Міністерство освіти та науки України

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

**Лабараторна робота № 5**

З дисципліни:

" Основи електрифікації, електроприводу та автоматизації "

На тему:

«Дослідження характеристик захисного заземлення»

Виконав:

Студ. Гр. ОБ-11

Прийняв:

д. т. н. Зайченко С. В.

Київ 2015***Лабораторна робота № 5* ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАХИСНОГО ЗАЗЕМЛЕННЯ**

***Мета роботи* -** вивчити призначення захисних заземлень, набути навичок визначення опору розтікання струму, коефіцієнта використання заземлення, напруги торкання та кроку, питомого опору ґрунту.

**5.1. Прилади і устаткування**

1. Фізична модель заземлюючого пристрою.
2. Лабораторний стенд для визначення параметрів захисного заземлення.

**5.2. Короткі теоретичні відомості**

Одним з головних питань експлуатації електрогосподарства підприємства є забезпечення безпеки обслуговування електрообладнання. При цьому необхідно прагнути повністю уникнути можливості електротравматизму.

**Заземлюючим пристроєм** називають сукупність заземлювача та заземлюючих провідників.

**Заземлювачем** називають провідник (електрод), або сукупність електрично з'єднаних між собою провідників (електродів), які безпосередньо контактують із землею. Заземлювачі можуть бути штучні й природні, тобто металеві водопровідні труби, залізобетонні та металеві конструкції, які пролягають у землі. Для штучних заземлювачів використовують вертикальні та горизонтальні електроди (металеві труби, прутки, листи заліза).

Заземлення якої-небудь точки струмоведучих частин електроустановки, яке необхідне для забезпечення роботи останньої, називають робочим заземленням. Заземлення частин електроустановки з метою забезпечення електробезпеки її експлуатації називається захисним заземленням. Навмисне з'єднання частин електроустановки, які нормально не перебувають під напругою, з глухозаземленою нейтраллю трансформатора, від якого живиться трифазна електрична мережа до 1 кВ, називається зануленням. Головне призначення занулення полягає в забезпеченні автоматичного вимикання дільниці мережі, в якій виникає КЗ між провідниками струму та металевими частинами електроустановки.

Захисне заземлення та занулення призначені для забезпечення:

а) в установках з ізольованою нейтраллю – безпечного струму, що протікає через тіло людини у випадку торкання рукою металевих частин установки, які нормально не перебувають під напругою, під час замикання фази мережі на землю або на заземлені частини;

б) в установках із заземленою нейтраллю – автоматичного вимикання пошкоджених дільниць мережі.

Захисного заземлення знижує до безпечної величини напругу відносно землі на металічних частинах електроустаткування, яке опинилося під напругою внаслідок пошкодження ізоляції. Це ліквідує небезпеку ураження електричним струмом при доторканні до устаткування. Захисне заземлення діє по-різному в мережах з ізольованою та заземленою нейтраллю трансформаторів. На рис.5.1 зображено схеми захисних заземлень у системах з ізольованою та глухозаземленою нейтраллю трансформатора

Надійно та правильно виконане захисне заземлення є засобом, який гарантує безпеку в разі доторкання до металічних частин електромеханічного обладнання, на якому з'явилась напруга внаслідок пошкодження між струмоведучими частинами та корпусом машини, механізму, апарата та ін. Захист вія пошкодження електричним струмом у випадку пробою ізоляції на корпус може виконуватися: захисними заземленнями, захисними відключеннями, вирівнюванням потенціалу, покриттям струмоведучих частин ізоляцією чи виготовленням їх з ізолюючого матеріалу; використанням ізолюючих підставок та зниженої напруги.

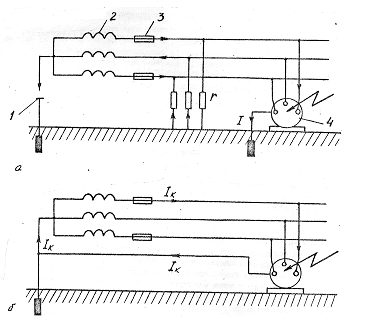


Рис. 5.1 Схема захисних заземлень: а- в системі з ізольованою нейтраллю; б- в системі с глухозаземленною нейтралю;

1 - Пробивний запобіжник; 2 - трансформатор; 3 – плавкі запобіжники; 4- двигун

Відповідно до вимог правил безпеки треба заземлювати корпуси та зовнішні металеві частини усіх машин та механізмів, корпуси трансформаторів та вимірювальних приладів, каркаси розподільчих пристроїв, арматуру кабелів, трубопроводів та ін. На поверхні шахт та кар'єрів дорівнює 4 Ом, у підземних виробках шахт – 2 Ом.

На рис.5.2. показано розподіл потенціалів на поверхні землі, під дією якого знаходиться корпус апарата з пошкодженою ізоляцією. Корпус підключено до заземлювача стрижневого типу. Крива розподілу потенціалів навкруги одного стрижневого заземлювача наближається за формулою до гіперболи. На відстані 15...20 м на всі боки від вертикальної осі стрижневого заземлювача потенціал землі дорівнює нулю. Зниження потенціалу навкруги заземлювача пояснюється тим, що об'єм землі, в якій розтікається струм .збільшується у міру віддалення від заземлюючого електрода. Оскільки щільність струму біля поверхні заземлювача - найбільша, то падіння напруги в землі біля поверхні заземлювача також максимальне. При збільшенні відстані від заземлювача падіння напруги на одиницю довжини зменшується. Людина, що торкнулася до апарата з відстані простягнутої руки (0,8 м), потрапляє під різницю потенціалів, *Uд= φ- φ1*, що зветься напругою торкання. Коли людина підходить до апарата з пошкодженою ізоляцією однієї з фаз, вона потрапляє під різницю потенціалів, UK = φ1 – φ2 що зветься крокового напругою. Довжина кроку - 0,8 м. Для підвищення безпеки слід знижувати напругу торкання та крокову напругу.

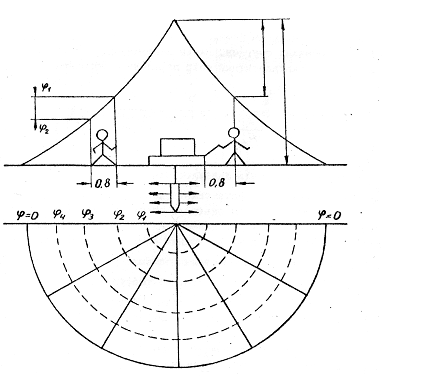


Рис. 5.2. Розподіл потенціалу на поверхні землі.

Якби людина знаходилася безпосередньо під заземлювачем, напруга що діє на нього, дорівнювала б нулю. Опір ґрунту називають опором розтікання. На практиці опори розтікання відносять не до ґрунту, а до заземлення і використовують термін "опір заземлення". Опір заземлення визначається відношенням напруги на заземлювачі відносно точки нульового потенціалу до значення струму, який протікає заземлювачем:

*R3=U3/IЗ* (5.1)

Найчастіше заземлювач комплектується із забитих у землю труб, які з'єднані сталевими смугами. Еквівалентний опір складного заземлення обчислюється як еквівалентний опір паралельно ввімкнених опорів:

Складний заземлювач звичайно комплектується із забитих у землю труб, які з'єднуються між собою сталевими смугами. Коли труби розташовані одна від одної на відстані більше як 20 м, струм, що проходить через кожний заземлювач, має свій об'єм землі, де він має можливість розтікатися до безмежно малої величини. У цьому випадку паралельно з'єднані заземлювачі не впливають один на одного, і еквівалентний опір визначається як еквівалентний опір паралельно з'єднаних резисторів:

 (5.2)

де *п* – число поодиноких заземлювачів з опором *Rзі* .

Оскільки заземлювачі розташовані один від одного на відстані, меншій від 20 м, то виключити взаємний вплив заземлювачів неможливо, тому опір розтіканню складного заземлення R3, буде більшим, ніж еквівалентний опір паралельно включених опорів.

Відношення  називається коефіцієнтом використання заземлювачів. Із збільшенням числа паралельно ввімкнених заземлювачів коефіцієнт використання їх зменшується.

Безпосередньо вимірювання потенціалів може бути виконано методом амперметра - вольтметра згідно зі схемою (рис.5.З). Тут Х і Д – відповідно заземлювач, який досліджується, та допоміжний заземлювач. Зонд 30 розташовується в зоні нульового потенціалу, а переносний зонд 3і – в точках, потенціал яких треба виміряти. Потенціали в будь-якій точці *Ui* відсотках від повного потенціалу *Ux* , відповідно виміряні вольтметром між електродами 30 - Зі; та 30 - X, обчислюють за формулою:

 (5.3)

За результатами обчислень будують криву розподіл потенціалів на поверхні землі.

*pA*

*pV*

*~220B*

*T*

*X*

*З*

*Д*

*1*

*З*

*0*

*.*

Рис. 5.3. Схема вимірювання потенціалів навколо заземлювача

Вимірювання потенціалів повинно виконуватись за умови незмінного струму, для чого в схемі передбачається реостат *R* та амперметр pА. Зонд Зі заглиблюють у землю на 5...8 см, унаслідок чого опір зонда великий, і для того щоб уникнути похибки вимірювання, вольтметр рV повинен мати великий внутрішній опір. Потенціали вимірюють у точках, які знаходяться одна від одної на відстані 0,8 м (кроку). Зона вимірювання обмежується радіусом 5...6 м від заземлювача, який досліджується.

* 1. **Опис лабораторної установки**

Лабораторна установка для дослідження заземлюючих пристроїв складається із блока фізичної моделі заземлюючого пристрою (ЗП), блока живлення та панелі з комутаційним полем (рис. 5.4). До складу моделі ЗП входять заземлювачі: X – заземлювач, який досліджується (імітує контур з восьми труб, що з'єднані між собою); Д – допоміжний (імітує контур з 26 труб, які з'єднані між собою); окремі поодинокі за­землювачі (труби 1-6); В/О – високоомний зонд (труба 1=20 см); Н/О – низькоомний зонд.

Між собою заземлювачі не з'єднані, проте кожний з них з'єднується тумблерами S1 - S8 (перемикачами)/, які розташовані на комутаційній панелі. За допомогою тумблерів комутують відповідно завданню схему вимірювання. Відстані між заземлювачами та геометричні розміри труб 1-6 позначені на схемі на робочому місці. Живлення стенда вмикається тумблером S.

5_4

Рис. 5.4. Установка для випробування заземлення.

**5.4. Порядок виконання роботи**

1. Вивчити теоретичні відомості та ознайомитися з будовою і схемою лабораторної установки.

2. Визначити методом амперметра - вольтметра та обчислити опір розтіканню струму (Результати вимірювання опору заземлювачів занести до табл.5.1.):

а) заземлювача X, який досліджується, та допоміжного заземлювача Д;

б) поодиноких заземлювачів з труб 1, 2, 3, 4, 5, 6;

в) високо- та низькоомного зондів.

Визначити коефіцієнт використання заземлювачів з труб (Результати дослідження занести до табл. 5.2.):

а) 1 та 2;

б) 1, 2 та 3;

в) 1, 2, 3 та 4;

г) 1, 2, 3, 4 та 5;

3. Зняти криву розподілу потенціалів навколо труби 1 (між трубами 2, 3, 4, 5, 6) відносно заземлювача Д та побудувати криву розподілу і графічно визначити напругу дотику та напругу кроку.

4. Обчислити питомий опір ґрунту визначити за формулою

 (5.4)

де *l* – довжина труби; *l=250* cм;

*d* – діаметр труби, *d=2,5* cм;

*RT* – опір розтіканню струму по трубі *l*.

Таблиця 5.1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер труби | Струм у землю  Із, А | Падіння напруги  ∆U, В | Опір розтікання струму  R3 , Ом |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |
| 6 |  |  |  |

Таблиця 5.2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номери труб | Струм у землю І`з, А | Падіння напруги  ∆U, В | Дійсний опір розтікання  r0=∆U/ І`з  Ом | Еквівалентний опір складного заземлювача  R3 , Ом | Коефіцієнт використання заземлювача  η |
| 1-2 |  |  |  |  |  |
| 1-2-3 |  |  |  |  |  |
| 1-2-3-4 |  |  |  |  |  |
| 1-2-3-4-5 |  |  |  |  |  |

**5.5. Зміст звіту**

1. Короткі теоретичні відомості і характеристики заземлювачів.
2. Схема і послідовність проведення дослідів.
3. Результати розрахунків і дослідів, оформлені у вигляді табл. 5.1 -5.2, та криві розподілу потенціалів..
4. Висновки.

**5.6. Контрольні запитання**

1. Дайте визначення заземлення, заземлювача, заземлюючого пристрою та. робочого заземлення.
2. З яких елементів складається заземлюючий пристрій?
3. Яка різниця між захисним заземленням і зануленням?
4. Що називається опором розтікання?
5. Поясніть характер розподілу потенціалів навколо заземлювача.
6. Дайте визначення напруги кроку, дотику та зони нульового потенціалу
7. Чим можна пояснити наявність зони нульового потенціалу?
8. Чому опір розтіканню складного заземлювача більший,ніж еквівалентний опір паралельно ввімкнених опорів?
9. Як виміряти розподіл потенціалів?