

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи на тему
**«ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ
ЗАХИСНОГО ЗАЗЕМЛЕННЯ»**
з дисципліни «Основи охорони праці»
для студентів всіх спеціальностей всіх форм навчання

2014

Методичні вказівки до лабораторної роботи на тему «дослідження ефективності використання захисного заземлення» з дисципліни «Основи охорони праці» для студентів всіх спеціальностей всіх форм навчання / Укл. С.М. Журавель – Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. – 14 с.

Укладачі: С.М. Журавель, асистент

Рецензенти: О.В. Нестеров, доцент, к.т.н.

Відповідальний за випуск

О.В. Нестеров, доцент, к.т.н.

Затверджено на засіданні
кафедри «Охорона праці і
навколишнього середовища»
протокол № 6 від
06.06. 2014 р

ЗМІСТ

1	Мета роботи	4
2	Теоретичні відомості	4
3	Вказівки з техніки безпеки	10
4	Порядок виконання роботи	10
5	Зміст звіту	11
6	Контрольні питання	12
7	Література	12

1 МЕТА РОБОТИ

Ознайомитись з влаштуванням, призначенням та основними характеристиками захисного заземлення в електроустановках напругою до 1000 В, з'ясувати вплив параметрів захисного заземлення на наслідки ураження людини електричним струмом.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Небезпека ураження електричним струмом характерна тим, що вона не має зовнішніх ознак. Електричний струм діє миттєво і тому людина усвідомлює небезпеку занадто пізно, коли вже не може самостійно і свідомо вжити дії по своєму захисту, оскільки при протіканні небезпечного струму м'язи, незалежно від бажання людини, різко скорочуються. Якщо сила електричного струму досягає 15-20 мА, м'язи скорочуються з такою силою, що людина самостійно не може відірватися від струмоведучих частин, при цьому вона голосом не може покликати на допомогу. Дія електричного струму проявляє себе в широкому діапазоні – від слабких подразнень до самого важкого наслідку – смерті. При ураженні електричним струмом визначають такі характерні значення електричного струму:

- відчутний струм – викликає відчутні подразнення; сила змінного струму 0,6...1,5 мА при частоті 50 Гц та 5...7 мА – для постійного струму;

- невідпускаючий струм – викликає судомні скорочення м'язів рук, в яких затиснутий провідник; сила змінного струму 10...15 мА при частоті 50 Гц та 50...80 мА – для постійного струму;

- фібриляційний струм – викликає фібриляцію (неодноразове, безладне скорочення окремих волокон серцевого м'язу); сила змінного струму 100 мА і не більше 5 А при частоті 50 Гц та 300 мА і не більше 5 А – для постійного струму.

Найменші значення наведених вище струмів називають пороговими струмами.

Згідно з правилами будови електроустановок (далі ПБЕ) в них застосовуються такі засоби захисту як захисне заземлення, занулення, захисне вимкнення, захисне розділення електричних мереж, малі напруги, подвійна ізоляція тощо.

Одним з найбільш розповсюджених та ефективних методів захисту від ураження електричним струмом є використання заземлення електроустановок.

Існують три види заземлення:

а) захисне заземлення – для захисту людей від ураження електричним струмом;

б) робоче заземлення – для забезпечення нормальних режимів роботи електричних установок;

в) заземлення блискавки захисту – для захисту будівель та споруд від атмосферних перенапруг (блискавок).

Захисним заземленням називають навмисне електричне з'єднання із землею або її еквівалентом металевих не струмоведучих частин електрообладнання, які можуть опинитися під напругою в результаті пошкодження електричної ізоляції та замикання фази на корпус або при наведенні на них електростатичних зарядів і дії електромагнітної індукції.

Залежно від режиму роботи нейтралі генераторів або трансформаторів електричні установки змінного струму бувають з ізолюваною або глухозаземленою нейтраллю.

Ізолюваною називають нейтраль генератора або трансформатора, яка не приєднана до заземлюючого пристрою або приєднана до нього через великий опір.

Глухозаземленою називають нейтраль, якщо вона приєднана до заземлюючого пристрою безпосередньо або через малий опір.

Основним призначенням захисного заземлення є усунення небезпеки ураження струмом при дотику до металевих не струмоведучих частин електрообладнання, які опинилися під напругою. Захисна дія заземлення полягає у зниженні сили струму, що протікає через тіло людини, до безпечної величини. Досягається це завдяки малому опорі захисного заземлення (одиниці Ом), що приєднується паралельно до великого (тисячі Ом) опору людини. Чим більше відношення опору людини до опору захисного заземлення, тим менший струм проходить через тіло людини, а тому і наслідок ураження буде легшим. Опір захисного заземлення підбирають таким чином, щоб струм, який протікає через тіло людини, був безпечним.

При відсутності захисного заземлення дотик до корпусу електрообладнання, що випадково опинився під напругою, буде таким же небезпечним, як і дотик до однієї із фаз.

Якщо корпус заземлений, то у разі короткого замикання на корпус, він знаходиться під напругою:

$$U = I_3 \cdot R_3, \text{ В} \quad (2.1)$$

де: I_3 – струм замикання на землю, мА;

R_3 – опір заземлювача, Ом.

У цьому випадку напруга дотику знижується до допустимого значення, а струм, який притікатиме через тіло людини, визначають за формулою:

$$I_h = I_3 \cdot \frac{R_3}{R_h + R_3}, \text{ А} \quad (2.2)$$

де: I_h – струм через тіло людини, мА;

R_h – опір тіла людини, Ом;

I_3 – струм замикання на землю, мА;

R_3 – опір заземлювача, Ом.

Із схеми (рисунок 2.1) зрозуміло, що опір тіла людини (R_h) і заземлювача (R_3) ввімкнені паралельно. Тому переважна частина струму замикання на землю пройде через заземлювач ($R_3 = 4$, Ом) і тільки незначна частина струму – через тіло людини (опір тіла людини у найгіршому випадку приймається рівним 1000 Ом). В цьому полягає сутність використання захисного заземлення.

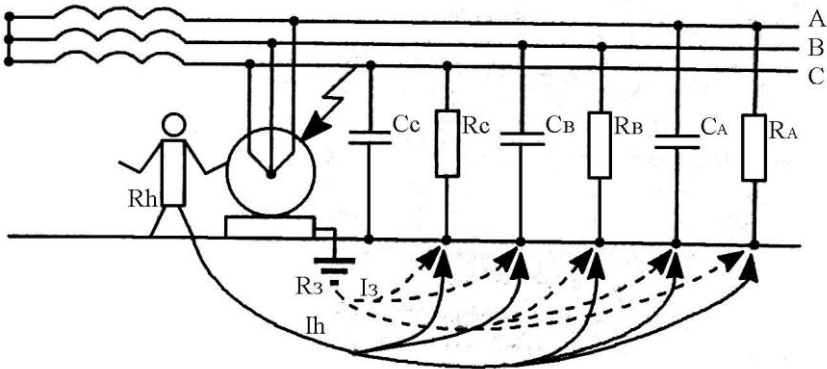


Рисунок 2.1 – Принципова схема захисного заземлення

Захисне заземлення буде ефективним, якщо струм замикання на землю не збільшується з одночасним зменшенням опору заземлювача. Це можливо тільки в мережах з ізолюваною нейтраллю напругою до 1000 В. Треба відзначити, що захисне заземлення влаштовують в електромережах відносно невеликої довжини, в яких ємність фаз між собою та відносно землі дуже мала і нею нехтують, вважаючи, що $C_{\phi} = 0$.

Захисне заземлення використовують в таких мережах:

- в мережах напругою до 1000 В змінного струму – трифазових три провідних з ізолюваною нейтраллю;
- в однофазових двопровідних, ізолюваних від землі, мережах змінного струму;
- в двопровідних мережах постійного струму з ізолюваною середньою точкою обмоток джерела струму.

Відповідно ПБЕ захисне заземлення влаштовують у таких випадках:

- а) в приміщеннях без підвищеної небезпеки (сухих, з нормальною температурою повітря, з неструмопровідними підлогами) – при номінальній напрузі 380 В і вище змінного струму та 440 В і вище – постійного струму;
- б) в приміщеннях з підвищеною небезпекою при наявності одного з таких факторів: вологості, коли відносна вологість повітря перевищує 75%; підвищеної температури повітря, яка тривалий час пе-

ревищує $+35^{\circ}\text{C}$; наявності підлоги, що проводить електрострум; наявності великої кількості пилу, який проводить електрострум – при номінальних напругах від 42 В до 380 В змінного струму та від 110 В до 440 В постійного струму;

в) в особливо небезпечних приміщеннях, які характеризуються такими факторами: особливою вогкістю, коли відносна вологість повітря досягає 100%; наявністю хімічно активного середовища; одночасною наявністю двох або більше факторів, характерних для приміщень з підвищеною небезпекою – також при номінальних напругах від 42 В до 380 В змінного струму та від 110 В до 440 В постійного струму;

г) у вибухонебезпечних приміщеннях – при усіх значеннях напруги змінного та постійного струму;

д) в зовнішніх електроустановках, які розміщені поза приміщенням – при номінальних напругах від 42 В до 380 В змінного струму та від 110 В до 440 В постійного струму.

Захисне заземлення не потрібно виконувати в електричних установках змінного струму з номінальною напругою до 42 В і при постійному струмі – до 110 В, за винятком вибухонебезпечних приміщень.

Відповідно до ГОСТ 12.1.030-81 (2001) «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление» та ПБЕ допустимий загальний опір усіх заземлюючих пристроїв, які споруджено в мережах напругою 380/220 В, повинен бути не більше 4 Ом. Максимально допустимі величини опору заземлюючих пристроїв наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Максимально допустимі величини опорів заземлюючих пристроїв

№ п/п	Номинальна напруга електропристрою, В	Режим нейтралі	Характеристика електропристрою	Найбільший допустимий опір заземлюючого пристрою, Ом
1	До 1000 В	Ізольована	Усе електрообладнання, за винятком генераторів та трансформаторів потужністю 100 кВА і менше	4
2	До 1000 В	Ізольована	Генератори та трансформатори потужністю 100 кВА і менше	10
3	До 1000 В	Глухозаземлена	Нейтралі генераторів або трансформаторів або виводи джерел однофазного струму при напругах:	
			660 В трифазовий 380 В однофазовий	2
			380 В трифазовий 220 В однофазовий	4
			220 В трифазовий 127 В однофазовий	8
4	Більше 1000 В	Ефективнозаземлена	Усі електропристрі з великими струмом замикання на землю, за винятком опору повітряних ліній	0,5
5	Більше 1000 В	Ізольована	Усі електропристрої з малим струмом замикання на землю:	
			а) для заземлюючого пристрою, який одночасно використовують в електропристроях напругою до 1000 В і вище	$R_3 = \frac{125}{I_3} \leq 10$
			б) для заземлюючого пристрою, який використовують тільки в електрообладнанні напругою більше 1000 В	$R_3 = \frac{250}{I_3} \leq 10$

3 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Треба пам'ятати, що лабораторний стенд живиться від мережі напругою 380/220 В, тому забороняється відкривати захисний кожух блоку, опиратися руками на прилад. При появі небезпечної ситуації треба негайно припинити виконання роботи і сповістити викладача.

4 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Перед початком вимірювань привести лабораторний стенд у вихідне становище, для чого:

1. Встановити перемикачі (R_0), (R_h), (R_3), (Z_{II}) в положення «0».
2. Тумблери (замикання 1) та (замикання 2) встановити в положення «Вимкн».
3. Тумблери (занулення), (обрив), (R_3) встановити в положення «Вимкн».

Дослідження ефективності захисного заземлення проводити у такій послідовності:

1. Натиснути кнопку (мережа) на вертикальній панелі та на блоці.
2. Перемикач (R_3) встановити в положення « $R_3 = 4 \text{ Ом.}$ »
3. Перемикач (R_h) встановити в положення, вказане викладачем.
4. Увімкнути тумблер (замикання 2) і по міліамперметру (A1) виміряти струм (I_h), який проходить через тіло людини
5. Провести аналогічні вимірювання при положеннях перемикача (R_3) послідовно 10, 25, 50, 100, ∞ Ом.
6. Вимкнути стенд тумблером «Мережа».
7. Результати вимірювань занести в таблицю 3.1.
8. Накреслити графік залежності $I_h = f(R_3)$ (рисунок 3.1), і показати на ньому межі невідпускаючого та фібриляційного струмів.

Таблиця 4.1 – Залежність струму через людину I_h від величини R_3

R_3 , Ом	I_h , мА	
	$R_h = 1$ кОм	$R_h = 4$ кОм
4		
10		
25		
50		
100		
∞		



Рисунок 4.1 – Графік залежності струму через людину від опору заземлення

5 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен містити: назву і мету роботи, схему захисного заземлення (рисунок 1.1), основні теоретичні положення (відповіді на контрольні питання), результати вимірювань (таблиця 3.1), графік залежності величини струму через тіло людини від опору заземлення (рисунок 3.1), висновки.

6 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Назвати характерні значення величин електричного струму.
2. Що таке мережі з ізольованою та шлухозаземленою нейтраллю?
3. Які існують види заземлення?
4. Що таке робоче заземлення та заземлення блискавкозахисту?
5. Що таке захисне заземлення?
6. В чому полягає сутність дії захисного заземлення?
7. В яких мережах трифазного струму використовують захисне заземлення?
8. В яких мережах двофазового струму використовують захисне заземлення?
9. При яких номінальних напругах алаштовують захисне заземлення в приміщеннях без підвищеної небезпеки?
10. При яких номінальних напругах влаштовують захисне заземлення в приміщеннях з підвищеною небезпекою?
11. При яких номінальних напругах влаштовують захисне заземлення в особливо небезпечних приміщеннях?
12. При яких номінальних напругах влаштовують захисне заземлення у вибухонебезпечних приміщеннях?
13. При яких номінальних напругах влаштовують захисне заземлення в зовнішніх електроустановках?
14. При яких номінальних напругах не треба влаштовувати захисне заземлення?
15. Які нормативні документи регламентують допустимі значення опору захисного заземлення в різних мережах?

7 ЛІТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.1.030-81 (2001) «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление»
2. Правилами будови електроустановок

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК