 7.14. Накресліть схему розміщення електродів під час вимірювання поодиноких заземлювачів.
- 7.15. Те ж саме, але під час вимірювання складних заземлювачів.
- 7.16. Будова і принцип дії вимірювача М-416.
- 7.17. Будова і принцип дії вимірювача Ф-4103.
- 7.18. Методи вимірювання питомого опору ґрунту.
- 7.19. Суть методу вертикального електричного зондування при вимірюванні питомого опору ґрунту.
- 7.20. Як здійснюється перевірка наявності ланцюга між контуром заземлення і заземлюючими елементами електроустановок?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – Київ, 1998. – 384 с.
- 2. Правила улаштування електроустановок. – 3-є вид., перероб і доп. – К.: Мінпаливенерго. – 2011. – 736 с.

Лабораторна робота № 4

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСНОГО ЗАЗЕМЛЕННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

1. МЕТА РОБОТИ

1.1. Вивчити методи та прилади для випробування ефективності занулення електроустановок.

1.2. Навчитись проводити виміри опору кола "фаза-нуль" та струму однофазного короткого замикання.

2. ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Для живлення електроустановок напругою до 1000 В за технологічними вимогами застосовують, в основному, трифазні чотирипровідні мережі з глухозаземленою нейтраллю силового трансформатора. Чотирипровідні мережі, що мають три фазних проводи, підключених до трьох фазним обмоткам трансформатора і один нульовий провід, при'єднаний до нейтральної точки вторинної обмотки трансформатора дозволяють отримати дві робочі напруги лінійну 380 В і фазну 220 В. При експлуатації електроустановок виникають небезпеки ураження людини електричним струмом при пошкодженні ізоляції.

Серед захисних заходів, які забезпечують безпеку у випадку пробоя ізоляції електроустановок, важливе значення відводиться захисному заземленню (зануленню).

Захисне заземлення ефективне тільки тоді, коли сила струму замикання на землю не збільшується із зменшенням опору заземлення. Це можливо в мережах з ізольованою нейтраллю, де за глухого замикання на землю або на заземлений корпус сила струму не залежить від опору заземлення, а також у мережах напругою вище 1000 В з ефективно заземленою нейтраллю, де замикання на землю супроводжується коротким замиканням (к.з.) та вимиканням пошкодженої ділянки струмовим захистом.

У мережі з глухозаземленою нейтраллю напругою до 1000 В захисне заземлення неефективне, оскільки навіть при глухому замиканні на землю сила струму залежить від опору заземлення і при зменшенні його зростає. Тому в мережах, де нейтраль трансформатора живлення заземлена, використовують

особливий різновид заземлення – занулення.

Занулення є одним із засобів колективного захисту людини від ураження електричним струмом при аварійних режимах в електроустановках.

Занулення – це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним проводом металевих не струмопровідних частин, які можуть опинитись під напругою.

Призначення занулення – усунення небезпеки ураження струмом у випадку дотику до корпусу електроустановки та інших металевих не струмопровідних частин, які опинилися під напругою щодо землі внаслідок замикання на корпус та з інших причин.

Схема занулення (рис. 4.1) включає в себе нульовий захисний провідник (PEN-провідник), який має з'єднання з металевими не струмопровідними частинами електроустановок, глухе заземлення нейтралі трансформатора чи генератора з опором R_0 , повторне заземлення нульового захисного провідника з опором R_{Π} та автоматичний вимикаючий пристрій QF.

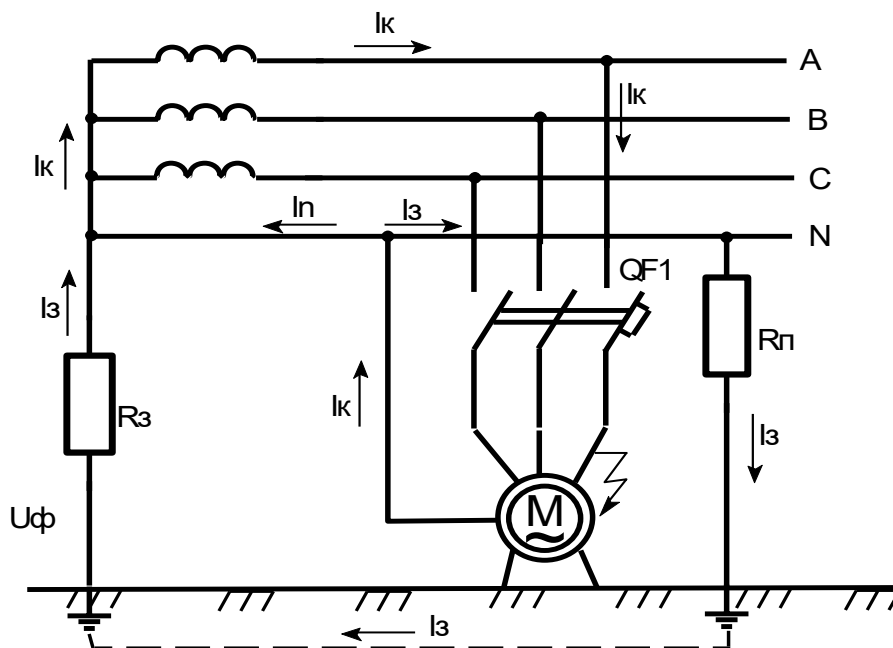


Рис. 4.1 – Схема захисного заземлення електрообладнання

Принцип дії занулення полягає у перетворенні замикання на корпус в однофазне коротке замикання (тобто замикання між фазним і нульовим захисним провідниками) з метою визвати великий струм, який здатний забезпечити спрацювання захисту і тим самим автоматично відключити пошкоджену електроустановку від мережі живлення. Таким захистом є: плавкі запобіжники або автоматичні вимикачі максимального струму, що встановлюються для захисту від струмів короткого замикання; автоматичні вимикачі з комбінованим розщиплювачем, які здійснюють захист одночасно від

струмів короткого замикання і перевантаження. Крім того, так як занулені корпуси заземлені через нульовий захисний провідник, то в аварійний період, тобто з моменту виникнення замикання на корпус і до автоматичного відключення проявляється захисна властивість цього заземлення, як при захисному заземленні. Інакше кажучи, заземлення корпусів через нульовий провід знижує в аварійний період їх напругу щодо землі. Таким чином, занулення здійснює дві захисні дії – швидке автоматичне відключення пошкодженої установки від живильної мережі і зниження напруги занулених металевих неструмоведучих частин, які опинилися під напругою, щодо землі.

2.1. Вимоги до захисного заземлення

До частин, які підлягають зануленню або заземленню, належать:

- корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів, світильників тощо;
- приводи електричних апаратів;
- вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів;
- каркаси розподільних пристроїв, металеві оболонки та броня контрольних і силових кабелів, троси і сталеві смуги, на яких закріплені кабелі і проводи;
- металеві корпуси пересувних і переносних електроприймачів.

Кожна частина електроустановки, яка підлягає зануленню, повинна бути приєднана за допомогою спеціальної вітки до нульового робочого провідника, якщо його використовують як нульовий захисний провідник, або до магістралі занулення – нульового захисного провідника, від якого відходять дві або більше віток. Нульовими захисними провідниками та їх вітками можуть бути спеціально передбачені з цією метою провідники, спеціальні жили кабелів, алюмінієві оболонки кабелів, сталеві труби електропроводок тощо. У цьому випадку необхідно забезпечити нерозривність нульового проводу від кожного корпусу до нейтралі джерела живлення. Тому всі з'єднання повинні забезпечувати надійний контакт і виконуватись за допомогою зварювання. Нульовий провід приєднують до корпусів електроприймачів зварюванням або під болт.

Для забезпечення безперервності електричного кола занулення, заборонено встановлювати в нульовий захисний провід вимикачі та запобіжники. Допускається використання вимикачів, які одночасно з вимиканням нульового проводу вимикають і всі фазні проводи. Однополюсні

вимикачі слід встановлювати у фазних провідниках, а не в нульовому робочому провіднику.

Відповідно до ПУЕ-2011 на повітряних лініях (ПЛ) занулення здійснюється нульовим робочим проводом, прокладеним на тих самих опорах, що і фазні проводи.

Повторне заземлення нульового проводу у мережах напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю виконується:

- на кінцях ПЛ та їх вітках довжиною більше 200 м;
- на ввідній опорі ПЛ, якщо у виробничому приміщенні є електроустановки, що підлягають зануленню;
- у випадку розміщення електроустановок, які підлягають зануленню, зовні будови; відстань від електроустановки до найближчого повторного заземлення ПЛ або до заземлюючого пристрою споживчої підстанції повинна бути не більше 100 м;
- частіше повторні заземлення виконуються в тому випадку, коли це потрібно за вимогами захисту від блискавкових перенапруг.

2.2 Призначення окремих елементів схеми захисного заземлення

Для схеми занулення необхідні нульовий захисний провідник, глухе заземлення нейтралі джерела струму і повторне заземлення нульового захисного провідника.

Нульовий захисний провідник у схемі занулення призначений для забезпечення необхідного для відключення установки значення струму короткого однофазного замикання шляхом створення для цього струму у колі з малим опором.

В трифазній мережі до 1000 В із заземленою нейтраллю без нульового захисного провідника неможливо забезпечити безпеку при замиканні фази на корпус, тому така мережа застосовуватися не повинна.

Заземлення нейтралі обмоток джерел, що живить мережу до 1000 В призначене для зниження напруги занулених корпусів (тобто, нульового захисного провідника) щодо землі до безпечного значення при замиканні фази на землю.

Враховуючи, це можна зробити висновок, що електрична мережа до 1000 В, з нульовим захисним провідником, ізольована від землі, тобто з ізольованою нейтраллю обмоток джерела живлення і без повторного заземлення нульового

захисного проводу, таїть небезпеку ураження струмом і тому застосовуватися не повинна.

Повторне заземлення нульового захисного провідника призначене для зниження напруги на занулених корпусах у період замикання фази на корпус.

Повторне заземлення нульового захисного провідника практично не впливає на здатність, щодо відключення схеми занулення. Однак за відсутності повторного заземлення нульового захисного провідника виникає небезпека для людей, що торкаються до зануленого обладнання в період поки існує замикання фази на корпус. Крім того, у разі обриву нульового захисного провідника і замиканні фази на корпус за місцем обриву ця небезпека різко підвищується, оскільки напруга щодо землі обірваної ділянки нульового проводу і приєднаних до нього корпусів може досягати фазної напруги мережі. Ця напруга буде існувати довго, оскільки пошкоджена установка автоматично не відключиться і її буде важко виявити серед справних установок, щоб відключити вручну.

Повторне заземлення нульового захисного провідника значно зменшує небезпеку ураження електричним струмом, що виникає в результаті обриву нульового захисного провідника і замикання фази на корпус за місцем обриву, але не може усунути її повністю, тобто не забезпечує тих умов безпеки, які існували до обриву. У зв'язку з цим потрібна ретельна прокладка нульового захисного провідника, щоб виключити можливість його обриву; в нульовому захисному провіднику забороняється ставити вимикачі, запобіжники та інші прилади, здатні порушити його цілісність.

2.3. Розрахунок захисного заземлення

При замиканні фази на занулений корпус електроустановка автоматично відключиться, якщо значення струму однофазного короткого замикання (тобто між фазним і нульовим захисним провідниками) буде задовольняти наступній умові:

$$I_{к.з.} > k I_{ном} , \quad (4.1)$$

де $I_{к.з.}$ – сила струму однофазного короткого замикання, А;

$I_{ном}$ – номінальна сила струму спрацювання апарата захисту, А;

k – коефіцієнт кратності номінального струму плавкої вставки запобіжника або уставки спрацювання автоматичного вимикача.

Значення коефіцієнта k приймають залежно від типу захисту електроустановки.

Якщо електроустановка захищається плавкими запобіжниками, час

перегорання плавкої вставки яких залежить від величини струму (зменшується із збільшенням струму), то приймають $k \geq 3$.

Якщо електроустановка захищається автоматичним вимикачем з тепловим розчіплювачем, що має обернено залежну від струму характеристику, подібно характеристиці запобіжників, то також $k \geq 3$.

Якщо ж захист здійснюється автоматичним вимикачем, що має лише електромагнітний розчіплювач (відсічка), який спрацьовує без витримки часу, то приймають:

$$I_{кз} > k \cdot I_{відс}, \quad (4.2)$$

де $k = 1,4$ – якщо номінальний струм вимикача не більше 100 А;

$k = 1,25$ – якщо I_n – більше 100 А.

Сила струму однофазного короткого замикання визначається за формулою:

$$I_{кз} = \frac{U_\phi}{\sqrt{(R_\phi + R_n)^2 + X_n^2 + Z_m/3}}, \quad (4.3)$$

де U_ϕ – номінальна фазна напруга, В;

R_ϕ і R_n – активні опори відповідно фазного і нульового проводів, Ом;

X_n – реактивний опір петлі –фаза-нуль”;

$Z_m/3$ – розрахунковий опір обмотки трансформатора живлення струму однофазного короткого замикання, Ом (залежить від потужності трансформатора, напруги та схеми з’єднання його обмоток, а також від конструктивного виконання самого трансформатора, наводиться в таблицях).

Для проводів з кольорових металів X_n приймають з розрахунку 0,6 Ом на 1 км довжини проводу. Активні опори R цих проводів можна визначити за формулою:

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}, \quad (4.4)$$

де l – довжина фазного або нульового проводу, м;

γ – питома провідність проводу (для міді 57 м/Ом · мм²; алюмінію 32 м/Ом · мм²);

S – площа поперечного перерізу проводу, мм².

Якщо різні ділянки мережі виконані проводами різних марок, можна обчислювати активний і реактивний опори для кожної ділянки окремо і

сумувати їх арифметично.

Якщо кратність струму однофазного короткого замикання не задовольняє вимоги ПУЕ-2011, необхідно:

- збільшити провідність нульових захисних провідників;
- вибрати раціональніші траси і види прокладки струмопровідних і нульових захисних провідників, які забезпечують скорочення довжини і зміни зовнішнього індуктивного опору кола "фаза-нуль";
- збільшити переріз фазних проводів;
- використовувати трансформатор із схемою з'єднань "трикутник-зірка" або "зірка-зигзаг з нулем". З метою поліпшення умов вимикання-замикання на корпус потрібно використовувати силові трансформатори із схемою з'єднання:
 - "трикутник-зірка", якщо $S \geq 400$ кВА;
 - "зірка - зигзаг з нулем", якщо $S \leq 250$ кВА.

У трансформаторів зі схемою з'єднання обмоток "трикутник – зірка", "зірка-зигзаг з нулем", повний опір у середньому в три рази менший, ніж у трансформаторів із схемою з'єднання обмоток "зірка-зірка з нулем";

- використовувати замість звичайного захисту плавкі запобіжники або автоматичні вимикачі спеціального захисту від однофазних к.з.;
- секціонувати повітряні лінії.

Для тваринницьких приміщень переріз нульового проводу має бути таким же, як і фазний. В інших випадках можна переріз нульового проводу зменшити, але не менше 50 % перерізу фазного.

2.3. Методи експериментальної перевірки захисного заземлення

Відповідно до ПТЕ і ПБЕ експериментальну перевірку ефективності дії занулення потрібно проводити перед прийняттям в експлуатацію нової або реконструйованої установки, а також періодично у процесі експлуатації, але не рідше як раз на 5 років. Для цього вимірюють повний опір петлі "фаза-нуль" на найбільш потужних електроприймачах, а також на найвіддаленіших від джерела струму, але не менш як на 10 % їх загальної кількості.

Робота всіх моделей приладів, що використовуються для визначення якості занулення, ґрунтується на використанні методу "амперметра-вольтметра", який ще називають "метод падіння напруг" Цей метод описаний у міжнародних стандартах і інших нормативно-технічних документах.

Суть методу полягає в тому, що спочатку вимірюють напругу мережі без навантаження (U_1), а потім вимірюють напругу мережі з навантаженням (U_2), опір якого заздалегідь відомий. Використовуючи величини U_1 та U_2 на основі

певних перетворень, отримують результати прямих вимірювань напруги мережі і результати непрямих вимірювань опору кола "фаза-нуль" і струму короткого замикання.

У зв'язку з тим, що повний опір кола "фаза-нуль" має активну і реактивну складові, а також враховуючи ту обставину, що у мережі під напругою присутні нелінійні спотворення необхідно підвищувати точність і достовірність вимірювань поєднуючи зі зручностями та електробезпекою. Є два шляхи реалізації методу:

- зниження вмонтованого у прилад опору навантаження до 0,1 Ом для отримання значного тестуючого струму, який близький до струму короткого замикання. Це дає можливість вимірювання у мережах з спотвореною формою кривої струму, що зменшує вплив реактивної складової мережі на результат вимірювань. Прикладами таких приладів є ЦК 0220 з опором навантаження 0,1 Ом, виробництва ОАО "Мегомметр" (м. Умань) і MZC-310S фірми Sonel (Польща) з тестуючим струмом 280 А.

- застосування опорів навантаження, при яких отримують величину тестуючого струму від 2 до 20 А. В цьому випадку труднощі, які пов'язані із спотвореннями у реальній мережі і реактивністю кола "фаза-нуль" компенсуються використанням процесорів для інтелектуальної обробки і фільтрації результатів вимірювань. По цьому шляху пішли більшість провідних фірм світу.

Шлях 1. При використанні струмів комутації близьких до струмів короткого замикання у приладі наявні такі фактори, що погіршують технічні, ергономічні та економічні показники приладу:

- збільшення габаритів і ваги приладу та під'єднувальних проводів;
- проблематичність при використанні його у слабкострумових мережах;

- необхідністю застосування спеціальних засобів захисту від ураження електричним струмом. При підвищеному опорі петлі "фаза-нуль" на зовнішній, по відношенню до приладу, ділянці кола виникає небезпечна напруга, тому передбачено автоматичне відключення при наявності великого опору петлі "фаза-нуль" або при її обриві;

- прилад може складати небезпеку і для електричної мережі, оскільки струм комутації близький до струму короткого замикання створює аварійну ситуацію для споживачів, що включені у дану мережу, пуско-захисної апаратури і систем контролю та обліку енергії;

- у момент включення і виключення навантаження мережа отримує електричний удар. У мережі виникає спектр частотних коливань, що призводить до викривлення результатів вимірювань, локального підвищення

напруг або струмів, що небезпечно для електромережі та оператора;

- точність вимірювань при опорі петлі "фаза-нуль" менше 0,1 Ом необхідно компенсувати вплив опору проводів приладу та контактів приєднання, а також вплив температури нагрівання приладу та проводів;

- випробовування мережі струмом близьким до струму короткого замикання є для мережі "шоковим" ударом, що робить проблемним багатократність вимірювання.

Шлях 2. При використанні невеликих струмів комутації у мережах 2 ... 20А вдається уникнути вказаних недоліків за рахунок таких заходів:

- для вимірювання напруги застосовуються швидкодіючі АЦП, які проводять запит сигналу з частотою близькою до 10 кГц. Інтегрування даних багаторозрядного АЦП здійснюється методами модифікованої апроксимації, що дозволяє виміряти діюче значення напруги і уникнути впливу нелінійних викривлень у реальних електричних мережах;

- для зменшення похибки вимірювання напруги на навантаженні від перехідних процесів, навантаження включається у момент переходу напруги мережі через кут φ (струм у цій точці рівний нулю). При цьому вплив перехідних процесів практично дорівнює нулю. Для вказаного діапазону струмів комутації вплив перехідного процесу усувається також вибором фіксованого часу початку комутації;

- зменшення струмів комутації майже до нуля, удосконалення алгоритму вимірювань дало можливість створити прилади для вимірювання петлі "фаза-нуль" в мережах, які містять ПЗВ, а також вимірювати реактивні складові комплексного опору;

- висока точність та достовірність результатів вимірювань досягається також ще й тим, що в алгоритмах використовуються дані багаторозрядного АЦП з високою здатністю до сприйняття;

- можливість багатократності вимірювань з метою усереднення результатів та перевірки їх достовірності.

Прилади з невисоким опором комутації широко використовуються у всьому світі. Прилад ЕР 180 виробництва "СП МЕТРА УКРАИНА" (м. Житомир) признаний одним з кращих.

Більш досконалим приладом є прилад ЕР 180М. В приладі введена функція визначення очікуваного струму короткого замикання, підвищена точність вимірювання, значно зменшені габаритні розміри та маса.

Суттєвою відмінністю ЕР 180М від існуючих світових аналогів є те, що очікуваний струм короткого замикання визначається відносно вимірюної приладом діючої напруги мережі, що важливо для електромереж з викривленою формою кривої. Таким чином прилад типу ЕР 180М визначає

найбільш достовірне значення очікуваного струму короткого замикання для мереж з викривленою формою кривої.

Вимірювання повного опору петлі "фаза-нуль" виконується методом амперметра-вольтметра, вимірювачем опору М-417, а також вимірювачем струму к.з. типу Щ-4116О.

У випадку вимірів із вимкненою напругою використовують схему амперметра-вольтметра (рис. 4.2). Вона складається із однофазного трансформатора, реостата, вольтметра й амперметра. Виводи вторинної обмотки знижувального трансформатора підключають до фазного і нульового проводу випробуваної мережі безпосередньо біля силового трансформатора. Реостатом встановлюють силу струму, знімають показання амперметра і вольтметра і визначають опір петлі "фаза-нуль": $Z_n = U/I$. Дана схема не враховує опору силового трансформатора.

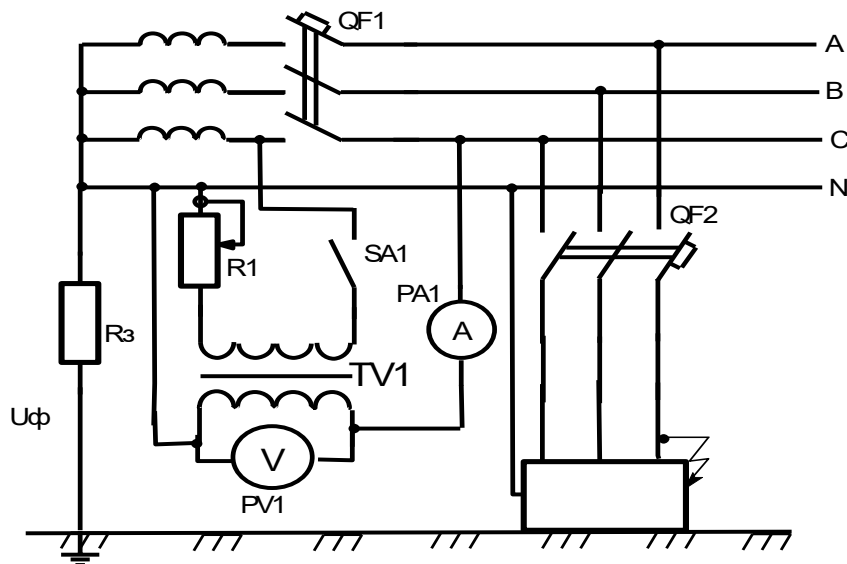


Рис. 4.2 – Схема вимірювання опору петлі "фаза-нуль" за методом амперметра-вольтметра

Для вимірювання опору петлі "фаза-нуль" за допомогою спеціальних приладів можна використовувати схему, яка наведена на рис. 4.3.

Для вимірювання опору петлі "фаза-нуль" у мережах напругою 380/220 В призначений прилад М-417, схема якого зображена на рис. 4.4. Приладом вимірюють опір у діапазоні від 0,1 до 2 Ом без вимикання живлення електроустановки, опір якої вимірюється. Принцип його роботи полягає в тому, що на короткий час робиться замикання фази на занулену частину через резистор R1. Спад напруги на R1 є різницею між фазною напругою і спадом напруги в колі "фаза-нуль". За постійних значень R1 і напруги живлення спад напруги на R1 залежить від опору петлі "фаза-нуль". Тому шкала

вимірювального приладу, приєднаного паралельно резистору R_1 , проградуєвана в омах.

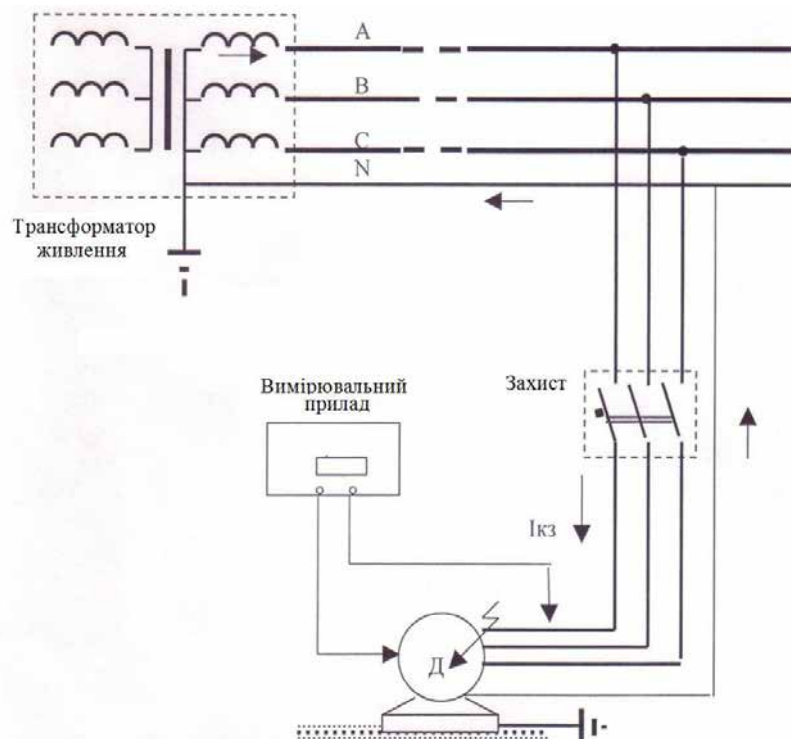


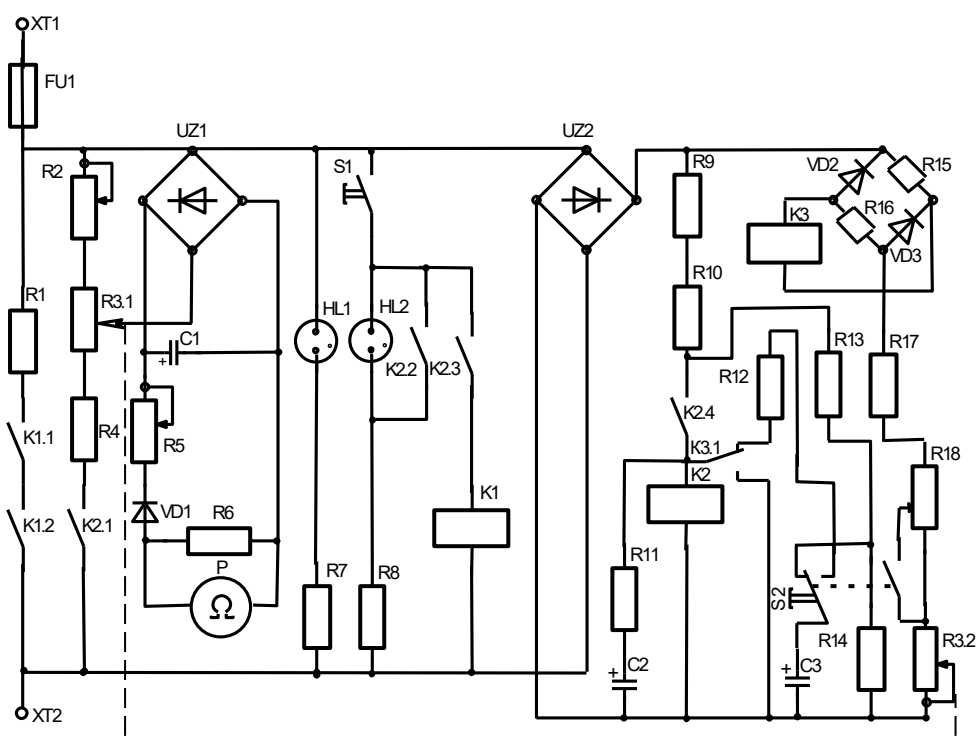
Рис. 4.3 – Схема вимірювання опору петлі "фаза-нуль" за допомогою спеціальних приладів

Щоб врахувати можливі зміни напруги мережі, перед вимірюванням прилад калібрують. Ручку "Калібровка" ставлять у крайнє ліве положення. З'єднувальні проводи приєднують до затискачів приладу. Потім один провід ХТ-1 за допомогою пружинного затискача приєднують до корпусу об'єкта, що перевіряють, а другий ХТ2 до однієї з фаз мережі живлення. Під час цього приєднання напругу на щиті вимикають, але якщо з приладом працюють дві людини з групою допуску електробезпеки III, допускається підключатись під напругою з використанням діелектричних рукавичок.

Після подання напруги загоряється сигнальна лампа. Якщо вона не загоряється, то в колі занулення є обрив. Одночасно із засвіченням сигнальної лампи заряджається конденсатор C_3 по колу: випрямляч UZ_2 , резистори R_2 , R_{10} , R_{13} , кнопка S_2 , випрямляч UZ_2 .



а



б

Рис. 4.4 – Прилад для вимірювання опору петлі "фаза-нуль" М-417

а – загальний вигляд; б – електрична принципова схема

Потім натискають кнопку S2 "Перевірка калібровки". Її контакти замикають коло розряду конденсатора C3 через обмотку реле K2, яке спрацьовує і замикає контактами K2.4 коло самоблокування, контактами K2.1 вмикає подільник напруги у схемі калібровки, контактами K2.3 готує до роботи реле K1, а контактами K2.2 шунтує сигнальну лампу HL2. За допомогою ручки

калібровки, змінюючи R3.1, встановлюють стрілку приладу Р на нуль. Одночасно змінюється опір регульованого резистора R3.2, який коректує поріг спрацьовування захисного реле К3, призначеного для автоматичного розмикання вимірювального кола у випадку появи на корпусі об'єкта напруги більше 36 В, що можливо при опорі кола "фаза-нуль" більше 2 Ом. У цьому випадку загоряється сигнальна лампа HL1 – $Z > 2 \text{ Ом}$ ".

Потім натискають кнопку S1 "Вимірювання" і списують показання вимірювального приладу. Реле К1 спрацьовує і вмикає навантажувальний резистор R1, напруга з якого надходить на подільник у колі калібровки, вимірювальний пристрій Р і випрямляч UZ2, що живить схему захисту від виникнення на корпусі об'єкта небезпечної напруги. Якщо така напруга на корпусі виникла ($Z > 2 \text{ Ом}$), то струм через резистор R1 і падіння напруги на ньому зменшується. Від цього в діагоналі моста виникне напруга такої полярності, що поляризоване реле К3 перемкне свій контакт К3.1, шунтуючи обмотку реле К2.

Остання розімкне коло калібровки і дешунтує сигнальну лампу HL2 " $Z > 2 \text{ Ом}$ " контактами К2.1 і К2.2 відповідно і вимкне котушку реле К1 контактом К2.3, реле К1 вимкне резистор R1.

Розроблено прилад: вимірювач струму к.з. – переносний цифровий типу Щ 41160 (рис. 4.5), призначений для безпосереднього вимірювання сили струму однофазного к.з. петлі "фаза-нуль" у мережах напругою 380/220 В із глухозаземленою нейтраллю джерела живлення при значенні струмів к.з. 10 ... 1000 А. Прилад дозволяє орієнтовно оцінити силу струму к.з. 1 ... 2 кА.

На лицьовій панелі приладу знаходиться вікно цифрового індикатора і кнопки керування приладом: кнопка "ПТН" (живлення), кнопка "ПМТ" (пам'ять) і кнопка "ИЗМ" (вимірювання). На задній панелі приладу є затискачі для підключення до мережі "нуль", "фаза $r_{огр}$ " і "фаза". Якщо значення струму к.з. невідоме, спочатку до фазного проводу мережі підключають затискач приладу "фаза $r_{огр}$ ". У цьому випадку в коло вмикається струмообмежувальний резистор. Якщо вимірювальний струм не перевищує 535 А, від'єднують фазу мережі від даного затискача, приєднують її до затискача "фаза" і повторюють вимірювання (не раніше ніж через 15 хвилин).

Прилад вимірює реальний струм к.з., але з обмеженням часу його перебігу до 140 мс. Коротке замикання проводиться за допомогою тиристора через потужний шунт з малим опором, перепад напруги на якому вимірюється імпульсним вольтметром на мікросхемах з числовою індикацією в амперах.



Рис. 4.5 – Загальний вигляд переносний цифровий типу Щ 41160

Вимірювач параметрів кола "фаза-нуль" ЦК 0220 (рис. 4.6) призначений для вимірювання сили струму короткого замикання, повного електричного опору, напруги кола "фаза-нуль" у мережах змінного струму 220 В, частоти 50 Гц з глухозаземленою нейтраллю.



Рис. 4.6 – Загальний вигляд вимірювача параметрів кола "фаза-нуль" ЦК 0220

Технічні характеристики:

- струм короткого замикання ($I_{к.з.}$) у діапазоні 10 А – 10000 А з похибкою $\pm 5\%$ від вимірюваної величини;
- повний опір (Z) у діапазоні (0,022 – 22) Ом з похибкою $\pm 5\%$ від вимірюваної величини;
- напруга мережі (U) в діапазоні (180 – 245) В з похибкою $\pm 1\%$ від вимірюваної величини у колі "фаза-нуль" і "фаза-заземлення" частоти 50 Гц, 60 Гц, в яких кут зсуву фаз між струмом і напругою (φ) від 0 до 60 електричних градусів.

Вимірювач проводить розрахунок і індикацію наступних параметрів кола – активного опору R ; реактивного опору X ; кута зсуву фаз φ .

Вимірювач автоматично відключається від мережі живлення при появі у зовнішньому колі падіння напруги, що перевищує 36 В, зниженні напруги мережі менше 180 В, або перевищення напруги мережі більше 245 В.

Перевірка наявності кола між контуром заземлення та заземленими корпусами здійснюється за допомогою приладу М-372, ЭС0212, EP200.

Прилад М-372 дозволяє вимірювати опір від 0 до 50 Ом (перша поділка 0,1 Ом), а також виявити напругу на занулених корпусах обладнання напругою до 380 В (перша поділка 60 В). Під час вимірів електрик підвішує його горизонтально на грудях за допомогою пасів.

Вимірювання виконують у такій послідовності :

- приєднують струбцину до магістралі заземлення, а провідник – від затискача на струбцині – до затискача приладу;
- приєднують провідник від щупа до другого затискача приладу;
- натискають кнопку, конструктивно з'єднану з першим затискачем, а рукояткою змінного резистора домагаються встановлення стрілки на відмітку "∞". Якщо стрілка не доходить до цієї відмітки, замінюють акумулятор;
- відпустивши кнопку, торкаються щупом обладнання, яке має бути включене під напругою. Прилад у даному положенні працює як індикатор напруги (вольтметр низької точності з ціною поділки 60 В). Якщо стрілка приладу відхилиться від нуля хоч на частину першої поділки, то це значить, що у даного електроприймача пошкоджена ізоляція і по захисному провіднику перебігає струм. Тому не можна натискати кнопку приладу, щоб уникнути його пошкодження;
- якщо стрілка приладу не відхилилась, натискають кнопку і записують значення опору.

Характеристика інших приладів наведена також у дод. Н.

3. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПОЗААУДИТОРНОЇ ПІДГОТОВКИ

- 3.1. Детально вивчити розділ "Загальні теоретичні відомості".
- 3.2. Оформити звіт з лабораторної роботи, записавши її назву і мету, а також окремі витяги із розділу "Загальні теоретичні відомості".
- 3.3. Накреслити рис. 4.1, 4.2, 4.3 і табл. 4.1.

4. ОБЛАДНАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

На робочому місці повинні знаходитись: прилади для вимірювання опору петлі –фаза-нуль”; прилади для вимірювання струму к.з.; лабораторний стенд з приладами для вимірювання опору петлі –фаза-нуль”; омметр.

5. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ В ЛАБОРАТОРІЇ

5.1. Ознайомитись з обладнанням робочого місця і перевірити його наявність.

5.2. Нарисувати схему електричного кола петлі –фаза-нуль” для однієї фази.

5.3. Виміряти наявними приладами опір $Z_{\text{п}}$, визначити $I_{\text{к.з.}}$ і найбільш допустиме значення робочого струму $I_{\text{н.р.}}$, за якого дотримуються умови (4.1, 4.2). Результати занести в табл. 4.1.

5.4. Вибрати тип захисних апаратів для електроосвітлення та електродвигунів.

5.5. Перевірити наявність кола між контуром заземлення і заземленими корпусами за допомогою наявних приладів.

Таблиця 4.1 – Результати вимірювань і розрахунків ефективності занулення

Фаза	$Z_{\text{п}}$	$I_{\text{к.з.}}$	$\frac{I_{\text{к.з.}}}{I_{\text{н.р.}}}$	Тип захисного апарата	
				Електродвигун	Електроосвітлення
А					
В					
С					

6. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен містити: назву роботи і її мету; витяги із розділу –Загальні теоретичні відомості”; рис. 4.1, 4.2, 4.3 і табл. 4.1; виміряне значення опору петлі –фаза-нуль”; значення сили струму однофазного к.з., величину опору перехідного контакту між контуром заземлення та заземленими корпусами, а також дані захисних апаратів для електромережі.

7. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 7.1. В яких випадках захисне заземлення неефективне і потрібне використання захисного занулення?
- 7.2. Визначення занулення.
- 7.3. Які елементи включає в себе схема занулення?
- 7.4. Принцип дії захисного занулення.
- 7.5. Які частини електрообладнання підлягають зануленню?
- 7.6. Що може бути використано в якості нульового захисного провідника?
- 7.7. Чи допускається встановлення в нульовий захисний провід вимикачів або запобіжників?
- 7.8. В яких випадках виконується повторне заземлення нульового проводу?
- 7.9. У скільки разів струм однофазного к.з. у кінці захищеної ділянки лінії напругою 380/220 В повинен перевищувати номінальний струм автоматичного вимикача з тепловим розчіплювачем, щоб занулення було ефективним?
- 7.10. Як обчислити силу струму однофазного к.з. у випадку живлення від ТП 10/0,4 кВ?
- 7.11. Як визначити опір трансформатора за струмом однофазного к.з., якщо схема з'єднання обмоток Y/Y?
- 7.12. Як виміряти опір петлі "фаза-нуль" методом амперметра-вольтметра?
- 7.13. Як виміряти опір петлі "фаза-нуль" приладом М-417?
- 7.14. Як виміряти струм однофазного к.з. приладом Щ 41160?
- 7.15. Як перевірити наявність і опір кола між контуром заземлення та заземленим корпусом?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила улаштування електроустановок. – 3-є вид., перероб і доп. – К.: Мінпаливенерго. – 2011. – 736 с.
2. Охорона праці в галузі (Електробезпека): навч. посібник / М.О. Чуєнко, Р.М. Чуєнко, М.В. Брагіда. – Ніжин: Вид-во "ПП "Лисенко М.М.". – 2013. – 320 с.

Лабораторна робота № 5

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТРОЇВ ЗАХИСНОГО ВИМИКАННЯ

1. МЕТА РОБОТИ

1.1. Вивчити призначення та принцип дії пристроїв захисного вимикання.

1.2. Визначити величину струмів, які викликають спрацювання пристроїв захисного вимикання.

2. ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

2.1. Класифікація і принцип дії ПЗВ

Відомо, що однією із найважливіших є проблема захисту людей від ураження електричним струмом при експлуатації електрообладнання. Це особливо актуально при прямому дотику людини до електричного кола. Одним із шляхів захисту людей при прямому однополюсному включенні в електричний коло є використання пристроїв захисного вимикання (диференційний автоматичний вимикач). Такі пристрої бувають дуже різні за принципом дії, влаштуванню, призначенням і, звичайно, за своїми характеристиками.

Захисним вимиканням називається швидкодіючий захист, який забезпечує автоматичне вимикання електроустановки під час виникнення в ній небезпеки ураження електричним струмом. Така небезпека може виникнути у випадку:

- повного та неповного замикання фази на землю;
- зниження опору ізоляції;
- виходу з ладу заземлення (занулення), пристроїв захисного вимикання;
- дотику людини чи тварини до струмопровідної частини, яка знаходиться під напругою.

Диференційний автоматичний вимикач являє собою пристрій захисту, який спрацьовує при виникненні деякої різниці струмів фазного і нульового проводів. Це пристрій безперервно контролює, щоб векторна сума струмів живильної мережі системи дорівнювала нулю. Автоматичне відключення від мережі відбувається негайно при перевищенні певного порогу чутливості. Захист, що забезпечується диференційними автоматичними вимикачами, має

фундаментальне значення для використання в промисловості. Розрізняють пристрої наступного типу:

- термомагнітні диференційні автоматичні вимикачі;
- диференційні модулі;
- пристрої захисного відключення (ПЗВ).

Пристрій захисного вимикання (ПЗВ) – це швидкодіючий автоматичний вимикач, що реагує на диференційний струм у провідниках, що підводять електроенергію до електроустановки, яка захищається. При струмах перевантаження або коротких замикань необхідно використовувати ПЗВ спільно з автоматичними вимикачами або з запобіжниками, які захищають їх від термічних і динамічних перевантажень.

За видом вхідного сигналу бувають ПЗВ, які реагують на:

- струм нульової послідовності;
- напругу нульової послідовності;
- суму, різницю, фазове співвідношення між струмом і напругою нульової послідовності (або виділених гармонік напруги та струму), а також між струмом і напругою нульової послідовності, фазними напругами мережі;
- струм витікання;
- напругу корпусу відносно землі;
- оперативний струм (постійний, змінний непромислової частоти), який накладається на робочий струм електроустановки;
- два і більше наведених факторів (багатофакторний) ПЗВ.

Класифікація ПЗВ відповідно до ГОСТу 12.4.155-85 наведена на рис. 5.1.

У мережах з глухозаземленою нейтраллю використовуються ПЗВ за струмом витікання на землю, які реагують на струм нульової послідовності, і тому у подальшому будуть розглядатись тільки ПЗВ цього типу.

До пристроїв захисного вимикання ставиться цілий ряд вимог, які регламентуються нормативними документами ДСТУ 3025-95; МЭК 898; МЭК 755; МЭК 1008:

- достатньо висока чутливість (встановлення високочутливих пристроїв забезпечує безпечний дотик людини до фази);
- короткий час вимикання (період з моменту виникнення ненормального режиму до вимикання установки комутаційним апаратом), який значно підвищує ступінь безпеки.

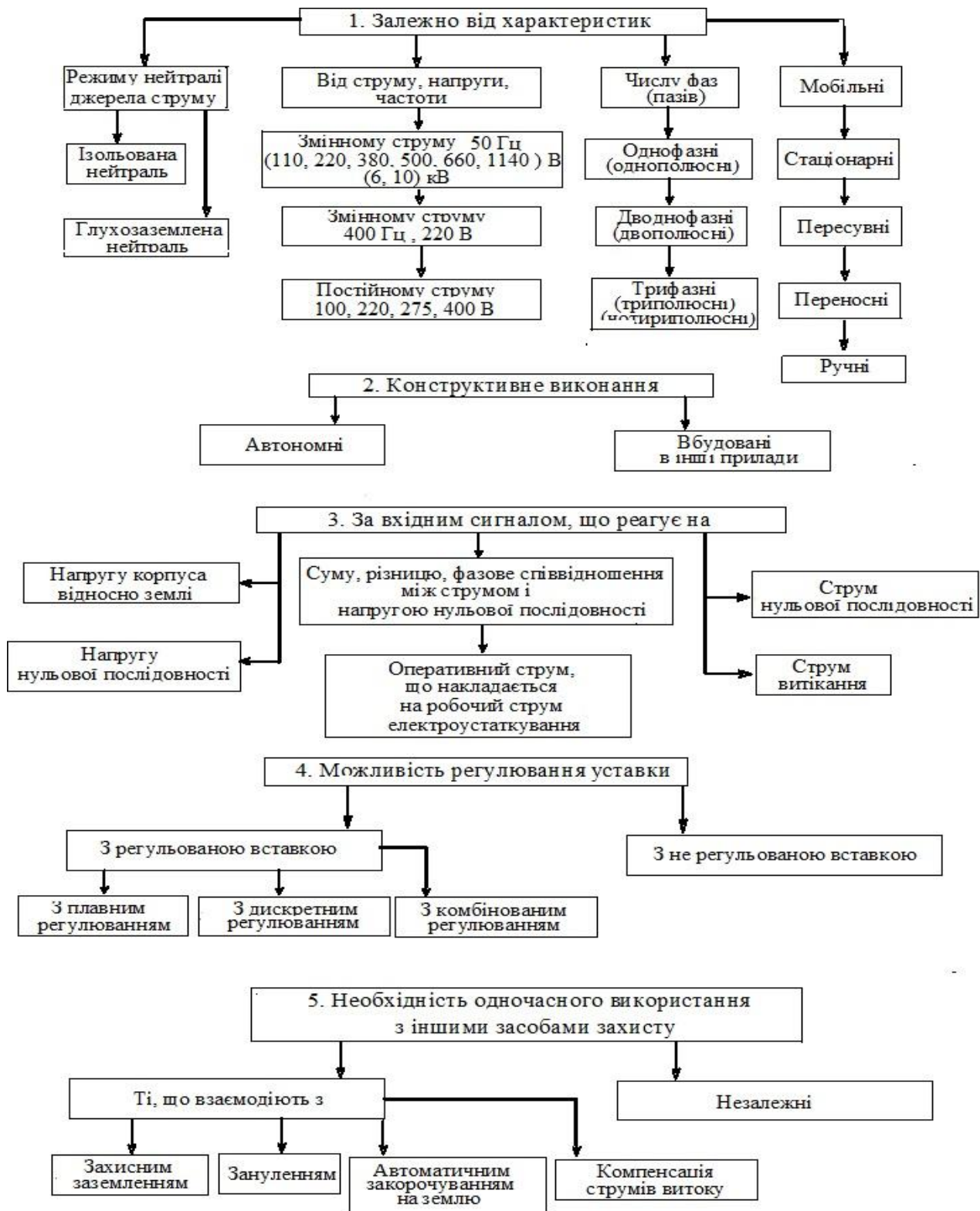


Рис. 5.1 – Класифікація пристроїв захисного вимикання

За ступенем чутливості ПЗВ розрізняють:

- з низькою чутливістю ($> 30\text{mA}$): узгоджуються опором установки і заземлення за формулою $I_{\Delta l} < U_{\text{дот}} / R_{PE}$ (рис. 5.2) (де $U_{\text{дот}} = 50\text{ В}$ – безпечна напруга дотику) для створення примусового контуру протікання струму замикання на землю з метою забезпечити захист від непрямого дотику до струмоведучих частин електроустановки у разі замикання на неї фазного проводу шляхом відключення струму замикання за безпечний час (відповідно до ПУЕ – 0,1 с);

- диференційні вимикачі з високою чутливістю (до 30 mA): використовуються для захисту від прямого дотику, тобто від безпосереднього дотику до струмоведучих частини. Відключається струм (рис. 5.2), що протікає від струмоведучих частини на землю через тіло людини. Такі ПЗВ мають також фізіологічну чутливість, так як людина, яка випадково дотикається до деталі під напругою, перешкоджає проходженню струму до землі через електричний опір свого тіла, то вимикач повинен спрацювати при перевищенні величини напруги безпеки і знеструмити коло за дуже короткий час.

Потрібно мати на увазі, що пристрої захисного вимикання (ПЗВ), які випускаються в даний час, не можуть захистити людей і тварин при двополюсному їх дотику до струмопровідних частин електроустановок, а також від електричного потенціалу, занесеного по нульовому проводу ззовні.

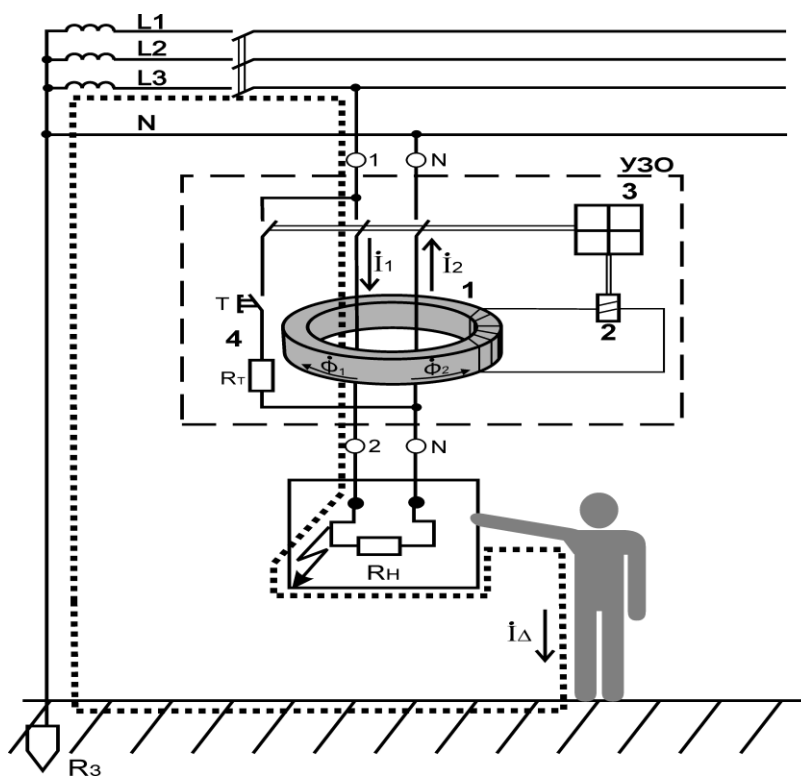


Рис. 5.2. – Загальний вигляд принципу роботи ПЗВ

Пристрої захисного вимикання, що реагують на диференційний струм, поряд з пристроями захисту від надструму, відносяться до додаткових видів захисту людини від ураження при непрямому дотику, що забезпечується шляхом автоматичного відключення живлення. Захист від надструму (при застосуванні захисного занулення) забезпечує захист людини при непрямому дотику – шляхом відключення автоматичними вимикачами або запобіжниками пошкодженої ділянки кола при короткому замиканні на корпус.

При малих струмах замикання (зниженні рівня ізоляції, при обриві нульового захисного провідника) занулення недостатньо ефективне, тому у цих випадках ПЗВ є єдиним засобом захисту людини від електричного ураження.

Іншою не менш важливою властивістю ПЗВ є його здатність здійснювати захист від загорянь і пожеж, що виникають на об'єктах внаслідок можливих пошкоджень ізоляції, несправностей електропроводки та електрообладнання.

Діючі ПЗВ забезпечують час вимикання у межах 0,05 ... 0,2 с; селективність (вибірковість) дії – можливість вимикати від мережі тільки дану установку для збереження її від пошкоджень (тільки окремі схеми захисного вимикання мають селективність); автоматичний самоконтроль можливість реагувати на несправності в середині самого пристрою шляхом вимикання даного об'єкта, що мають далеко не всі схеми.

Самоконтроль обов'язковий для пристроїв, які використовуються замість заземлення або занулення, оскільки у випадку пошкодження таких пристроїв виникає реальна небезпека ураження електричним струмом.

Ще одна вимога – достатня надійність: постійна готовність до дії, здатність спрацювати під час пошкоджень в електроустановках, пов'язаних з небезпекою ураження електричним струмом, і не допускати помилкових спрацювань.

ПЗВ можуть використовуватись у мережах будь-якої напруги з будь-яким режимом нейтралі, однак поширені вони у мережах напругою до 1000 В.

Номенклатура електроустановок, де бажано застосувати ПЗВ, дуже велика, але слід виділити з неї пересувні та стаціонарні електроустановки, розміщені в районах з ґрунтами малої провідності, а також випробувальні пристрої, де важко виконати ефективні заземлення або занулення та висока ймовірність випадкового дотику людини до струмопровідних частин.

Щоб ПЗВ виконував свою основну функцію (захист від ураження електричним струмом), необхідно щоб він виключав захищені ділянки мережі чи електроустановки при досягненні струмом значень основних критеріїв електробезпеки – порогового невідпускаючого струму протягом відповідного

періоду часу.

Залежність допустимого порогового струму для людини та великої рогатої худоби від тривалості дії струму зображена на рис. 5.3. Шляхом апроксимації даних залежностей отримані вирази для розрахунку часу спрацювання $t_{спр.л}$ пристрою захисного вимикання для людини:

$$t_{спр.л} < \frac{1}{20I_{л.мах}}, \text{ с}, \quad (5.1)$$

для тварин:

$$t_{спр.тв.} < \frac{16}{100I_{тв.мах}}, \text{ с}, \quad (5.2)$$

де $I_{л.мах}$, $I_{тв.мах}$ – відповідно максимально допустимі значення сили струму для людини і тварини, А.

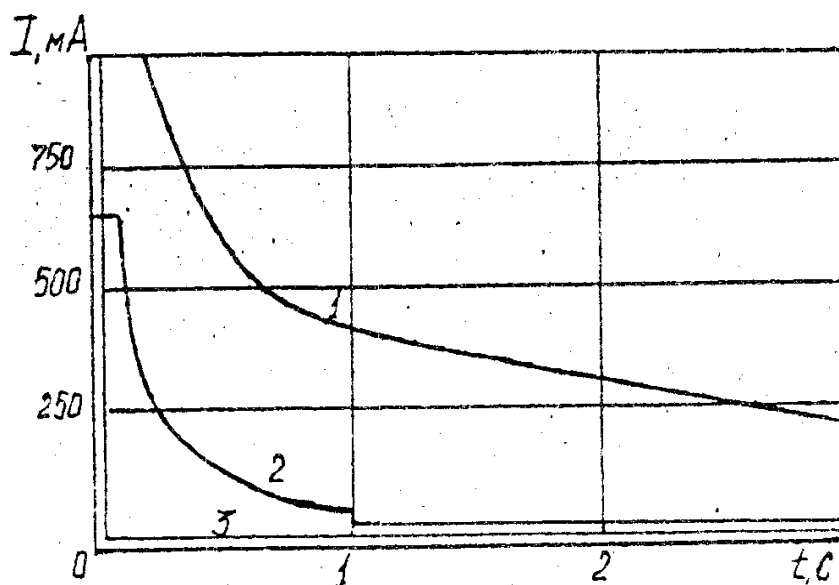


Рис. 5.3 – Залежність допустимого порогового струму для великої рогатої худоби (1) і людини (2) від тривалості його дії

Основні функціональні блоки ПЗВ представлені на рис. 5.2.

Найважливішим функціональним блоком ПЗВ є диференціальний трансформатор струму 1 (трансформатор струму нульової послідовності (рис. 5.4).

Пусковий орган (пороговий елемент) 2 виконується, як правило, на чутливих магнітоелектричних реле прямої дії або електронних компонентах.

Виконавчий механізм 3 включає в себе силову контактну групу з механізмом приводу.

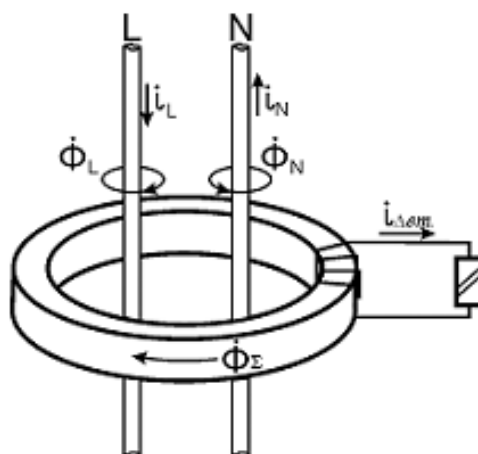


Рис. 5.4 – Диференційний трансформатор струму

Слід зазначити, що до магнітного осердя трансформатора струму електромеханічного ПЗВ пред'являються надзвичайно високі вимоги щодо його якості – висока чутливість, лінійність характеристики намагнічування, температурна і тимчасова стабільність тощо.

З цієї причини для виготовлення осердь трансформаторів струму, що застосовуються при виробництві ПЗВ, використовується спеціальне високоякісне аморфне (некристалічні) залізо.

Пристрої, в яких сигнал із трансформатора струму витікання (ТСВ) йде безпосередньо на котушку розчіплювача захисного апарата, а перетворювач відсутній, називаються *пристроями прямої дії*. Пристрої побічної дії – це пристрої захисного вимикання, які мають датчик, перетворювач та виконавчий орган. Принципова схема роботи ПЗВ, що реагує на струм витікання, зображена на рис. 5.2.

У нормальному режимі, за відсутності диференційного струму – струму витоку, у силовому колі по провідниках, що проходять крізь вікно магнітопровода трансформатора струму 1 протікає робочий струм навантаження. Провідники, що проходять крізь вікно магнітопровода, утворюють зустрічно включені первинні обмотки диференціального трансформатора струму.

Якщо позначити струм, що протікає за напрямком до навантаження, як I_1 , а від навантаження як I_2 , то можна записати рівність:

$$I_1 = I_2. \quad (5.3)$$

Рівні струми у зустрічно включених обмотках наводять у магнітному осерді трансформатора струму рівні, але векторно зустрічно направлені магнітні потоки Φ_1 і Φ_2 .

Результуючий магнітний потік дорівнює нулю, струм у вторинній обмотці диференційного трансформатора також дорівнює нулю.

Пусковий орган 2 знаходиться у цьому випадку у стані спокою.

При дотику людини до відкритих струмопровідних частин або до корпусу електроприймача, на який стався пробій ізоляції, по фазному провідникові через ПЗВ крім струму навантаження I_1 протікає додатковий струм – струм витоку (I_Δ), що є для трансформатора струму диференційним (різницевим).

Нерівність струмів у первинних обмотках ($I_1 + I_\Delta$ у фазному провіднику і I_2 , рівний I_1 , у нульовому робочому провіднику) викликає небаланс магнітних потоків і, як наслідок, виникнення у вторинній обмотці трансформованого диференційного струму.

Якщо цей струм перевищує значення уставки пирогового елемента пускового органу 2, останній спрацьовує і впливає на виконавчий механізм 3.

Виконавчий механізм, зазвичай складається з пружинного приводу, спускового механізму і групи силових контактів, розмикає електричне коло. В результаті електроустановка, що захищається ПЗВ знеструмлюється.

Для здійснення періодичного контролю справності (працездатності) ПЗВ передбачено коло тестування 4.

При натисканні кнопки "Тест" штучно створюється диференційний струм і пристрій відключає. Спрацювання ПЗВ означає, що воно в цілому справне.

2.2 Типи ПЗВ

За умовами функціонування при наявності складової постійного струму ПЗВ поділяються на:

- типу АС – пристрій захисного відключення, що реагує на змінний синусоїдальний диференціальний струм, що виникає раптово, або повільно зростаючий;
- тип А – пристрій захисного відключення, що реагує на змінний синусоїдальний диференційний струм і пульсуючий постійний диференційний струм, що виникають раптово, або повільно зростаючі;
- тип В – пристрій захисного відключення, що реагує на змінний, постійний і випрямлений диференціальні струми;
- тип S – пристрій захисного відключення, селективне (з витримкою часу відключення).

Принципове значення при розгляді конструкції ПЗВ має поділ пристроїв

за способом технічної реалізації на наступні два типи:

ПЗВ, функціонально не залежать від напруги живлення (електромеханічне). Джерелом енергії, необхідної для функціонування – виконання захисних функцій, включаючи операцію відключення, є для влаштування сам сигнал – диференційний струм, на який воно реагує;

ПЗВ, функціонально залежні від напруги живлення (електронні). Їх механізм для виконання операції відключення потребує енергії, що отримується або від контрольованої мережі, або від зовнішнього джерела.

Застосування пристроїв, функціонально залежних від напруги живлення, більш обмежена в силу їх меншою надійності на які впливають зовнішні фактори тощо.

Однак основною причиною меншого поширення таких пристроїв є їх непрацездатність при обриві нульового провідника у колі до ПЗВ у напрямку до джерела живлення. У цьому випадку "електронне" ПЗВ, не маючи живлення, не функціонує, а на електроустановку по фазному провідникові виноситься небезпечний для життя людини потенціал.

Існує клас приладів – ПЗВ з вбудованим захистом від надструмів, так звані "комбіновані" ПЗВ.

Конструктивною особливістю ПЗВ з вбудованим захистом від надструмів є те, що механізм розмикання силових контактів запускається при впливі на нього будь-якого з трьох елементів – котушки з осердям струмової відсічки, що реагує на струм короткого замикання, біметалевої пластини, яка реагує на струми перевантаження і магнітоелектричного розщеплювача, який реагує на диференційний струм.

2.3. Нормовані параметри ПЗВ

В даний час параметри ПЗВ нормуються за наступними параметрами:

- *номінальна напруга* U_n – діюче значення напруги, при якій забезпечується працездатність ПЗВ ($U_n = 220, 380$ В);
- *номінальний струм* I_n – значення струму, яке ПЗВ може пропускати у тривалому режимі роботи ($I_n = 6; 16; 25; 40; 63; 80; 100; 125$ А);
- *номінальний відключаючий диференційний струм* $I_{\Delta n}$ – значення диференціального струму, яке викликає відключення ПЗВ при заданих умовах експлуатації ($I_{\Delta n} = 0,006; 0,01; 0,03; 0,1; 0,3; 0,5$ А);
- *номінальний невідключаючий диференційний струм* $I_{\Delta n0}$ – значення диференціального струму, яке не викликає відключення ПЗВ при заданих умовах експлуатації ($I_{\Delta n0} = 0,5 I_{\Delta n}$);

– *граничне значення невідключання надструму* I_{nm} – мінімальне значення невідключання зверхструму при симетричному навантаженні двох і чотирьохполюсних ПЗВ або несиметричного навантаження чотирьохполюсних ПЗВ ($I_{nm} = 6 I_n$);

– *надструм* – будь струм, який перевищує номінальний струм навантаження;

– *номінальна включаюча і відключаюча здатність* (комутаційна здатність) I_m – діюче значення очікуваного струму, який ПЗВ здатний включити, пропускати протягом свого часу розмикання і відключити при заданих умовах експлуатації без порушення його працездатності (мінімальне значення $I_m = 10I_n$ або 500 А (вибирається більше значення));

– *номінальна включаюча і відключаюча здатність за диференційним струмом* $I_{\Delta m}$ – діюче значення очікуваного диференціального струму, яке ПЗВ здатне включити, пропускати протягом свого часу розмикання і відключити при заданих умовах експлуатації без порушення його працездатності (мінімальне значення $I_{\Delta m} = 10I_n$ або 500 А (вибирається більше значення));

– *номінальний умовний струм короткого замикання* I_{nc} – діюче значення очікуваного струму, яке здатне витримати ПЗВ, що захищається пристроєм захисту від коротких замикань, при заданих умовах експлуатації, без незворотних змін, які порушують його работоздатність ($I_{nc} = 3000; 4500; 6000; 10000$ А);

– *номінальний умовний диференційний струм короткого замикання* $I_{\Delta c}$ – діюче значення очікуваного диференціального струму, яке здатне витримати ПЗВ, що захищається пристроєм захисту від коротких замикань при заданих умовах експлуатації без незворотних змін, що порушують його працездатність ($I_{\Delta c} = 3000; 4500; 6000; 10000$ А);

– *номінальний час відключення* T_n – проміжок часу між моментом раптового виникнення вимикаючого диференційного струму і моментом гасіння дуги на всіх полюсах.

2.4. Вибір ПЗВ

Вибір уставок пристроїв захисного вимикання здійснюють, виходячи із допустимої напруги дотику:

$$U_{\text{доп.дот.}} > I_l \cdot R_l, \quad (5.4)$$

де I_l – струм, який проходить через людину, А;

$R_{\text{л}}$ – опір тіла людини, Ом.

Із рівняння (5.4) отримаємо струм уставки:

$$I_y = \frac{U_{\text{доп.доп.}}}{R_{\text{л}}} \cdot k_{\text{mm}} \quad (5.5)$$

де k_{mm} – коефіцієнт трансформації трансформатора струму нульової послідовності.

У табл. 5.1. наведено уставки для пристроїв захисного вимикання залежно від струму навантаження та місця встановлення ПЗВ.

Таблиця 5.1. – Рекомендовані значення уставок ПЗВ для мережі 380/220 В із глухозаземленою нейтраллю, А

Споживач	Уставка за номінального струму навантаження у зоні захисту, А								
	10	25	40	63	100	160	250	400	630
Одиничний	0,01	0,01	0,03	0,03	0,1	0,3	0,5	0,5	1,0
Груповий	0,01	0,03	0,03	0,1	0,3	0,5	0,5	1,0	1,0

2.5. Приклади ПЗВ, що використовуються у промисловості

Промисловість випускає різні типи ПЗВ. На зміну найпоширенішим у сільському господарстві пристроям захисного вимикання ЗОУП-25, РУД-0,5 прийшли ПЗВ-2001, ПЗВ-2002 Української електротехнічної корпорації "Аско-УкрЕМ", ВД 1-63 корпорації ІЭК та прилади аналогічного виконання закордонних електротехнічних компаній.

Дво- три- і чотириполюсні пристрої захисного відключення УкрЕМ ПЗВ-2001 і ПЗВ 2002 застосовуються в низьковольтних електричних колах промислового та побутового призначення для захисту від ураження електричним струмом у випадку попадання людини під напругу. ПЗВ служить також для запобігання загорань та пожеж, які можуть бути викликані струмами витікання та замикання на землю.

ПЗВ під'єднуються до електричної мережі послідовно з автоматичним вимикачем. Тип захисту – "С", що реагує тільки на диференціальний синусоїдальний струм. Для перевірки працездатності необхідно натиснути кнопку "Тест". Відключення ПЗВ свідчить про справність пристрою.

Принцип дії ґрунтується на фіксації диференційного струму (різниці між прямим та зворотним струмом), який виникає при витіканні його на землю.

Датчиком наявності струмів витікання є диференціальний трансформатор струму, сигнал з якого надходить на пристрій роз'єднувача силових контактів, які розмикають одночасно фазні та нульовий контакти.

Конструкція і робота УкрЕМ. ПЗВ-2001 виконаний у корпусі 1 (рис. 5.5, 5.6) із термостійкої пластмаси і має замок 2 для монтажу на 35 мм DIN-рейку.

Сума струмів, що перебігають через диференційний трансформатор 3 у врівноваженому стані дорівнює нулю. При виникненні пошкодження (поява струму витікання), індукується у вторинній обмотці струм, який підсилюється підсилювачем потужності 4, і комутує виконавчий соленоїд 5, який роз'єднує відключення силових контактів.



Рис. 5.5 – Пристрій захисного вимикання

Дугогасильна камера 7, яка складається із пластин, суттєво підвищує комутаційну зносостійкість, поліпшує граничну комутаційну здатність. Надійний контакт забезпечує зажим 8.

ПЗВ-2002. Принциповою відмінністю та перевагами є відсутність підсилювача потужності (склад матеріалу сердечника та співвідношення витків трансформатора підібрані так, що при досягненні номінального струму витікання в первинній обмотці, на вторинній обмотці рівень ЕРС досягає достатньої величини для включення соленоїда роз'єднувача.

ПЗВ-2001, ПЗВ-2002 захищає людину від:

- безпосереднього доторкання людини до струмоведучих частин;
- обриву захисного проводу (N-проводу);
- неправильного підключення штепсельної розетки або електроспоживачів класу 1;
- падіння електроспоживача у воду.

Увага! Пристрій захисного вимикання УкрЕМ ПЗВ-2002 – це

електромеханічний пристрій, який не має власного споживання електроенергії. ПЗВ зберігає працездатність при будь-яких коливаннях напруги і навіть при її відсутності.

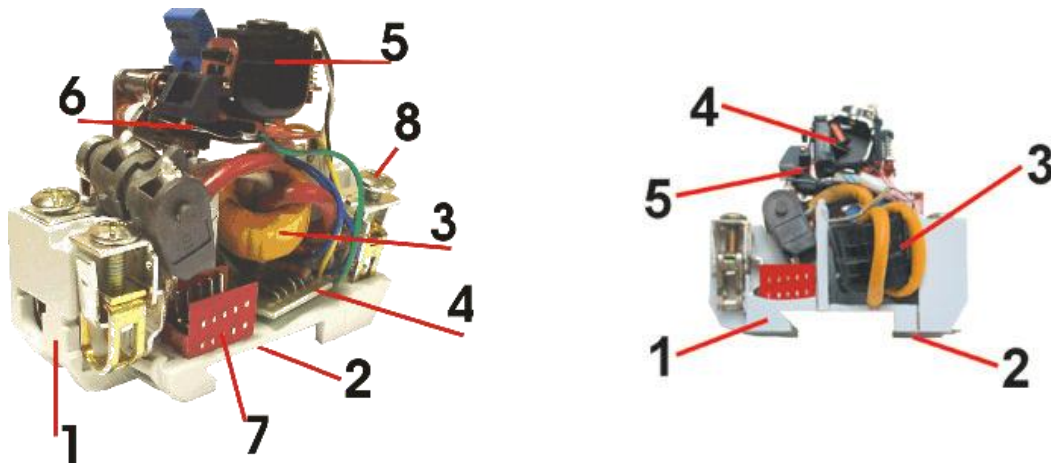


Рис. 5.6 – Конструктивне виконання ПЗВ – 2001:

а – загальний вигляд; б – електромеханічне ПЗВ

Для забезпечення нормальної роботи необхідно під'єднання виконувати одножильним проводом. Категорично забороняється в один затискач встановлювати проводи різного діаметра (допускається тільки при можливості надійної звивки). У випадку виконання монтажу багатожильним проводом необхідно зробити його надійну звивку із залуженням контактних проводів або установки наконечника.

Диференціальні вимикачі УкрЕМ ДВ-2002 і УкрЕМ ДВ-2006 являють собою комбінацію двох електротехнічних пристроїв: пристрою захисного виключення і автоматичного вимикання. Призначені для захисту низьковольтних електричних кіл від перевантаження, струмів короткого замикання, струмів витікання у випадку пошкодження ізоляції, потенційної можливості викрадення електричної енергії та захисту людини у разі доторкання її до струмоведучих частин.

Принцип дії ґрунтується:

- на фіксації диференційного струму, який виникає при витіканні на землю як і в ПЗВ;
- на нагріванні біметалевої пластини струмами навантаження;
- на русі сердечника соленоїда, який діє на ричав механізму розчеплення.

Переносні пристрої захисного вимкнення типу УЗО- ДПА 16, УЗО- ДПА 16В та УЗО- ДПВ 16 керовані диференційним струмом торгової марки "ИЭК",

керовані диференційним струмом, призначені для побутового використання як переносні пристрої захисного вимкнення в однофазних електричних мережах змінного струму напругою не більше 230 В частотою 50 Гц із номінальним струмом кола не більше 16 А.

Пристрої забезпечують:

- захист людей від ураження електричним струмом при дотику до однофазної струмопровідної ділянки;
- захист людей від ураження електричним струмом при непрямому дотику до доступних струмопровідних частин електроустановок, що опинились під напругою при пошкодженні ізоляції;
- захист від пожеж, що виникають внаслідок тривалого протікання струмів витоку на землю.

До таких пристроїв під'єднуються побутові і аналогічні електроприлади: холодильники, електроводонагрівачі, фени, пральні машини, ручний електроінструмент тощо.

Аналогічні пристрої диференційного захисту від струмів витікання у разі пошкодження ізоляції електроустановок випускають і інші провідні компанії світу. Принцип роботи та характеристики їх подібні.

3. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПОЗААУДИТОРНОЇ ПІДГОТОВКИ

3.1. Детально вивчити розділ "Загальні теоретичні відомості", а також ознайомитися з матеріалами по темі лабораторної роботи, викладеними в літературних джерелах (див. список літератури).

3.2. Оформити звіт з лабораторної роботи, записавши її назву, мету, а також виписки з розділу "Загальні теоретичні відомості".

3.3. Накреслити рис. 5.1, 5.2, 5.3, 5.7.

4. ОБЛАДНАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

На робочому місці повинні знаходитись: пристрої захисного вимикання, стенд для випробування параметрів ПЗВ; знижувальний трансформатор 220/24 В.

5. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

5.1. Оскільки ПЗВ живляться від мережі трифазного змінного струму напругою 380/220 В, під час виконання роботи в лабораторії необхідно суворо дотримуватися правил техніки безпеки:

- вмикати схему в мережу тільки з дозволу викладача;
- перед вмиканням схеми прибрати все зайве з робочого місця та попередити про подання напруги всіх, хто знаходиться на робочому місці;
- під час пошуку несправностей у схемі користуватися вольтметром на 450 (600) В, застосовувати контрольну лампу забороняється.

5.2. Ознайомитись з електричною схемою стенда (рис. 5.7, 5.8) та змістом роботи.

5.2.1. Стенд призначений для моделювання струмів витікання з фазних проводів на землю та нульовий захисний провід, струмів ураження, що перебігають через тіло людини при доторканні до фазного та нульового проводу електромережі, а також визначення ефективності роботи ПЗВ (рис. 5.7, 5.8).

У стенді змонтовані відносно землі: ємності і опори фазних проводів C_A , C_B , C_C , R_A , R_B , R_C , які імітують струми витікання при пошкодженні ізоляції електромережі; опір заземлення на підстанції R_z , і опір повторного заземлення нульового проводу R_n ; пристроїв захисного відключення двохполюсного, чотириполюсного та диференційного вимикача. Стенд працює на зниженій напрузі 36/24 В, що дозволяє забезпечити достатню безпеку при роботі. З цією метою використовується знижувальний трансформатор.

На панелі стенда встановлені контактні клеми, до яких приєднуються прилади для вимірювання електричних величин: опору людини, струму витікання на землю і нульовий провід, струму ураження людини, напруг між фазами та нульовим проводом.

На стенді можна задавати різні варіанти навантаження, вимірювати напругу між фазами та фазами і нулем, визначати струми витікання і досліджувати ефективність роботи ПЗВ та струми ураження людини.

5.3. Випробувати ефективність роботи двополюсного ПЗВ.

5.3.1. Дослідити ефективність захисного вимикання двополюсного пристрою захисного відключення типу ПЗВ-2001-2р/25/30.

5.3.1.1. Зібрати схему відповідно до рис. 5.7, та перевірити на спрацювання захисний пристрій, натиснувши кнопку "Тест". Пристрій повинен спрацювати і відключити електромережу від споживача.

5.3.1.2. Створити умови ураження людини електричним струмом. При цьому електрична мережа працює в режимі глухозаземленої нейтралі. Опір $R_{\text{л}}$ за допомогою перемикача SA18 під'єднати до відповідної фази (згідно із схемою, для навантаження R_4 це фаза C). Змінюючи плавно опір $R_{\text{л}}$ досягти спрацювання захисного апарата. Записати струм спрацювання у табл. 5.2. Зробити три повторності. За допомогою омметра виміряти опір $R_{\text{л}}$.

5.3.1.3. Створити умови витікання струмів в електричній мережі. Для цього необхідно опір $R_{\text{в}}$ під'єднати до нульового проводу, який від'єднують від ПЗВ. Змінюючи величину опорів R_4 та $R_{\text{в}}$ досягти спрацювання захисного пристрою. За допомогою міліамперметра виміряти струм спрацювання. Записати струм спрацювання в табл. 5.2. Зробити три повторності. Після закінчення дослідів заміряти опір $R_{\text{в}}$.

5.3.1.4. Створити умови витікання струмів в електричній мережі за допомогою ємностей. Для цього необхідно батарею ємностей під'єднати до фази, яка живить навантаження (паралельно опору R_4). Змінюючи величину ємності досягти спрацювання захисного пристрою. Записати струм спрацювання у табл. 5.2.

5.3.2. Дослідити ефективність захисного вимикання чотирьополюсного пристрою захисного відключення типу ПЗВ-2001-4р/25/30.

5.3.2.1. Зібрати схему відповідно до рис. 5.8, та перевірити на спрацювання захисний пристрій, натиснувши кнопку "Тест". Пристрій повинен спрацювати і відключити електромережу від споживача.

5.3.2.2. Створити асиметрію перебігу струмів у електричній мережі, змінюючи опори R_1, R_2, R_3 , (для схеми Δ вимикачі SA4, SA5, SA6 вимкнені) та R_4, R_5, R_6 (для схеми Y вимикачі SA1, SA2, SA3 вимкнені). Перевірити спрацювання захисного пристрою.

5.3.2.3. Від'єднати N-провід від ПЗВ і виконати операції за п.5.3.2.2.

5.3.2.4. Включити вимикач SA4 і змінюючи опір резистора R_4 перевірити спрацювання захисного пристрою. Вимкнути перемикач SA4. Аналогічні дії провести для навантаження R_5 та R_6 . Перевірку провести при приєднаному N-проводі до ПЗВ та від'єднаному. Відключити апарат захисту.

5.3.2.5. Перевірити захисну дію при доторканні людини до струмопровідних частин. Опір $R_{\text{л}}$ встановити у максимальне положення і, перемикаючи тумблер SA18 та змінюючи опір $R_{\text{л}}$ досягти спрацювання захисту на всіх фазах. Записати струми спрацювання у табл. 5.2.

Ці струми імітують струми ураження людини у випадку, якщо б вона доторкнулась до струмоведучих частин.

5.3.2.6. Перевірити захисну функцію при наявності струмів витоку. Струми витоку виникають при пошкодженні ізоляції фазних проводів, обриві нульового проводу або поганому з'єднанні нульового проводу.

5.3.2.6.1. Обірвати нульовий провід на виході ПЗВ і з'єднати його з "землею". Виконати операції за п.5.3.2.2 та 5.3.2.4. Впевнитись у тому, що при обриві нульового проводу захист спрацює.

5.3.2.6.2. Перевірити спрацювання захисного пристрою при наявності ємнісних струмів витоку. Для цього до електричної мережі та "землі" під'єднати конденсаторні батареї. Змінюючи величини ємності, зняти залежність $I_e = f(C)$ до спрацювання захисту. Дослід повторити для всіх положень перемикача SA18.

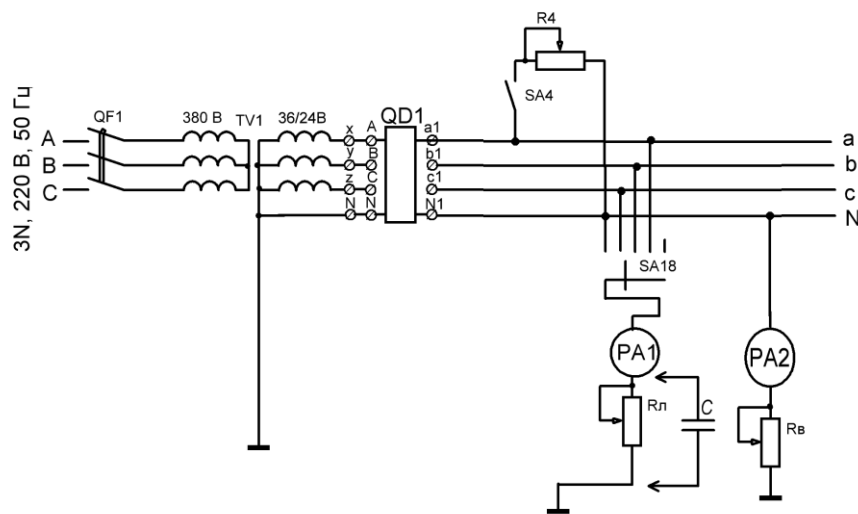


Рис. 5.7 – Схема стенда для дослідження 1-фазного пристрою захисного вимикання

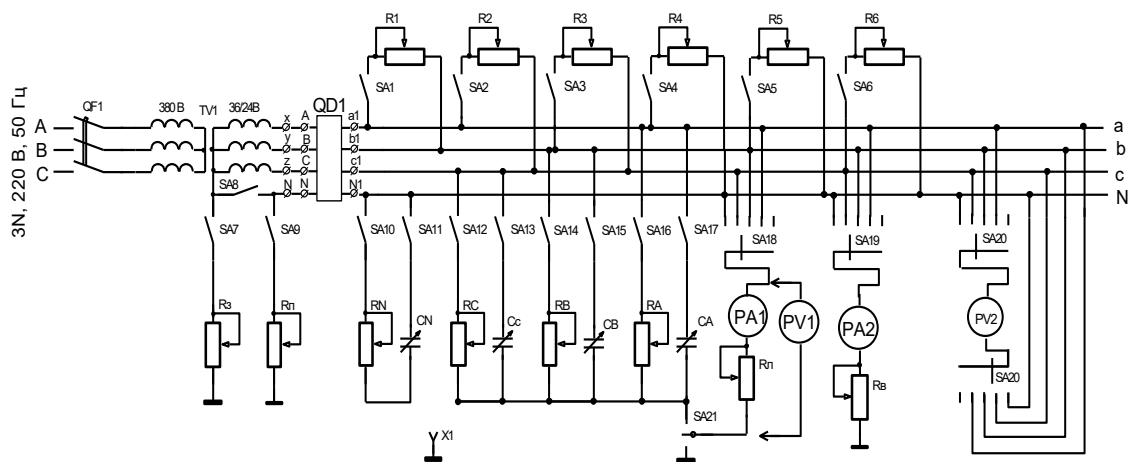


Рис. 5.8 – Схема стенда для дослідження 3-фазного пристрою захисного вимикання

Таблиця 5.2 – Результати випробувань

R_3 , Ом	$R_п$, Ом	$R_{вит}$, Ом	R_4 , Ом	R_5 , Ом	R_6 , Ом	I_L , мА			I_B , мА			Спрацювання ПЗВ

6. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт про виконання лабораторної роботи повинен містити:

- назву роботи та її мету;
- короткий опис розділу ”Загальні теоретичні відомості”;
- технічні характеристики ПЗВ;
- схеми, наведені на рис. 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.7, 5.8;
- табл. 5.2 дослідних даних.

7. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 7.1. Що таке захисне вимикання ?
- 7.2. Як класифікуються ПЗВ за видом вхідного сигналу ?
- 7.3. Який принцип дії ПЗВ, що реагує на струм нульової послідовності?
- 7.4. Яким вимогам повинен задовольняти ПЗВ?
- 7.5. Чим відрізняється ПЗВ прямої дії від пристроїв побічної дії?
- 7.6. Що таке уставка ПЗВ?
- 7.7. За якими параметрами вибирається уставка ПЗВ?
- 7.8. Чим відрізняється УЗО 10.2.0Т0.П.УХЛ2 від інших ПЗВ?
- 7.9. Назвіть випадки найбільш раціонального використання ПЗВ.
- 7.10. Наведіть розбіжності у принципах дії ПЗВ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила улаштування електроустановок. – 3-е вид., перероб і доп. – К.: Мінпаливенерго. – 2017. – 736 с.

Лабораторна робота № 6

ВИВЧЕННЯ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

1. МЕТА РОБОТИ

1.1. Вивчити призначення, будову, порядок використання та випробування засобів захисту, які застосовуються в електроустановках.

2. ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Під час експлуатації електроустановок часто виникають умови, через які неможливо досягти безпеки праці без застосування спеціальних засобів захисту.

Відповідно до ГОСТ 12.0.002-80 *засіб захисту* – це такий засіб, використання якого запобігає чи зменшує вплив на одного чи більше працівників небезпечних або шкідливих виробничих факторів.

Засіб колективного захисту (ЗКЗ) – засіб захисту, конструктивно і (або) функціонально пов'язаний з виробничим процесом, виробничим обладнанням, приміщенням, будинком, спорудою, виробничим майданчиком.

Засіб індивідуального захисту (ЗІЗ) – засіб захисту, що використовується однією людиною.

Засоби захисту, що використовуються в електроустановках, повинні задовольняти вимогам, відповідним державним стандартам.

При роботі в електроустановках використовуються:

- засоби захисту від ураження електричним струмом (електрозахисні засоби);
- засоби захисту від електричних полів підвищеної напруженості, колективні та індивідуальні (в електроустановках напругою 330 кВ і вище);
- засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) відповідно до державного стандарту (засоби захисту голови, очей і обличчя, рук, органів дихання, від падіння з висоти, одяг спеціальний захисний).

Електрозахисні засоби – це переносні і перевізні вироби для захисту людей, що працюють з електроустановками від ураження електричним струмом та впливу електричної дуги й електромагнітного поля.

Ці засоби не є конструктивними частинами електроустановок, а лише доповнюють огорожі, блокування, сигналізацію, заземлення, занулення тощо.

Порядок використання засобів захисту та їх випробування регламентується «Правилами застосування і випробування засобів, які використовуються в електроустановках».

До електрозахисних засобів належать: ізолюючі штанги (оперативні, для накладання заземлення, вимірювальні), ізолюючі кліщі для операцій із запобіжниками, електровимірювальні кліщі, показчики напруги, показчики напруги для фазування, ізолюючі пристрої для ремонтних робіт під напругою понад 1000 В і слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками для роботи в електроустановках напругою до 1000 В; діелектричні рукавички, боти, калоші, килимки, ізолюючі накладки і підставки; індивідуальні екрануючі комплекти; переносні заземлення; тимчасові огорожі і діелектричні ковпаки; плакати і знаки безпеки.

Крім того, під час роботи можна використовувати такі засоби індивідуального захисту як окуляри, шоломи, протигази, рукавиці, запобіжні монтерські паски і страхувальні канати.

Залежно від захисних можливостей, електрозахисні засоби поділяються на основні та додаткові.

Основні електрозахисні засоби – це засоби захисту, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу електроустановки і які дозволяють торкатись струмопровідних частин, що знаходяться під напругою.

Випробувальна напруга для основних електрозахисних засобів залежить від робочої напруги установки і для електроустановок напругою від 1000 В до 110 кВ повинна дорівнювати $3U_{\text{л}}$, але не менше 40 кВ, а для установок 110 кВ і більше – $3U_{\text{ф}}$.

Додаткові електрозахисні засоби – це засоби захисту, що доповнюють основні засоби, а також призначені для захисту від напруги дотику і крокової напруги, до того ж самі по собі не можуть за даної напруги забезпечити захист від ураження струмом, а використовуються разом з основними електрозахисними засобами.

Додаткові ізолюючі засоби захисту випробовують напругою, незалежно від напруги електроустановки, у якій вони повинні використовуватись.

До основних електрозахисних засобів для роботи в електроустановках напругою понад 1000 В належать: ізолюючі штанги та електровимірювальні кліщі; показчики напруги; показчики напруги для фазування; ізолюючі

пристрої і пристосування для робіт на повітряних лініях з безпосереднім дотиком електромонтера до струмопровідних частин.

До додаткових електрозахисних засобів, які використовуються в електроустановках напругою понад 1000 В належать: діелектричні рукавички, килимки, ковпаки та боти; індивідуальні екрануючі комплекти; ізолюючі підставки і накладки; переносні заземлення; загороджувальні пристрої; плакати і знаки безпеки.

До основних електрозахисних засобів, що використовуються в електроустановках напругою до 1000 В належать: ізолюючі штанги та електровимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавички; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

До додаткових електрозахисних засобів в електроустановках напругою до 1000 В належать: діелектричні калоші та килимки; переносні заземлення; ізолюючі підставки і накладки; тимчасові огорожі; плакати і знаки безпеки.

Ізолюючі частини основних засобів повинні бути виконані з електроізоляційних матеріалів із стійкими діелектричними властивостями (із порцелянових, паперово-бакелітових труб, ебоніту, гетинаксу, пластиків та скляно-епоксидних матеріалів тощо).

Матеріали, що поглинають вологу (паперово-бакелітові труби, дерево тощо), повинні бути вкриті вологостійким лаком і мати гладеньку поверхню без тріщин та подряпин.

У випадку використання основних засобів захисту досить застосування одного додаткового, за винятком випадків звільнення потерпілого від дії струму в електроустановках, коли для захисту від крокової напруги необхідно застосовувати боти або калоші.

Ізолюючими електрозахисними засобами слід користуватися лише за прямим призначенням в електроустановках напругою не вище тієї, на яку вони розраховані (найбільша допустима робоча напруга), відповідно до вимог з експлуатації, інструкціями, паспортами тощо на конкретні засоби захисту.

Ізолюючі електрозахисні засоби розраховані на застосування в закритих електроустановках, а у відкритих електроустановках – тільки в суху погоду. При опадах користуватися ними не допускається.

На відкритому повітрі у сиру погоду можуть застосовуватися тільки засоби захисту спеціальної конструкції, призначені для роботи в таких умовах. Такі засоби захисту виготовляються, випробовуються і використовуються відповідно до технічних умов та інструкцій.

Перед кожним застосуванням засоби захисту персонал зобов'язаний перевірити його справність, відсутність зовнішніх пошкоджень і забруднень, а також перевірити по штампі термін придатності.

Не допускається користуватися засобами захисту з вичерпаним терміном придатності.

Всі електрозахисні засоби і запобіжні шоломи, які знаходяться в експлуатації, за винятком килимків, підставок, плакатів, знаків безпеки, повинні бути пронумеровані.

При використанні електрозахисних засобів не допускається торкатися до їх робочої частини, а також до ізолюючої частини за обмежувальним кільцем або упором.

В електроцехах, на підстанціях необхідно вести журнал обліку та утримання засобів захисту.

Під час експлуатації засоби захисту підлягають періодичним і позачерговим (які проводяться після ремонту) випробуванням. В усіх випадках випробувань перевіряють механічну та електричну міцність засобів захисту.

2.1. Вимоги до електрозахисних засобів і правила їх використання

Всі електрозахисні засоби і засоби індивідуального захисту, що знаходяться в експлуатації повинні бути пронумеровані, за винятком касок захисних, діелектричних килимів, ізолювальних підставок, плакатів безпеки, захисних огорожень, штанг для перенесення і вирівнювання потенціалу. Допускається використання заводських номерів. Нумерація встановлюється окремо для кожного виду засобів захисту з урахуванням прийнятої системи організації експлуатації та місцевих умов.

Наявність і стан засобів захисту перевіряється періодичним оглядом, який проводиться не рідше 1 разу на 6 міс. (для переносних заземлень – не рідше 1 разу на 3 міс).

Електрозахисні засоби, окрім ізолювальних підставок, діелектричних килимів, переносних заземлень, захисних огорожень, плакатів і знаків безпеки, а також запобіжні монтерські пояси та страхувальні канати, отримані для експлуатації від заводів-виробників або зі складів, повинні бути перевірені за нормами експлуатаційних випробувань.

В експлуатації засоби захисту піддають експлуатаційним поточним і позачерговим випробувань (після падіння, ремонту, заміни будь-яких деталей, за наявності ознак несправності).

Випробування проводяться за спеціальними затвердженими методиками. Механічні випробування проводять перед електричними.

Електричні випробування ізолюючих штанг, показчиків напруги, показчиків напруги для перевірки співпадіння фаз, ізолюючих і електровимірювальних кліщів слід починати з перевірки електричної міцності ізоляції.

Ізолюючі штанги призначені для оперативної роботи, очищення ізоляції від пилу, встановлення розрядників, зняття накидів з проводів на повітряних лініях і підстанціях тощо.

За своїм призначенням штанги поділяються на 4 види: *оперативні, вимірювальні, ремонтні, для накладання заземлення.*

Ізолюючі штанги можуть бути універсальними – мати змінні головки для виконання різних функцій.

Штанга складається із трьох основних частин: робочої, ізолюючої, ручки захвату.

Конструкція робочої частини визначається її призначенням. Вона може мати найрізноманітнішу будову: від простого гачка у штанг, призначених для керування роз'єднувачами, до складного приладу – у вимірювальних штанг.

Ізолююча частина штанги виконується із діелектричних матеріалів. У правилах наведена мінімальна довжина ізолюючої частини штанг різного призначення.

Ручка-захват призначена для утримання штанги руками. Вона може бути виконана із штангою як одне ціле, або як окрема частина. Ручка захвату відокремлюється від робочої частини обмежувальним кільцем, вище якого забороняється торкатися штанги під час роботи з нею.

Штанги повинні використовуватися в електроустановках з номінальною напругою не вищою за ту, на яку вони розраховані. У цьому випадку штанги, призначені для закритих приміщень, можуть використовуватись у зовнішніх установках тільки у суху погоду (за відсутністю дощу, снігу, туману).

Вимірювальні штанги при роботі не заземлюються, за винятком тих випадків, коли принцип пристрою штанги вимагає її заземлення.

При роботі з ізолюючою штангою підніматися на конструкцію або телескопічну вишку, а також спускатися з них слід без штанги.

В електроустановках напругою вище 1000 В користуватися ізолюючими штангами слід в діелектричних рукавичках.

Ізолюючі пристрої і пристосування призначені для ізоляції людини від заземлених частин (землі) і частин, які мають інший, ніж провід, потенціал, при

роботах на повітряних лініях напругою 110 кВ і вище з безпосереднім дотиком до струмопровідних частин (проводу, арматури).

До ізолюючих пристроїв належать *штанги, драбини, тяги, канати*, виготовлені з електроізоляційних матеріалів (бакеліту, склопластику тощо).

До пристосувань належать *кошики автовишок, кабіни для роботи біля проводів, візки для пересування по проводах, домкрати, блоки тощо*. Пристосування можуть бути виготовлені з електроізоляційних матеріалів або металу.

Кліщі ізолюючі призначені для заміни запобіжників в електроустановках до і вище 1000 В, а також для зняття накладок, огорож та інших аналогічних робіт в електроустановках до 35 кВ включно.

Кліщі складаються із робочої (губки кліщів) та ізолюючої частин, а також ручок.

У випадку користування ізолюючими кліщами в електроустановках напругою понад 1000 В монтер, повинен використовувати діелектричні рукавички, а при зніманні та встановленні запобіжників під напругою, окрім того, захисні окуляри.

Електровимірювальні кліщі призначені для вимірювання струму, напруги і потужності в електричних колах без розриву і порушення їх роботи.

Кліщі в електроустановках напругою 2 ... 10 кВ складаються із трьох частин – робочої, ізолюючої та ручок. Робочі частини кліщів складаються із рознімного магнітопроводу, обмотки і знімного чи вбудованого електровимірювального приладу.

Електровимірювальні кліщі для електроустановок напругою до 1000 В складаються із робочої частини (рознімного магнітопроводу, обмотки і вимірювального приладу) і корпусу, який є одночасно ізолюючою частиною і ручкою.

Користуватися кліщами потрібно в окулярах та діелектричних рукавичках, стояти на ізолюючому килимку чи підставці. Відстань між провідниками повинна бути не менше 250 мм. Кліщі потрібно тримати на витягнутих руках і не торкатися струмопровідних чи заземлених частин електроустановки.

Показчики напруги понад 1000 В призначені для визначення наявності або відсутності напруги на струмопровідних частинах електроустановок.. Їх робота ґрунтується на світінні газорозрядної індикаторної лампи під час проходження через неї ємнісного струму.

Показчики напруги складаються з робочої (контакт-наконечник, неонові лампа і конденсатори) та ізолюючої частин і ручки. Ізолююча частина розміщена між робочою частиною і рукою і може бути виконана із кількох елементів. Допускається використання телескопічної конструкції. Для кращого бачення світіння лампи показчики напруги оснащені затінювачами.

Напруга запалення показчика напруги понад 1000 В повинна становити не вище 25 % від номінальної напруги електроустановки, в якій вони застосовуються.

Перед використанням показчика напруги необхідно перевірити його справність спеціальними приладами або наближенням до струмопровідних частин, розміщених поблизу, які знаходяться під напругою.

Електрична схема і конструкція показчика повинні забезпечувати його працездатність без заземлення робочої частини показчика, у тому числі при перевірці відсутності напруги, що проводиться з телескопічних вишок або з дерев'яних та залізобетонних опор ПЛ 6 – 10 кВ.

Показчики напруги для фазування призначені для фазування ПЛ, кабелів і трансформаторів напругою 3 ... 110 кВ під робочою напругою.

Показчик конструктивно являє собою два рознімних корпуси з електроізоляційних трубок, з'єднаних гнучкими з посиленою ізоляцією проводами. Електрична схема включає в себе газорозрядну індикаторну лампу, конденсатори і резистори. Технічні характеристики їх наведені в додатку М4.

Показчики напруги до 1000 В призначені для визначення наявності чи відсутності напруги на струмопровідних частинах електроустановок напругою до 1000 В. Показчики напруги виготовляються двох типів – однополюсні (діючі за принципом проходження ємнісного струму і придатні для електроустановок змінного струму) і двополюсні (які працюють за принципом проходження активного струму і придатні для перевірки відсутності чи наявності напруги як змінного, так і постійного струмів).

Використання контрольних ламп як показчиків низької напруги, не допускається.

Електрична схема однополюсного показчика напруги включає в себе газорозрядну індикаторну лампу з додатковим резистором, контакт-наконечник та контакт на торцевій частині корпусу, до якого торкається рука оператора. Напруга запалювання показчика напруги до 1000 В повинна бути не вищою 90 В.

Сигналізатори напруги призначені для дистанційного контролю наявності небезпечної напруги з метою запобігання ураження електричним

струмом персоналу, що обслуговує повітряні лінії 6 ... 10 кВ, РП і ЗРП 6 ... 10 кВ. Вони дозволяють визначити наявність небезпечної напруги з землі на повітряних лініях 6 ... 35 кВ. Вони поділяються:

- сигналізатори автоматичні, призначені для попередження персоналу про наближення до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, на небезпечну відстань;
- сигналізатори неавтоматичні, призначені для попередньої (орієнтовної) оцінки наявності напруги на струмопровідних частинах електроустановок при відстанях між ними і оператором, що значно перевищують безпечні.

Сигналізатори не призначені для визначення відсутності напруги на струмопровідних частинах електроустановок, для чого можуть бути використані тільки покажчики напруги. Вони являють собою малогабаритний високочутливий пристрій, що реагує на напруженість електричного поля у даній точці простору.

Робота автоматичних сигналізаторів здійснюється незалежно від дій персоналу. Такі сигналізатори застосовуються в якості допоміжного захисного засобу при роботі на ПЛ 6 – 10 кВ. Вони закріплюються на касках, їх включення у роботу (приведення у готовність) здійснюється автоматично, в момент установки на каску, а відключення – при знятті з каски.

Автоматичне тестування приладів проходить через кожні 30 с.

Діелектричні рукавички призначені для захисту рук від ураження електричним струмом. Застосовуються в електроустановках до 1000 В як основний ізолюючий електрозахисний засіб, а в електроустановках вище 1000 В – додатковий.

В електроустановках можуть застосовуватися рукавички з діелектричної гуми безшовні або зі швом, п'ятипалі або двопалі.

Під час роботи в електроустановках дозволяється використовувати тільки діелектричні рукавички, виготовлені згідно з вимогами технічних умов, які мають заводський штамп. Довжина рукавички повинна бути не менше 350 мм. Краї діелектричних рукавичок не можна заковувати. Рукавички потрібно надягати поверх рукавів.

Діелектричні рукавички, які знаходяться в експлуатації, перед використанням обов'язково перевіряються на відсутність проколів шляхом звертання їх у бік пальців.

Взуття спеціальне діелектричне (діелектричні боти і калоші) використовуються як додаткові засоби захисту в закритих і, за відсутністю

опадів, відкритих електроустановках. Боти і калоші захищають людину від крокової напруги.

Діелектричні боти і калоші відрізняються від звичайних тим, що виготовляються без лакового покриття.

Калоші застосовують в електроустановках напругою до 1000 В, а боти – при всіх напругах.

Діелектричні гумові килимки використовуються як додаткові засоби захисту в закритих електроустановках будь-якої напруги, крім особливо вологих приміщень. В електроустановках напругою до 1000 В килимки можуть використовуватись як накладки для закриття струмопровідних частин під час роботи без відключення напруги. За наявності механічних пошкоджень їх потрібно вибраковувати.

Ізолюючі підставки використовують у вогких і забруднених приміщеннях, де гумові килимки не можуть забезпечити надійну ізоляцію від підлоги.

Ізолююча підставка складається з настилу, закріпленого на опорних ізоляторах заввишки не менше 70 мм. Рекомендується використовувати ізолятори типу СН-Є, які випускаються спеціально для підставок.

Настил, розміром не менше 50х50 см, виготовляється із сухих дерев'яних брусків без сучків і косого шару. Просвіт між планками не повинен перевищувати 3 см. Суцільний настил використовувати не рекомендується, оскільки він утруднює перевірку відсутності випадкового шунтування ізоляторів. Настил повинен бути пофарбований з усіх боків.

Переносні заземлення використовуються для захисту персоналу, який працює на відключених частинах електроустановок, від помилково поданої чи наведеної напруги.

У випадку подання напруги на заземлену ділянку виникає коротке замикання (к.з.) і напруга на місці к.з. знижується майже до нуля. Одночасно спрацьовує захист і відключається джерело живлення.

Переносні заземлення складаються із проводів для заземлення і закорочування між собою струмопровідних частин різних фаз електроустановки, фазних затискачів для приєднання заземлюючих проводів до струмопровідних частин і наконечника чи струбцини для приєднання до заземлюючого контуру.

Переносні заземлення виготовляють з неізольованого мідного багатожильного проводу перерізом, який задовольняє вимоги термічної стійкості під час однофазних і трифазних к.з., але не меншим 25 мм² в

електроустановках напругою понад 1000 В і не меншим 16 мм² – в електроустановках напругою до 1000 В.

На кожному переносному заземленні зазначено його номер і переріз проводів. Вони вибиті на бирці, закріпленій на проводах заземлення або струбчині.

У випадку порушення контактних з'єднань, зниження механічної міцності провідників, розплавлення їх, обриві більше 5 % жил тощо, переносні заземлення вилучаються і відправляються на ремонт.

Ізолюючі накладки дозволяється використовувати в електроустановках напругою до 20 кВ для запобігання випадковому дотику до струмопровідних частин у тих випадках, коли немає можливості огородити місце роботи щитами. В електроустановках напругою до 1000 В накладки застосовуються також як засіб проти помилкового вмикання рубильників.

В електроустановках напругою до 20 кВ використовуються накладки із твердого електроізоляційного матеріалу (гетинаксу, склотекстоліту тощо), а напругою до 1000 В – гнучкі накладки завтовшки не менше 5 мм із діелектричної гуми.

Установлювати накладки необхідно з використанням основних засобів захисту.

Слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками використовують для роботи під напругою в електроустановках напругою до 1000 В як основний засіб захисту.

Ручки плоскогубців, пасатижів, гострогубців, викруток, гайкових ключів вкривають вологостійким не крихким ізоляційним матеріалом з упорами із того ж матеріалу, які запобігають зісковзуванню пальців на неізольовану частину інструменту. На поверхні ізольованих частин інструменту не допускаються раковини, тріщини, здуття та інші дефекти, а ізоляційне покриття має суцільно прилягати до металевих частин інструментів і повністю ізолювати ту його частину, яка під час роботи знаходиться в руці людини.

Ізолюючі ручки мають довжину не менше 100 мм до середини упора. Ізоляція стержнів викруток повинна закінчуватись на відстані не більше 10 мм від кінця леза викрутки.

Індивідуальні екрануючі комплекти призначені для захисту персоналу, що обслуговує підстанції та ПЛ напругою 400 кВ і вище, від дії електричного поля.

Під час роботи в електроустановках змінного струму частотою 50 Гц, які знаходяться в зоні впливу електричного поля (у просторі, де

напруженість його не вище 5 кВ/м і де немає стаціонарних засобів захисту чи переносних екрануючих пристроїв), використовуються екрануючі комплекти.

Комплект екрануючого одягу складається із екрануючого костюма (куртки і штанів), взуття з електропровідною підошвою, екрануючої каски та електропровідних рукавиць. Існують також зимові комплекти екрануючого одягу.

Кожна частина комплекту одягу (куртка, штани, взуття тощо) має контактні виводи (гнучкий мідний провідник, який закінчується кнопковим роз'ємом). Всі частини одягу електрично з'єднуються між собою за допомогою контактних виводів.

Тимчасові огорожі використовують для запобігання випадковому наближенню людей на небезпечну відстань до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою, а також для загородження входу на ділянки розподільних пристроїв.

До тимчасових огорож належать щити, які виготовляють із сухого дерева, просоченого оліфою та пофарбованого безбарвним лаком, або із стійкого електроізоляційного матеріалу. Висота щита повинна бути не менше 1,7 м.; відстань від нижнього краю до підлоги – не більше 10 см, а маса такою, щоб його могла перенести одна людина.

Дотикання щитів до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою, не допускається.

Діелектричні ковпаки використовують на елементах електроустановок, де накладання переносного заземлення небезпечне або неможливе за вимогами електробезпеки. До них належать деякі розподільні ящики, КРУ окремих типів, збірки з вертикальним розміщенням фаз та ін. Ковпаки одягаються на ножі однополюсних роз'єднувачів для запобігання помилковому поданню напруги. Вони повинні вільно одягатись і стійко триматись. Їх виготовляють із гуми або пластмаси, встановлюють і знімають за допомогою універсальних оперативних штанг.

Плакати і знаки безпеки призначені для попередження про небезпеку при наближенні до частин, що перебувають під напругою, для заборони проведення операцій комутаційними апаратами, якими може бути подана напруга на місце роботи, а також для визначення працівниками місця, підготовленого для роботи, і нагадування про вжиті заходи.

Плакати і знаки безпеки поділяються на чотири групи: *застережні, заборонні, дозволяючі та нагадувальні*.

За характером використання знаки безпеки та плакати можуть бути стаціонарні та переносні. Їх рекомендується виготовляти із електроізоляційних матеріалів, але дозволяється також із металу.

2.2. Стенд для випробування діелектричних засобів захисту із гуми

Стенд для випробування діелектричних рукавичок, бот, калош, чобіт, ковпаків та інших подібних засобів захисту складається із металевої посудини, в яку наливається звичайна водопровідна вода, випробувального трансформатора, пульта керування та регулюючого трансформатора.

Принципова електрична схема стенда для випробування засобів захисту із гуми зображена на рис. 6.1.

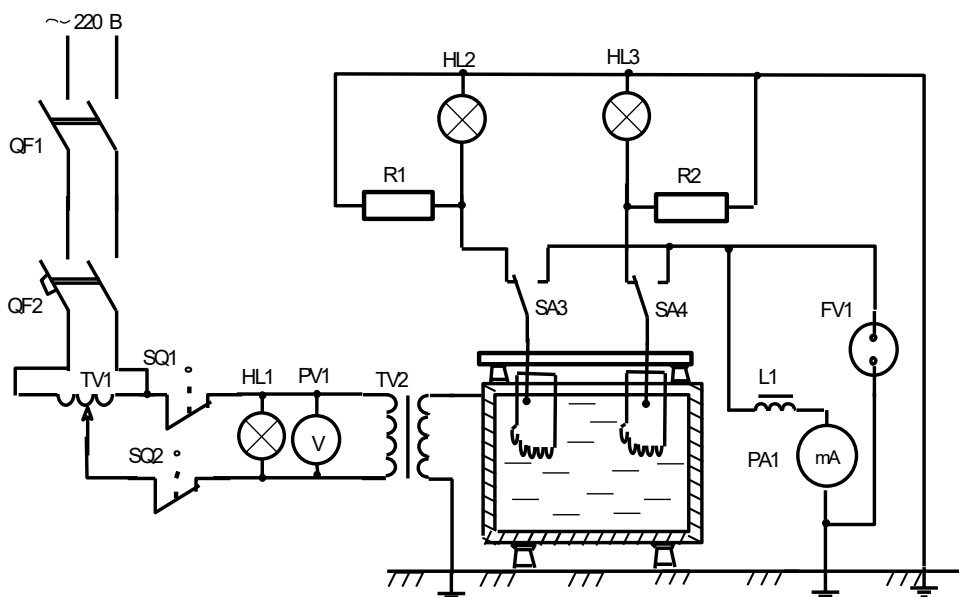


Рис. 6.1 – Спрощена електрична схема стенда для випробування засобів захисту

Один вивід трансформатора високої напруги з'єднується із контактом посудини з водою, а другий – приєднується до заземлення. Вмикання та вимикання випробувального та регулюючого трансформаторів здійснюється за допомогою електромагнітного пускача. Вимірювальний вольтметр градується за коефіцієнтом трансформації у кіловольтах.

Вимірювання струму через виріб здійснюється міліамперметром змінного струму, підключеного до випробувального виробу за допомогою перемикача із зворотним поверненням.

У випадку пробою чи погіршення діелектричних властивостей ізоляції засвітиться сигнальна лампа. За відсутності пробою для контролю струму, який перебігає через виріб, за допомогою перемикача його підключають до

заземлення через міліамперметр. Для захисту міліамперметра при пробіі виробу послідовно з ним вмикається дросель, а паралельно їм встановлюється пробивний запобіжник.

Вважається, що виріб витримав випробування, якщо під час випробування струм через нього не перевищує встановленої норми або не трапилось пробою виробу.

3. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПОЗААУДИТОРНОЇ ПІДГОТОВКИ

3.1. Вивчити розділ —Загальні теоретичні відомості”..

3.2. Ознайомитись з матеріалами по тематиці лабораторної роботи, які містяться в літературних джерелах.

3.3. Приступити до оформлення звіту про лабораторну роботу, записавши її назву, мету, окремі витяги із розділу —Загальні теоретичні відомості”.

4. ОБЛАДНАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

На робочому місці повинні знаходитись: ізолююча штанга; електровимірювальні кліщі; показчики напруги; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками; діелектричні рукавички, боти, калоші, килимки; переносні заземлення; стенд для випробування діелектричних засобів захисту із гуми; стенд для механічних випробувань засобів захисту; лабораторний автотрансформатор; мегомметр.

5. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

5.1. Вивчити захисні засоби, наведені в роботі, а також норми і строки їх випробувань.

5.2. Провести випробування діелектричних рукавичок на стенді, принципова електрична схема якого зображена на рис. 6.1.

5.3. Перевірити справність показчика напруги до 1000 В. Встановити поріг виразного свічення лампи показчика напруги за схемою, що зображена на рис. 6.2.

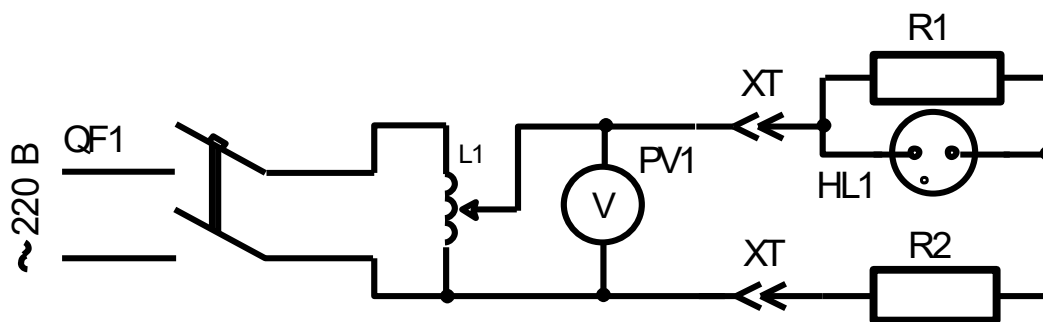


Рис. 6.2. Схема електрична принципова для перевірки працездатності показників напруги до 1000 В

5.4. Перевірити справність показника напруги вище 1000 В (УВН - 80) за допомогою мегомметра чи пристрою для перевірки справності показників напруги ППУ-2 (рис. 6.3).

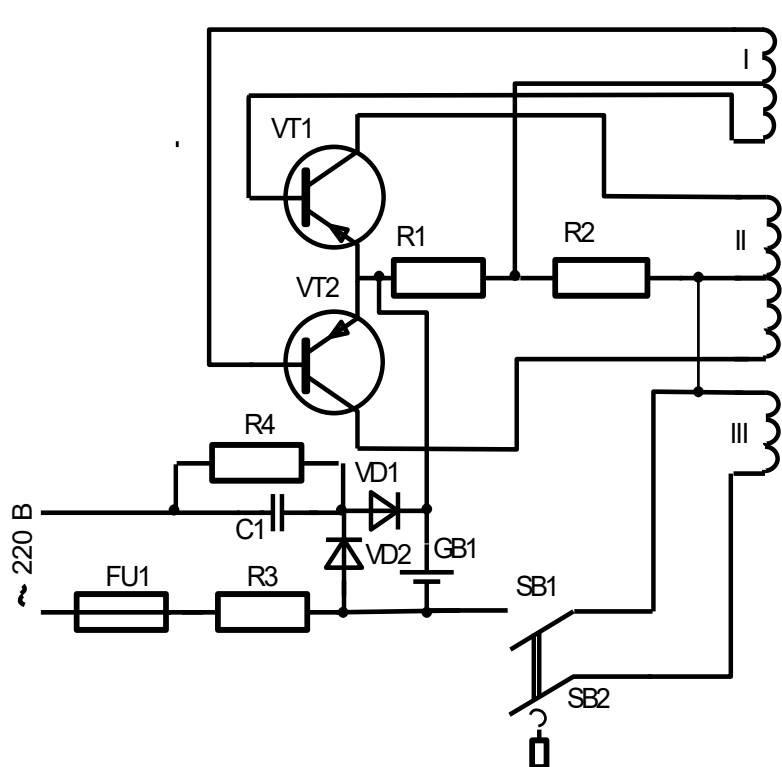


Рис. 6.3 – Схема електрична принципова пристрою для перевірки працездатності показника напруги ППУ-2

6. ЗМІСТ ЗВІТУ

У звіті повинні міститись: назва роботи та її мета; детальні виписки із розділу “Загальні теоретичні відомості” (зокрема основні та додаткові засоби захисту в електроустановках напругою до і понад 1000 В); рис. 6.1, 6.2, 6.3; результати випробувань діелектричних рукавичок та показників напруги.

7. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 7.1. Що таке електрозахисні засоби?
- 7.2. На які групи можна поділити електрозахисні засоби?
- 7.3. Визначення основних електрозахисних засобів.
- 7.4. Від чого залежить і яке значення випробувальної напруги основних електрозахисних засобів?
- 7.5. Визначення додаткових електрозахисних засобів.
- 7.6. Які засоби захисту належать до основних в електроустановках напругою до 1000 В?
- 7.7. Які засоби захисту належать до основних в електроустановках напругою понад 1000 В?
- 7.8. Які засоби захисту належать до додаткових в електроустановках напругою до 1000 В?
- 7.9. Які засоби захисту належать до додаткових в електроустановках напругою понад 1000 В?
- 7.10. З яких матеріалів мають бути виготовлені ізолюючі частини основних електрозахисних засобів?
- 7.11. Будова, призначення та періодичність випробування ізолюючих штанг.
- 7.12. Будова, призначення та періодичність випробувань показників напруги.
- 7.13. Вимоги до переносних заземлень.
- 7.14. Вимоги до слюсарно-монтажного інструменту з ізольованими ручками.
- 7.15. На які групи поділяються плакати та знаки безпеки?
- 7.16. Як випробовують діелектричні засоби захисту із гуми підвищеною напругою?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1. Правила улаштування електроустановок. – 3-е вид., перероб і доп. – К.: Мінпаливенерго. – 2017. – 736 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ В ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

1. МЕТА РОБОТИ

1.1 Вивчити будову, призначення та порядок використання первинних, сигналізаційних та автоматичних засобів пожежогасіння.

2. ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Сучасні сільськогосподарські підприємства характеризуються підвищеною пожежною небезпекою, так як виробництво продукції на них супроводжується великою концентрацією пожежонебезпечних речовин і матеріалів при великій оснащеності електроустановками. Крім того, більшість виробничих комплексів містять складну і дорогу апаратуру, сконцентровану на невеликих площах. У зв'язку із цим, питання пожежної безпеки є важливим завданням.

Пожежна безпека, відповідно до ГОСТ 12.1.033-81, характеризує такий стан об'єкта при якому з нормативною ймовірністю повинна бути виключена можливість виникнення і розвитку пожежі, впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечено захист матеріальних цінностей від знищення вогнем.

Пожежна безпека, згідно з ГОСТ 12.1.004-91, забезпечується реалізацією двох взаємопов'язаних систем: запобігання пожежі та протипожежного захисту. Система запобігання пожежі являє собою комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на виключення умов виникнення пожежі. До їх числа відносять, наприклад, заходи щодо запобігання утворення горючої суміші і появи у ній джерела запалювання.

Система протипожежного захисту – це сукупність організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання можливості впливу на людей небезпечних факторів пожежі та обмеження матеріальних збитків від нього.

Ефективність пожежогасіння визначається якістю використовуваних речовин і конструктивною досконалістю вогнегасного пристрою. Від останнього залежить кількість введенного у зону горіння вогнегасних речовини і інтенсивність подачі їх у цю зону.

Для гасіння пожежі можуть використовуватись різні вогнегасні речовини, у тому числі:

- вода у вигляді компактних струменів у розпиленому або пароподібному стані;
- піна хімічна та повітряно-механічна;
- вуглекислота в снігоподібному і газоподібному стані;
- інертні гази: азот, аргон, гелій та димові гази;
- галоїдовані вуглеводні: бромистий етил, хладон тощо;
- сухі порошкоподібні розчини;
- стиснене повітря;
- пісок, земля тощо.

Для ліквідації пожеж на об'єктах сільського господарства й електроустановках, залежно від їх характеру і розмірів, застосовують первинні, сигналізаційні та автоматичні засоби пожежогасіння.

2.1 Первинні засоби пожежогасіння

Для локалізації або ліквідації загоряння на початковій стадії використовуються первинні засоби пожежогасіння. Первинні засоби пожежогасіння зазвичай застосовують до прибуття пожежної команди.

До первинних засобів пожежогасіння належать переносні і пересувні вогнегасники, ящики з піском, відра, пожежний кран, бочки з водою і протипожежний інвентар (лопати, ломи, багри, пожежне покривало тощо). Таким інвентарем забезпечують всі будівлі, незалежно від їх розмірів, згідно з існуючими нормами.

2.1.1. Пожежний щит

Для розміщення первинних засобів вогнегасіння у будівлях і приміщеннях встановлюють пожежні щити, на яких розміщують вогнегасники та пожежний інвентар (ломи, багри, сокири, відра, покривала) (рис. 7.1). Поруч зі щитом встановлюється ящик з піском і лопатами, а також бочка з водою об'ємом 200 ... 250 л.



Рис. 7.1 – Пожежний щит

Пожежний інвентар застосовують на стадії розвитку пожежі. Лом, сокира, універсальний крюк використовують для руйнування палаючих конструкцій, розкриття шляхів евакуації. Багор застосовується для вилучення із зони горіння найбільш цінних речей, видалення з неї палаючих предметів. Азбестові і брезентові покривала призначені для ізоляції вогнища горіння від доступу повітря, але застосовуються лише при невеликому вогнищі горіння. Відра використовуються для погашення водою. Лопати застосовуються для покриття вогнища піском, землею.

2.1.2 Джерела протипожежного водопостачання

На території організації повинні розміщуватися джерела протипожежного водопостачання. В якості джерел протипожежного водопостачання можуть використовуватися природні та штучні водойми, а також внутрішній і зовнішній водопроводи.

Зовнішні водопроводи прокладаються у траншеях уздовж будівель і використовуються професійними пожежними командами. Доступ до них здійснюється через запірні пристрої (гідранти), що приводяться в дію за допомогою пожежної колонки.

Внутрішній водопровід прокладається у будівельних конструкціях будівлі і оснащується водорозбірними кранами, які знаходяться в спеціальних шафах (шафа ПК) (рис. 7.2). Внутрішній пожежний кран обладнується стовбуром і пожежним рукавом, сполученим із пожежним краном.



Рис. 7.2 – Внутрішній пожежний кран

Пожежні крани встановлюються біля виходів з приміщень і на майданчиках опалювальних сходових кліток, коридорах та інших добре місцях, що гарно видно.

Категорично забороняється використання внутрішніх пожежних кранів, а також рукавів і стволів для робіт, не пов'язаних із гасінням загорянь та проведенням тренувальних занять.

У будинках, де за умовами виробництва неприпустимо вогнегасіння водою, внутрішній пожежний водопровід не прокладається.

2.1.3 Вогнегасники

Для гасіння і локалізації пожеж найбільш важлива роль відводиться найефективнішим засобам гасіння пожеж – вогнегасникам. Вони призначені для ліквідації невеликих осередків горіння до прибуття пожежної команди. Встановлено, що з вогнегасників успішно подавляється загорання протягом перших 4-х хвилин з моменту його виникнення, тобто до прибуття пожежних підрозділів.

Вогнегасник – це апарат, призначений для ліквідації загорянь вогнегасними речовинами, які розміщені у посудині ємністю 1 ... 1000 дм³, які транспортуються вручну, тобто переносні і пересувні. Перші, у свою чергу, можуть бути ручними і ранцевими. Ручні складають більшість, їх маса не повинна перевищувати 20 кг.

Призначення вогнегасників визначається вогнегасною здатністю, температурними межами експлуатації, корозійною активністю, токсичністю і електричною провідністю вогнегасних речовин, а також місткістю вогнегасника.

Залежно від виду вогнегасного складу створені *рідинні, пінні, вуглекислотні, хладонові і порошкові вогнегасники*.

За характером зберігання і отримання стисненого газу, необхідного для

витіснення заряду, вогнегасники бувають:

- з газовим балоном, розміщеним усередині або зовні корпусу;
- закачного типу, в корпусі яких підтримується тиск парів вогнегасного заряду;
- з отриманням стисненого газу в результаті хімічної реакції між компонентами заряду.

Вогнегасники зарубіжних країн маркуються за масою зарядів і мають основний ряд 1, 2, 6 і 12 кг, а пересувні – 25, 50, 100, 150 і 200 кг. Вітчизняні вогнегасники позначають за місткістю корпусу в літрах. Місткість ряду ручних вітчизняних вогнегасників становить 1, 2, 5 і 10 л, пересувних – 25, 50, 100, 150 і 250 л.

У рідинних вогнегасниках застосовують чисту воду, воду з добавками поверхнево-активних речовин або водні розчини різних хімічних з'єднань. До таких вогнегасників належать вогнегасник лісовий ранцевий ОР для гасіння загорань лісу.

Водні вогнегасники

Вогнегасники переносні водні призначені для гасіння пожеж класу А (тверді горючі речовини), а при використанні добавок до води також і для гасіння пожеж класів В (рідкі горючі речовини). Подібні вогнегасники не придатні для гасіння пожеж класів С (газоподібні речовини), D (метали і металоорганічні речовини), а також електроустановок, що знаходяться під напругою.

Пінні вогнегасники

Пінні вогнегасники призначені для гасіння пожеж класів А (тверді горючі речовини), В (рідкі горючі речовини). Непридатні для гасіння пожеж класів С (газоподібні речовини), D (метали і металоорганічні речовини), а також електроустановок, що знаходяться під напругою.

Хімічні пінні типу ОХП. Вогнегасники хімічні пінні типу ОХП-10 призначені для гасіння пожеж, які тільки що розпочались, твердих, рідких і газоподібних речовин і можуть експлуатуватись при температурі оточуючого середовища від +5 до +45°С.

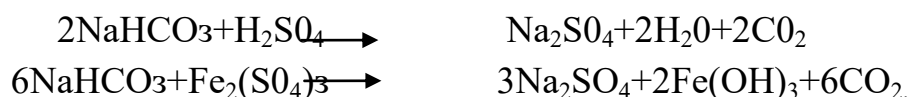
Не можна застосовувати ці вогнегасники: для гасіння пожеж електроустановок і електромереж, що знаходяться під напругою; для гасіння рідин, що займаються при взаємодії з водою (калій, натрій, карбід кальцію); гідрофільних легкозаймистих речовин, а також речовин, що горять без доступу повітря.

У вогнегасниках піна утворюється в результаті хімічної реакції при

змішуванні кислотної і лугової частини заряду. При цьому в корпусі вогнегасника створюється підвищений тиск, завдяки чому піна витискується через сприск у вигляді пінного струменя.

Вогнегасна дія піни полягає у тому, що вона вкриває поверхню горючої речовини, перекриває доступ горючих газів і парів у зону горіння, ізолює горючу речовину від кисню повітря й охолоджує найбільш нагрітий верхній шар речовини. Піна здатна утворюватись на нахилених і вертикальних поверхнях, а маючи малу питому вагу ($0,1 \dots 0,3 \text{ г/см}^3$), плаває на поверхні легкозаймистих і горючих рідин.

Конструктивно вогнегасник ОХП-ІО (рис. 7.3) являє собою сталений зварений корпус 1, в якому знаходиться лужна частина заряду (8,5 л). Вона складається з водного розчину натрію бікарбонату NaHCO_3 (400г) і солодкового екстракту (50 г), який не бере участі в реакції, але сприяє стійкості піни. Кислотна частина заряду (450 г) вміщена в поліетиленовий стакан і являє собою суміш сірчаної кислоти H_2SO_4 і сірчаноокислого окисного заліза $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. У неробочому стані кислотна частина заряду знаходиться в стакані 2 з клапаном 8, який закріплений за шток 5 і притискається пружиною до горловини стакана. З другого боку шток клапана кріпиться до ексцентрикової рукоятки 4. Для приведення вогнегасника в дію необхідно лівою рукою взяти за ручку 3 на корпусі, а правою повернути рукоятку 4 на 180° , опустити вогнегасник горловиною вниз і, підтримуючи правою рукою за край нижню частину корпусу, направити струмінь на вогнище. При цьому шток з клапаном, стискаючи пружину, переміститься до горловини і забезпечить з'єднання лужної і кислотної частини заряду. Відбувається така реакція:



Утворений вуглекислий газ інтенсивно перемішує, спінює лужний розчин і при досяганні тиску $0,1 \text{ МПа}$ розриває напірну мембрану і витискує піну струменем через сприск 7.

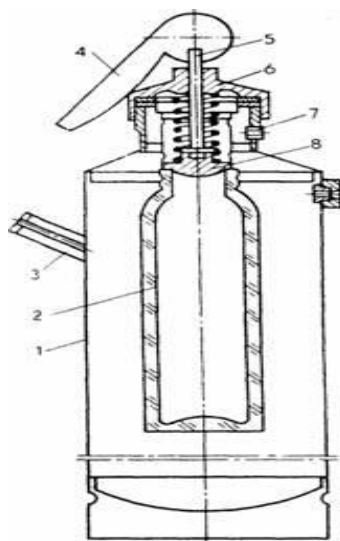


Рис. 7.3. Хімічний пінний вогнегасник ОХП – 10:

1 – корпус; 2 – стакан з кислотною частиною заряду; 3 – горловина; 4 – рукоятка; 5 – шток; 6 – кришка; 7 – сприск; 8 – клапан

Одним вогнегасником можна погасити горючу рідину на площі до 1 м².

Технічна характеристика вогнегасника ОХП-10

Корисна ємність, л	8,7
Дальність дії, м	6-8
Тривалість дії, с	60-65
Вихід піни, л	40-45
Кратність піни	5
Маса (у зарядженому стані), кг	14

Корпус вогнегасника щорічно піддається гідравлічним випробуванням протягом 1 хв. під тиском 2 МПа. Якщо в корпусі і його з'єднаннях не з'явилося підтьоків, розривів та окремих краплин, то вогнегасник придатний для подальшої експлуатації.

Хімічні пінні вогнегасники при мінусовій температурі можуть замерзнути і вийти з ладу, тому їх необхідно розміщувати в опалюваних приміщеннях, або ж додавати в лужну частину заряду етиленгліколь чи антифриз.

Повітряно-пінні вогнегасники. Повітряно-пінні вогнегасники типу ОВП-5, ОВП-10, ОВП-100 призначені для гасіння твердих матеріалів органічного походження і горючих речовин, за виключенням речовин, горіння яких відбувається без доступу повітря, лужних металів, а також електроустановок, що знаходяться під напругою.

Повітряно-механічна піна утворюється при проходженні 4 ... 6 %-го водного розчину піноутворювача ПО-1 через насадку. У розпилювачі насадки розчин подрібнюється на дрібні краплини, потік яких перемішується з оточуючим повітрям, утворюючи піну кратністю 60 ... 70. Вогнегасник (рис. 7.4) складається із сталюого корпусу, кришки із запірно-пусковим пристроєм, балона з вуглекислим газом, сифонної трубки і розтрубки-насадки. Приводиться в дію натиском на пусковий важіль 4, який штоком 3 проколює бронзову мембрану 2, що закриває вихід із балончика з вуглекислим газом, який знаходиться під тиском 17,2 МПа (175 кгс/см^2). Газ тисне на поверхню розчину і виштовхує його через сифонну трубку 11 знизу наверх, розриваючи пергаментну мембрану 6, а потім – через вихідну трубку 7, відцентровий розпилювач 8 і розтруб 9 із сітками 10 утворює висоократну повітряно-механічну піну.

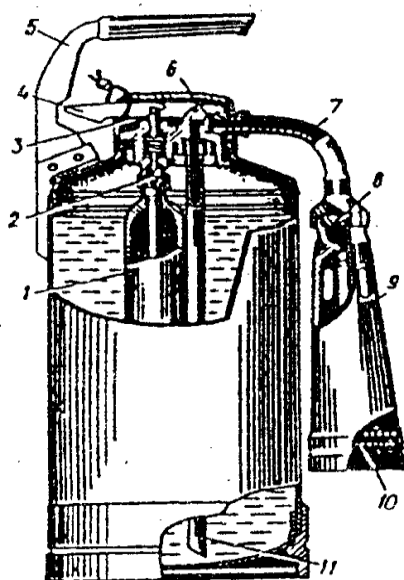


Рис. 7.4 – Повітряно-пінний вогнегасник ОПВ – 5:

1 – балон високого тиску; 2 – бронзова мембрана; 3 – шток; 4 – пусковий важіль; 5 – рукоятка; 6 – пергаментна мембрана; 7 – вихідна трубка; 8 – розпилювач; 9 – розтруб; 10 – касета з сітками; 11 – сифонна трубка

Таблиця 7.1 – Технічні характеристики повітряно-пінних вогнегасників

Характеристики	Тип		
	ОВП-5	ОВП-10	ОВП-100
1	2	3	4
Корисна місткість, л	5	10	100
Дальність подачі струменя, м	4,5	4,5	4,5
Тривалість дії, с	20	45	70
Кратність виходу піни	60	60	70
Місткість балону для вуглекислоти, л	0,05	0,1	2,0
Кількість піноутворювача ПО-1, л	0,25	0,5	5
Маса вогнегасника з зарядом, кг	7,5	14	160

Газові вогнегасники

До газових вогнегасників відносяться вуглекислотні, в яких як вогнегасна речовина застосовується діоксид вуглецю (вуглекислоту), а також аерозольні і вуглекислотні-бромілові, як заряду у яких застосовують спеціальні суміші вуглеводнів, при подачу у зону горіння гасіння настає при відносно високій концентрації кисню (14 ... 18 %).

Вуглекислотні вогнегасники. Вогнегасна дія вуглекислоти ґрунтується на розбавленні повітря вуглекислим газом і зниженні, таким чином, концентрації кисню в зоні горіння, що призводить до припинення процесу горіння, а також на зниженні температури за рахунок поглинання теплоти при переході вуглекислоти з твердого стану в газоподібний, що також сприяє припиненню горіння.

Вуглекислота застосовується для гасіння легкозаймистих і горючих речовин, твердих речовин, невеликих загорань в автомобілях, електроустановках, що знаходяться під напругою до 1000 В, бібліотеках, музеях та інших найбільш цінних об'єктах, оскільки вуглекислота не створює додаткових руйнувань об'єкта.

Не дозволяється гасити вуглекислотою речовини, що горять без доступу повітря, лужні і лужноземельні метали, оскільки у цьому випадку може відбутися вибух чи прискорення горіння, а також гідрофільні легкозаймисті рідини (спирт, ацетон), в яких вона добре розчиняється.

Промисловість виготовляє вуглекислотні вогнегасники ручного типу ОУ-2, ОУ-5 (рис. 6.5), ОУ-8 і пересувного ОУ-25, ОУ-80 і ОУ-400. Зарядом для них є рідка вуглекислота: при тиску 3,6 МПа і температурі 0 °С вуглекислота

зріджується. В момент приведення вогнегасника в дію вона швидко випаровується, переходячи в газоподібний стан.

Вогнегасник складається зі сталюгого товстостінного балона, у горловині якого на конусній різьбі знаходиться латунний вентиль із сифонною трубкою. В ОУ-2 і ОУ-5 розтруб приєднується до вентиля шарнірно, а в ОУ-8 – гнучким броньованим шлангом завдовжки 0,8 м. Запірний вентиль має запобіжну мембрану, розраховану на розривання під тиском 16 ... 19 МПа.

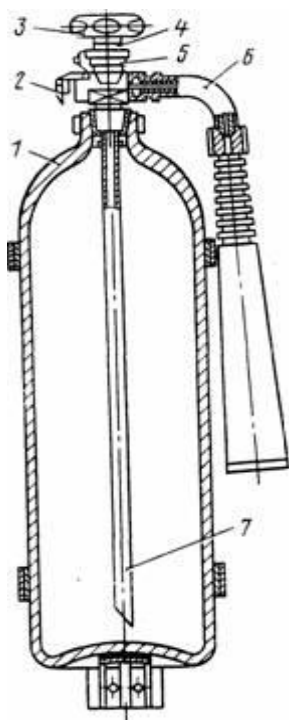


Рис. 6.5. Вуглекислотний вогнегасник :

1 – балон; 2 – запобіжник; 3 – маховичок вентиля-заопра; 4 – металева пломба; 5 – вентиль; 6 – поворотний механізм з раструбом; 7 – сифонна трубка

Для приведення в дію вогнегасник, тримаючи за рукоятку, підносять у вертикальному положенні якнайближче до вогню, направляючи розтруб на нього, і повертають маховичок вентиля до упору проти годинникової стрілки. Поводитись з вогнегасником потрібно обережно, тому що температура розтруба знижується до -72°C . Вогнегасники використовують при температурі повітря від -25 до $+50^{\circ}\text{C}$.

Корпуси вуглекислотних вогнегасників гідравлічно випробовують щороку протягом 1 хв. тиском 22 МПа. У процесі експлуатації для перевірки можливого саморозрядження вогнегасники періодично зважують.

Вуглекисотно-брометилові вогнегасники. Вуглекисотно-брометилові вогнегасники типу ОУБ-3А, ОУБ-7А призначені для гасіння твердих і рідких горючих матеріалів, тліючих матеріалів, а також електроустановок, що знаходяться під напругою до 1000 В. Вони непридатні для гасіння лужних,

лужноземельних металів і сплавів, бо у цьому випадку може відбутися вибух чи прискорення горіння, а також для гасіння інших матеріалів, горіння яких може відбутися без доступу кисню. Вогнегасники ефективно працюють в діапазоні температур від -60 до + 55 °С.

Зарядом у вогнегасниках є суміш "4НД", яка складається з 97 % бромистого етилу, 3 % вуглекислого зрідженого газу і стисненого повітря, що вводиться у вогнегасник для створення в ньому робочого тиску 0,86 ... 0,9 МПа при температурі 20 °С.

Вуглекислота додається для поліпшення умов розпилю бромистого етилу. За своїми гасильними властивостями заряд вогнегасників більш ніж у 4 рази ефективніший вуглекислоти і має високу змочувальну здатність. Окрім того, бромистий етил не електропровідний. Але слід мати на увазі, що пари бромистого етилу токсичні і тому при роботі з цими вогнегасниками слід дотримуватись заходів безпеки.

Таблиця 7.2 – Технічні характеристики вуглекислотно-брометилових вогнегасників

Показники	Вогнегасники	
	ОУБ-3А	ОУБ-7А
Місткість балона, л	3,2	7,4
Маса заряду, кг	3,5	8,0
бромистого етилену, кг	3,4	7,76
вуглекислоти, кг	0,1	0,24
Тиск у вогнегаснику при температурі 20 °С, МПа	1,7	1,7
Тривалість дії, с	20	30

Вогнегасник (рис. 7.6) являє собою циліндричний сталевий балон 1 зварної конструкції з сифонною трубкою 2 всередині балона і пусковою головкою з розпилювачем.

Для приведення вогнегасника в дію необхідно витягнути запобіжне кільце, натиснути на пусковий важіль 5, який через шток 6 відкриває запірний клапан 3. Під дією стисненого повітря заряд проходить по сифонній трубці 2 і викидається зовні через розпилювач 4 у вигляді дрібнодисперсного аерозолі. При користуванні вогнегасником балон не слід нахилити.

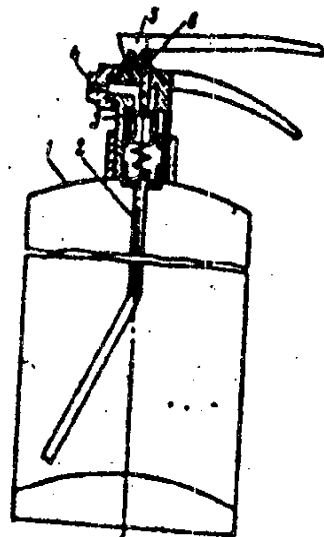


Рис. 6.6. Вуглекислотно-брометиловий вогнегасник ОУБ-3А:

1 – корпус; 2 – сифонна трубка; 3 – клапан; 4 – розпилювач;
5 – пусковий важіль; 6 – шток

Корпуси вуглекислотно-брометилових вогнегасників гідравлічно випробують раз на 3 роки протягом 2 хв. тиском 2,5 МПа. Крім того, періодично, раз на три місяці перевіряють вміст вуглекислоти у вогнегасника шляхом зважування. При витіканні вуглекислоти більш ніж на 10 % від початкової маси вогнегасник підзаряджують або перезаряджають.

Вогнегасники аерозольні. Вогнегасники аерозольні (хладонові) використовують в тих же випадках, що і вуглекисло-брометилові. Вогнегасний склад хладон (фреон), 114В2, 13В1 у процесі пожежогасіння не дає дію на устаткування, що захищаються і дозволяє використовувати дані вогнегасники при гасінні пожеж електронного устаткування, картин і музейних експонатів. Промисловість випускає вогнегасники марок ОАХ, ОХ-3 тощо.

Вогнегасник "ВВПА-400" – перший в Україні вогнегасник, придатний для використання у домашніх умовах, простий в експлуатації навіть для дітей (достатньо тільки зняти ковпачок, спрямувати на осередок загоряння та натиснути на дозуючий клапан), екологічно безпечний для людей та навколишнього середовища, не завдає шкоди об'єкту захисту. При нанесенні розчину ВВПА-400 на частини тіла та при попаданні відкритого вогню на них, не залишається опіків навіть при температурі 1500 – 3500 °С. Дозуючий пристрій дозволяє витрачати вогнегасної речовини рівно стільки, скільки необхідно для гасіння осередку пожежі. Вогнегасник ВВПА-400 сертифікований на Україні та рекомендований для використання у приміщеннях з персональними електронно-обчислювальними машинами, у громадських спорудах та будівлях, квартирах житлових будинків, приміщеннях гуртожитків, приміщеннях

індивідуальної забудови, в адміністративних та житлових будівлях, приміщеннях та будівлях промислових підприємств, лабораторних приміщеннях, гаражах та автомайстернях, кіосках та торгових лотках.

Порошкові вогнегасники

Порошкові вогнегасники призначені для гасіння легкозаймистих та горючих речовин, лужно-земельних металів, електроустановок, що знаходяться під напругою, а також на об'єктах з великими матеріальними цінностями (лабораторії, музеї, картинні галереї тощо).

Вогнегасним зарядом порошкових вогнегасників є суха порошкова суміш на основі кальцинованої соди, яка з корпусу вогнегасника витісняється надлишковим тиском додаткового робочого газу (зберігається в додатковому балоні) – у вогнегасниках ОП-1Б "Момент", ОПУ-2, ОПУ-8Б, ОПУ-10, ОПУ-100; а у вогнегасниках ОП-1 "Турист" (закачного типу) – тиском, що постійно підтримується у його корпусі.

Вогнегасний ефект заряду полягає у механічному збиванні полум'я, гальмуванні хімічних реакцій горіння і розбавленні концентрації кисню у зоні горіння продуктами розкладання порошків.

Таблиця 6.3 – Технічні характеристики порошкових вогнегасників

Показники	ОП-1 –Момент"	ОП-1 –Турист"	ОПУ-2	ОПУ-10
Місткість корпусу, л	1	1,6	2	10
Маса заряду, кг	0,9	1,3	2	10
Тривалість дії, с	10	15	10	20
Дальність струменя, м	2	3	2,5	5,0
Максимальний побічний тиск у корпусі, МПа	0,6	0,4	0,8	1,2

Вогнегасник ОПУ-2 (рис. 7.7) являє собою пластиковий корпус 1, в якому знаходиться порошкова суміш ПСБ-3 (гідрокарбонат натрію, графіт, стеарати заліза, алюмінію і стеаринова кислота). На корпус накручується головка 12, на якій встановлено пусковий важіль 11, шток 8 з клапаном 6 і голкою, стакан 4 для балончика 3 з диоксидом вуглецю і сифонна трубка 2.

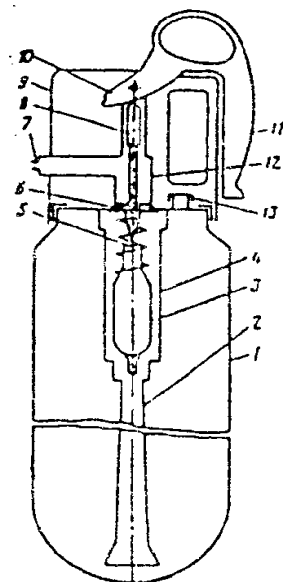


Рис. 7.7 – Порошковий вогнегасник ОПУ-2:

1 – корпус; 2 – сифонна трубка; 3 – балончик для робочого газу; 4 – корпус стакану; 5 – мембрана; 6 – клапан; 7 – щілинна насадка; 8 – шток; 9 – ковпачок; 10 – хвостовик; 11 – важіль; 12 – головка; 13 – пробка

Для приведення вогнегасника у дію необхідно підняти угору важіль 11. При цьому хвостовик 10 важеля натискає на шток 8. Шток, стискаючи пружину, переміщується вниз, відкриває клапан 6 і проколює голкою мембрану 5 газового балончика і газ по сифонній трубці потрапляє в корпус вогнегасника. При цьому, під дією пружини і тиску газу клапан 6 знову закривається. У подальшому, при піднятті важеля 11, порошок викидається через насадку 7, а при опусканні – подача порошку припиняється. При роботі вогнегасника необхідно захищати органи дихання і очі від попадання порошку.

Запірний пристрій балона із стисненим газом забезпечує зберігання газу протягом року. До кінця строку зберігання допустиме витікання газу з балона не повинно перевищувати 10 г. Корпус вогнегасника випробовують гідравлічним тиском 2,5 МПа, а щільність кришки з корпусом – тиском 1,8 МПа.

2.1.4. Вибір, розміщення і використання вогнегасників

Вид, кількість та місця розміщення первинних засобів пожежогасіння визначаються залежно від виду пального матеріалу, об'ємно-планувальних рішень будівлі, параметрів навколишнього середовища і розташування робочих місць обслуговуючого персоналу.

Не допускається зберігання та експлуатація вогнегасників без чеки і пломби підприємства-виробника або організації, що виробляє перезарядку. Забороняється виконувати будь-які ремонтні роботи та розбирання

вогнегасника при наявності тиску в корпусі вогнегасника.

Не допускається зберігати вогнегасники поблизу нагрівальних приладів та інших джерел тепла, де температура може бути вище 50 °С. Не допускається пряме попадання сонячних променів при транспортуванні і зберіганні. У зимовий час (при температурі нижче 1 °С) вогнегасники необхідно зберігати в опалюваних приміщеннях.

2.2. Пристрої автоматичної пожежної сигналізації

Успіх ліквідації пожежі на виробництві залежить від швидкості оповіщення персоналу про його початок. Для цього використовується *система пожежної сигналізації* – сукупність технічних засобів, призначених для виявлення пожежі, передачі сповіщення про пожежу та видачі команд на включення автоматичних установок пожежогасіння.

Системи пожежної сигналізації подають світловий або звуковий сигнал про виникнення пожежі на приймально-контрольний пристрій у приміщенні чергового персоналу або на спеціальні виносні пристрої оповіщення.

Пристрої автоматичної пожежної сигналізації призначені для виявлення пожежі в початковій її стадії, сповіщення про місце її виникнення, а також вмикання стаціонарних пристроїв пожежогасіння. Такі пристрої, залежно від типу, призначення і особливостей оточуючого середовища, встановлюються в приміщеннях, які містять виробництва, що належать за пожежною безпекою до категорії А, Б і С. У сільському господарстві – це складські приміщення для легкозаймистих і горючих рідин площею від 100 до 500 м²; складські приміщення для зберігання комбікормів, трав'яної муки, зерна площею 200 м² і більше; приміщення для ремонту і технологічного обслуговування сільськогосподарської техніки площею 200 м² і більше, пташники V ступеня вогнестійкості площею 1200 м² і більше, а IV ступеня вогнестійкості – 2000 м² і більше та ін.

Основним елементом пожежної сигналізації є пожежний оповіщувач – пристрій для формування сигналу про пожежу (датчик), що встановлюються у приміщеннях, які захищаються від пожежі. Він з'єднується з прийомною станцією, джерелом живлення і виконавчими системами.

Пристрої електричної сигналізації працюють на принципі сприйняття вхідного сигналу, характер якого визначається ознаками горіння: виділенням тепла, диму, світла. Перетворюючи вхідні сигнали, пристрої здійснюють виявлення горіння з передачею інформації про місце його виникнення.

Пожежні оповіщувачі поділяються на ручні та автоматичні.

Ручні призначені для передачі інформації про пожежу по лінії зв'язку технічним засобом оповіщення за допомогою людини, що виявила пожежу, і повинні розміщуватись на висоті 1,5 м від рівня підлоги.

Автоматичні пожежні оповіщувачі перетворюють контрольовану ознаку пожежі на електричний сигнал, який по проводах передається на прийомну станцію. Залежно від характеру приміщення, що захищається, пристрої комплектуються тепловими (ДТЛ, ИП104, ИТМ, ПОСТ-1), димовими (ИДФ, ДИП, РИД), світловими (СИ-І, АИП, ДПИД), ультразвуковими (Фигус-МП) і комбінованими (КИ-І) оповіщувачами. За виконанням пожежні оповіщувачі бувають нормального виконання, вибухобезпечні, іскробезпечні, герметичні.

Найбільшого поширення в автоматичних системах пожежної сигналізації отримали теплові та димові пожежні оповіщувачі. Це пояснюється як специфікою початкової фази процесу горіння більшості пожежонебезпечних речовин, так і відносною простотою схемних і конструктивних рішень цих оповіщувачів.

2.2.1 Теплові оповіщувачі

Найбільш чисельну групу складають теплові оповіщувачі. Принципи роботи їх ґрунтуються на використанні термоелектричних ефектів: явища зміни магнітних властивостей феромагнітних матеріалів від температури; механічних властивостей легкоплавких сплавів; електропровідності напівпровідникових матеріалів; лінійних розмірів металів тощо.

Теплові пожежні оповіщувачі найбільш ефективні коли визначальним фактором пожежі є тепловиділення. Вони поділяються на: максимальні, що спрацьовують шляхом розмикання контакту біметалевої пластинки при підвищенні температури до 60 ... 80 °С (залежно від установки); диференційні, що спрацьовують при підвищенні температури оточуючого середовища з певною швидкістю (на 30 °С протягом 7 с); максимально-диференційні, що реагують як на досягнення контрольованим параметром заданої величини, так і на швидкість його зміни.

Першим вітчизняним автоматичним пожежним оповіщувачем масового застосування, розробленим у 60-х роках, є тепловий пожежний оповіщувач ДТЛ (датчик тепловий легкоплавкий) максимальної дії. Він сигналізує про підвищення температури повітря в приміщенні понад 72 °С і належить до найпростішого типу теплових пожежних оповіщувачів – сигналізаторів однократної дії. Принцип дії оповіщувача полягає в порушенні під дією

температури легкоплавкого з'єднання двох підпружинених пластин 1, спаяних сплавом Вуда (олово + кадмій + вісмут + свинець) з температурою плавлення 72 °С, і розмиканні відповідної електричної ланки сигналізації. Всі деталі оповісника змонтовано на пластиковій основі 3. Від механічних ушкоджень пластини захищені конічним пластиковим ковпачком 5. Для зручності кріплення до стелі чи стін оповісник комплектується розеткою 4.

У 1984 р. цей оповісник був модернізований з метою усунення виявлених у процесі експлуатації недоліків: значної інерційності та недоступності діагностування при проведенні технічного обслуговування. У результаті модернізації на зміну оповіснику ДТЛ прийшов пожежний оповісник ИП104-1 (рис. 7.8), аналогічний йому за принципом дії і конструктивному виконанню, але з меншою інерційністю і більш об'єктивним контролем технічних параметрів у процесі його промислового виробництва.

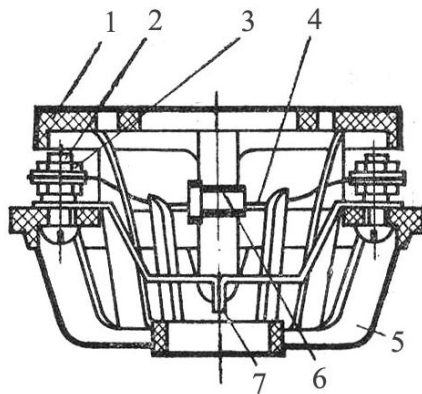


Рис. 7.8. Пожежний оповісник ИП 104-1

Такий оповісник є точковий, максимальний (граничний), одноразової дії. Оповісник складається з корпусу 5, теплового замка 7 і підстави 1. Підстава служить для закріплення оповісника на стелі за допомогою шурупів або приклеювання з подальшим кріпленням до нього корпусу. Болти 2 і гайки 3 з шайбами 4 призначені для закріплення датчика всередині корпусу, а також для підключення до шлейфу сигналізації.

У якості датчика використаний сплав "Вуда", який при підвищенні температури навколишнього повітря у контрольованому приміщенні вище 72 °С розплавляється, при цьому контакти оповісника (пружні пластини) розмикають електричне коло. Розрив шлейфу викликає спрацювання приймально-контрольного приладу.

Пожежний оповісник ИП105-2/1 (ИТМ) (рис. 7.9) є оповісником багаторазової дії, що дозволяє здійснювати контроль його працездатності в процесі експлуатації. Чутливим елементом є герметизований магнітокерований контакт (геркон), об'єднаний в єдиний конструктивний вузол з термочутливою

магнітною системою, яка складається із двох кільцевих магнітів, і розміщеного між ними термочутливого феритового магнітопроводу. Під дією температури оточуючого середовища, при досягненні нею заданої величини в діапазоні 70 ± 7 °С (точка Кюрі), різко зменшується магнітна проникність фериту. Повздовжнє магнітне поле магнітної системи змінюється, і контакти геркона розмикають мережу сигналізації.

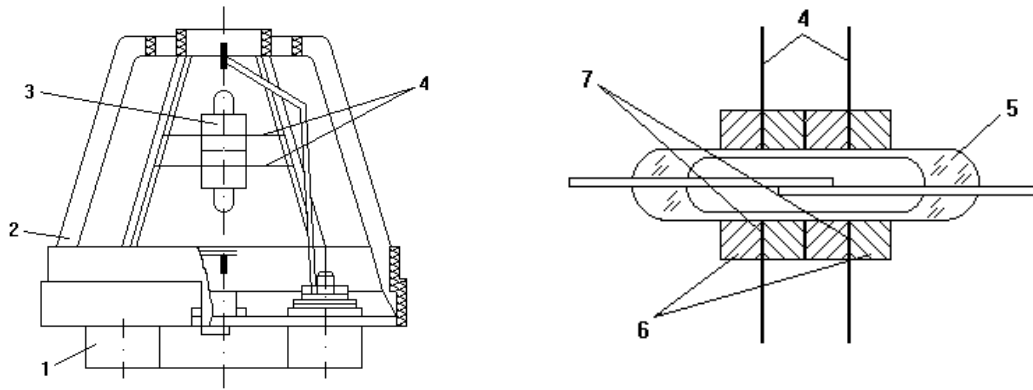


Рис. 7.9. Конструкція теплового магнітного сповіщувача ИТМ:

1 – основа сповіщувача; 2 – захисний ковпачок; 3 – термочутливий елемент; 4 – теплоприймач; 5 – геркон; 6 – постійні магніти; 7 – термочутливий ферит

Точкові теплові пожежні оповіщувачі максимального дії, чутливим елементом яких є герконове реле – температурне реле на основі ”ефекту пам’яті металу”, а також інші контактні оповіщувачі недорогі, але мають значну інерційність, вони спрацьовують при досягненні на об’єкті певної температури і не дозволяють виявити пожежу у початковій стадії розвитку. У зв’язку з цим в даний час виробництво найбільш дешевих теплових пожежних оповіщувачів максимального дії типу ІП 103, ІП 104, ІП 105, різко скорочено і застосування їх обмежене.

Напівпровідниковий тепловий оповіщувач ПОСТ-1 (рис. 7.10.) складається з датчиків максимальної (ДМ) 2 чи максимально-диференційної (ДМД) 3 дії, контрольного 1 і кінцевого 4 пристроїв. Чуттєвим елементом датчиків є терморезистор КМТ-1. Датчик ДМ має подільник напруги, одним плечем якого є терморезистор R10, другим – резистор R11; діод VD6 призначений для виключення взаємовпливу датчиків одного на інший. При нагріванні терморезистора до встановленої температури відкривається діод VD6 і спрацьовує кінцевий пристрій, який формує сигнал тривоги і посиляє його на приймальну станцію. Датчик ДМД відрізняється від ДМ тим, що на обох плечах подільника напруги встановлено терморезистори R12 і R13.

Останній вміщено у закриту камеру і при обтіканні сповіщувача тепловим потоком нагрівається повільніше, ніж R12, тому виникає диференційний ефект і оповіщувач реагує на швидкість підвищення температури. Подальша робота датчика ДМД аналогічна роботі датчика ДМ. Контрольний пристрій подає сигнал пошкодження при обриві, замиканні на землю та короткому замиканні лінії зв'язку.

Необхідність виявляти пожежі на ранній стадії і у будь-якій точці привела до створення термокабелю, який являє собою по суті безперервний, розподілений по довжині об'єкта пожежний оповіщувач. Наприклад, створені і використовувані в промисловості зразки термокабелю "Алармлайн", "Протектовейер" генерують попереджувальний або аварійний сигнал при нагріванні повітряного середовища до температури, відповідної плавлення ізоляції металевих жил термокабеля.

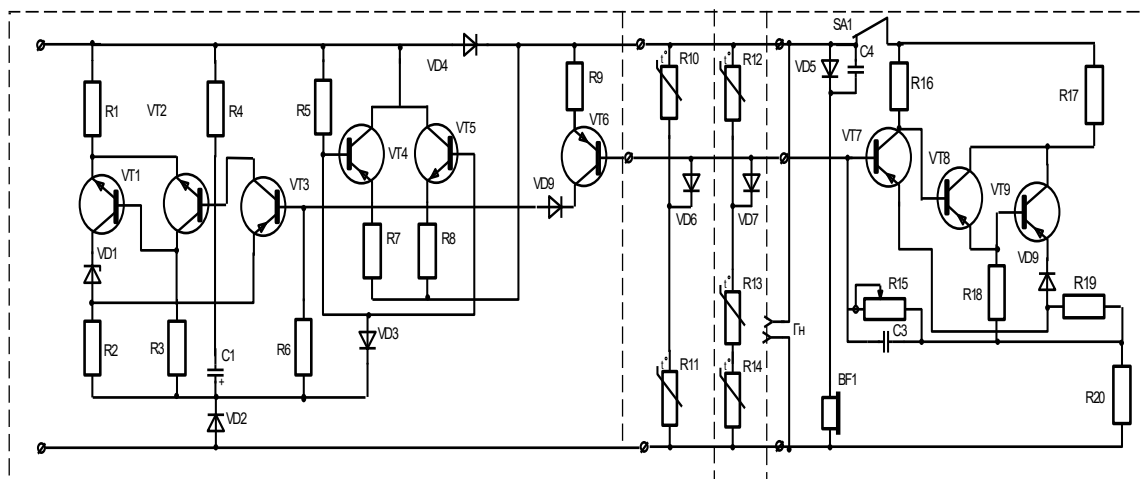


Рис. 7.10. Схема принципова електрична пожежного оповіщувача ПОСТ-1

Прикладом лінійного теплового пожежного оповіщувача є лінійна система сигналізації Alarmline LHD 4 фірми "KIDDE". Пристрій виявлення пожежі має сенсорну довжину чутливого елемента 300 м (максимальна довжина 1,5 км). Стійкий до механічних і хімічних впливів, корозії, вологості, пилу та придатний для застосування у вибухонебезпечних зонах. Дана система складається з двох компонентів: сенсорної лінії і блоку обробки результатів вимірювання. Сенсорна лінія системи складається з чотирьох мідних проводів. Вони покриті матеріалом кольорового кодування з негативним температурним коефіцієнтом і мають вогнестійку зовнішню оболонку. Проводи сенсорної лінії на кінцях з'єднуються один з одним і герметично ущільнюються таким чином, що виникають дві петлі. Обидві петлі постійно контролюються. Розрив або коротке замикання викликають аварійний сигнал у блоці обробки результатів.

При підвищенні температури змінюється електричний опір між обома

петлями; з підвищенням температури опір зменшується. Ця зміна розпізнається блоком обробки результатів, який при перевищенні встановленої температури реагування включає аварійний сигнал.

Застосування лінійних теплових пожежних оповіщувачів найбільш ефективно в кабельних каналах, електростанціях, високостелажних складах, ангарах, фальшполах комп'ютерних залах, у транспортних тунелях. Лінійний оповіщувач точно визначає місцезнаходження точки перегріву, в будь-якому місці цих споруд, а також витримує агресивну дію навколишнього середовища.

2.2.2. Димові оповіщувачі

У димових оповіщувачах чутливий елемент реагує на ослаблення чи розсіювання зондуючого потоку оптичного випромінювання димовими частинками. Спрацювання таких оповіщувачів відбувається через кілька секунд після проникнення диму у вимірювальну камеру. Дим при виникненні горіння проявляється першим, і тому димовий сповіщувач зреагує на нього на більш ранніх стадіях пожежі.

Димові сповіщувачі за принципом дії поділяються на фотоелектричні (оптико-електронні) та іонізаційні (радіоізотопні).

2.2.2.1 Фотоелектричні димові пожежні оповіщувачі підрозділяються на точкові і лінійні.

У точкових фотоелектричних димових пожежних оповіщувачах використовується принцип дії, що полягає у реєстрації оптичного випромінювання, відбитого від частинок диму, що потрапляють у димову камеру оповіщувача. Точкові фотоелектричні димові пожежні оповіщувачі мають високу чутливість до світлого і сірого диму, але мають гіршу чутливість до темного диму, який погано відображає електромагнітне випромінювання джерела світла.

Пристрій лінійних димових пожежних оповіщувачів заснований на принципі послаблення електромагнітного потоку між рознесеними у просторі джерелом випромінювання і фотоприймачем під впливом частинок диму. Прилад такого типу складається з двох блоків, один з яких містить джерело оптичного випромінювання, а інший – фотоприймач. Обидва блоки розташовують на одній геометричній осі в зоні прямої видимості.

До переваг лінійних димових оповіщувачів можна віднести велику дальність дії (до 100 м). Лінійні димові пожежні оповіщувачі добре реагують як на темний, так і на сірий дим.

До недоліків слід віднести необхідність прямої видимості між джерелом і

фотоприймачем і накопичення пилу на лінзовій оптиці або конструктивних елементах, що її захищають

Димовий оповісчувач напівпровідниковий ДИП-1 (рис. 7.11) працює за принципом реєстрації фотоприймачем відбитого від частинок диму світла. Фотоприймачем є фотодіод VD4, джерелом світла – світлодіод VD3. Вони розміщені в оптичній головці таким чином, що їх оптичні осі перетинаються під кутом 100° . Для проникнення диму до чутливої зони в корпусі сповісчувача є отвори, закриті сіткою. Електрична схема складається з модулятора 1 джерела світла, підсилювача 2, синхронного детектора 3, вихідного підсилювача 4 і вихідного реле K1.

Для забезпечення стійкості до фонові освітленості застосовується спосіб модулювання джерела світла імпульсами від модулятора, виконаного за схемою мультівібратора. Сповісчувач спрацює тільки при відбитті модульованого світла джерела VD4 частками диму. Стороннє джерело світла не модульоване, тому воно не може викликати помилкове спрацювання сповісчувача. Це досягається за допомогою синхронного детектора, сигнал з якого на вихідний підсилювач (VT9, VT10) надходить тільки в тому випадку, якщо на VT7 і VT8 одночасно (синхронно) надійде сигнал від модулятора і попереднього підсилювача (VT1 – VT4), в який увімкнено фотоприймач VD4. Вихідне реле K1 формує сигнал тривоги на приймальну станцію.

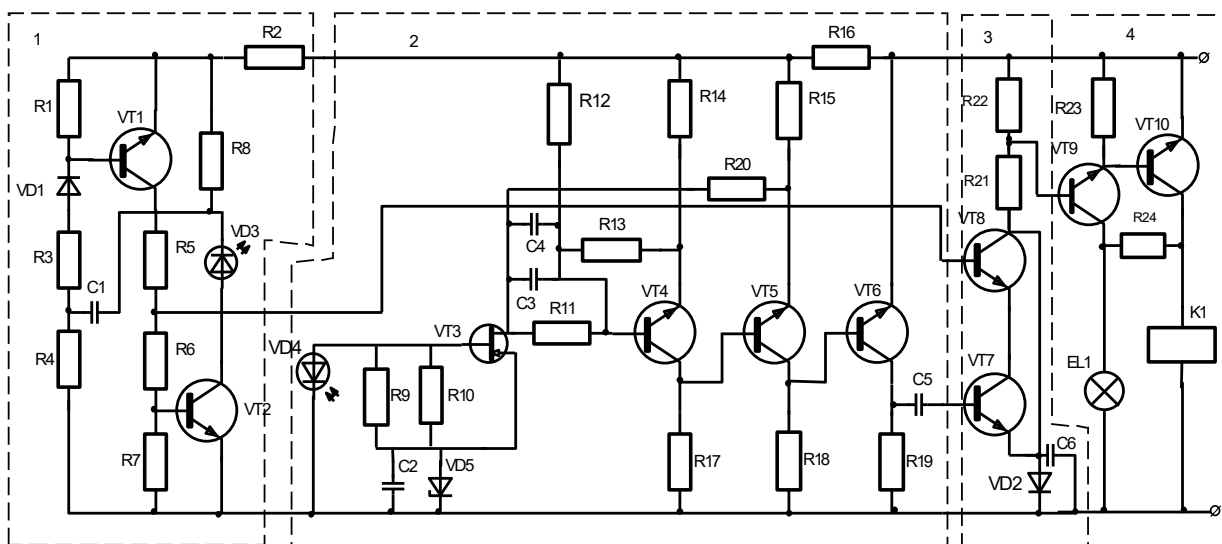


Рис. 6.11. Схема принципова електрична пожежного сповісчувача ДИП-1

Аспіраційні димові пожежні оповісчувачі. Останнім часом промисловість почала випускати аспіраційні димові пожежні оповісчувачі. Основна відмінність аспіраційних димових пожежних оповісчувачів від звичайних

димових полягає в тому, що маючи у своєму складі вентилятор (аспіратор), через димову камеру оповіщувача постійно прокачується і аналізується повітря з приміщення, що захищається. Забір проб повітря з приміщень здійснюється через систему трубопроводів має калібровані усмоктувальні отвори. Така система забору повітря дозволяє підвищити чутливість аспірационного оповіщувача порівняно зі звичайними від 100 до 300 разів.

Технологія визначення наявності диму у димовій камері таких оповіщувачів використовується або оптико-електронна, або лазерного сканування.

Використання аспіраційних оповіщувачів показує, що чутливість і перешкодозахищеність їх вища ніж у традиційних точкових оптико-електронних димових пожежних оповіщувачів.

Застосовуються аспіраційні оповіщувачі для захисту багатоповерхових будинків, причому перфорований забірний трубопровід можна розташовувати безпосередньо у вентиляційних каналах або в шахтах в яких прокладені інженерні комунікації. Наявність в аспіраційних оповіщувачах систем фільтрації повітря дозволяє до мінімуму знизити ймовірність помилкових спрацьовувань.

Єдиної нормативної документації щодо застосування аспіраційних димових пожежних оповіщувачів на даний момент немає.

2.2.2.2. *Радіоізотопні димові пожежні оповіщувачі (ІП 211).* У таких оповіщувачах в якості чутливого елемента є димова камера з розміщеними в ній двома електродами (анодом і катодом) і капсули з радіоактивним елементом (плутоній, америцій). У черговому режимі повітря у камері іонізоване і між електродами виникає іонізаційний електричний струм (I_i). При попаданні у камеру частинок диму ступінь іонізація зменшується і струм між електродами пропадає. Блок обробки сигналів реєструє зміну струму і виробляє сигнал "Пожежа".

До переваг цих оповіщувачів можна віднести практично однакову здатність реагувати як на світлий, так і на темний дим.

У радіоізотопному оповіщувачі диму РИД-6М (рис. 7.12) чутливим елементом є іонізаційна камера. Для підвищення стійкості роботи в черговому режимі у оповіщувачі знаходиться друга закрыта іонізаційна камера В1, яка компенсує зміни температури і вологості оточуючого повітря. Іонізація в обох іонізаційних камерах здійснюється за допомогою двох сторонніх джерел з ізотопом плутонію – 239, які випромінюють α – частинки активністю не більше

$1,85 \cdot 10^{-5}$ Бк. У всіх режимах експлуатації при дотриманні заходів безпеки оповісчувач є радіаційно-безпечним.

При попаданні диму в камеру В2 збільшується її опір постійному струму за рахунок зниження ступеня іонізації і відповідно зростає падіння напруги на ній і на опорі R1. При досягненні заданої величини напруги на R1 відкривається стабілітрон VD1, який пропускає струм на транзистори VT2 і VT3, в результаті транзистори відкриваються, що призводить до падіння напруги в колі: резистор R4, перехід база-емітер транзистора VT5. При цьому відбувається різке збільшення струму в мережі сигналізації і загорання індикатора і світлодіода VD5. Кнопка SA1 призначена для тестового контролю працездатності оповісчувача.

Димові оповісчувачі встановлюють з розрахунку один оповісчувач на 85 м^2 , але не менше двох на кожне приміщення. При цьому відстань між сповісчувачами приймають 10 ... 12 м, а між сповісчувачами і стінами – не більше 5 ... 6 м.

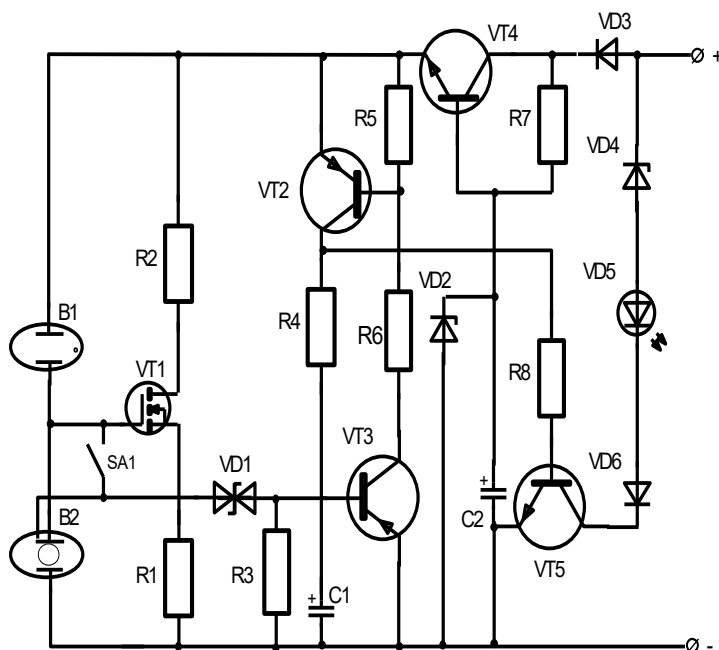


Рис. 7.12. Схема електрична принципова радіоізотопного оповісчувача РИД-М

2.2.3. Світлові оповісчувачі

На відміну від усіх інших типів пожежних оповісчувачів, які призначені тільки для внутрішньої установки, оповісчувачі світлові (полум'я) дозволяють захищати зовнішні зони великої площі, установки та сховища, в тому числі і у вибухонебезпечних зонах. Вони забезпечують мінімальний час виявлення

займання матеріалів, які не мають стадії тління, наприклад, легкозаймистих рідин і пластмас.

Такі оповіщувачі реагують на електромагнітне випромінювання полум'я або тліючого вогнища.

За спектром електромагнітного випромінювання, чутливого елементу, світлові оповіщувачі поділяються на: *видимий*; *ультрафіолетовий (УФ)*; *інфрачервоний (ІЧ)* – реагує на інфрачервону частину спектру полум'я та здатний працювати у запилених приміщеннях, так як випромінювання в інфрачервоній частині спектра слабо поглинається пилом; *багатодіапазонний* (або багатоспектральний).

У світлових оповіщувачах чутливими елементами є фоторезистори, що реєструють випромінювання у видимій та інфрачервоній областях спектра, та лічильники фотонів, що працюють в ультрафіолетовій області спектра.

Світлові оповіщувачі мають високу чутливість і малу інерцію, тому їх доцільно застосовувати для виявлення пожеж, що швидко розповсюджуються. Важливою характеристикою світлових оповіщувачів є їх стійкість до фонові освітленості. Зона дії оповіщувача розраховується не за площею, а за кутом огляду.

В автоматичному оповіщувачі полум'я АИП-М чутливим елементом є лічильник фотонів. Схема обробки сигналів від лічильника фотонів наведена на рис. 7.13. Кут огляду сповіщувача становить 120° на відстані 5 м, а фонові освітленість не повинна перевищувати 50 лк.

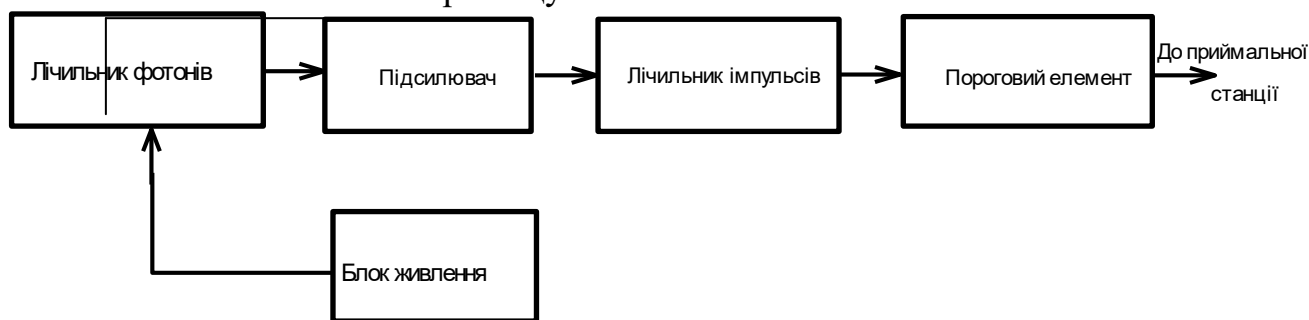


Рис. 7.13. Функціональна схема автоматичного оповіщувача полум'я АИП-М

Датчик полум'я інфрачервоний диференційний ДПИД (рис. 7.14) призначений для виявлення пожежі за інфрачервоним випромінюванням полум'я.

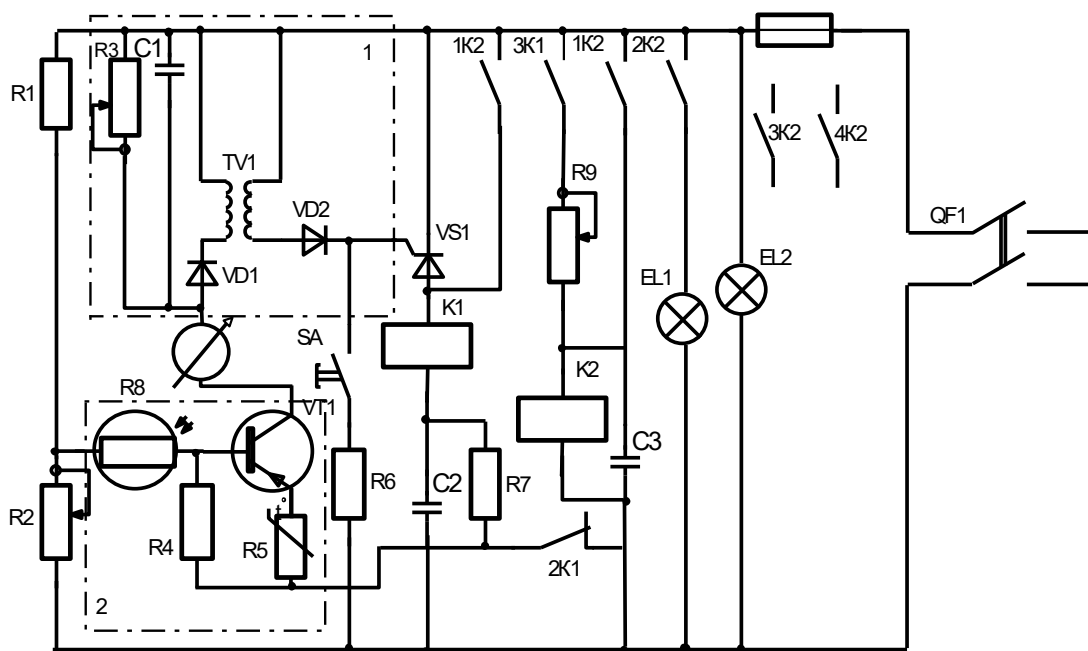


Рис. 7.14. Схема електрична принципова оповісчувача ДПІД

Датчик 2 вмикається в сигнально-пусковий блок для приведення в дію систем пожежогасіння. Чутливим елементом у ньому є фоторезистор ФСД-Г1 (R8), який сприймає випромінювання і вмикає через формувач імпульсів 1 тиристор VS1. Струм, перебігаючи через тиристор VS1, викликає спрацювання реле K1. Якщо випромінювання постійне, то встигає зарядитись конденсатор C3 і спрацьовує реле K2, вмикаючи своїми контактами 2K2 – 4K2 сигнальну лампу Л1 і установку пожежогасіння.

Оповісчувач ультразвуковий –Фікус – МП’ призначений для просторового виявлення пожежі і подачі сигналу на приймально-контрольний пульт централізованої сигналізації.

Принцип роботи пристрою полягає у тому, що створена за допомогою ультразвукових п'єзокерамічних перетворювачів ультразвукова енергія відбивається від теплового струменя вогнища і потрапляє на приймальні ультразвукові перетворювачі, у результаті чого на вході електричної схеми створюється електричний сигнал. Ультразвукова енергія контролюється за допомогою ультразвукових перетворювачів у певній зоні приміщення. Протяжність чутливої зони до 6 м при ширині 5 м на відстані 3 м від передньої панелі пристрою. Датчик виявляє відкрите полум'я площею не менше 0,1 м².

Вмикання оповісчувачів у лінію зв'язку може здійснюватись паралельно (променева схема) або послідовно (шлейфова схема). Для лінії зв'язку використовують телефонні проводи, кабелі зв'язку і контрольні кабелі.

Приймальні станції пожежної сигналізації забезпечують перевірку справності системи, прийом сигналів від оповісчувачів і трансляцію їх по

з'єднувальній лінії на центральний пункт, а також приведення в дію загальної виносної сигналізації. Найбільшого поширення набули приймальні станції ТЛО-10/100, «Сигнал-І2АМ», «Сигнал-39», РУОП-І, СТПУ-І, СДПУ-І, СКПУ-1.

2.3. Автоматичні установки водяного пожежогасіння

Автоматичні установки водяного пожежогасіння діляться на спринклерні та дренчерні. Вони отримали свою назву від англійських слів *sprinkle* (бризкати) і *drench* (зрошувати).

Зазначені установки водяного пожежогасіння найбільш поширені. Вони складають близько половини загальної кількості установок пожежогасіння. Застосовуються для захисту різних складів, універмагів, приміщень виробництва гарячих натуральних і синтетичних смол, пластмас, гумових технічних виробів, кабельних каналів тощо.

Спринклерні установки переважно використовувати для захисту приміщень, в яких передбачається розвиток пожежі з інтенсивним тепловиділенням. Дренчерні установки зрошують вогнище загоряння на ділянці приміщення, що захищається по команді від технічних засобів виявлення пожежі. Це дозволяє провести ліквідацію загоряння на ранній стадії і швидше, ніж спринклерними установками.

2.3.1 Спринклерні установки

Спринклерні установки призначені для локального гасіння пожеж, охолодження будівельних конструкцій і подачі сигналу про пожежу.

Спринклерні установки бувають:

- водяні – для захисту приміщення з мінімальною температурою повітря протягом року не нижче 4 °С;
- повітряні – для захисту неопалювальних приміщень у районах з тривалістю опалювального сезону понад 240 днів і середньодобовою температурою повітря 8 °С і нижче;
- повітряно-водяні – для захисту неопалювальних приміщень у районах з тривалістю опалювального сезону до 240 днів і середньодобовою температурою повітря вище 8 °С.

Схема спринклерної установки наведена на рис. 6.15. У стані готовності спринклерна установка знаходиться під тиском 0,4 МПа, створеним автоматичним водоживильником. Вода забирається насосом 11 з резервуара водоводу або водоймища 12 по трубопроводу із забірною сіткою 13. У цей час

вентиль 9 відкритий. Надходження води з пневмобака 1 в насос 11 запобігається зворотним клапаном 10. При спрацюванні спринклерного зрошувача 3 тиск у живильнику 5 і розподільчому 4 трубопроводі падає, спрацьовує контрольно-сигнальний клапан 7 і по трубопроводу 8 з автоматичного живильника 1 вода надходить через спринклерні зрошувачі на гасіння пожежі. Одночасно вода надходить до сигнального приладу 6, який видає звуковий сигнал про пожежу.

При падінні тиску в автоматичному водоживильнику 1, встановлений на ньому електричний манометр вмикає основний водоживильник 11, який забирає воду з резервуара 12 і подає в спринклерну мережу. Зворотний клапан відключає автоматичний водоживильник 1 від мережі. Основний водоживильник 11 можна вмикати і від сигнального приладу 6. Повітря в пневмобак підкачується компресором 2, а в мережу повітряно-водяної системи – компресором 16 при відкритому вентилі 15 і вимкненому контрольно-сигнальному клапані 14.

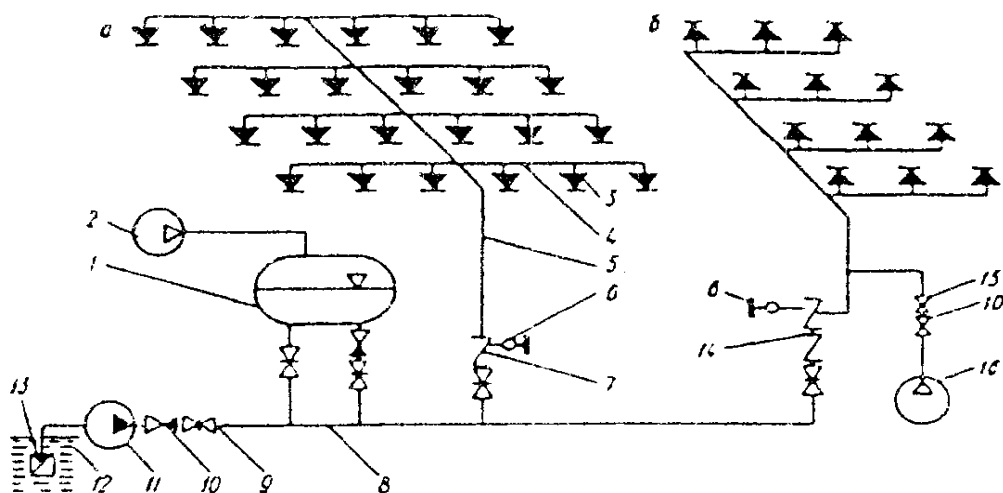


Рис. 7.15. Схема спринклерної установки:

а – водяна секція; б – повітряно-водяна секція;

1 – автоматичний водоживильник; 2 – компресор; 3 – спринклерний зрошувач; 4 – розподільчий трубопровід; 5 – живильний трубопровід; 6 – сигнальний прилад; 7 і 14 – контрольно-сигнальні клапани; 8 – трубопровід; 9 і 15 – вентилі; 10 – зворотні клапани; 11 – насос; 12 – резервуар; 13 – насос із забірною сіткою; 16 – компресор

Основним елементом спринклерної системи є спринклерний зрошувач (рис. 7.16), призначений для автоматичного вмикання установки в роботу, якщо в приміщенні виникає пожежа і температура повітря підвищується до

критичного значення. Всі зрошувальні головки мають спеціальний легкоплавкий замок, який при звичайній температурі утримує клапан, що закриває отвір головки. При дії підвищеної температури (72, 93, 141, 182 °С) легкоплавкий сплав замка плавиться, замок розпадається на пластини і випадає разом з ричагами 2 і клапаном 6. Струмінь, ударяючись у розетку 5, розбризкується над вогнищем. До трубопроводу спринклерна головка кріпиться за допомогою штуцера 1 з різьбою.

Залежно від діаметра отвору спринклерної головки ($d = 12, 17, 29$ мм), витрати води можуть бути 15 ... 50 л/с, при цьому площа зрошення одним зрошувачем становить 9 ... 54 м².

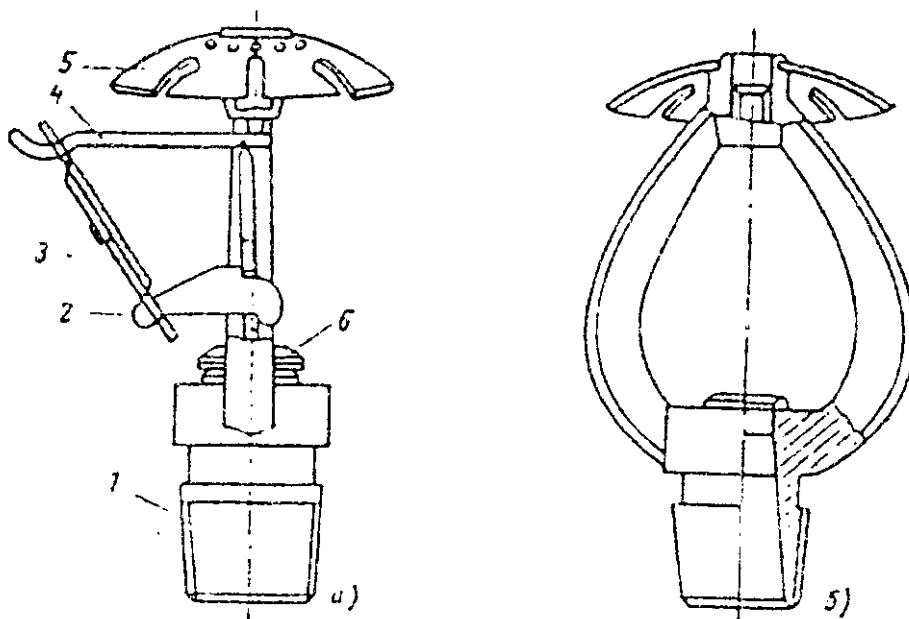


Рис. 7.16. Водяні зрошувачі:

а – спринклерна головка; б – дренчерна головка;

1 – штуцер; 2 – важіль; 3 – легкоплавкий елемент; 4 – дуга; 5 – розетка; 6 – клапан

Включення спринклерної установки відбувається автоматично при підвищенні температури у приміщенні до заданої межі. Пожежним сповіщувачем є тепловий замок спринклерного зрошувача (спринклера). Ручне включення спринклерної установки не провадиться.

2.3.2. Дренчерні установки

Дренчерні установки (рис. 7.17) призначені для гасіння пожеж на всій розрахунковій площі, створення водяних завіс і сигналізації про пожежу. Приводяться вони в дію однією з таких побуджувальних (пускових) систем: тросовою, пневматичною, електричною.

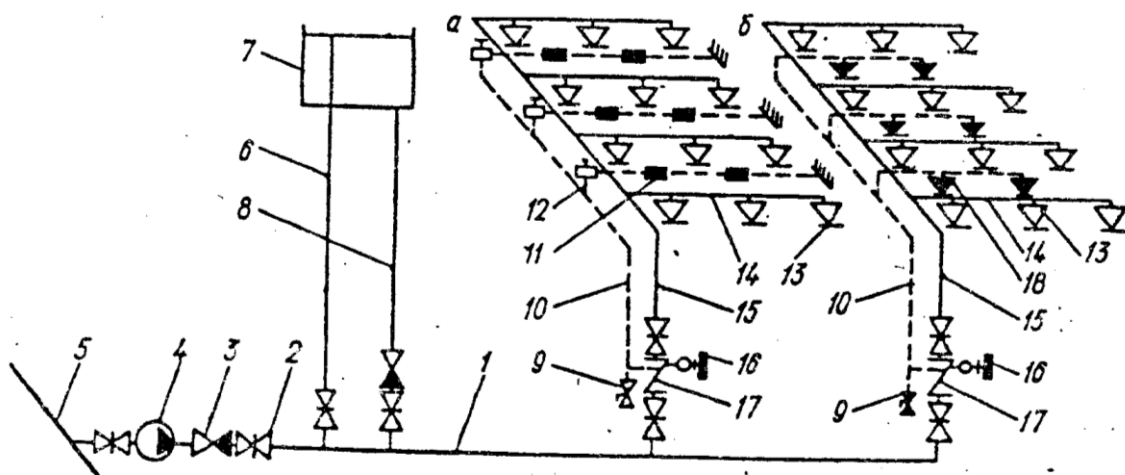


Рис. 7.17 – Схема дренажної установки:

а – секція з побуджувальною тросовою системою; б – секція з побуджувальною спринклерною системою;

1 і 8 – трубопровід; 2 і 9 – вентиль; 3 – зворотний клапан; 4 – основний водоживильник (насос); 5 – зовнішній водопровід; 6 – труба; 7 – автоматичний водоживильник; 10 – побуджувальний трубопровід; 11 – легкоплавкий замок; 12 – побуджувальний клапан; 13 – дренажний зрошувач; 14 – розподільчий трубопровід; 15 – живильний трубопровід; 16 – сигнальний прилад; 17 – клапан групової дії; 18 – спринклерний зрошувач

Така установка працює наступним чином: у стані готовності побуджувальна система, зокрема трубопровід 10, дренажної установки знаходиться під тиском, створеним автоматичним водоживильником 7, а розподільчий 14 і живильний 15 трубопроводи з'єднані з атмосферою.

При пожежі спрацьовують спринклерні зрошувачі 18 (або легкоплавкі замки 11 тросової побуджувальної системи), тиск у трубопроводі 10 падає, оскільки вода виходить із спринклерних зрошувачів 18 (або з клапанів 12 тросової системи).

Тиск у трубопроводі 10 падає. У разі падіння тиску в побуджувальній системі спрацьовує клапан групової дії 17 і вода з автоматичного водоживильника 7 по підводному 1, живильному 15 і розподільчому 14 трубопроводах надходять до дренажних зрошувачів 13. При цьому спрацьовує сигнальний прилад 16. При зниженні рівня води в автоматичному водоживильнику 7 автоматично вмикається основний живильник 4, який забирає воду із зовнішнього водопроводу 5 і подає її в дренажну мережу. Засувка 2 відкрита, а надходження води з труби 6 автоматичного водоживильника 7 у насос 4 запобігається зворотним клапаном 3.

Водоживильник 7 заповнюється водою через трубопровід 8.

3. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПОЗААУДИТОРНОЇ ПІДГОТОВКИ

3.1. Детально вивчити розділ "Загальні теоретичні відомості", а також ознайомитись з матеріалами по тематиці лабораторної роботи, які викладено в літературних джерелах (див. список літератури).

3.2. Розпочати оформлення звіту про лабораторну роботу, записати її назву, мету, а також виписки з розділу —~~Загальні~~ теоретичні відомості".

3.3. Накреслити рис. 7.1, 7.3, 7.8, 7.10, 7.13.

4. ОБЛАДНАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

На робочому місці мають бути:

- хімічний пінний вогнегасник ОХП-10;
- повітряно-пінний вогнегасник ОВП-5;
- вуглекислотний вогнегасник ОУ-2;
- вуглекислотно-брометиловий вогнегасник ОУБ-ЗА;
- порошкові вогнегасники ОП-ІБ "Момент", ОПУ-2;
- пожежні сповіщувачі ИП104, ИТМ, РИД-6М, АИП-М,
–~~Фикус-МП~~".

5. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

5.1. Ознайомитись з обладнанням робочого місця і записати основні технічні дані.

5.2. Визначити кут огляду автоматичного сповіщувача полум'я АИП-М.

5.3. Визначити протяжність чуттєвої зони ультразвукового сповіщувача
–~~Фикус-МП~~".

5.4. Зробити висновок про відповідність вимірів паспортним даним.

6. ЗМІСТ ЗВІТУ

У звіті повинні бути:

- назва роботи та її мета; витяги з розділу —~~Загальні~~ теоретичні

відомості”;

- схеми, зображені на рис. 7.1, 7.3, 7.8, 7.10, 7.13;
- паспортні дані вогнегасників і пожежних сповіщувачів.

7. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 7.1. Будова і призначення хімічних пінних вогнегасників.
- 7.2. Будова і призначення повітряно-пінних вогнегасників.
- 7.3. Будова в область застосування вуглекислотних вогнегасників.
- 7.4. Будова і призначення вуглекисотно-брометилових вогнегасників.
- 7.5. Будова і технічні характеристики порошкових вогнегасників.
- 7.6. Призначення пристроїв автоматичної пожежної сигналізації.
- 7.7. Будова і принцип дії теплових сповіщувачів пожежі – ДТЛ, ИТМ, ПОСТ-1.
- 7.8. Будова і принцип дії димових сповіщувачів ДИП-І, РИД-6М.
- 7.9. Будова і принцип дії світлових сповіщувачів АИП-М, ДПИД.
- 7.10. Принцип роботи ультразвукового сповіщувача –Фикус-МП”.
- 7.11. Призначення і будова спринклерних установок пожежегасіння.
- 7.8. Призначення і будова дренчерних установок пожежегасіння.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1. Правила улаштування електроустановок. – 3-е вид., перероб і доп. – К.: Мінпаливенерго. – 2017. – 736 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

НАДАННЯ ПЕРШОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ ПРИ УРАЖЕННІ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ

1 МЕТА РОБОТИ

1.1. Навчитися швидко і кваліфіковано надавати першу долікарську медичну допомогу людині, що була уражена електричним струмом.

1.2. Отримати практичні навички в оцінці стану потерпілого і виведенні людини зі стану клінічної смерті методом штучного дихання і зовнішнього масажу серця з використанням манекена-тренажера.

2. ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Перша допомога при ураженнях електричним струмом складається з двох етапів: звільнення потерпілого від дії струму і надання йому долікарської медичної допомоги. При цьому основними умовами успіху є швидкість і правильність дій, що залежить від знання та вміння, спокою і кмітливості людини, що надає допомогу. Такі навички виробляються спеціальною підготовкою.

Першу допомогу слід надавати негайно і по можливості на місці події. Найкращий ефект досягається у тих випадках, коли з моменту зупинки серця пройшло менше чотирьох хвилин, зволікання може призвести до загибелі потерпілого. При ураженнях електричним струмом смерть часто буває клінічною (уявною), тому ніколи не слід відмовлятися від надання допомоги потерпілому і вважати його мертвим, навіть якщо у нього відсутнє дихання, серцебиття, пульс. Першу допомогу слід надавати потерпілому завжди, а винести висновок про його смерть має право тільки лікар.

Відомі випадки, коли потерпілі були повернуті до життя через 3 ... 0,4 і навіть 11 ... 20 годин після проведення безперервних заходів – штучного дихання і масажу серця.

При своєчасному і правильному наданні першої допомоги близько 90% уражених електричним струмом з порушенням дихання та кровообігу оживають. Однак через зволікання і помилкові дії у практиці тільки близько однієї третини постраждалих повертають до життя. Кожен працівник підприємства повинен вміти правильно надавати першу допомогу

постраждалим, навчання якої найбільш ефективно з використанням манекенів-тренажерів.

2.1. Звільнення потерпілого від дії електричного струму

При ураженні електричним струмом необхідно якомога швидше звільнити потерпілого від дії струму, тому від тривалості цієї дії залежить важкість електротравми. За правилами техніки безпеки при експлуатації електроустановок "при нещасних випадках з людьми, зняття напруги для звільнення потерпілого повинно бути здійснене негайно без попереднього дозволу". Частина установки, якої торкається потерпілий, відключається за допомогою вимикачів, рубильників або іншого вимикаючого апарату (рис. 8.1), напруга знімається шляхом зняття або викручування запобіжників (пробок), роз'єму штепсельного з'єднання.



Рис. 8.1 – Звільнення потерпілого від дії струму відключенням електроустановки

Якщо потерпілий знаходиться на висоті, то слід прийняти міри, що попереджають його падіння при звільненні від струму.

Слід передбачити заходи із забезпечення висвітлення приміщення без природного світла при відключенні електроустановок з урахуванням вибухо- і пожежонебезпеки приміщень.

Напруга до 1000 В. При неможливості відключити електроустановки або привод напругою до 1000 В для звільнення потерпілого слід скористатися сухим канатом, палицею, дошкою або будь-яким іншим предметом, що не проводить електричний струм (рис. 8.2).

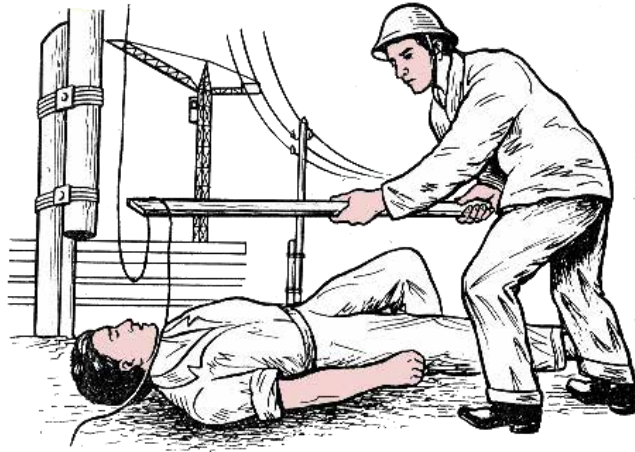


Рис. 8.2 – Звільнення потерпілого від дії струму в електроустановках до 1000 В відкиданням проводу дошкою

Можна відтягнути потерпілого від струмопровідних частин, взявшись за його одяг, якщо він сухий і відстає від тіла, наприклад за поли піджака, пальто, за комір, уникаючи при цьому дотику до тіла потерпілого, його взуття, яка може виявитися струмопровідним через забруднення, наявності у ньому цвяхів тощо, до сирого одягу, а також навколишнім заземленим металевим предметам. Слід діяти однією рукою (рис. 8.3).

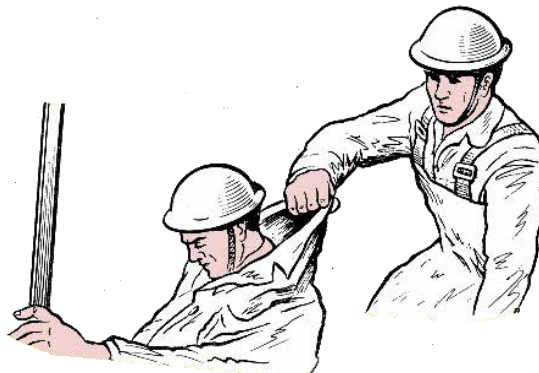


Рис. 8.3 – Звільнення потерпілого від дії струму в установках до 1000 В відтягуванням за сухий одяг

При необхідності дотику до тіла потерпілого, які не покриті сухим одягом, треба надіти на руки діелектричні рукавички або обмотати їх сухою тканиною (шарфом тощо), натягнути на руки рукави піджака або пальто тощо. (рис. 8.4).

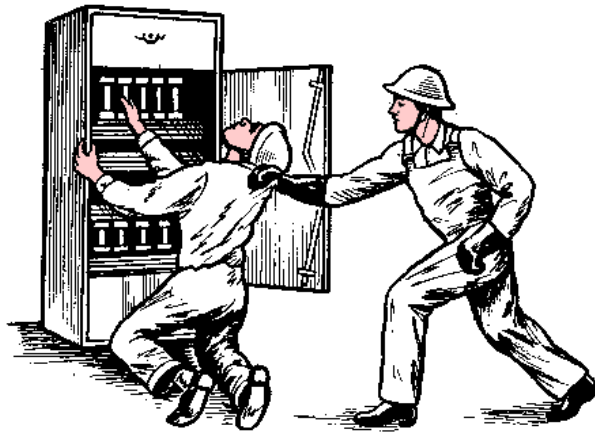


Рис. 8.4 – Звільнення потерпілого від струмоведучих частини, що знаходиться під напругою до 1000 В

Можна також ізолювати себе від землі або струмопровідного полу, надівши калоші або ставши на суху дошку або інші не провідні електричний струм предмети.

Якщо потерпілий судорожно стискає рукою провід, який знаходиться під напругою, то розтискають кожен палець окремо за допомогою діелектричних рукавичок. Можливо також перервати коло струму, відокремивши потерпілого від землі (підсунувши під нього суху дошку або відтягнувши за одяг або за ноги), дотримуючись заходів безпеки.

Можна перерубати провід сокирою з сухою дерев'яною рукояткою (рис. 8.5) або перекусити їх інструментом з ізольованими рукоятками пофазно, при цьому рекомендується стояти на сухих досках, дерев'яних сходах, гумовому килимку тощо.

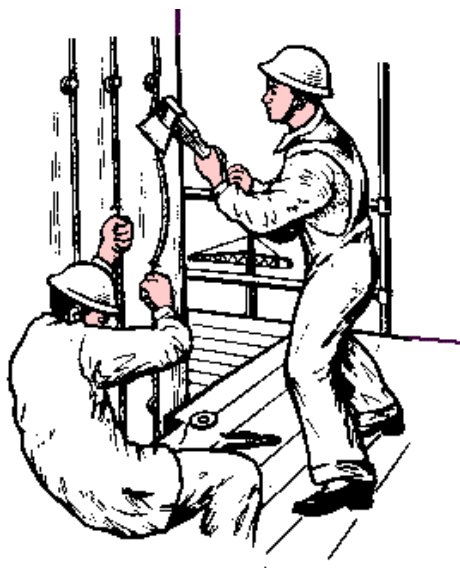


Рис. 8.5 – Звільнення потерпілого від дії струму, в установках до 1000 В перерубуванням проводів

Напруга вище 1000 В. Для відділення потерпілого від струмопровідних частин необхідно одягнути діелектричні рукавички і боти і діяти штангою або ізолюючими кліщами, розрахованими на напругу даної електроустановки або лінії (рис. 8.6).

Застосування діелектричних ботів необхідно для захисту від крокової напруги, якщо струмоведучі частини (провід тощо) лежить на землі. Постраждалого необхідно винести з цієї зони після звільнення від струмоведучих частин. При відсутності можливості швидко відключити лінію електропередачі з пунктів живлення виконують (викликають) автоматичне відключення створенням штучного режиму короткого замикання шляхом накиданням на провід гнучкого неізольованого проводу достатнього перерізу, щоб він не перегорів при проходженні через нього струму короткого замикання. Найменший переріз замикаючого проводу (по міді) для ліній до 1 000 В має бути 16 мм^2 і для ліній понад 1 000 В – 25 мм^2 .



Рис. 8.6 – Звільнення потерпілого від дії струму, в установках вище 1000 В відкиданням проводу ізолюючою штангою

Перед накиданням один кінець проводу заземляється шляхом приєднання до металевої опори, заземлюючого спуску тощо, а на інший вільний кінець проводу для зручності закидання закріплюється вантаж. Провід кидається так, щоб він не торкнувся людей. Якщо потерпілий торкається одного проводу, то часто достатньо заземлити тільки цей провід. При накиданні провідника необхідно користуватися діелектричними рукавичками та ботами.

Людині, що надає допомогу слід пам'ятати про небезпеку напруги кроку, якщо струмоведучі частини (провід тощо) лежить на землі. Переміщатися у цій зоні потрібно з особливою обережністю, використовуючи засоби захисту для ізоляції від землі (діелектричні калоші, боти, килими, ізолюючі підставки) або предмети, що погано проводять електричний струм (сухі дошки, колоди тощо).

Без засобів захисту переміщатися у зоні розтікання струму замикання на землю слід, пересуваючи ступні ніг по землі і не відриваючи їх одну від іншої (рис. 8.7).

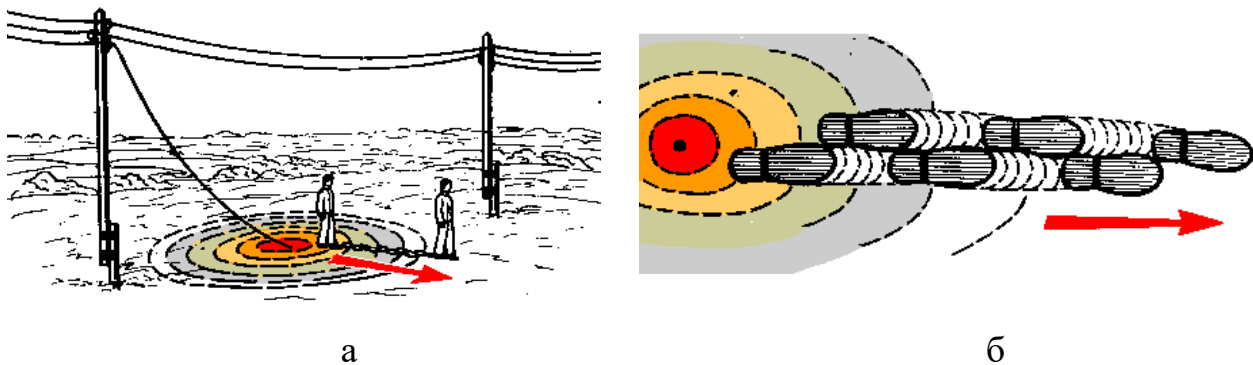


Рис. 8.7 – Правильне переміщення у зоні розтікання струму замикання на землю:

а – віддалення від точки замикання на землю струмоведучих частини; б – сліди від взуття

2.2 Перша допомога потерпілому від електричного струму

Після звільнення потерпілого від дії електричного струму необхідно оцінити його стан. Перша допомога надається негайно після звільнення від дії струму тут же на місці, якщо це не небезпечно потерпілому або людині, що надає допомогу.

У всіх випадках ураження електричним струмом незалежно від стану потерпілого необхідно викликати лікаря.

Для визначення стану потерпілого необхідно укласти його на спину і перевірити наявність дихання і пульсу.

Наявність дихання визначається на око з піднімання і опускання грудної клітки.

Перевірка пульсу (наявність в організмі кровообігу) відбувається на променевій артерії руки, і якщо його на цьому місці не виявлено, то його слід перевірити на сонній артерії на шії з правої і лівої сторін виступу щитовидного хряща – адамове яблуко (рис. 8.8). При відсутності кровообігу очна зіниця буває розширена (0,5 см у діаметрі і більше).

Якщо потерпілий у свідомості, зі стійким диханням і пульсом, але до цього був у непритомності, його слід укласти на підстилку з одягу, розстебнути одяг, що стискає подих, створити приток свіжого повітря, розтерти і зігріти тіло та забезпечити повний спокій, видаливши зайвих людей.

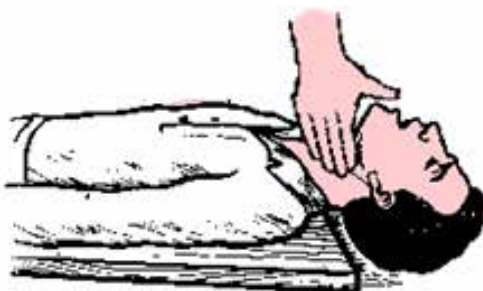


Рис. 8.8. Правильне положення рук при визначенні пульсу на сонній артерії

Якщо потерпілий знаходиться у несвідомому стані, але з стійким диханням і пульсом (кровообігом), його слід зручно укласти на підстилку, розстебнути одяг, що стискає, забезпечити приплив свіжого повітря, піднести до носа вату, змочену нашатирним спиртом, і обприскувати обличчя холодною водою.

При виникненні у потерпілого блювання необхідно повернути його голову і плечі набік для видалення блювотних мас.

Якщо потерпілий прийде до тями, то слід дати йому випити 15 ... 20 крапель настойки валеріани і гарячого чаю.

Потерпілому не можна дозволяти продовжувати роботу або рухатися, не слід його роздягати, тому що це може призвести до погіршення стану здоров'я.

Якщо потерпілий дихає дуже рідко і судорожно, але у нього прощупується пульс, необхідно відразу ж робити штучне дихання.

Якщо у потерпілого відсутнє дихання і пульс – він знаходиться у стані клінічної смерті.

Після закінчення періоду клінічної смерті настає біологічна (або істинна) смерть, коли у першу чергу починають гинути найбільш чутливі до кисневого голодування клітини кори головного мозку, що є незворотнім явищем.

Достовірними ознаками біологічної – незворотною смерті є трупні плями, задубіння, охолодження тіла до температури навколишнього середовища.

Відновлення життєвих функцій людини зі стану клінічної смерті проводиться шляхом штучного дихання і зовнішнім масажем серця, при цьому чим раніше почати заходи з пожвавлення, тим більша ймовірність успіху.

При ураженні блискавкою виконується та ж допомога, що і при ураженні електричним струмом.

Ні в якому разі не можна заривати потерпілого у землю.

Перевозити потерпілого можна тільки при задовільному диханні і пульсі.

2.3 Штучне дихання

Штучне дихання проводиться у тих випадках, коли постраждалий не дихає або дихає погано (рідко, судорожно, як би з хлипанням), а також якщо його дихання постійно погіршується незалежно від того, чим це викликано: ураженням електричним струмом, отруєнням, утопленням тощо.

Найбільш ефективним способом штучного дихання є спосіб "з рота у рот" або "з рота у ніс", так як при цьому забезпечується надходження достатнього об'єму повітря у легені (за один вдих до 1000 ... 1500 мл). Повітря, що видихається людиною фізіологічно придатне для дихання потерпілого. Вдування повітря проводиться через марлю, носову хустку, іншу не щільну тканину або спеціальний "повітропровід".

Цей спосіб штучного дихання дозволяє легко контролювати надходження повітря у легені потерпілого по розширенню грудної клітини після вдування і спадання її в результаті пасивного виходу.

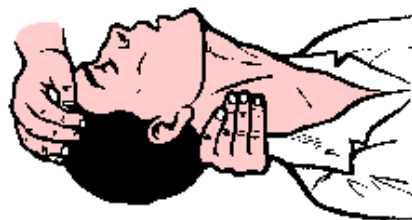
Для проведення штучного дихання потерпілого слід укласти на спину, розстебнути одяг, який стискує його подих.

Необхідно в першу чергу забезпечити прохідність верхніх дихальних шляхів, які у положенні на спині при не свідомому стані завжди закриті запалим язиком. Також у порожнині рота можуть знаходитися блювотні маси, зміщені протези тощо, які необхідно видалити пальцем, загорнутим хусткою або бинтом (рис. 8.9, а).

Після цього надає допомогу розташовується збоку від голови потерпілого, одну руку підсовує йому під шию, а долонею іншої руки натискає на його лоб, максимально закидаючи голову (рис. 8.9, б). При цьому корінь язика піднімається і звільнює вхід у гортань, а рот потерпілого відкривається.



а



б

Рис. 8.9. Перші дії при виконанні штучного дихання:

а – очищення рота і глотки; б – положення голови потерпілого при проведенні штучного дихання

Людина, яка надає допомогу нахиляється до обличчя потерпілого, робить глибокий вдих, повністю щільно охоплює губами відкритий рот потерпілого і робить енергійний видих, з деяким зусиллям вдихаючи повітря у його рот; одночасно він закриває ніс постраждалого щогою або пальцями руки, що знаходиться на лобі (рис. 8.10, а). При цьому треба спостерігати за грудною кліткою потерпілого, яка повинна підніматися.

Після підйому грудної стінки нагнітання (вдування) повітря припиняють, людина яка надає допомогу повертає обличчя у сторону, відбувається пасивний видих у потерпілого.

Якщо у потерпілого добре визначається пульс і необхідно проводити тільки штучне дихання, то інтервал між штучними вдихами має становити 5 с (12 дихальних циклів за хвилину). При ефективному штучному диханні окрім розширення грудної клітки може бути порозовіння шкірних і слизових покривів, а також вихід постраждалого з несвідомого стану і поява у нього самостійного дихання.

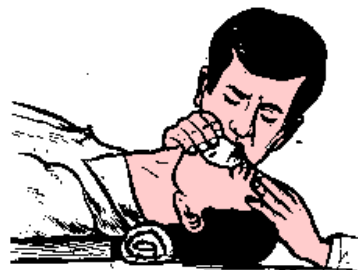
При проведенні штучного дихання необхідно стежити за тим, щоб повітря не потрапило у шлунок потерпілого, про що свідчитиме здуття його живота. У таких випадках обережно надавлюють на живіт між грудиною і пупком. При цьому може виникнути блювання, тоді слід повернути голову і плечі постраждалого набік, щоб очистити його рот і глотку (див. рис. 8.9, а).

Якщо після вдування повітря грудна клітина не розправляється, необхідно нижню щелепу потерпілого висунути вперед. Для цього чотирма пальцями обох рук захоплюють нижню челюсть ззаду за кути і, спираючись великими пальцями в її край нижче кутів рота, відтягують і висувають щелепу вперед так, щоб нижні зуби стояли попереду верхніх.

Якщо щелепи потерпілого щільно стиснуті і відкрити рот не вдається, слід проводити штучне дихання "з рота у ніс" (рис. 8.10, б).



а



б

Рис. 8.10. Проведення штучного дихання за способом:

а – "з рота у рот"; б – "з рота у ніс"

В окремих випадках при відсутності дихання і наявності пульсу штучне дихання можна виконувати і у положенні сидячи або вертикальному (у колісці, на опорі або на щоглі). При цьому голову потерпілого закидають якомога більше назад або відтягують вперед нижню щелепу. Решта прийомів ті ж.

При появі перших слабких вдихів слід приурочити проведення штучного вдиху до моменту початку самостійного вдиху потерпілого.

Штучне дихання припиняють після відновлення у постраждалого достатньо глибокого і ритмічного самостійного дихання.

2.4. Зовнішній (непрямий) масаж серця

При ураженні електричним струмом може наступити не тільки зупинка дихання, але і припинитися кровообіг, який необхідно відновити штучним шляхом. Комплекс заходів при поєднанні штучного дихання і кровообігу з зовнішнім масажем серця називається *реанімацією*, тобто поживавленням. Ознакою зупинки серцевої діяльності (зупинка серця або його фібриляція) є поява блідості або синюшності шкірних покривів, втрата свідомості, відсутність пульсу на сонних артеріях, припинення дихання або судомні неправильні вдихи – при цьому необхідні реанімаційні заходи. Для цього постраждалого негайно треба укласти на рівну жорстку основу (ніяких валиків під плечі і шию підкладати не можна) і при одночасному штучному диханні проводити зовнішній (непрямий) масаж серця, суворо чергуючи операції.

При зовнішньому масажі серця виконують ритмічні надавлювання на груди, тобто на передню стінку грудної клітки постраждалого, від цього серце стискається між грудиною і хребтом і виштовхує зі своїх порожнин кров, а після припинення надавлювання грудна клітка і серце розпрямляються і серце заповнюється кров'ю, що надходить з вени.

Якщо допомогу надає одна людина, то вона розташовується збоку від потерпілого і нахилившись робить два швидких енергійних вдування ("з рота у рот" або "з рота у ніс"), потім піднімається, кладе долоню однієї руки на нижню половину грудини (на два пальці від її нижнього краю) і піднімає пальці, а долоню іншої руки кладе поверх першої. При натисканні на грудину допомагає нахилом свого корпусу, руки при цьому повинні бути випрямлені у ліктьових суглобах (рис. 8.11).

Натиснення слід робити швидкими поштовхами, таким чином, щоб прогнути грудину всередину на 4 ... 5 см з продовжувати натискання не більше 0,5 с і інтервалами між надавлюваннями 0,5 с.

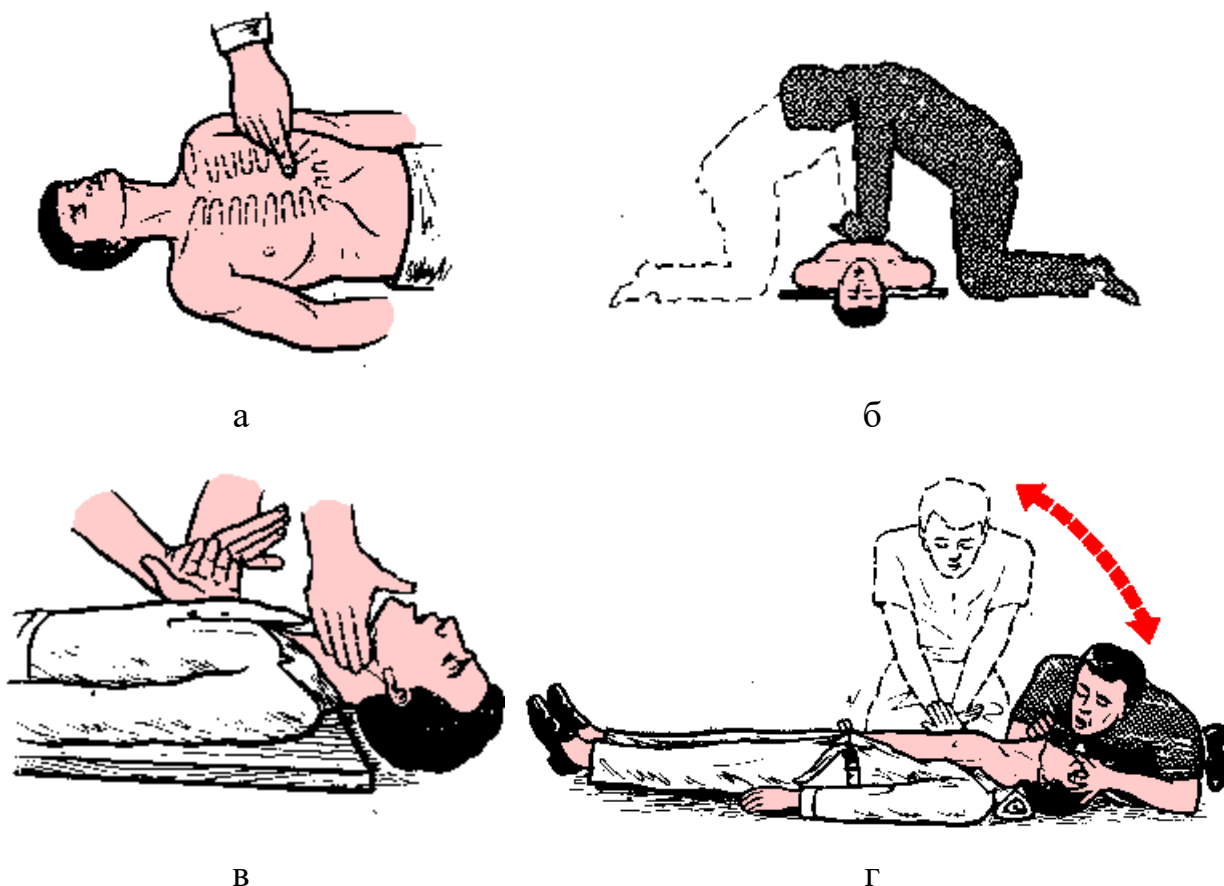


Рис. 8.11. Основні операції при проведенні зовнішнього масажу серця:

а – місце розташування рук при проведенні зовнішнього масажу серця; б – положення людини, яка надає допомогу при проведенні зовнішнього масажу серця; в – правильне положення рук при проведенні зовнішнього масажу серця і визначенні пульсу на сонній артерії; г – проведення штучного дихання і зовнішнього масажу серця одним чоловіком

У паузах між надавлюваннями руки з грудини не знімають, пальці залишаються прямими, руки – випрямленими у ліктьових суглобах.

При пожатавленні однією людиною, на кожні два вдування виконуються 15 натискань на грудину. За одну хвилину необхідно зробити не менше 60 натискань і 12 вдувань, тобто виконати 72 маніпуляцій, тому темп реанімаційних заходів повинен бути високим без затяжки вдування – як тільки грудна клітина постраждалого розширилася, вдування припиняють.

При участі у реанімації двох чоловік (рис 8.12) співвідношення "дихання-масаж" складає 1:5, тобто після одного глибокого вдування проводиться п'ять натискань на грудну клітку. У період штучного вдиху не виконується натискання на грудину для масажу серця, тобто операції з реанімації необхідно строго чергувати.

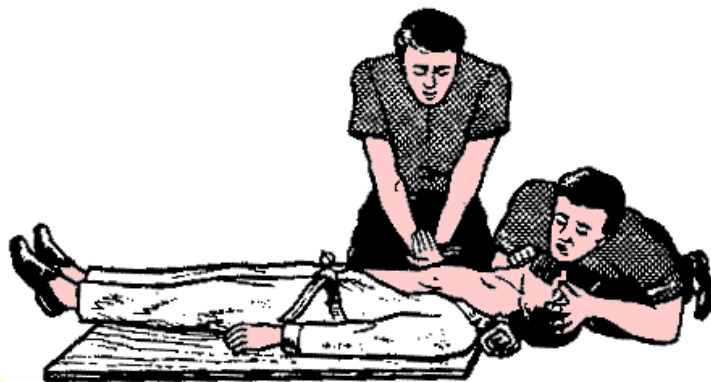


Рис. 8.12. Проведення штучного дихання і зовнішнього масажу серця удвох

При правильних діях по реанімації шкірні покриви розовіють, зіниці звужуються, самостійне дихання відновлюється. Пульс на сонних артеріях під час масажу повинен добре відчуватися. Після відновлення серцевої діяльності при добре визначеному власному (без масажу) пульсі масаж серця негайно припиняють, продовжуючи штучне дихання при слабому самостійному диханні потерпілого і намагаючись, щоб природній і штучний вдихи збігалися. При відновленні повноцінного самостійного дихання штучне дихання також припиняють. При неефективності реанімації (шкірні покриви будуть синюшно-фіолетові, зіниці широкі, пульс на артеріях під час масажу не визначається), реанімацію припиняють через 30 хв.

2.5. Основні дані про манекен-тренажер

Манекен-тренажер призначений для навчання практичним навичкам проведення штучного дихання способом "з рота у рот" і зовнішнього масажу серця при наданні першої медичної долікарської допомоги у випадках ураження електричним струмом, отруєння, утоплення та інших нещасних випадків.

Манекен має такі механізми: дихання, непрямого масажу серця, повороту голови і очей (зміна величини зіниці), підйому грудної клітки, пульсу у грудях, пульсу на шії, пульсу на руці, ритм дихання.

Тренажери серії "Максим" (рис. 8.13) призначені для демонстрації, навчання та відпрацювання навичок надання невідкладної допомоги.

Ці моделі тренажера здатні визначати місце докладання і зусилля натискання на грудну клітку, а також містять пристрій звуження зіниць.

"Максим І" – тренажер серцево-легеневої та мозкової реанімації пружинно-механічний з індикацією правильності виконання дій – торс.



Рис. 8.13. Загальний вигляд тренажера серії "Максим"

Він призначений для демонстрації, навчання та відпрацювання навичок надання невідкладної допомоги.

Це більш складні варіанти виконання, вони дозволяють контролювати пульс на сонній артерії і положення голови потерпілого. Оснащений вбудованими датчиками для визначення обсягу повітряного потоку, глибини зміщення грудної клітки і контролю пульсу. Має електричний пульт контролю правильності виконуваних дій. Електричне живлення тренажера відбувається від мережі 220 В 50Гц через блок живлення.

2.6. Вимоги безпеки

Металевий корпус пульта перед включенням у мережу повинен бути заземлений через клему "Земля". Порожнина рота манекена повинна дезінфікуватися із застосуванням марлевої пов'язки.

Підготовка до роботи. Манекен і пульт повинні знаходитися на рівній твердій поверхні на висоті 0,4 ... 0,7 м від підлоги. Після зовнішнього огляду манекена і пульта за відсутності механічних ушкоджень – заземлити пульт, з'єднати штепсельний раз'єм шлангового проводу і включити пульт у мережу 220 В.

Перевірка справності механізмів манекена проводиться викладачем.

Механізм дихання перевіряється вдмухуванням повітря у рот при відкинутою до упору головою і затиснутому носі по сигнальній лампі "Тиск нормальний".

Зовнішній масаж серця – натисканням на грудину по сигнальним лампам "Нормально" і "Більше".

Поворот голови – обертанням її на 90° від положення голови.

Механізм очей – включенням відповідного тумблера на пульті (встановлюється зіницю більшого чи меншого розміру).

Механізм підйому грудної клітини – включення тумблера на пульті – груди повинна ритмічно підніматися і опускатися.

Пульс у грудях, на шиї і на руці – включення відповідних тумблерів на пульті.

Механізм ритмів дихання і пульсу включається автоматично при перевірці справності механізмів дихання і зовнішнього масажу серця – починають блимати відповідні лампи на пульті з оптимальними частотами пульсу та дихання.

3. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПОЗААУДИТОРНОЇ ПІДГОТОВКИ

3.1. Детально вивчити розділ “Загальні теоретичні відомості”, а також ознайомитися з матеріалами з тематики лабораторної роботи, які викладені у літературних джерелах (див. список літератури).

3.2. Розпочати оформлення звіту по лабораторній роботі: записати її назву, мету, а також виписки з розділу “Загальні теоретичні відомості”.

3.3. Вивчити методи правильного виконання комплексу серцево-легенево-мозкової реанімації (штучну вентиляцію легень і зовнішній масаж серця).

4. ОБЛАДНАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

4.1. На робочому місці знаходиться тренажер для проведення комплексу серцево-легенево-мозкової реанімації.

5. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ В ЛАБОРАТОРІЇ

1. Ознайомитися з конструкцією тренажера для проведення комплексу серцево-легенево-мозкової реанімації.

2. Вивчити методи правильного виконання комплексу серцево-легенево-мозкової реанімації (штучну вентиляцію легень і зовнішній масаж серця).

3. Вивчити помилки, виникнення яких можливе при проведенні штучної вентиляції легень (ШВЛ) при методі ”рот у рот” та ”рот у нос” і зовнішнього масажу.

4. Провести комплекс серцево-легенево-мозкової реанімації.

Штучне дихання ”з рота у рот”

На грудях манекена, що лежить на спині, розстебнути одяг і по нерухомому стану грудної клітки встановити необхідність проведення штучного дихання.

Оглянути порожнину рота з метою виявлення сторонніх предметів, що перешкоджають проведенню штучного дихання.

Голову манекена повернути набік, при необхідності видалити сторонні предмети.

Голову манекена максимально закинути назад шляхом підкладання однієї руки під шию з натисканням іншої на лоб, що забезпечує прохідність дихальних шляхів.

Продезінфікувати порожнину рота манекена етиловим спиртом, на рот покласти продезінфіковану марлеву пов'язку.

Зробити глибокий вдих і потім щільно притиснувши свій рот до рота манекена (ніс закрити) провести у нього видих. При цьому грудна клітка манекена повинна підніматися, а на пульті повинна загоратися сигнальна лампа "Тиск нормально".

Ритм штучного дихання задається на пульті лампою "Штучне дихання, ритм". Вдування повітря виконувати через кожні 5 с (12 дихальних циклів у хвилину).

Після кожного вдування рот і ніс потерпілого (манекена) звільняються для вільного виходу повітря з дихального механізму. Таким чином виконується 10 вдувань.

Зовнішній масаж серця.

За наявністю пульсу (на руці, шиї або у грудях) і зіниці встановлюють необхідність проведення масажу серця.

Зайняти місце зліва чи справа у грудях манекена і визначити місце прикладання зусиль при масажі за допомогою промацування ділянки грудної клітки, що імітує кінець грудини (воно знаходиться приблизно на два пальці вище м'якого її кінця).

Накласти на знайдене місце нижню частину долоні однієї руки, а потім поверх руки під прямим кутом – іншу руку.

Натиснення слід робити швидким поштовхом, злегка допомагаючи нахилом всього корпусу, а руки при цьому повинні бути випрямлені у ліктьових суглобах так, щоб прогнути грудину всередину на 4 ... 5 см. При цьому на пульті загоряється зелена лампа "Зусилля нормальне". Після поштовху руки залишаються у нижньому положенні протягом не більше 0,5 с, після чого слід злегка випрямитися і розслабити руки, не забираючи їх від

грудей манекена. При прикладанні зусилля більше нормального на пульті загорається червона лампа "Зусилля більше норми".

Натискання проводиться у такт з лампою "Ритм серця» (один раз у секунду).

Група навчається за вказівкою викладача розбивається попарно, і по черзі один з студентів проводить штучне дихання, інший – масаж серця у співвідношенні 1:5 (один вдих – п'ять натискань), потім проводять реанімацію однією людиною (два вдихи – 15 натискань) тощо.

При навчанні однієї особи після двох вдування проводиться 15 натискань з подальшим повторенням циклів.

5. Оцінити ефективність виконаних проведених реанімаційних заходів.

6. ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи.
2. Короткий алгоритм проведення комплексу серцево-легенево-мозкової реанімації.
3. Оцінку ефективності проведення комплексу серцево-легенево-мозкової реанімації.

7. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Загальні поняття про першу медичну допомогу.
2. Долікарська допомога при ураженні електричним струмом.
3. Три стани людського організму внаслідок дії електроструму.
4. Способи штучного дихання.
5. Зовнішній масаж серця.

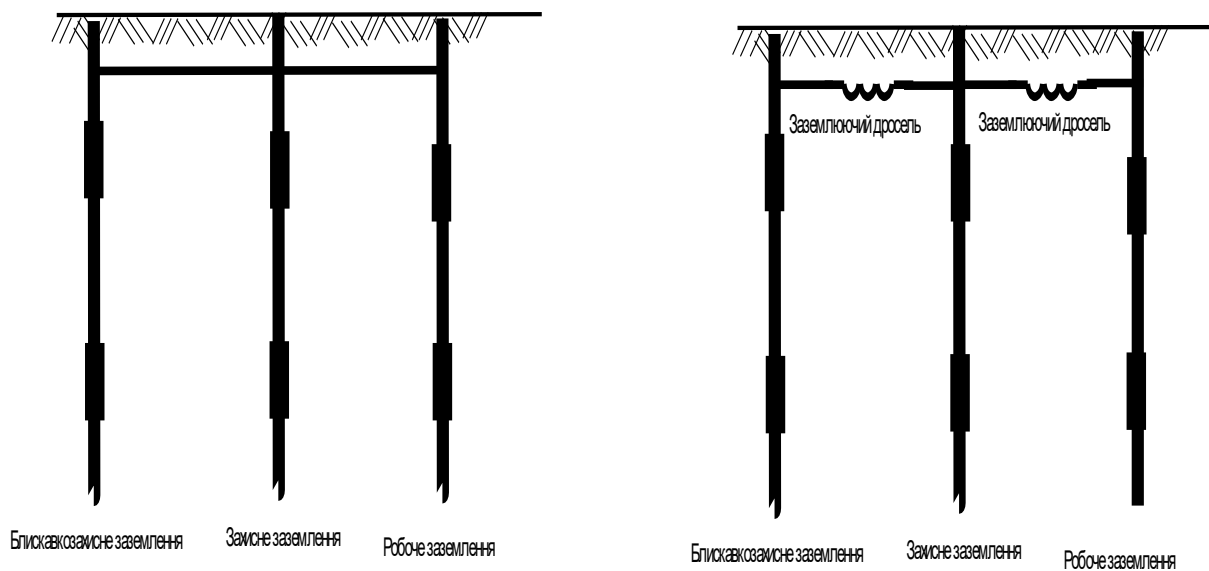
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Межотраслевая инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2008. – 80 с.
2. Трахтенберг І. М. Гігієна праці та виробнича санітарія / І. М. Трахтенберг, М. М. Коршун, О. В. Чебанова. – К., 1997. – 464 с.
3. Серіков Я. О. Безпека життєдіяльності. / Я. О. Серіков. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 298 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Схеми з'єднання заземлення



Додаток Б

Вплив температури на питомий опір ґрунту
(для глинистого піску вологістю 15 %)

Температура t °C	Питомий опір Ом·м
20	72
10	100
0 (вода)	138
0 (лід)	300
-5	790
-15	3300

Додаток В
Величини питомого опору ґрунту

Ґрунт	Питомий опір, середнє значення (Ом·м)	Ґрунт	Питомий опір, середнє значення (Ом·м)
Асфальт	200 – 3 200	Мергель глинястий (50 - 75% глинистих частинок)	50
Базальт	2 000	Пісок	
Бентоніт (сорт глини)	2 – 10	Пісок, сильно зволожений ґрунтовими водами	10 – 60
Бетон	40 – 1 000	Пісок, помірно зволожений	60 – 130
Глина		Пісок вологий	130 – 400
глина волога	20	Пісок злегка вологий	400 – 1 500
глина напівтверда	60	Пісок сухий	1 500 – 4 200
Гравій		Супесь (супесок)	150
гравій глинистий, неоднорідний	300	Пісчаник	1 000
гравій однорідний	800	Садова земля	40
Граніт	1 100 – 22 000	Солончак	20
Гранітний гравій	14 500	Суглинок	
Графітова крошка	0,1 – 2	Суглинок, сильно сильно зволожений ґрунтовими водами	10 – 60
Дресва (мілкий щебень/крупний песок)	5 500	Суглинок напівтвердий, лісовидний	100
Зола, попіл	40	Суглинок при температурі мінус 5 С°	150
Вапняк (поверхня)	100 – 10 000	Сланець	10 – 100
Вапняк (внутрі)	5 – 4 000	Сланець графітовий	55
Іл	30	Торф	
Кам'яне вугілля	150	Торф при температурі 10°	25
Кварц	15 000	Торф при температурі 0 С°	50
Кокс	2,5	Чорнозем	60
Крейда	60	Щебень	
Мергель		Щебень вологий	3 000
Мергель звичайний	150	Щебень сухий	5 000

Додаток Г

Системи заземлення за технологією Galmar (глибинне або модульно-штирьове заземлення) використовуються для організації та ремонту всіх видів заземлюючих пристроїв при будівництві та реконструкції різних об'єктів: телекомунікаційних; енергетичних; мобільного зв'язку; відомчих і корпоративних мереж зв'язку і передачі даних; промислових підприємств; а також на об'єктах, на яких встановлені сучасні системи безпеки, пожежно-охоронної сигналізації.

Переваги побудови такої системи заземлення:

- модульний принцип побудови (установка віброролотом шляхом поступового нарощування);
- можливість установки глибинних заземлювачів;
- мінімальна площа заземлювального пристрою;
- значне зменшення обсягів підготовчих земляних робіт;
- зручність і технологічність монтажу;
- висока стійкість до ґрунтової та електролітичної корозії (термін служби заземлення мінімум 30 років);
- гарантована товщина мідного покриття 250 мкм, висока стійкість мідного покриття до згину і відшарування;
- мінімальні експлуатаційні витрати;
- опір заземлювального пристрою, не залежить від погодних умов.

Цю систему утворюють вертикальні сталевий стержень і сполучні муфти.

Сержні, кожен довжиною 1,5 м, покриті шаром міді.

Муфти, виконані з латуні, призначені для з'єднання стрижнів між собою.

Заземлювач Galmar (рис. 1 а) – це сталевий цільнотягнутий стержень вкритий електролітичним способом міддю. Товщина міді не менше 0,25 мм, що забезпечує надійну роботу протягом 30 років. Такий стержень характеризується високим опором до розтягнення, що дає можливість забивання його на велику глибину за допомогою віброролота.

На одному з кінців стержня нарізана різьба, за допомогою якої вони з'єднуються між собою вздовж з метою виконання заземлення, що забезпечує низький активний опір. Сержні з'єднуються між собою за допомогою з'єднувальної муфти, яка виготовлена із бронзи з добавкою кремнія або із "морської" латуні, яка характеризується високою корозійною стійкістю.

Муфта (рис. 1 б) виготовлена таким чином, щоб сержні доторкались один до одного в центрі, а сили, які діють при забиванні стержнів у ґрунт не передаються муфтам. Крім того, муфта захищає місце з'єднання стержнів та різьбу від корозії.

Заземлювачі виготовлені із сталюого стержня міцністю 600 Н/мм^2 , що дозволяє забивати їх на глибину до 35 м.

У комплект пристрою входять латунний затискач (рис. 1 в), необхідний для з'єднання вертикальної і горизонтальної складових контуру заземлення. Вертикальна складова (сталевий стрижень), горизонтальна – сталеву смугу або мідний дріт від розподільного щитка до контуру заземлення.

До складу устаткування входить сталевий наконечник (рис. 1 г), Навинчиваючийся на стрижень вертикально вбивається у землю. Кожен наконечник застосовується для свого типу ґрунту: ґрунт підвищеної твердості або звичайний ґрунт.



Рис. Г 1 – Комплект заземлення Galmar

Заземлення Galmar Resistivity використовується в ґрунтах з високим питомим опором. Фірмою розроблений спеціальний порошок, який збільшує поверхню дотику заземлення з ґрунтом, що призводить до зменшення активного питомого опору заземлення. Застосування такого порошку дає можливість ефективно застосовувати в пісках та кам'янистій місцевостях. Опір заземлення зменшується до 70 %. При попаданні в ґрунт порошок поглинає вологу і твердіє, надійно з'єднуючи заземлювач з ґрунтом.

Додаток Д

Технічні засоби для вимірювання опору контура заземлення

Вимірювач опору заземлення PU 183

Призначений для вимірювання опору заземлювачів і систем заземлення, вимірювання опору ґрунту і омичних опорів.

Технічні та експлуатаційні характеристики:

- незалежність від напруги мережі;
- придушення частотних перешкод від мережі;
- можливість вимірювання омичних опорів;
- захист вхідних і вихідних затисків;
- індикація розрядки батареї;
- можливість підзарядки акумуляторів всередині приладу;
- простота обслуговування і невимогливий догляд;
- автоматичне вимикання.



Вимірювач опору заземлення ЦС4107

Призначений для вимірювання опору розтікання струму заземлюючих пристроїв, визначення питомої опору ґрунту з автоматичним обчисленням його значення, вимірювання опору провідників наземної частини заземлювального пристрою.

Технічні характеристики

- індикація результатів вимірювань – буквено-цифрова на рідкокристалічному індикаторі з підсвічуванням ;
- діапазон вимірювання - від 10 mΩ до 20 kΩ.
- напруга вимірювального струму на струмових затисках вимірювача не більше 36 V діючого значення.
- струм в колі вимірюваного опору не більше 350 mA.
- частота вимірювального струму (128 ± 6) Hz.
- межі відносної основної похибки вимірювання рівні ± 2,5% від вимірюваного опору.



Д1. Технічна характеристика вимірювачів опору заземлення

Прилад	Межі вимірювання, Ом	Похибка вимірювання, %	Робоча частота, Гц	Напруга при розімкненому колі, В
М-416	10^{-1} - 10^3	5	1000	13
Ф-4103	$3 \cdot 10^{-2}$ - 10^3	4	280	40
МС-08	$2 \cdot 10^{-2}$ - 10^2	1,5	50	20

Додаток Ж

Ж1. Варіанти параметрів заземлювача

№ варіанту	l, м	Стержень	Стальна труба	
		d ₁ , мм	d ₂ , мм	h, мм
1	1	10	50	4
2	1,5	10	50	5
3	2	10	50	6
4	2,5	10	55	4
5	3	10	55	5
6	1	12	55	6
7	1,5	12	60	4
8	2	12	60	5
9	2,5	12	60	6
10	3	12	65	4

Додаток К. Журнали обліку, утримування, та випробовування засобів захисту

Додаток К1. Журнал обліку та утримання засобів захисту

Інвентарний номер	Дата випробування	Дата наступного випробування	Дата і результати періодичного огляду	Дата наступного огляду	Місце знаходження	Примітки

Примітки:

1. Для засобів захисту, які знаходяться в індивідуальному користуванні, додають графи: –Дата видачі” та –Підпис особи, яка отримала засіб захисту в індивідуальне користування”.
2. Під час видачі протоколу про випробування стороннім організаціям номер протоколу записують у графі –Примітки”.

Додаток К2. Журнал випробувань засобів захисту з діелектричної гуми (рукавиць, бот, калош, ізолюючих накладок)

Назва засобу захисту	Індивідуальний номер	Виробничтвo-власник засобу захисту	Випробування підвищеною напругою, кВ		Струм, який перебігає через виріб, А	Результат випробування	Дата наступного випробування	Випробування проводив (підпис)
			змінний струм	постійний струм				

Додаток Л. Норми і строки електричних випробувань засобів захисту, що знаходяться в експлуатації

Засоби захисту	Напруга електроустановки та ліній, кВ	Випробувальна напруга, кВ	Тривалість, хв	Струм витікання, мА	Періодичність
Ізолюючі штанги	До 1	$3U_L$, але Не менше 40	5	—	1 раз на 24 міс.
	Понад 1	$3U_\phi$	5	—	Та ж
Ізолюючі кліщі	2-35	$3U_L \geq 40$	5	—	Та ж
	До 1	2	5	—	Та ж
Електровимірювальні кліщі	До 10	40	5	—	Та ж
	До 0,66	2	5	—	Та ж
Показчики напруги вище 1000 В: ізолююча частина	2÷35	$3U_L \geq 40$	5	—	1 раз на 12 міс.
напруга запалювання	35÷220	$3U_\phi$	5	—	Та ж
	2÷10	Не вище 0,55	—	—	Та ж
	6÷20	... 1,55	—	—	Та ж
	10÷35	... 2,5	—	—	Та ж
	35÷220	... 9	—	—	Та ж
Показчики напруги до 1000 В: ізоляція корпусів з'єднань проводів напруга запалювання	До 0,5	1	1	—	Та ж
	До 0,66	2	1	—	Та ж
	До 1	до 0,09	—	—	Та ж
Гумові діелектричні рукавички	Всі напруги	6	1	6	1 раз на 6 міс.
Гумові боти	Всі напруги	15	1	7,5	1 раз на 36 міс.
Слюсарно-монтажний інструмент із ізольованими ручками	До 1	2	1	—	1 раз на 12 міс.

Додаток М. Технічні засоби захисту, що використовуються в електроустановках

Додаток М1. Електроізолюючі штанги

ШТАНГИ ОПЕРАТИВНІ

ШОУ-1, 15, 35, 110, 220, ШО-1, 15, 35, 110, 220

Штанга оперативна (рис. М1) призначена для включення та виключення роз'єднувачів в електроустановках напругою 6-2200 кВ. Штанга ШО 2-2,2-220 складається із штанги оперативної ШО 35-1,55 і додаткової ланки до штанги, які з'єднуються між собою.



Рис. М1. Загальний вигляд штанги

Штанга завдовжки 1,55 м має обмежувальне кільце, яке відокремлює ізолюючу частину від рукоятки, різбову частину і палець. Додаткова ланка до штанги ШО також має обмежувальне кільце, рукоятку і вставку, яка при з'єднанні штанги і додаткової ланки між собою виключає пошкодження (подряпини і ін. механічні пошкодження зовнішньої робочої поверхні) сусідньої штанги, оскільки контакт здійснюється внутрішньою поверхнею ізолюючої штанги і вставки.

Робоча частина штанг ШО має палець для здійснення операцій з роз'єднувачами. Робочою частиною штанг ШОУ є маніпулятор з розсувними губками. Губка має палець для роботи з роз'єднувачами.

Штанги ізолючі типа ШО і ШОУ виготовлені із електроізоляційного склопластика и мають захисне декоративне покриття, яке забезпечує тривалий термін експлуатації. Конструкцією ізолюючих частин штанг забезпечується герметичність внутрішньої частини, що унеможливорює відкладення пилу, вологи та бруду на внутрішніх стінках штанги.

Для проведення робіт під напругою 220 кВ необхідно з'єднати штангу ШО з додатковою ланкою, при цьому довжина конструкції складе 2,2 м.

Технічні характеристики

Параметри	ШО 1-0,33	ШО 10-1,0	ШО 35-1,6	ШО 2-2,2-110	ШО 3-3,8-330
Робоча напруга кВ, не більше	1	10	35	110	330
Довжина ізолюючої частини, мм не менше	200	700	1100	1400	3000
Довжина рукоятки, мм, не менше	130	300	400	600	800
Випробовування напругою промислової частоти, кВ	2	40	105	190	400
Маса, кг, не більше	0,25	0,45	0,55	0,85	1,5
Навантаження на розрив	1000 Н (100 кгс)				

Штанга оперативна універсальна ШОУ призначена для включення і виключення роз'єднувачів в електроустановках напругою 6-110 кВ, виймання і установки трубчастих запобіжників типів ПК і ПКТ та інших робіт, що виконуються відповідними змінними насадками.

ШТАНГА ДЛЯ ЗНЯТТЯ ПОТЕНЦІАЛУ ШСП-К

Призначена для безпечного проведення робіт по зняттю потенціалу з конденсаторних батарей.

ШСП-К складається із:

- ізолюючої штанги, виконаної із профільного електроізоляційного склопластику с контактом-наконечником;
- мідного провідника, що з'єднує контакт-наконечник із струбиною;
- струбини для приєднання провідника до заземлюючого пристрою.
- заземлюючий провід аналогічного виконання

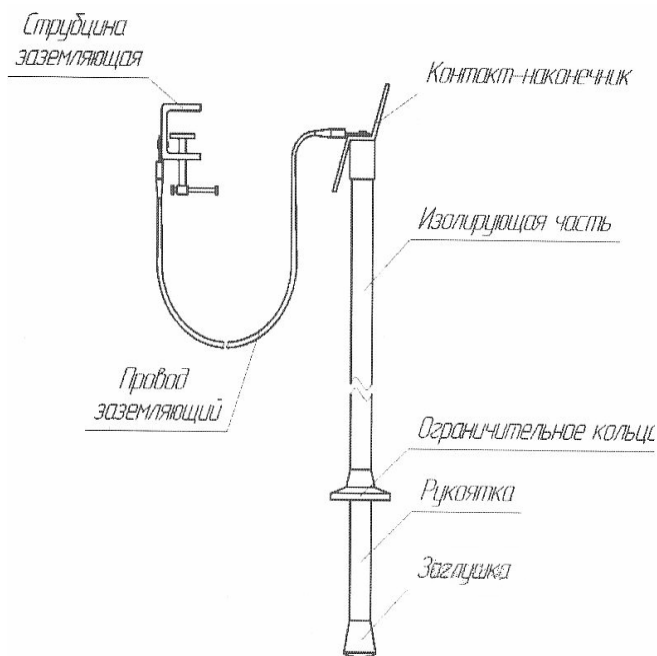


Рис. М2. Загальний вигляд штанги для зняття потенціалу ШСП-К

Технічні характеристики

Параметри	Величина
Довжина ізолюючої частини, м, не менше	0,7
Довжина рукоятки, м, не менше	0,3
Довжина провідника, м	4,5
Переріз провoda, мм ² , не менше	16
Маса, кг, не більше	1,6

Технічне обслуговування

Технічне обслуговування штанги проводиться відповідно до «Инструкции по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках», розділ 2.2. Електричні випробовування штанги повинні проводитись один раз на 24 місяці. Штанга вважається придатною до експлуатації, якщо протягом 5 хвилин не відбулося пробою.

Заходи з техніки безпеки

При експлуатації штанги повинні виконуватись всі заходи безпеки, передбачені «Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТРМ-016-2001 зі змінами та доповненнями від 01.07.2003 р. і «Инструкцией по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках».

В електроустановках вище 1000 В користуватися оперативною штангою необхідно в діелектричних рукавицях.

Забороняється експлуатація штанги з простроченим терміном дії. Забороняється користуватись штангами в середовищах з підвищеним вмістом кислот, лугів, агресивних випаровувань та струмопровідного пилу. При роботі необхідно держати штангу тільки за РУКОЯТКУ, доторкатися до ізолюючої частини за обмежувальним кільцем забороняється.

Правила експлуатації

Штанги упаковуються в чохла і транспортуються всіма видами транспорту при умові захисту їх від прямої дії атмосферних опадів.

Допускається зберігання штанг в чохлах при температурі навколишнього повітря не нижче + 5 °С, не вище + 35 °С і відносній вологості до 85 % при температурі +25 °С.

У приміщенні для зберігання не повинно бути пилу, парів кислот, лугів та інших шкідливих домішок. Необхідно захищати штангу від попадання прямих сонячних променів.

Додаток М2. Електровимірювальні кліщі

КЛІЩІ ЕЛЕКТРОВИМІРЮВАЛЬНІ АНАЛОГОВІ РК120, РК120.1

Діапазони вимірювань:		
– сила змінного струму, А	PK120 - 0-1,5/ 3/ 6/ 15/ 30/ 60/ 150/ 300 PK120.1 - 0-1,5/ 3/ 6/ 15/ 30/ 60/ 150/ 600	
– напруга змінного струму, В	0-150/ 300/ 600	
Основна похибка, %, при вимірюванні:		
– сили змінного струму, А	2,5	
– напруги змінного струму, В		
Вхідний опір при вимірюванні напруги змінного струму	5 кОм/В	
Максимальний розмір охоплюваної шини, мм		
– кругла шина	30	
– прямокутна шина	50 x 30	
Діапазон робочих температур, °С	мінус 20 - 60	
Габаритні розміри, мм	215 x 88 x 44	
Переваги:	• наявність діапазону 1,5 А (дозволяючи здатність 50 мА); • наявність механічної аретації вимірювального механізму; • вимірювальний механізм "на кернах", що має підвищену механічну міцність; • показання кліщів не залежать від їх просторового положення; • наявність держателя вимірювального щупа для покращення вимірювання напруг; • гарантійний и післягарантійний ремонт.	

КЛІЩІ ЕЛЕКТРОВИМІРЮВАЛЬНІ АНАЛОГОВІ РК415

Діапазони вимірювань:		
– сила змінного струму, А	0-15/ 30/ 60/ 150/ 300/ 600/ 1500/ 3000	
– напруга змінного струму, В	0-150/ 300/ 600	
Основна похибка, %, при вимірюванні:		
– сили змінного струму	2,5	
– напруги змінного струму		
Вхідний опір при вимірюванні напруги змінного струму	(500 ± 5) кОм	
Максимальний розмір охоплюваної шини, мм		
– кругла шина	60	
– прямокутна шина	70 x 30	
Діапазон робочих температур, °С	мінус 4 - 40	
Габаритні розміри, мм	303 x 111 x 60	
Переваги:	• наявність діапазону 3000 А ; • вимірювальний механізм "на кернах", що має підвищену механічну міцність; • показання кліщів не залежать від їх просторового положення; • наявність держателя вимірювального щупа для покращення вимірювання напруг; • гарантійний и післягарантійний ремонт.	

КЛІЩІ ЕЛЕКТРОВИМІРЮВАЛЬНІ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНІ ЦИФРОВІ PK435

Діапазони вимірювань:	
– сила постійного та змінного струму, А	0-40/ 400/ 2000
– напруга постійного та змінного струму, В	0-40/ 400/ 1000
– активної і реактивної потужності, кВт/кВА	0,1-4/ 40/ 400/ 2000
– cos φ;	мінус 1,0 - 1,0
– частоти змінного струму, Гц	20-400/ 4000
– опір, кОм	0-0,4/ 4/ 40/ 400
– температури, °С	мінус 50 - 125
Основна похибка, %, при вимірюванні:	
– сили струму	± [1,5+1,0(Iк/Iх-1)]
– напруги	± [1,0+0,5(Uк/Uх-1)]



– потужності	$\pm [3,0+2,0(P_k/P_x-1)]$
– частоти і опору	0,5 от fк или Rk
– cos φ;	3,0
Вхідний опір при вимірюванні напруги, МОм	1
Максимальний розмір охоплюваної шини, мм	
– кругла шина	60
– прямокутна шина	70 x 30
Діапазон робочих температур, С	мінус 5 - 45
Габаритні розміри, мм	303 x 111x 60
Переваги:	• наявність цифрового (3 3/4 розрядного) і аналогового (41 точка) підрахункового пристрою; • вимірювання діючих (TRMS) значень; • визначення min, max, середньоарифметичних значень, різниці max-min; • автоматичний і ручний вибір діапазонів вимірювання; • можливість запам'ятовувати показання; • режим автовиключення; • багатодіапазонна звукова ”прозвонка”; • можливість стиковки с ПК і автономного збору даних с модулем РМ453.

КЛІЩЕВА ПРИСТАВКА (КЛІЩЕВИЙ ТРАНСФОРМАТОР СТРУМУ) РК465

Діапазони вимірювань:	
Діапазон перетворення струму, А	1-2000
Коефіцієнти трансформації:	
– А1	10 А/ 1 мА
– А2	5 А/ 1 мА
– V1	1 А/ 2 мВ
– V2	1 А/ 1мВ
Основна похибка, %, при вимірюванні:	1,5
Максимальний розмір охоплюваної шини, мм	
– кругла шина	60
– прямокутна шина	70 x 30
Діапазон робочих температур, С	мінус 20 - 40
Габаритні розміри, мм	303 x 111 x 60
Переваги:	• можливість зміни коефіцієнта трансформації.



Додаток М3. Показчики напруги понад 1000 В

ПОКАЖЧИКИ НАПРУГИ

Показчик високої напруги УВНKM-35-330 СЗ та УВНKM-10 СЗ застосовується для контролю наявності або відсутності напруги в ВРП, ЗРП, ПЛ від 35 до 330 кВ (УВНKM-35-330 СЗ) та до 10 кВ (УВНKM-10 СЗ) з обов'язковим використанням штанги для відповідного класу напруг. Належать до основних електрозахисних засобів, які застосовуються оперативним обслуговуючим та ремонтним персоналом електричних станцій, підстанцій і розподільчих мереж. Особливість показників напруг є наявність 2-х незалежних електронних схем:

- основна схема має літєвий елемент живлення, гучний звук, два яскравих червоних світлодіоди і вмонтовану схему перевірки справності;
- резервна схема – не має гальванічних джерел живлення і бере енергію для роботи одного червоного світлодіода від ємнісного струму лінії.

Ця схема є резервною для підстрахування основної схеми з елементом живлення, а також за допомогою даної схеми можна зробити висновок – чи однакова напруга на всіх 3-х фазах (чи нема однофазного замикання на землю).

Показчики експлуатуються при температурі навколишнього повітря від мінус 30 до плюс 60 °С і відносної вологості повітря до 95 % при температурі плюс 30 °С.



Рис. М3. Показчики напруги: а – УВН 35 – 110; УВНУ – 10

ПОКАЖЧИК НАПРУГИ УН 0,4-110

Показчик високої напруги УН 0,4-110 (рис. М4) призначений для визначення безконтактним способом наявності або відсутності напруги в електроустановках 6 ... 110 кВ, частотою 50 Гц. Він належить до основних ізолюючих електрозахисних засобів, що застосовуються обслуговуючим та ремонтним персоналом електричних станцій, підстанцій і розподільчих мереж.



Рис. М4. Показчик високої напруги УН 0,4-110

Технічні характеристики

1. Діапазон контрольованих напруг: 6 ... 110 кВ.
2. Можливість безконтактного контролю напруг із землі: 0,4 кВ і вище.
3. Селективність при по фазному контролі напруг.
4. Потужний звуковий сигнал и підвищена яскравість світлової індикації, при цьому розміщені під кутом 180° світлодіоди дають можливість не орієнтувати показчик спеціальним чином.
5. Вмонтована автоматична схема контролю (період контролю 7 ... 8 с).
6. Ресурс джерела живлення не менше 3-х років (при 2- хвилинному сигналі за добу).
7. Конструкція дозволяє користуватись індикатором як зі штангою (РП, ЗРП), так і без неї (ПЛ).

Показчик експлуатується при температурі навколишнього середовища від мінус 30 до плюс 60 °С і відносної вологості до 95 % при температурі плюс 30 С.

ПОКАЖЧИКИ НАПРУГИ серії "Экивольта" "Экивольта 35-110К", "Экивольта 35-220К" та "Экивольта 35-330К"

Показчики напруги Еківольта (рис. М5) призначені для перевірки наявності або відсутності напруги в електроустановках змінного струму частоти 50 Гц напругою від 6 до 330 кВ.

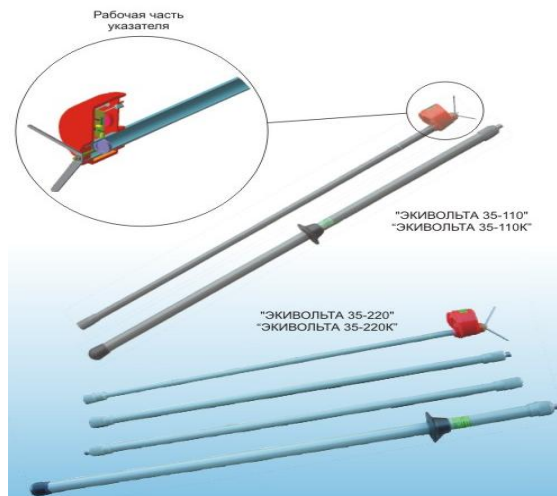


Рис. М5. Показчики напруги серії "Еківольта" напругою від 35 до 330 кВ

Застосовуються для перевірки наявності напруги в електроустановках змінного струму напругою від 35 до 330 кВ

Складаються із робочої, ізолюючої частин та рукоятки. Рукоятка та ізолююча частина виконані із склопластику, а корпус робочої частини із матеріалу з високими діелектричними характеристиками. Показчики "Экивольта 35-110К", "Экивольта 35-220К" і "Экивольта 35-330К" забезпечують комбіновану (візуально-акустичну) індикацію наявності напруги. При цьому візуальна імпульсна світлова індикація є основною, а акустичний сигнал – додатковою. Тут застосовуються надяскраві світлодіоди і джерело звукового сигналу підвищеної потужності без вмонтованого джерела живлення. Для надійного розпізнавання світлового сигналу в умовах яскравого освітлення застосовується затінювач. Показчик не потребує заземлення робочої частини. В комплект поставки входить пристрій (УПУ-2), призначений для визначення працездатності високовольних показчиків напруги.

Технічні характеристики

Параметри	Позначення показчика напруги		
	Экивольта 35-110К	Экивольта 35-220К	Экивольта 35-330К
Номінальна напруга електроустановки, кВ	110	220	330
Напруга індикації, кВ не більше	8,75	8,75	8,75
Інтервал між імпульсами, сек., не більше	1,5	1,5	1,5
Число звеньєв, шт. (включаючи рукоятку)	2	4	5
Довжина ізолюючої частини, мм	1560	2700	3500
Довжина рукоятки, мм	800	800	800

”Экивольта 6-20” і ”Экивольта 6-20К”,
”Экивольта 20-35”, ”Экивольта 20-35К” та ”Экивольта 6-10 КУД”

Призначені для перевірки наявності або відсутності напруги на струмоведучих частинах електрообладнання в електроустановках змінного струму частотою 50 Гц напругою від 6 до 20 кВ і від 20 до 35 кВ включно, а також на повітряних лініях електропередач напругою від 6 до 10 кВ з поверхні землі.

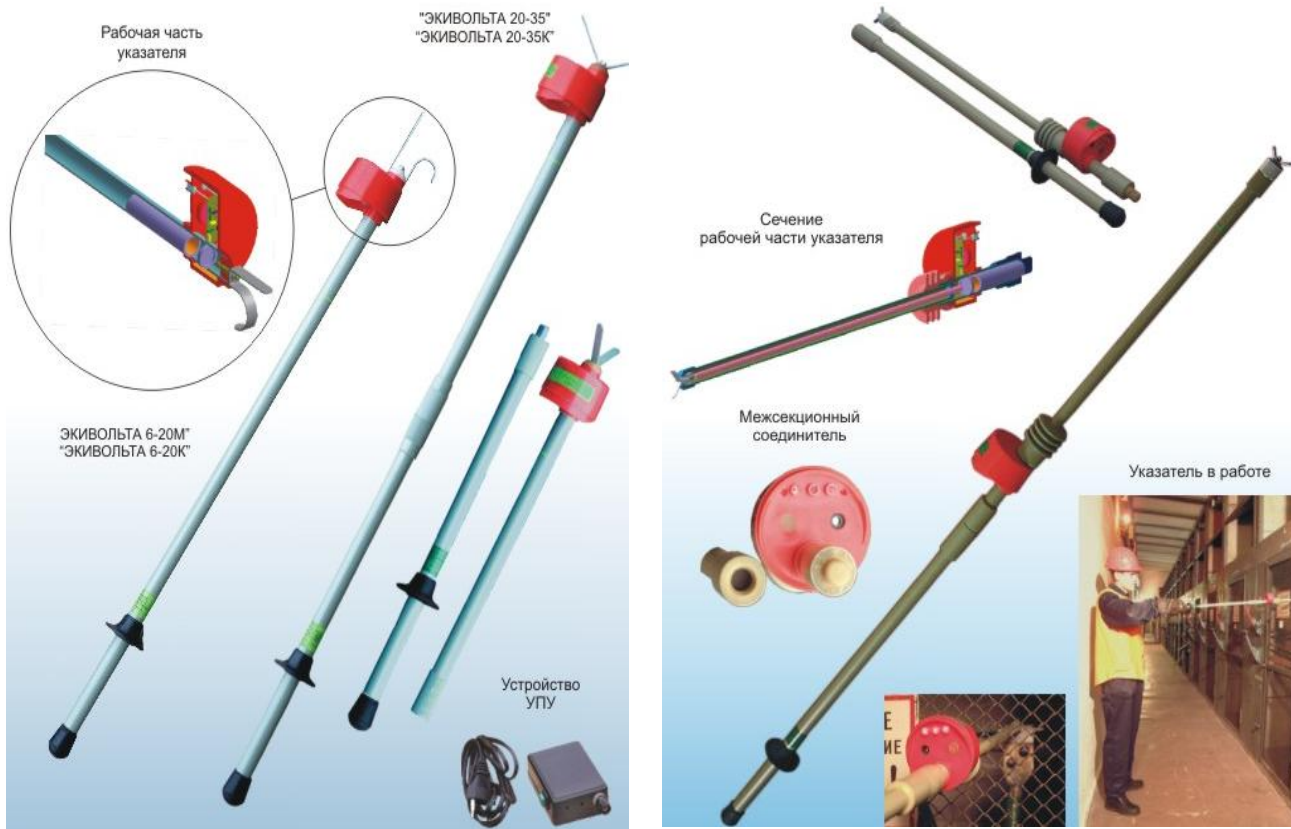


Рис. М6. Показчики напруги серії ”Еківольта” напругою від 6 до 35кВ

Використовуються в якості основного електрозахисного засобу. Складаються із робочої, ізолюючої частин і рукоятки; ”Экивольта 6-10 КУД” складається із чотирьох частин (з’єднувальна ланка). Рукоятка і ізолююча частини виконані із профільного електроізоляційного склопластику з високими діелектричними характеристиками. Ці показчики забезпечують комбіновану (візуально-акустичну) індикацію наявності напруги. При цьому, візуальна імпульсна світлову індикацію, яка є основною, а акустичний сигнал додатковим. Вони мають оптичну індикацію наявності напруги. В показниках ”Экивольта” використовуються ультрафіолетові світлодіоди і джерело звукового сигналу достатньої потужності без джерела живлення. Ефективний затінювач забезпечує надійне розпізнавання світлового сигналу в умовах будь-якого освітлення робочого місця. Показчик не потребує заземлення робочої частини. Комплектується пристроєм УПУ, який призначений для визначення працездатності показника.

Відмінності ”Экивольта 6-10 КУД”:

1. Для зручності користування електронний блок наближений до працюючого так, що в будь-яких умовах освітленості робочого місця сигнал індикації ”напруга присутня” надійно розпізнається.

2. Для надійного переносу потенціалу від струмоведучих частин ПЛ до електронного блоку використовується штанга для перенесення потенціалу, яка складається із двох ланок. Конструкція штанги запобігає міжфазному замиканню і пробією на землю при одночасному доторканні оболонкою штанги різних фаз ПЛ чи заземлених частин ПЛ. Електрична міцність оболонки штанги для переносу потенціалу становить 12 кВ. Поперечна електрична міцність забезпечується використанням високовольтного кабеля і двох ізолюючих скручувань спеціальної конструкції.

Технічні характеристики

Параметри	Позначення показника напруги		
	Эквивольта 6-10 КУД	Эквивольта 6-20 Эквивольта 6-20К	Эквивольта 20-35 Эквивольта 20-35К
Номинальна напруга електроустановки, кВ	6, 10	6, 10, 12	20, 35
Напруга індикації, кВ не більше	1,5	1,5	5,0
Інтервал між імпульсами, сек., не більше	1,5	1,5	1,5
Число ланок, шт. (включаючи рукоятку)	4	1	2
Довжина ізолюючої частини, мм	2000	330	560
Довжина рукоятки, мм	1800	150	170
Загальна довжина показчика, мм	8000	750	1025
Маса, кг, не більше	4,0	0,55	0,6

ПОКАЖЧИК НАПРУГИ БЕЗКОНТАКТНИЙ "ЭЛЕКТРОКОМ УН 6-10/Б01"

Призначений для перевірки наявності або відсутності напруги на струмоведучих частинах електрообладнання в електроустановках змінного струму частотою 50 Гц напругою від 6 до 10 кВ включно, а також на повітряних лініях електропередач напругою від 6 до 10 кВ з поверхні землі.

Складається із робочої, ізолюючої частин і рукоятки. Ізолююча частина являє собою склопластикову телескопічну штангу. Показники "Електроком УН 6-10/Б01" та "Електроком УН 6-10/Б01-3" (рис. М7) забезпечують комбіновану (візуально-акустичну) індикацію наявності чи відсутності напруги.



Рис. М7. Показники напруги "Електроком УН 6-10"

У показниках застосовується: динамічна індикація, включення показника при його монтажі на штангу, тестування індикації при включенні показника, автоматичний контроль працездатності. При роботі показник не потребує заземлення робочої частини.

Для зручності використання показники комплектуються з'ємним кріючком.

Технічні характеристики

Параметри	Позначення показника напруги	
	Электроком УН 6-10/Б01	Электроком УН 6-10/Б01-3
Номинальна напруга електроустановки, кВ	6-10	6-10
Напруга індикації, кВ не більше	1,5	1,5
Ємність вмонтованого джерела живлення, мА·год.	1650	1650
Термін працездатності джерела живлення, не менше, років.	6	6
Довжина ізолюючої частини, мм	680	6500
Довжина рукоятки, мм	150	1000
Загальна довжина показника, мм, не більше	950	7500
Довжина показника в транспортному положенні, мм, не більше	730	1900
Маса, кг, не більше	0,35	2,5

Додаток М4. Показчики напруги для фазування
ПОКАЖЧИК ЧЕРГУВАННЯ ФАЗ Е117 та Е117.1 ("ФАЗА – Н")

Призначення:	
– визначення порядку чергування фаз при підключенні асинхронних і синхронних двигунів, апаратів захисту і регулювання, трифазних лічильників і других пристроїв, які потребують визначення чергування фаз у трифазних колах 0,38кВ; – індикація наявності напруги змінного струму частотою (50 ± 1) Гц в діапазонах від 0 до 50 В і 0 до 500 В є орієнтовною оцінкою величини напруги по аналоговому індикатору	
Переваги:	
– вказує пряме та зворотне чергування фаз; – можливість роботи при будь-якій орієнтації показника в просторі; – можливість довгочасного підключення до мережі; – температурний діапазон від мінус 30 до + 40 °С; – можливість визначення різниці напруг між однойменними фазами при фазуванні трансформаторів.	

ПОКАЖЧИК ЧЕРГУВАННЯ ФАЗ "Экивольта 6-10 ФК"

Показчик напруги «Экивольта 6-10 ФК» (рис. М8) призначений для перевірки збігу фаз в електроустановках 6-10 кВ.



Рис. М8. Показчик чергування фаз

Тип індикації комбінований. Вмонтоване джерело живлення відсутнє. Рівень потужності випромінюючих елементів індикації забезпечує надійне розпізнавання наявності напруги при будь-яких умовах освітленості та шумів на робочому місці. Безпека показника для перевірки збігу фаз "Экивольта 6-10 ФК" забезпечується високою електричною міцністю високовольтного кабеля з двошаровою ізоляцією і робочих частин, включаючи місця вводу з'єднувального

кабеля в корпус і робочих частин полюсів. Полюси виконані із двох секцій, що з'єднуються за допомогою гвинтів.

Технічні характеристики

Параметри	Величина
Номинальна напруга електроустановки, кВ	6...10
Напруга індикації, кВ при зустрічному включенні, не більше	1,5
Напруга індикації, кВ при збігу фаз, не менше	12,7
Час появи першого імпульсу, сек., не більше	1,5
Довжина покажчика в транспортному положенні, мм	420
Довжина рукоятки, мм	150
Довжина високовольного провода, м	1,0
Загальна довжина покажчика, мм	820
Маса, кг, не більше	0,9

Додаток М5. Покажчики напруги до 1000 В

ПОКАЖЧИК НАПРУГИ 0,38 кВ типу Е119

Призначення:	
– індикація наявності напруги постійного та змінного струму частотою (50±1) Гц в діапазонах від 0 до 50 В і 0 до 500 В з орієнтовною оцінкою величини напруги по аналоговому індикатору;	
– визначення фазного провода в колах змінного струму;	
– визначення полярності постійного струму;	
визначення непошкодженості електричного кола з орієнтовною оцінкою опору в діапазоні від 0 до 30 кОм;	
– перевірка справності напівпровідникових приладів.	
Переваги:	
– відповідність вимогам безпеки по ГОСТ 12.2.091;	
– можливість роботи за будь-якої орієнтації покажчика в просторі;	
– можливість довгочасного підключення до мережі;	
– температурний діапазон від мінус 30 до + 40 °С;	
– індикація фазного провода;	
– можливість роботи без джерела живлення;	

ПОКАЖЧИКИ НАПРУГИ 0,38 кВ типу ЭИ0202, ЭИ0203

Покажчики напруги ЭИ0202, ЭИ0203 (рис. М9) призначені для визначення наявності змінної напруги від 110 до 660 В частотою 50 Гц.

	Маса, кг	Габаритні розміри
ЭИ0202 – однополюсний.	0,04	21x137
ЭИ0203 — двополюсний.	0,09	21x1320 (при розгорнутому проводі).



Рис. М9. Показчики напруги типу ЭИ0202, ЭИ0203

ПОКАЖЧИКИ НАПРУГИ УНН ЗП ВЛ 36-660В, УНН ЗП ВЛ 24-380В та УНН ЗП 36-660В

Показчики напруги – ізолюючі електрозахисні засоби призначені для виявлення наявності або відсутності напруги постійного чи змінного струму від 36 до 660 В (від 24 до 380 В) в електроустановках напругою до 1000 В. Показчики напруги мають світлову та звукову індикацію, визначають полярність постійного та фазу змінного струму, а також цілісність електричних кіл опором не більше 50 кОм. Особливість пристроїв та, що вони не мають елементів живлення та перемикачів. Вони працюють при безпосередньому доторканні до струмоведучих частин контактами-наконечниками. Робота ґрунтується на перебігу активного струму, який визиває свічення діодів та звукову індикацію. Визначення опору здійснюється за рахунок енергії конденсатора.

Показчики належать до основних ізолюючих електрозахисних засобів для електроустановок до 1000 В, що застосовуються обслуговуючим та ремонтним персоналом електричних станцій, підстанцій і розподільчих мереж.

Показчики напруги мають двополюсне виконання (рис. М10) і складаються із пластмасових корпусів з контактами-наконечниками. В одному корпусі розміщені елементи електричної схеми, а інший виконаний у вигляді щупа. Корпуси з'єднані між собою гнучким провідником з підсиленою ізоляцією і мають упори зі сторони контактів-наконечників, які вставлені у пластикові трубки, що забезпечує захист від напруги до 1000 В. Світлодіоди розміщені в корпусі і відповідають діапазону вимірюваних напруг. Наявність напруги визначається доторканням контактами-наконечниками струмоведучої частини. При цьому засвічується відповідний світлодіод. Для визначення фазного провoda необхідно наконечником корпуса доторкнутись до провoda, а пальцем до щупа. Якщо це фаза то в такт доторкання пальцем до щупа буде світитись неонові лампочка.



Рис. М10. Показчик напруги типу УНН

Для роботи показчиків напруги з повітряною лінією електропередачі вони комплектуються двома довгими електродами, які ізолювані по всій довжині, що дозволяє перевіряти відсутність напруги безпечній відстані від проводів. Електрод являє собою стержень із склопластику з внутрішнім провідником та контактом-наконечником з гачком. Довгі електроди нагвинчуються на контакти-наконечники корпуса та щупа, а за допомогою гачків підвішується провід.

Технічні характеристики

1. Діапазон напруг – від 36 до 660 В (від 24 до 380 В).
2. Величина струму при максимальному значенні напруги не більше 10 мА.
3. Максимальний опір зовнішнього кола, при якому забезпечується вимірювання – 50 кОм.
4. Час працездатності у режимі вимірювання опору після однієї зарядки не менше 48 годин.
5. Час безперестанного звучання сигналу при нульовому опорі електричного кола від одної зарядки не менше 10 хв.
6. Кількість закорочених кіл, які можна перевірити від одної зарядки, не менше 300.

ПОКАЖЧИК НАПРУГИ до 1 кВ "Экитест"

Показчики напруги низьковольтні типу "Экитест" (рис. М11) призначені для контролю наявності напруги постійного і змінного струму в електроустановках до 1000 В.



Рис. М11. Показчики напруги низьковольтні типу "Экитест"

Такі показчики виконані у пластиковому корпусі, який забезпечує безпеку і зручність роботи. Вони забезпечують ступеневу індикацію напруг та індикацію фазного проводу за допомогою яскравого світлодіода, індикацію роду струму (змінний чи постійний) і визначення полярності постійного струму. Акустична індикація режимів роботи забезпечується п'єзовипромінювачем. Показчик "Экитест" забезпечує "подзвонювання" електричних кіл звуковим сигналом, при цьому ранні моделі працюють від вмонтованого акумулятора, а у решти моделей акустична індикація забезпечується ємністю, що заряджується від мережі. Для роботи на повітряних лініях 0,4 кВ, показчики "Экитест" постачаються щупами-подовжувачами для фазних проводів ПЛ

Технічні характеристики

Параметри	Величина
Значення контрольованих напруг, В	до 1000
Напруга індикації фази, В, не більше	50
Час зберігання заряду, год., не менше	12
Час безперервної роботи в режимі "продзвонювання" після однієї зарядки, с, не менше	60
Струм, що перебігає через показчик при напрузі випробування, мА, не більше	10
Електрична міцність ізоляції корпусів і провода, В, не менше	1000

ПОКАЖЧИК НАПРУГИ «Экивольта 0,4КШ»

Показчик напруги (рис.М12) призначений для визначення наявності напруги на ПЛ 0,4 кВ. Індикація комбінованого типу забезпечує надійне розпізнавання наявності напруги при будь-яких умовах освітленості і шумів на робочому місці. Джерело живлення відсутнє. Застосовується в режимі однополюсного і двополюсного показчика. Використовується самостійно та разом зі штангою ШОУ-35-6,6 для підготовки робочого місця електромонтера на ПЛ з землі.

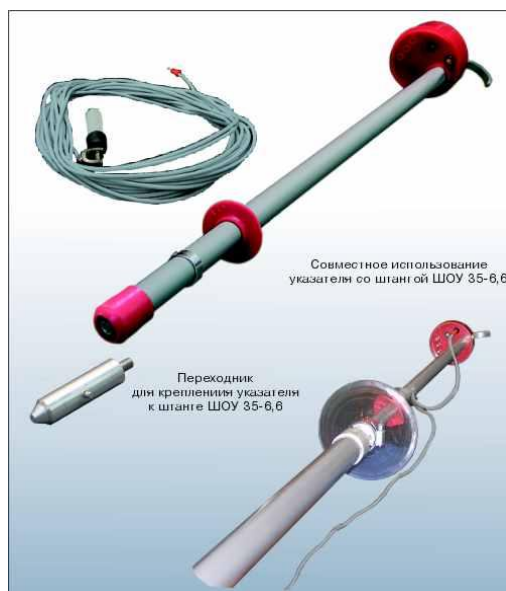


Рис. М12. Показчики напруги низьковольтні типу "Еквивольта 0,4КШ"

В однополюсному режимі робоча частина показчика не заземлюється. Працює за рахунок перебігу ємнісного струму, при цьому електричний контакт з рукою працюючого забезпечується за допомогою кільцевих контактів на рукоятці. В однополюсному режимі звукова індикація відсутня.

У двополюсному режимі використовується заземлення робочої частини заземлюючим проводом, при цьому спочатку встановлюється заземлююча трубка після чого виконується з'єднання заземлюючого проводу з електронним блоком показчика і закріплення заземлюючого проводу на хомуті розвантаження для запобігання втрати електричного контакту внаслідок вимкнення штекера під власною вагою проводу.

Показчик може використовуватись разом з універсальною ізолюючою штангою ШОУ 35-6,6 у складі комплекту для підготовки робочого місця монтера з землі. З'єднання виконується за допомогою перехідника, що входить до комплекту.

Технічні характеристики

Параметри	Величина
Номинальна напруга електроустановки, кВ	0,4
Струм, перебігу через показчик при найбільшому значенні робочої напруги, мА, не більше	однополюсне включення - 0,6
	двохполюсне включення - 10
Напруга індикації, В не більше	60
Інтервал між імпульсами, сек., не більше	1,5
Кількість ланок, шт. (включаючи рукоятку)	1
Довжина ізолюючої частини, мм	400
Довжина рукоятки, мм	165
Загальна довжина показчика у зборі, мм	890
Маса, кг, не більше	0,4

Додаток М6. Сигналізатори напруги

ДИСТАНЦІЙНІ СИГНАЛІЗАТОРИ НАПРУГИ ИСОН-М, СНК-35

Призначені для дистанційного контролю наявності небезпечної напруги з метою запобігання ураження електричним струмом персоналу, що обслуговує повітряні лінії 6 – 10 кВ, РП і ЗРП 6 – 10 кВ (ИСОН-М) та 6 ... 35 кВ (СНК-35) (рис. М13). Прилади мають вмонтовану систему самоконтролю справності сигналізатора. Ресурс елементів живлення без заміни до 3-х років. Світлова та звукова сигналізація, наявність автономного контролю справності роблять пристрої надійними сигналізаторами наявності напруги. Вони дозволяють визначити наявність небезпечної напруги з землі на повітряних лініях 6 35 кВ.

Сигналізатори є додатковими засобами захисту. Для контролю відсутності напруги необхідно застосовувати відповідні основні засоби захисту. Автоматичне тестування приладів проходить через кожні 30 с.



а



б

Рис. М13. Дистанційні сигналізатори напруги: а – ИСОН-М, б – СНК-35

Технічні характеристики

Дистанція спрацювання,* не менше, м :		
Параметри	СНК-35	ИСОН-М
– під ПЛ 6-10кВ		8
– для РП и ЗРП 6-10кВ		0,6
– при напрузі 6 – 35 кВ	2,0	
Струм споживання, мА, не більше		
– у режимі чекання	0,01	0,02
– у робочому режимі	1,2	5
Напруга живлення, В	3	3

* дистанція спрацювання сильно залежить від конфігурації електроустановки;

СИГНАЛІЗАТОР НАПРУГИ ІНДИВІДУАЛЬНИЙ КАСКОВИЙ СНИК 6-10

Сигналізатор (рис. М14) призначений для попередження персоналу, що працює на повітряних лініях електропередач про нахождение їх в потенційно небезпечній зоні при наближенні до струмоведучих частин напругою $6 \div 10$ кВ, на небезпечну відстань. Належить до додаткових засобів захисту.



Рис. М14 – Сигналізатор напруги касковий

Включення сигналізатора відбувається автоматично, при його установці на касці. Два коротких звукових сигнали підтверджують його включення. В черговому режимі за рахунок стуків, які генеруються сигналізатором, є можливість відслідковувати подальшу роботу пристрою. Сигналізатор виконує автоматичний контроль працездатності один раз на секунду.

У сигналізаторі реалізована динамічна індикація, тобто при наближенні до джерела високої напруги частота звукових імпульсів збільшується. Відстань індикації сигналізатора при напрузі потенційно небезпечного джерела 6 кВ становить не менше 1,5 м.

Сигналізатор надійно працює на будь-яких опорах, включаючи залізобетоні, із заземлюючим спуском, кабельним вводом, лінійним роз'єднувачем тощо при температурі від -30°C до $+40^{\circ}\text{C}$.

У нормальних кліматичних умовах час безперервної роботи в черговому режимі без підзарядки акумуляторів не менше 80 діб.

Сигналізатор комплектується зарядним пристроєм для зарядки акумуляторів від мережі змінного струму напругою 220В.

Додаток М7. Переносні заземлення

ЗАЗЕМЛЕННЯ ПЕРЕНОСНІ ТИПУ ПЗРУ

Заземлення переносне (рис.М15) для РП служить для захисту працюючих на відключених ділянках електроустановок від наведеної напруги і помилкової подачі напруги на цю ділянку. Поперечний переріз заземлюючого провoda від 25 кв. мм. Заземлюючий провід – мідний, гнучкий, у прозорій поліуретановій оболонці, міцної до тертя, гнучкої, що не тріскається при температурі до -50 С Три однофазних затискачі штанги заземлення виготовлені із склопластика і вкриті зверху термоусадочним поліетиленом.



Рис. М15. Заземлення переносні типу ПЗРУ

Заземлення складається із заземлюючого провoda із заземлюючою струбциною, одного або трьох однофазних затискачів і одної або трьох ізолюючих штанг.

ЗАЗЕМЛЕННЯ ПЕРЕНОСНІ ДЛЯ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЗПЛ

Переносні заземлення для ПЛ 0,4 кВ (рис. М16) виготовляються п'ятиштанговими, для ПЛ 10 кВ триштанговими з пружинними, байонетними або гвинтовими струбцинами. Фазні затискачі виконані заодно з ізолюючими штангами заземлення. Схема з'єднання фазних затискачів може бути виконана по схемі "хвиля", та "зірка". В заземленнях на 35 кВ и вище використовуються гвинтові С-подібні струбцини. При цьому, струбцини з'єднуються з ізолюючими штангами заземлень за допомогою стикувального вузла з гвинтовим затискувачем. Заземлення переносні на 35 кВ і вище можуть поставлятися як в однофазному, так и в трифазному виконанні. Для заземлення на ґрунт у комплект поставки можуть входити (по замовленню) тимчасовий стержень-заземлювач. Для забезпечення тривалої експлуатації переносні заземлювачі для повітряних ліній поставляються у чохлах із синтетичної зносостійкої тканини або (по замовленню) в дерев'яних ящиках.

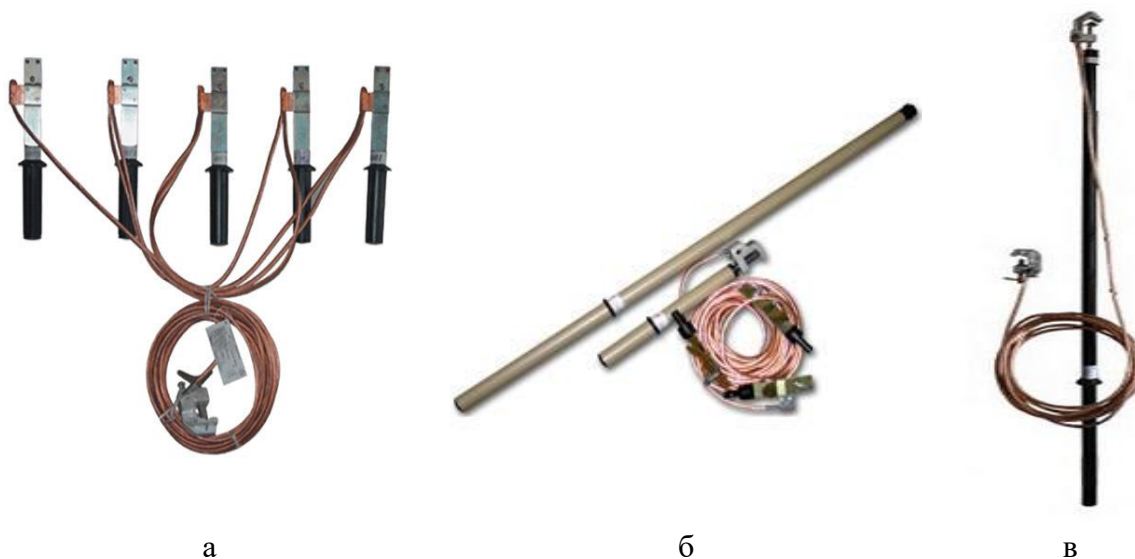


Рис. М16. Заземлення переносні типуЗПЛ: а – ЗПЛ 1М; б – типу ЗПЛ 10М; в – ЗПЛ 35-1

Технічні характеристики

Параметри	Позначення заземлення								
	ЗПЛ-1Б, 1П, 1В	ЗПЛ-10Б, 10П, 10В	ЗПЛ- 35-1	ЗПЛ- 35-3	ЗПЛ- 110-1	ЗПЛ- 110-3	ЗПЛ- 220-1	ЗПЛ- 220-3	ЗПЛ- 330-1
Номінальна напруга електроустановок, кВ	1	10	35	35	110	110	220	220	330
Довжина заземлюючого провідника, м, не менше	9,0	10,0	12,0	12,0	12,0	12,0	15,0	15,0	12,0
Довжина закорочуючого провода, м, не менше	0,9	1,6	-	4,5	-	6,0	-	9,0	-
Кількість затискачів, шт.	5	3	1	3	1	3	1	3	1
Кількість ізолюючих штанг, шт.	5	3	1	3	1	3	1	3	1
Переріз провода, мм ² , не менше	16	25	25	25	25	25	25	25	25
Маса, кг, не більше	5,0	6,0	6,0	11,0	7,0	11,0	8,0	15,0	10,0

ЗАЗЕМЛЕННЯ ПЕРЕНОСНІ ДЛЯ РОЗПОДІЛЬЧИХ ПРИСТРОЇВ ЗПП

Переносні заземлення (рис. М17) для РП 0,4 кВ виконуються в трифазному нерозбірному виконанні. Решта переносних заземлень для РП виготовляються в однофазному і трифазному виконаннях, при цьому, струбцини з'єднують з ізолюючими штангами заземлень за допомогою стикувального вузла з гвинтовим затискачем. Переносні заземлення для РП можуть комплектуватися одною або трьома штангами заземлення.



Рис. М17. Заземлення переносні типуЗПП: а – ЗПП - 1; б – типу ЗПП - 35

Технічні характеристики

Параметри	ЗПП-1	ЗПП-15	ЗПП-35	ЗПП-110	ЗПП-220
Номінальна напруга електроустановок, кВ	1	15	35	110	220
Довжина ізолюючої частини штанг, м, не менше	0,06	0,70	1,10	1,40	2,50
Довжина рукоятки, м, не менше	0,12	0,30	0,40	0,60	0,80
Довжина заземлюючого провідника, м, не менше	2,0	2,5	7,0	10,0	10,0
Довжина закорочуючого провода, м, не менше	0,4	1,25	2,5	3,5	7,0
Кількість затискачів, шт..	3	3	3	3	3
Кількість ізолюючих штанг, шт.	3	3 (1*)	1	1	1
Переріз провода, мм ² , не менше	16	25	25	25	25
Струм термічної стійкості на протязі 3 с, кА	2,5	4,0	4,0	4,0	4,0
Маса, кг, не більше	2,0	5,4 (3,9)	7,0	9,0	12,0

ЗАЗЕМЛЕННЯ ПЕРЕНОСНІ ДЛЯ ЕЛЕКТРОШАФ ЗПП-1-0/0-16-021

Призначені для заземлення електроустановок до 1000 В при роботах зі зняттям напруги на шинах РП щитів, а також на обладнанні, що отримує від них живлення (рис. М18).

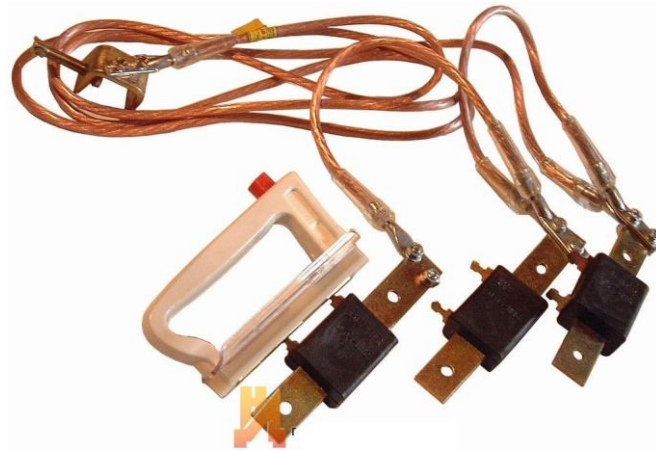


Рис. М18. Заземлення переносні типу ЗПП-1-0/0-16-021

Заземлення складається із ізоляторів, гнучких проводів для заземлення і закорочення між собою струмоведучих частин всіх фаз установки, струбцини для приєднання до заземлюючого пристрою і ручки-знімача, призначеного для монтажу і демонтажу ізоляторів, плавких запобіжників всіх типорозмірів NT, а також запобіжників ПН2 і ППН-3. Ножі ізоляторів роз'єднані між собою діелектричним проміжком всередині корпуса, що дає можливість заземляти кола тільки одного споживача на шині, не порушуючи електропостачання решти споживачів. Проводи закріплені на нижніх ножах ізоляторів. Гнучкі проводи виготовлені із мідних жил, вкритих прозорою полімерною оболонкою. Кінці проводів запресовані у спеціальні кабельні наконечники. Для захисту проводів від злому, у місцях їх під'єднання, передбачені гнучкі амортизатори із полімерного матеріалу.

Технічні характеристики

Параметри	Величина
Номінальна напруга електроустановок, кВ	1,0
Струм термічної стійкості на протязі 3 сек., кА	2,5
Довжина закорочуючого провода, м, не менше	0,6
Довжина заземлюючого провідника, м, не менше	2,0
Переріз провода, мм ² , не менше	16
Кількість фазних ножів, шт.	3
Маса, кг, не більше	1,9

ЗАЗЕМЛЕННЯ ПЕРЕНОСНІ ТИПУ ЗНЛ

Призначені для екстренного відключення повітряних ліній електропередач за допомогою накидання на провода ПЛ гнучкого неізолюваного провідника і створення короткого замикання між проводами ПЛ і заземлюючим провідником, з'єднаним із землею (рис. М19).

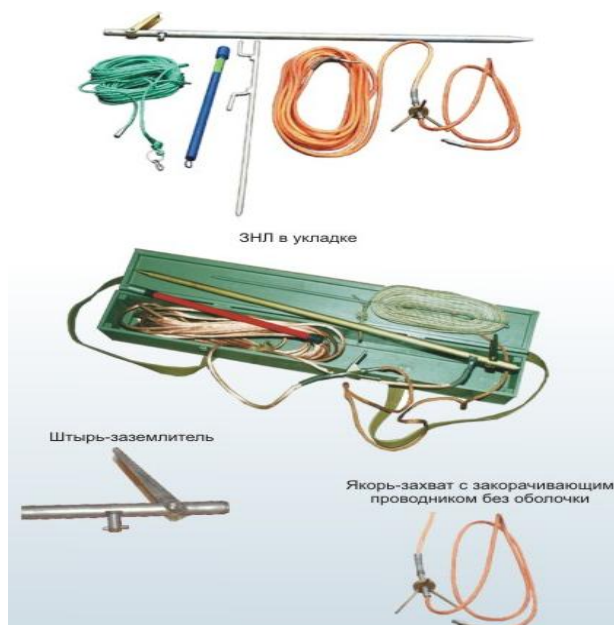


Рис. М19. Заземлення переносні типу ЗНЛ

Заземлення являє собою конструкцію, що складається із:

- пристосування, що закидається на проводи у вигляді гранати;
- ізолюючого фала;
- змінного мідного гнучкого провідника, без оболонки;
- фіксує якоря-захвату, що забезпечує надійне з'єднання проводів ПЛ у пучок і їх утримування в момент перебігу струму КЗ;
- мідного гнучкого спуска в полімерній оболонці, з'єднаної із заземлювачем;
- якоря для фіксації вільного кінця ізолюючого фала;
- тимчасового штиря-заземлювача.

Технічні характеристики

Параметри	Величина
Номінальна напруга електроустановок, кВ	от 0,4 до 10 включно
Максимально допустимий струм КЗ, кА протягом 0,5 с	10
Переріз закорочуючого і замикаючого провода, мм ² , не менше	25
Довжина заземлюючого провідника, м, не менше	15
Довжина закорочуючого провода, м	1,7
Діаметр ізолюючого фала, мм	5
Довжина ізолюючого фала, м, не менше	20
Довжина стержня-заземлювача, м, не менше	1,0

ЗАЗЕМЛЕННЯ ПЕРЕНОСНІ ЗПМЗ 6-10

Заземлення ЗПМЗ 6-10 (рис.М20) призначено для заземлення фазних проводів на відключених ділянках ПЛ напругою до 10 кВ безпосередньо з поверхні землі.



Рис. М20. Заземлення переносні типу ЗНЛ

Заземлення складається із збірної штанги, заземлюючого гнучкого провода і струбцини для приєднання ПЛ до заземлення або тимчасовому стержню-заземлювачу. Збірна штанга заземлення складається із байонетного затискача, металевих струмопровідних ланок, а також ізолюючої частини з рукояткою.

Конструкція затискача дозволяє надійно та швидко виконувати установку та зняття заземлення рухом зверху-вниз. Металеві струмопровідні ланки виконані із сплаву алюмінію. З'єднувальні міжсекційні муфти струмопровідних ланок мають конструкцію, яка не дозволяє штанзі повертатись по осі. Площа контакту, достатня для забезпечення необхідної термічної стійкості заземлення. Ізолююча частина і рукоятка штанги виготовлені із електроізоляційного профільного склопластику, вкритого атмосферостійкою емаллю.

Гнучкий заземлюючий провід виготовлений із мідних жил, які вкриті прозорою полімерною оболонкою. Кінці провода запресовані в кабельні наконечники. Для захисту провода від злому, в місцях його приєднання, є амортизатори у вигляді пружин із сталевих проволочи, або із полімерного матеріалу.

Технічні характеристики

Параметри	Величина
Номінальна напруга електроустановок, кВ	10
Довжина ізолюючої частини штанги, м, не менше	0,7
Довжина рукоятки, м, не менше	1,5

Кількість металевих ланок	3 або 4
Число ланок, шт. (включаючи рукоятку)	4 або 5
Загальна довжина штанги, м, не більше	8,1
Довжина в транспортному положенні, м	2,25
Переріз заземлюючого проводу, мм ² , не менше	25
Довжина заземлюючого спуска, м, не менше	4,5
Струм термічної стійкості протягом 3 сек., кА	4
Маса, кг, не більше	6,2

Для забезпечення тривалої експлуатації переносні заземлювачі для повітряних ліній поставляються в чохлах із синтетичної зносостійкої тканини або (по замовленню) в дерев'яних ящиках.

Всі роботи при накладанні чи зніманні заземлення необхідно виконувати в діелектричних рукавицях. Технічне обслуговування заземлення виконується відповідно до "Инструкции применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках, технические требования к ним".

Додаток М8. Слюсарно-монтажний інструмент

Слюсарно-монтажний інструмент з ізолюючими рукоятками застосовують при виконанні робіт під напругою 220/380 В. Зазвичай використовують односторонні гайкові ключі, викрутки, плоскогубці, кусачки, ножі з ізолюючими рукоятками. Ізоляція рукояток інструменту, виготовлена з пластмаси, є основним засобом захисту (рис. М21).

До складу такого інструменту повинно входити: ріжкові гайкові ключі з розмірами від 5,5 до 24, свердла по металу і по бетону від 4 до 12 (мм), викрутки, бокорізи, пасатижі і круглогубці, кліщі для опресування наконечників, напилки і надфіль, зубило та молоток, монтажний ніж тощо.



Рис. М21. Слюсарно-монтажний інструмент

Додаток М9. Діелектричні рукавички

Діелектричні рукавички (рис. М22) застосовуються для захисту рук (пальців, долонь) від ураження електричним струмом. Діелектричні рукавички бувають: безшовні, зі швом, п'ятипалі, двопалі.

Діелектричні рукавички повинні бути по довжині не менш 35 (см) і повинні безперешкодно одягатися на рукава верхнього одягу.

Діелектричні рукавички є основним ізолюючим електрозахисним засобом в електроустановці до 1000 (В) і додатковим ізолюючим електрозахисним засобом в електроустановці вище 1000 (В).

Перед застосуванням діелектричних рукавичок їх необхідно оглянути і під час огляду звернути увагу на наступне: штамп випробувань, механічні пошкодження, забруднення, зволоження та наявність проколів і тріщин



Рис. М22. Діелектричні рукавички

Додаток М10. Діелектричні боти і галоші

Діелектричні боти і галоші (рис. М23) застосовують для захисту людини від напруги кроку, або як його ще називають, крокові напругу.

Діелектричні боти і галоші є тільки додатковим ізолюючим електрозахисним засобом у відкритих (без наявності опадів) і закритих електроустановках. Їх рекомендовано застосовувати в електроустановках всіх класів напруги. А ось діелектричні калоші – тільки в електроустановках до 1000 (В).

Позначення за захисними властивостями: діелектричні боти (Ев), діелектричні калоші – (Ен).

Колір діелектричних бот та калош повинен відрізнятися за кольором від іншого взуття, зробленою з гуми.



Рис. М23. Діелектричні боти і галоші

Додаток М11. Діелектричний килимок (гумовий)

Діелектричний килимок (гумовий) (рис. М24) в електроустановках до і вище 1000 (В) є тільки додатковим електрозахисним засобом. Його рекомендується застосовувати в закритих і відкритих розподільних пристроях. В останньому випадку тільки при сухій погоді (без опадів).

Килимок повинен бути одним кольором і мати рифлену лицьову сторону від ковзання. Глибина рифів становить від 1 до 3 (мм).

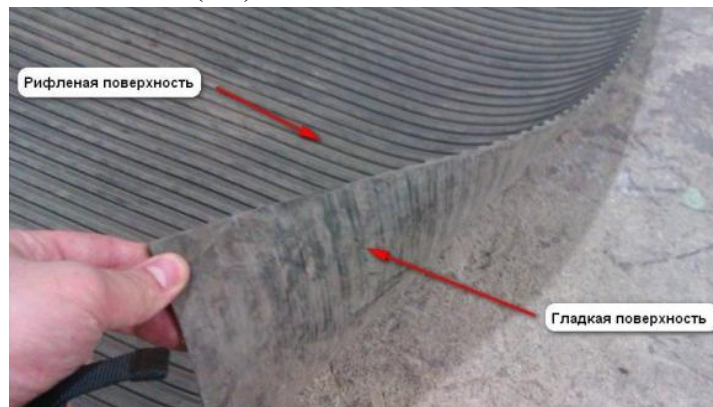


Рис. М24.– Діелектричний килимок (гумовий)

Додаток Н. Технічні характеристики приладів для визначення ефективності занулення

Прилад електровимірювальний багатофункціональний цифровий EP180M

Прилад електровимірювальний багатофункціональний цифровий EP180M (далі - прилад) призначений для вимірювань в мережах змінного струму з глухозаземленою нейтраллю живильного трансформатора, фазною напругою 220 В, частотою 50 Гц:

- середньоквадратичного значення напруги змінного струму між фазним і нульовим робочим або між фазним і нульовим захисним провідниками,
- опору кола між фазним і нульовим захисним провідником або фазним і нульовим робочим провідником без відключення напруги в електричній мережі;
- струму короткого замикання між фазним і нульовим робочим провідником або фазним і нульовим захисним провідником без відключення напруги в електричній мережі.

Технічні характеристики

Рід вимірюваної величини	Діапазон вимірювань	Межі основної похибки (до)	Значення вхідний характеристики
Напруга мережі змінного струму U_x	(180 – 250) В	$\pm (2 \% U_x + 2 \text{ ЕМР})$	Вхідний опір не менше 15 кОм
Опір Z_{L-PE}, Z_{L-N}	от 0,1 до 6,99 Ом от 7,0 до 20,0 Ом	$\pm (6 \% Z_x + 6 \text{ ЕМР})$ $\pm (4 \% Z_x + 4 \text{ ЕМР})$	Струм навантаження не більше 4 А протягом 10 мс
Струм короткого замикання I_k	От 10 до 1999 А	Похибка вимірювань-ня I_k визначається похибкою вимірювання Z_{L-PE}, Z_{L-N}	



Вимірювач струму короткого замикання цифровий Щ41160

Призначений для вимірювання струму короткого замикання кола "фаза-нуль" у мережах змінного струму 220 В, частотою 50 Гц з глухозаземленою нейтраллю і кутом зсуву фаз між напругою і струмом $(30 \pm 25)^\circ$.

В основу роботи вимірювача Щ41160 покладено вимірювання реального струму короткого замикання з обмеженням часу протікання струму короткого замикання тривалістю не більше 10 мс.

Технічна характеристика

Диапазон измерений тока однофазного короткого замыкания	10-1000 А
Потребляемая мощность	не более 20 В * А
Электропитание измерителя от сети переменного тока	220±22 В, частотой 50±0,5 Гц
Условия эксплуатации	от -30 °С до +40 °С
Продолжительность непрерывной работы	8 ч
Время установления рабочего режима	5 мин
Время перерыва до повторного включения,	не менее 15 мин
Габаритные размеры	335 х 305 х 140 мм
Масса	6,8 кг



Тестер петлі C.A6454

Тестер петлі поєднує простоту використання з поліпшеними вимірювальними можливостями для перевірки обладнання на відповідність європейським і міжнародним стандартам (NF 3 15-100, IEEE, VDE, NIN / NIV, VE EN-1, ...).

Буквені позначення виводів (для вимірювання заземлення з одним допоміжним електродом) і кабель для безпосереднього підключення приладу до розетки (для вимірювання петлі) забезпечують швидку і безпечну роботу.

Особливості Тестера C.A 6454:

- вимірювання опору петлі і повного опору LN, LL, і L-PE від 0.20 до 4к;
- автоматичний вибір напруги;
- відображення струму короткого замикання до 40 кА;
- вимірювання частоти;
- автозаміна L і N входів при неправильному з'єднанні;
- можливість виходу на PC або принтер;
- можливість вимірювання струмів витoku з струмовими кліщами;
- швидке безпомилкове підключення, завдяки проводу з мережевою вилкою;
- автоматичне тестування напруги і частоти;
- вимірювання опору заземлення на включених установках зі спрацьовуванням пристрої захисту чи ні;
- селективне (вибіркове) вимірювання заземлювача за допомогою струмових кліщів;
- вимірювання петлі (R, L) та імпедансу лінії без включення захисту;
- розрахунок струмів короткого замикання;
- вимірювання струму і струму витoku за допомогою кліщів.

Технические характеристики Тестера C.A 6454:

Напруга / частота	2 ... 550 В / 15,3 ... 450 Гц
Вимірювання струму	за допомогою струмових кліщів на 20 А (MN20, C172) або 200 А (C174)
Опір / імпеданс контурів L-N, L-L, L-PE в діапазоні	0,2 ... 4000 Ом
Струм короткого замикання	до 40 кА
Частота тестового сигналу	128 Гц
Допустима напруга	25 або 50 В



Вимірювач опору кола "фаза-нуль" АТК-5208

Прилад призначений для роботи тільки з однією фазою (напруга $230\text{В} \pm 10\%$ змінного струму): одна фаза щодо землі або одна фаза щодо нейтралі.

Особливості вимірювача АТК-5208:

- три неонових індикатора показують стан підключення;
- безпосереднє зчитування значень струму можливого короткого замикання;
- функція вимірювання безпечної напруги.

Технічні характеристики вимірювача АТК-5208:

- номінальна напруга $230\text{ В} \pm 10\%$ з частотою 50 Гц;
- умови експлуатації $0^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}$, відносять. вологість max 85%;
- умови зберігання $-5^\circ\text{C} - 60^\circ\text{C}$, відносять. вологість max 85%;
- похибка при вимірюванні мережі живлення $\pm 2\% + 2$ одиниці;
- похибка при вимірюванні петлі імпедансу $\pm 2\% + 3$ одиниці в діапазоні від 1 до 20 Ом;
- випробувальний струм 25 А (при опорі 20 Ом);
- великий екран на рідких кристалах з роздільною здатністю $3\frac{1}{2}$ цифри;
- час проведення випробування 2 напівцикл змінного струму (20 мс);
- утримання показань при відключенні від мережі близько 1 с.



Вимірювач напруги дотику і струму короткого замикання ЕК0200

Вимірювач призначений для вимірювання напруги дотику і струму короткого замикання в колі "фаза-нуль" в мережах змінного струму 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю частотою 50 Гц і 60 Гц

Вимірювач складається з двох блоків: блоку коротко-замикача і блоку вимірювання.

Технічні характеристики:

- діапазони вимірювань струму к.з. – 0-0,2 А; 0-1 А; 0-2 кА;
- похибка вимірювання струму к.з. $\pm 10\%$;
- діапазони вимірювань напруги дотику – 0-0,5 В, 0-2,5 В, 0-5 В, 0-10 В, 0-25 В, 0-100 В, 0-250 В;
- похибка вимірювання напруги дотику $\pm 4\%$;
- час установки робочого режиму – не більше 5 хв.;
- час установки показів – не більше 4 с;
- електроживлення вимірювача ЕК 0200:
 - блоку короткозамикача – мережа (220 + 22 / -33) В, частотою 50 Гц, 60 Гц;
 - блоку вимірювання – джерело напругою від 12 до 15 В (10 елементів 316 або їх аналог)
- потужність, споживана блоком короткозамикача – не більше 20 ВА;
- сила струму, споживаного блоком вимірювання 50 мА;
- умови експлуатації:
 - температура навколишнього повітря від мінус 30 ° С до плюс 40 ° С;
 - відносна вологість повітря до 90% при температурі плюс 30 °



Вимірювач опору "фаза-нуль" EP-180

Призначений:

- для контролю опору кола "фаза-нуль" без відключення напруги у контрольованому колі;
- для вимірювання напруги змінного струму між фазним і захисним проводом в мережах змінного струму з фазним напругою від 180 до 250 В з глухозаземленою нейтраллю живильного трансформатора.

Функціональні можливості:

- живлення приладу здійснюється від вимірюваної мережі;
- значення меж допустимих додаткових похибок, при вимірюванні напруги, викликані зміною відносно нормальних (23 ± 2) °C значень температури навколишнього повітря в межах робочих температур на кожні 10 °C, рівні $\pm 2,5\%$ від вимірюваної величини;
- значення меж допустимих додаткових похибок, викликаних впливом зовнішнього однорідного магнітного поля з індукцією 0,5 мТл, синусоїдально-мінливого у часі, рівні половин значень меж допустимих основних похибок;
- значення меж допустимих додаткових похибок, викликаних зміною частоти вимірюваної напруги змінного струму в діапазоні 48 – 52 Гц, не перевищує $\pm 1,5\%$ від вимірюваної величини;
- витримує перевантаження напругою змінного струму значенням 275 В протягом не більше 1 год, і напругою змінного струму значенням 420 В протягом 1 с;

Основні технічні характеристики:

- опір кола фаза-нуль – 0,1 - 20,0 Ом
- межа основної похибки – при $Z_x \leq 10\text{ Ом} + 0,15\text{ Ом}$
- напруга змінного струму, В – 180 – 250;
- максимальна сила струму навантаження при контролі опору – 19 А протягом 10 мс;



Додаток П

ПІ. Застосування ПЗВ в мережах з різними системами заземлення

Застосування ПЗВ в електроустановках кожної з розглянутих систем заземлення має свої особливості.

На рис. П.1-П.5 наведені приклади включення ПЗВ в різних системах мереж.

На рис. П.1 показаний приклад застосування ПЗВ в електроустановці системи TN-S. Режим TN-S забезпечує кращі умови електробезпеки при експлуатації електроустановок

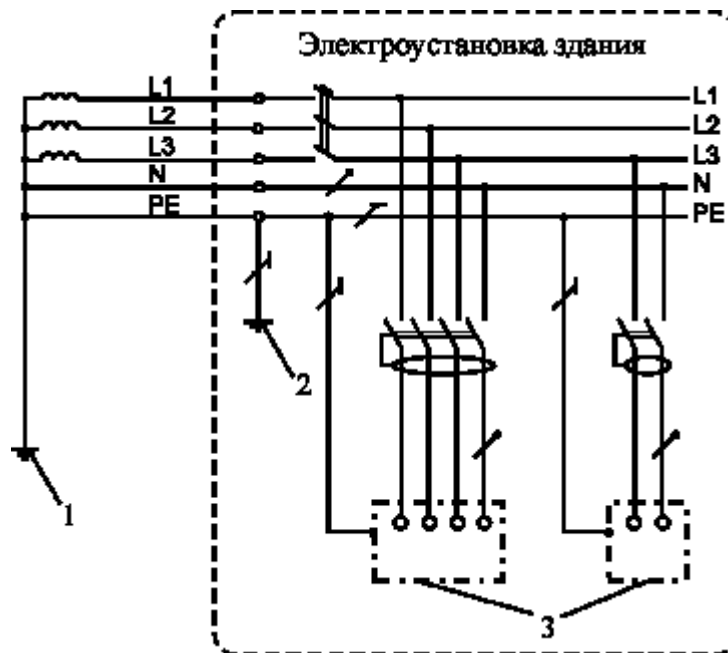


Рис. П.1. Застосування ПЗВ в системі TN-S

1 – заземлення джерела живлення (на підстанції); 2 – захисне заземлення електроустановки приміщення (на щиті вводу); 3 – корпуси електроустановок

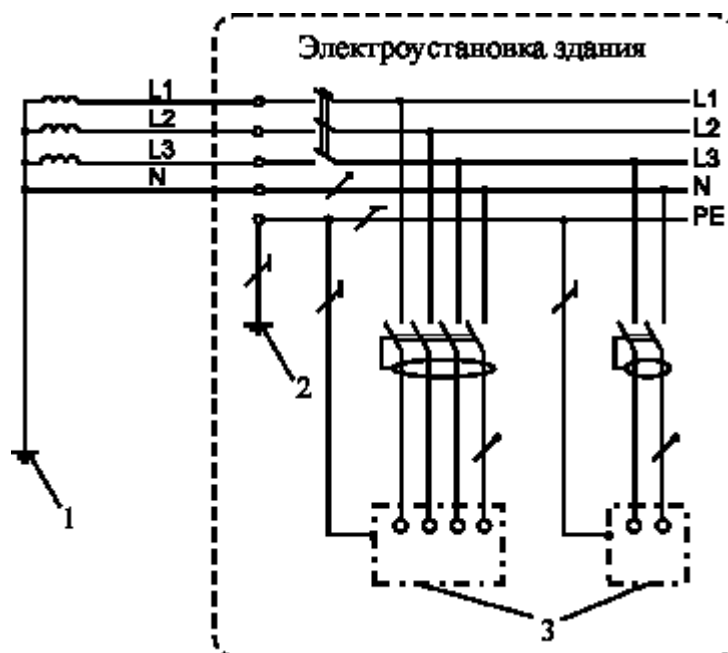


Рис. П.2. Застосування ПЗВ в системі TT

1 – заземлення джерела живлення (на підстанції); 2 – захисне заземлення електроустановки приміщення; 3 – корпуси електроустановок

В системі ТТ всі електропровідні конструкції електроустановки, які не є під напругою приєднуються до заземлення електрично від'єднаному від заземлення нейтралі трансформатора. Раніше ПУЕ забороняли застосування системи ТТ в електроустановках приміщень.

ГОСТ Р 50669-94 «Электроснабжение и электробезопасность мобильных (инвентарных) зданий из металла или с металлическим каркасом для уличной торговли и бытового обслуживания населения. Технические требования» передбачає застосування системи ТТ як основної у випадку приєднання електроустановок до вводно-розподільного пристрою капітальної споруди.

В стандарті ГОСТ Р 50571.3-94 п. 413.1.4 указано, що в системі ТТ пристрої захисту від зверх струмів можуть використовуватись для захисту від непрямого дотику тільки в електроустановках, що мають заземлення з дуже малим опором. При цьому відключення електроустановки повинно здійснитись при появі на конструкціях електроустановки напруги не більше 50 В. На рис.П.2 показаний приклад застосування ПЗВ в електроустановках системи ТТ.

В реальних умовах здійснити автоматичне відключення живлення електроустановки системи ТТ за допомогою автоматичного вимикача дуже проблематично. Ефективне рішення проблеми автоматичного відключення живлення дає застосування чутливих ПЗВ.

В п. 1.7.59 ПУЭ (7-е изд.) є вимога обов'язкового застосування ПЗВ для забезпечення умов електробезпеки в системі ТТ. При цьому уставка (номінальний струм відключення) повинна бути менше від струму замикання на землю або корпуси електрообладнання при напрузі на них 50 В відносно зони нульового потенціалу.

Це значить, що в електроустановках індивідуальних будинків, котеджів, садових будинків та інших приватних споруд, де не завжди можна виконати заземлювач з дотриманням вимог, необхідно застосовувати систему ТТ з обов'язковим встановленням ПЗВ. В такому випадку вимоги до опору заземлювача значно знижуються.

Допустимі значення опорів заземлення R_3 в залежності від номінального диференціального струму відключення ПЗВ наведені в табл. П.1.

Таблица П.1 – Значення опорів заземлення від номінального диференціального струму відключення

$I_{\Delta n}$, мА	10	30	100	300	500
R_3 , Ом	5000	1650	500	165	100

В системі ІТ значення струму замикання на землю визначається станом ізоляції мережі відносно землі. При надійній ізоляції струм замикання на землю дуже малий. Якщо людина доторкнеться до струмовідних частин електроустановки то струм через його тіло визначається опором ізоляції і при опорі ізоляції більшому допустимого значення він безпечний для людини і не загрожує життю. Таким чином рівень опору ізоляції в мережах ІТ визначає надійність та електробезпеку при експлуатації установок. Так як в мережах ІТ необхідно постійно підтримувати опір ізоляції на високому рівні, то введення автоматичного постійного контролю ізоляції є обов'язковим електрозахисним заходом.

Застосування ПЗВ в мережах ІТ регламентується ПУЕ 7-го видання (п. 1.7.58):...В таких електроустановках для захисту від непрямого доторкання при першому замиканні на землю повинно бути виконано захисне заземлення, разом з контролем ізоляції мережі або застосовані ПЗВ з номінальним диференціальним струмом відключення не більше 30 мА

В мережах системи ІТ пристрої контролю опору ізоляції подають сигнал при першому замиканні на землю. Якщо ж відбудеться повторне замикання на землю то спрацює ПЗВ (рис. П.3).

На рис. П.4 показано застосування ПЗВ в електроустановках приміщень по **системі TN-S**. Тут PEN-провідник розділяється на N- та PE- провідники не для всіх установок, а тільки

для якоїсь частини. Перший споживач встановлений в частині приміщення де є PEN-провідник. Другий споживач працює в тій частині приміщення де використовується нулевий – N- провідник та захисний – РЕ-провідник.

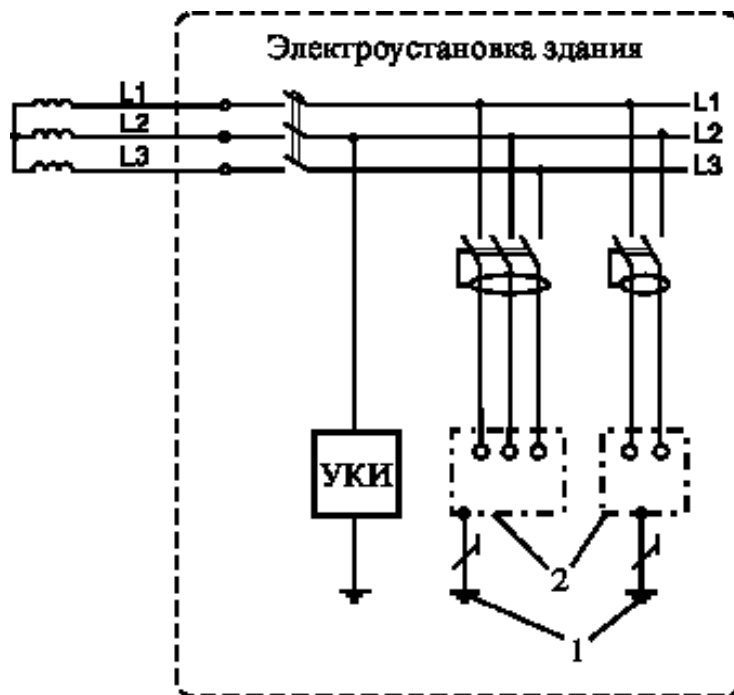


Рис. П.3. Застосування ПЗВ в системі ІТ

1 – захисне заземлення електроустановок приміщення; 2 – корпуси електроустановок; УКИ — устройство контролю ізоляції.

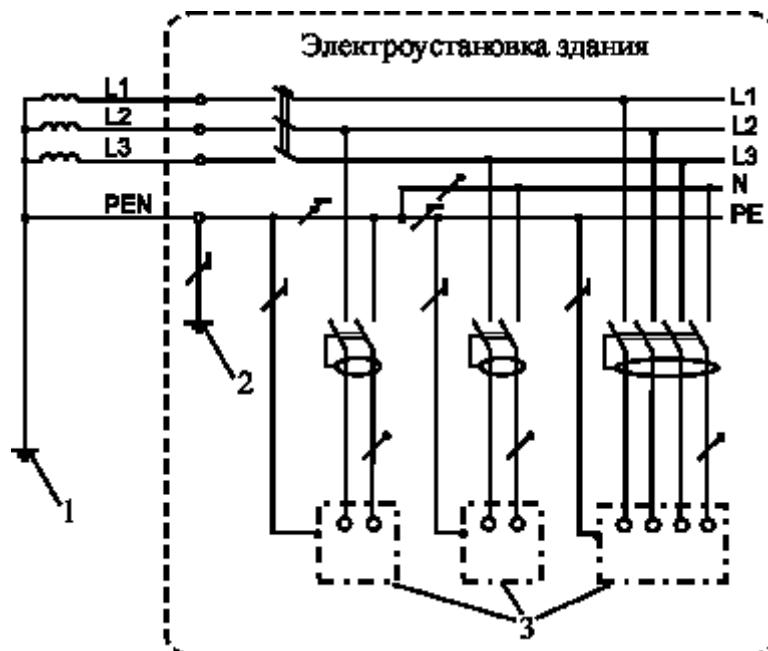


Рис. П.4. Застосування ПЗВ в системі TN-C-S

1 – заземлення джерела живлення; 2 – захисне заземлення електроустановок приміщення; 3 – корпуси електроустановок;

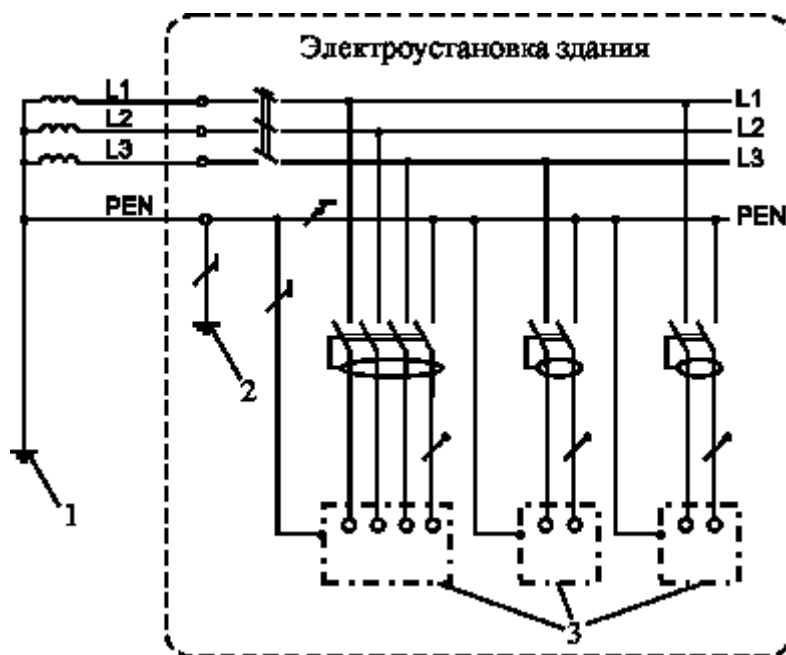


Рис. П.5. Застосування ПЗВ в системі TN-C

1 – заземлення джерела живлення; 2 – захисне заземлення електроустановок приміщення; 3 – корпуси електроустановок;

В стандарті ГОСТ Р 50571.3–94 в примітках до п. 413.1.3.8 є обмеження на застосування ПЗВ в якості захисного апарату в системі TN-C.

1. В системі TN-C не повинні застосовуватись пристрої захисту, що реагують на диференціальний струм.

2. Якщо пристрої захисту, що реагують на диференціальний струм, застосовують для автоматичного відключення в системі TN-C-S, PEN-провідник не повинен використовуватись зі сторони навантаження. Приєднання захисного провідника до PEN-провідника повинно здійснюватись на стороні джерела живлення по відношенню до пристрою захисту, що реагує на диференціальний струм. ПЗВ можна застосовувати на тих ділянках електроустановок де електричні кола з PEN-провідниками розміщені до вхідних виводів ПЗВ.

В п. 1.7.80 ПУЕ 7-го видання є вказівка "Не допускається застосовувати ПЗВ, що реагують на диференціальний струм, в чотирьохпровідних трифазних мережах (система TN-C). У випадку необхідності застосування ПЗВ для захисту окремих електроспоживачів, які отримують живлення від системи TN-C, захисний РЕ-провідник електроспоживача повинен бути під'єднаний до PEN-провідника кола, що живить електроспоживач, до захисного комутаційного апарата".

Це означає, що як виняток для захисту окремих електроспоживачів ПУЕ допускає застосування ПЗВ в системі TN-C, при дотриманні певних умов – під'єднання корпусів електроприймачів до PEN-провідника зі сторони джерела живлення по відношенню до ПЗВ. На рис. П.5 наведений приклад застосування ПЗВ в електроустановках системи TN-C. До теперішнього часу більша частина електроустановок в країні працюють із системою заземлення TN-C (без захисного провідника РЕ).

Розглянемо функціонування ПЗВ в таких електроустановках. При пробитті ізоляції на корпус електроспоживача, якщо корпус не заземлений (холодильник, пральна машина) ПЗВ, що включене в коло живлення споживача не спрацює, так як немає кола протікання струмів витоку. На корпусі виникне небезпечний потенціал відносно землі.

При доторканні людини до корпусу електроприймача через тіло людини на землю буде протікати струм. Якщо струм перевищить номінальний диференціальний струм ПЗВ

(струм уставки) то ПЗВ спрацює і від'єднає електроустановку від мережі, в результаті життя людини буде врятовано.

Це означає, що з моменту порушення стану ізоляції і виникнення на корпусі електроспоживача електричного потенціалу до моменту відключення пошкодженого кола від мережі існує період потенціальної небезпеки ураження людини.

Із всього цього випливає, що в електроустановках із системою заземлення TN-C застосування ПЗВ оправдано, так як воно забезпечує ефективний захист від ураження електричним струмом.

П2. Технічні характеристики пристроїв захисного вимикання

Параметри		АСКО УкрЕМ ПЗВ-2001, ПЗВ-2002	ВД 1-63 (ИЭК)	ZF1 (TERASAKI)	CF16 (Moeller)
Номинальна напруга комутації U_n , В		220/380	230/400	230/400	230/400
Номинальний струм комутації I_n , А		16, 25, 32, 40, 63, 80, 100	16, 25, 32, 40, 63, 80, 100	16, 25, 40, 63, 80, 100	16, 25, 40, 63, 80, 100
Диференціальний струм відключення I_{Δ} , мА		10, 30, 100, 300	10, 30, 100, 300	10, 30, 300	30, 100, 300
Комутаційна зносостійкість, циклів		10000	10000	20000	20000
Гранична комутаційна здатність, I_{max} , А		3500	800	6000	6000
Час відключення, мс		0,2...2	не більше 0,1	не більше 0,1	Не більше 0,1
Номинальна частота мережі, Гц		50 (60)	50	50 (60)	50 (60)
Переріз під'єднуваного проводу, мм ²		1...35	50		
Пробивна напруга, кВ	між виводами	5,0			
	ізоляції	3,0			
Напруга комутації, В	максимальна	440	460		
	мінімальна	195	200		

П3. Технічні характеристики диференціальних вимикачів

Параметри	ДВ - 2006	АД – 12, АД -14 (ИЭК)	FCO (TERASAKI)	CKN6 (Moeller)
Кількість полюсів	1P + N, 3P + N	1P + N 3P + N	1P + N	1P + N 3P + N
Номинальна напруга комутації U_n , В	220, 380	230, 400	230 240	230, 400
Номинальна частота мережі, Гц	50	50	50 (60)	50
Номинальний струм комутації I_n , А	6, 10, 16, 25, 32,40, 63	16, 25, 32,40,63	6, 10, 16, 20, 25, 32, 40	6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40
Диференціальний струм відключення I_{Δ} , мА	10, 30, 100, 300, 500	30, 100, 300	30, 300	30, 100, 300
Характеристика відключення	B, C	B, C	B, C	B, C
Комутаційна зносостійкість, циклів	10000	10000	20000	20000
Гранична комутаційна здатність, I_{max} , А	4500	4500	6000	6000
Час відключення при номінальному струмі витікання, мс	не більше 0,1	не більше 0,04 с	не більше 0,1	не більше 0,1

ПЗ. Технічні характеристики переносних пристроїв захисного вимикання

Пристрої захисного відключення типу УЗО-ДПА16, УЗО-ДПА16В і ПЗВ-ДПВ16 торгової марки «ІЕК», керовані диференційним струмом, призначені для використання в якості переносних пристроїв захисного відключення в однофазних трьохпроводних (захисним РЕ-проводником) електричних мережах змінного струму напругою не більше 230 В частотою 50 Гц і номінальним струмом ланцюга не більше 16 А.

Перевагами таких пристроїв є:

- захист людини від ураження електричним струмом та запобігання пожеж, що виникають внаслідок тривалого протікання струмів витоку на землю;
- універсальність застосування – призначено для будь-яких електроприладів потужністю до 3 кВт, що підключаються до штепсельної розетки;
- широкий діапазон робочих температур – 25 ... + 40 °С;
- роботоздатність в діапазоні напруг 115 ... 265 В;
- вбудований захист від грозових і комутаційних імпульсних перенапруг;
- забезпечує захист при обриві нульового проводу;
- індикатор наявності напруги мережі.



Технічна характеристика

Номінальна робоча напруга U_n , В	230
Номінальна частота мережі, Гц	50
Номінальний струм I_n , А	16
Диференціальний струм відключення I_{Δ} , мА	10, 30
Комутаційна зносостійкість, циклів	10000
Механічна зносостійкість, циклів	20000
Час відключення при номінальному струмі витікання, с	0,03
Кліматичне виконання та категорія розміщення	У, ХЛ 4
Тип характеристики вимикання	A

Додаток Т. Технічні засоби гасіння пожеж в електроустановках

Додаток Т1. Повітряно-пінні вогнегасники

<u>Вогнегасник повітряно-пінний (закачний) ВПП-6(з)</u>	
Призначення: для оснащення промислових та сільськогосподарських об'єктів в якості первинного засобу для гасіння пожеж класів 2А (твердих речовин), 89В (рідких речовин). Виготовляється згідно з ТУУ 29.2-08680767.004-2003. Технічні характеристики: – місткість корпуса, л – $6,5 \pm 0,2$; – маса зарядженого вогнегасника, кг – 11,0; – габаритні розміри, мм: • ширина — 240 ± 5; • висота – $600 + 5$; • діаметр корпуса – 170 ± 5. – робочий тиск МПа, кгс/см² корпуса вогнегасника – $1,4 \pm 0,2$; – довжина струменю вогнегасної речовини, мінімальна, м – 3. Зберігати і експлуатувати при температурі від $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+500\text{ }^{\circ}\text{C}$. Термін придатності вогнегасника не менше 10 років.	
<u>Вогнегасник повітряно-пінний (закачний) ВПП-9(з)</u>	
Призначення: для оснащення промислових та сільськогосподарських об'єктів в якості первинного засобу для гасіння пожеж класів 2А (твердих речовин), 89В (рідких речовин). Виготовляється згідно з ТУУ 29.2-08680767.004-2003. Технічна характеристика: – місткість корпуса, л – $10,8 \pm 0,2$; – маса зарядженого вогнегасника, кг – 16,0; – габаритні розміри: не більше, мм: • ширина — 240 ± 5; • висота – $700 + 5$; • діаметр корпуса — 170 ± 5; – робочий тиск МПа, кгс/см² корпуса вогнегасника – $1,4 \pm 0,2$. – довжина струменю вогнегасної речовини, мінімальна, м, не менше – 3 м. Зберігати і експлуатувати при температурі від $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+500\text{ }^{\circ}\text{C}$. Термін придатності вогнегасника не менше 10 років.	
<u>Вогнегасник повітряно-пінний (закачний) ВПП-12(з)</u>	

Призначення: для оснащення промислових та сільськогосподарських об'єктів в якості первинного засобу для гасіння пожеж класів 2А (твердих речовин), 89В (рідких речовин). Виготовляється згідно з ТУУ 29.2-08680767.004-2003. Технічна характеристика: – місткість корпусу, л – $14,0 \pm 0,2$; – маса зарядженого вогнегасника, кг – 20,0; – габаритні розміри: не більше, мм: • ширина — 240 ± 5; • висота – $800 + 5$; • діаметр корпусу — 170 ± 5; – робочий тиск МПа, кгс/см^2 корпусу вогнегасника – $1,4 \pm 0,2$; – довжина струменю вогнегасної речовини, мінімальна, м, не менше – 3. Зберігати і експлуатувати при температурі від $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+500\text{ }^{\circ}\text{C}$. Термін придатності вогнегасника не менше 10 років.	
<u>Вогнегасник повітряно-пінний ВПП-9</u>	
Призначення: для оснащення промислових та сільськогосподарських об'єктів в якості первинного засобу для гасіння пожеж класів 2А (твердих речовин), 89В (рідких речовин). Виготовляється згідно з ТУУ 29.2-08680767.003-2003 (ДСТУ 3675-98). Технічна характеристика: – місткість корпусу, л – $11,5 \pm 0,2$; – маса зарядженого вогнегасника, кг – 16,0; – габаритні розміри: не більше, мм: • ширина — 235 ± 5; • висота – $700 + 20$; • діаметр корпусу — 175 ± 5; – робочий тиск МПа, кгс/см^2 корпусу вогнегасника – $1,2 \pm 0,1$; – довжина струменю вогнегасної речовини, м, не менше – 3 м. Зберігати і експлуатувати при температурі від $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+500\text{ }^{\circ}\text{C}$. Термін придатності вогнегасника не менше 10 років.	

Додаток Т2. Вуглекислотні вогнегасники

Вогнегасники вуглекислотні пересувні

Використовуються для гасіння загоряння класу В1 (горіння рідких речовин, нерозчинних у воді), загоряння на електрифікованому та міському транспорті, в музеях, картинних галереях та архівах, електроустановках, що знаходяться під напругою до 1000 В, а також електронної обчислювальної техніки.

Головна перевага вогнегасників даного типу – двоокис вуглецю, який не пошкоджує об'єкт загоряння і не залишає на ньому слідів.

Ці вогнегасники не можна використовувати для гасіння:

- твердих горючих речовин (загоряння класу А);
- речовин, горіння яких протікає без доступу повітря (D);
- електроустановок під напругою понад 10 кВ.

Вогнегасник повинен бути виготовлений кліматичного виконання У, категорії 2, тип атмосфери 11 по ГОСТ 15150-69, але при температурі від -40 до +50 ° С. В якості заряду вогнегасників слід застосовувати рідку двоокис вуглецю за ГОСТ 8050-85 марки "зварювальний". Допускається застосовувати двоокис вуглецю двох марок, вміст водяної пари в яких при тиску 760 мм.рт.ст. і температурі 20 ° С відповідає зварювальній двоокису вуглецю.

Вогнегасник заборонено встановлювати поблизу нагрівальних приладів, він повинен бути захищений від впливу сонячних променів.

Вогнегасник підлягає періодичній перевірці один раз на півроку на герметичність і відповідність ваги паспортними даними.



Технічні характеристики вуглекислотних вогнегасників

Найменування показника	ОУ-2	ОУ-3	ОУ-5
Місткість корпуса, л	2±0,100	3±0,150	5±0,250
Маса вогнегасної речовини, кг	1,4±0,070	2±0,100	3,5±0,170
Робочий тиск у корпусі вогнегасника (розрахункове) при температурі 50°С, МПа	15	15	15
Назначений термін придатності, років	10	10	10

Додаток ТЗ. Порошкові вогнегасники

Вогнегасник порошковий ВП-5	
Призначення: для оснащення промислових та сільськогосподарських об'єктів в якості первинного засобу для гасіння пожеж класів А (твердих речовин), В (рідких речовин), С (гас), Д (електроустановок, які знаходяться під напругою до 1000 В). Виготовляється згідно з ТУУ 08680767.001-00. Технічна характеристика: – місткість корпуса, л – $6,5 \pm 0,2$; – вогнегасна речовина – порошок "Пірант" (П-2АП); – маса зарядженого вогнегасника, кг – 11,0; – габаритні розміри: не більше, мм: • ширина — 235 ± 5; • висота – 600 ± 5; • діаметр корпуса – 175 ± 5; – робочий тиск МПа, кгс/см² корпуса вогнегасника – $1,4 \pm 0,1$; – довжина струменю вогнегасної речовини, мінімальна, м, не менше – 3,5. Зберігати і експлуатувати при температурі від -400°C до $+500^{\circ}\text{C}$. Термін придатності вогнегасника не менше 10 років.	
Вогнегасник порошковий ВП-9	
Призначення: для оснащення промислових та сільськогосподарських об'єктів в якості первинного засобу для гасіння пожеж класів А (твердих речовин), В (рідких речовин), С (гас), Д (електроустановок, які знаходяться під напругою до 1000 В). Виготовляється згідно з ТУУ 08680767.001-00. Технічна характеристика: – місткість корпуса, л – $11,5 - 0,2$; – вогнегасна речовина – порошок "Пірант" (П-2АП); – маса зарядженого вогнегасника, кг – 16,0; – габаритні розміри: не більше, мм: • ширина – 235 ± 5; • висота – $700 + 20$; • діаметр корпуса – 175 ± 5. – робочий тиск МПа, кгс/см² корпуса вогнегасника – $1,4 \pm 0,1$; – довжина струменю вогнегасної речовини, мінімальна, м, не менше – 4,5. Зберігати і експлуатувати при температурі від -400°C до $+500^{\circ}\text{C}$. Термін придатності вогнегасника не менше 10 років.	

Вогнегасники порошкові закачні

Призначення: для гасіння загоряння класів: А (горіння твердих речовин), В1 (горіння рідких речовин, нерозчинних в воді), С (горіння газоподібних речовин), а також для гасіння загорянь електрообладнання, що знаходиться під напругою до 1000 В, в початковій стадії їх виникнення

У конструкцію даного вогнегасника входить запірний пристрій, який дозволяє, не прикладаючи особливих зусиль, подавати порошок на полум'я простим натисканням руки на верхню ручку або, відпускаючи ручку, припиняти його подачу.

Перевагою даного типу вогнегасника є індикатор внутрішнього тиску, встановлений на голівці вогнегасника, який показує його працездатність (зелений сектор шкали) на відміну від всіх інших типів вогнегасників.



Технічні характеристики порошкових закачаних вогнегасників

Найменування показника	ОП-5	ОП-6	ОП-9
Місткість корпусу, л	6,3±0,2	7,3±0,2	11±0,4
Маса вогнегасної речовини, кг	5±0,12	6±0,12	9±0,18
Робочий тиск в корпусі вогнегасника, (розрахункове) при температурі 20°C, МПа	1,5±0,15	1,5±0,15	1,5±0,15
Назначений термін придатності, років	10	10	10

Вогнегасники порошкові пересувні

Призначення: для гасіння пожеж електрообладнання, що знаходиться під напругою до 1000 Вольт з відстані не менше 1 м. Не придатні для гасіння загоряння речовин, горіння яких відбувається без доступу повітря (бавовна і т. і.). Використовувати при t від 200 °С до 500 °С. Вогнегасники порошкові пересувні застосовуються для гасіння загорянь класів: А (горіння твердих речовин), В1 (горіння рідких речовин, нерозчинних у воді), С (горіння газоподібних речовин). Вогнегасники використовуються для гасіння електрообладнання під напругою до 1000 В.

Переносні порошкові вогнегасники ОП 50, ОП 100 забезпечені запірними пристроями, що забезпечують вільне відкриття і закриття простим рухом руки. Манометр, встановлений на голівці вогнегасника і показує ступінь його працездатності, є великою перевагою перед вогнегасниками з вбудованим джерелом тиску.



Технічні характеристики порошкових пересувних вогнегасників

Показники	ОП-100	ОП-50
Місткість корпусу, л	100±5	50±5
Маса вогнегасної речовини, кг	90±2	45±2
Робочий тиск в корпусі вогнегасника, МПа	1,3	1,3
Назначений термін придатності, років	10	10

Додаток Т4. Аерозольні вогнегасники

Вогнегасник аерозольний «ВВПА-400»

Вогнегасник аерозольний «ВВПА-400» є аерозольний балон з ефективним вогнегасним складом на водній основі з активним ендотермічною дією і абсолютно безпечний для здоров'я людей і навколишнього середовища.

Призначений для гасіння вогнищ пожежі і загорянь класу А, В, С. (Гасіння твердих горючих матеріалів, побутової техніки, електроустановок під напругою до 1000 В, горючих рідин).

Придатний для використання в домашніх умовах, простий в експлуатації навіть для дітей (досить лише зняти ковпачок, направити на вогнище спалаху і натиснути на дозуючий клапан), екологічно безпечний для людей і навколишнього середовища, не завдає збитку захищається. При нанесенні розчину ВВПА-400 на частини тіла і попаданні відкритого вогню на них не залишаються опіки навіть при температурі 1500 – 3500 °С. Дозуючий пристрій дозволяє витрачати вогнегасної речовини рівно стільки, скільки необхідно для гасіння вогнища пожежі.

Вогнегасник рекомендований до застосування в приміщеннях з персональними електронно-обчислювальними машинами, в цивільних будівлях і спорудах, квартирах житлових будинків, приміщеннях гуртожитків, будівлях індивідуальної забудови, в адміністративних та побутових будівлях, приміщеннях і спорудах промислових підприємств, лабораторних приміщеннях, гаражах і автомайстерень, кіосках і торг



Додаток Ф. Норми первинних засобів пожежогашіння

Назва приміщень і установок	Одиниці виміру площі, що захищається	Назва первинних засобів пожежогасіння							Примітки
		Вогнегасники				Ящик з піском (не менше 0,5 м ²) і совкова лопата	Бочка з водою (не менше 0,2 м ²) і відро	Повість, азбест або кошма (1х1; 2х1,5. 2х2 м)	
		Пінні	Вуглекислотні	Аерозольні і вугле-бром-етиліві	Порошкові				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I. Основні виробничі та допоміжні приміщення й установки:									
Приміщення для утримання худоби і птиці	100	1	-	-	-	-	1	-	При відсутності внутрішнього протипожежного водопроводу
Приміщення для встановлення теплогенераторів, парових котлів	На приміщення	2	-	-	-	-	-	-	
Кормоцехи	-//-	1	-	-	-	1	-	-	
Пункти приготування вітамінного борошну	На агрегат	1	-	-	-	1	1	-	
Млини і крупорушки	100	1	-	-	-	-	1	-	
Пункти переробки льону і коноплі	100	1	-	-	-	1	1	-	
Механічні майстерні (цехи по переробці мета-лу)	600	1	-	-	-	-	-	-	
Газоелектрозварні жерстяні і мідницькі майстерні	200	1	-	-	-	1	-	-	
Ділянки фарбування і миття	100	2	-	-	-	1	-	1	
Деревопереробні майстерні, цехи	100	1	-	-	-	-	1	-	
Гаражі	100	1	-	-	-	1	-	-	
Акумулягорні	На приміщення	1	1	-	-	-	-	-	
Бензоколонки	На одну колонку	1	-	-	-	1	-	-	
Підстанції закритого типу	200	1	2	-	-	1	-	1	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
II. Склади і сховища:									У літній час не менше
Зерна, борошна	200	1	-	-	-	1	-	-	
Продовольства, фуражу	300	1	-	-	-	1	-	-	
									4 ліжок на будівлю
Отрутохімikatів	100	1	1	-	-	1	1	10	
III. Службові приміщення									
Гуртожитки, готелі	На 15 погонних метрів	1	-	-	-	-	-	-	
Їдальні	100	1	-	-	-	-	-	-	

ПРИМІТКА. У всіх випадках необхідно мати не менше одного вогнегасника на приміщення. Кожне приміщення рекомендується забезпечити пінними вогнегасниками тільки одного типу. Вогнегасники та інші первинні засоби пожежогасіння повинні бути розміщені у приміщеннях на видимих і легкодоступних місцях, по можливості ближче до виходу з приміщень.

На території ферм, майстерень, гаражів, складів і об'єктів, крім вказаних у таблиці первинних засобів пожежогасіння, має бути обладнаний щит (2 пінних вогнегасники, 2 ломи, 3 багри, 2 сокири, 2 лопати). Тут же повинен знаходитись ящик з піском і приставні драбини (не менше однієї на кожну будівлю).

