

Міністерство освіти і науки України  
Чернігівський промислово-економічний коледж  
Київського національного університету технологій та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з НР

\_\_\_\_\_ С.В.Бондаренко

\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Методичні вказівки і завдання щодо виконання  
лабораторних робіт  
з дисципліни Налагодження електроустаткування  
спеціальності 5.05070104 “Монтаж і експлуатація  
електроустаткування підприємств і цивільних споруд”**

Уклав

Т.В. Ліх

Розглянуто на засіданні  
циклової комісії  
спеціальних електротехнічних дисциплін  
Протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

Голова циклової комісії

В.В. Олійник

# Інструкція для виконання лабораторної роботи №1

## Тема: Розширення меж вимірювання амперметра і вольтметра

1. **Мета:** Набути практичні навички по розрахунку визначення коефіцієнтів шунтування, опорів шунтів і додаткових опорів для збільшення меж вимірів сили струму і напруги. Відповідно до зазначеної мети робота складається з двох частин.

визначенню похибки в залежності від класу точності

2. **Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:**

2.1 Калькулятор

2.2 Олівець

2.3 Аркуш формату А4

2.4 Вимірювальний прилад міліамперметр

2.5 Вимірювальний прилад вольтметр

3. **Теоретичні відомості:**

1. Амперметр – прилад для виміру сили струму – включається в ланцюг послідовно з тією ділянкою ланцюга, на якому вимірюється сила струму. Тому опір обмотки амперметра повинен бути досить малим, щоб зміна сили струму при включенні амперметра не перевищувала його абсолютної похибки. При необхідності ввімкнути амперметр у коло, струм в якому перевищує значення, на яке розрахований даний прилад, паралельно опору обмотки амперметра включають резистор, названий шунтом.

Для з'ясування того, як відбувається розширення меж виміру сили струму приладом при підключенні до нього шунта, розглянемо дві схеми (рис.1):

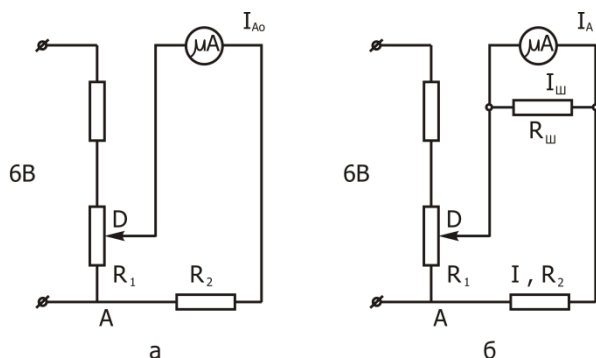


Рис. 1:  $R_{ш}$  – опір шунта;  $I_{ш}$  – сила струму в шунті;  $I_{A0}$  – сила струму в колі без шунта;  $I_A$  – сила струму, що протікає крізь амперметр у схемі з шунтом;  $I = I_A + I_{ш}$ ;  $R_2$  – опір навантаження;  $R_1$  – опір дільника напруги D.

Коефіцієнтом шунтування називають число, на яке треба помножити показання приладу  $I_A$ , щоб одержати значення струму в колі  $I$ :

$$K = \frac{I}{I_A}, \quad (1)$$

З рівнянь  $I_A R_A = I_{ш} R_{ш}$  і  $I = I_A + I_{ш}$  легко одержати вираз для  $K$  через опори шунта  $R_{ш}$  і амперметра  $R_A$ :

$$K = 1 + \frac{R_A}{R_{ш}}, \quad (2)$$

і опір шунта  $R_{ш}$  через  $R_A$  і  $K$ :

$$R_{ш} = \frac{R_A}{K - 1}. \quad (3)$$

Коли необхідно, наприклад, збільшити ціну поділки амперметра в 10 разів, то опір шунта треба взяти в 9 разів меншим ніж опір амперметра.

## 2. Розширення меж вимірювання вольтметра

Вольтметр – прилад для вимірювання напруги – вмикається в коло паралельно тій ділянці кола, між кінцями якого вимірюється напруга. Тому опір вольтметра повинен бути досить великим, щоб зміна напруги при вмиканні вольтметра не перевищувала його похибки. При необхідності включити вольтметр у коло з напругою, що перевищує ту, на яку розрахований даний вольтметр, послідовно з його обмоткою включається додатковий резистор.

Оцінку помилки у визначенні напруги, що вносить вольтметр, можна зробити аналогічно тому, як це було зроблено у випадку амперметра. Щоб прилад не вносив помилок, досить виконати умову

$$\frac{R_B}{R_X} > 2n, \quad (8)$$

де  $n$  - число поділок пропорційної шкали вольтметра;

$R_B$  - опір вольтметра;  $R_X$  - опір тієї ділянки, де вимірюється напруга.

Для з'ясування того, як відбувається розширення меж виміру напруги приладом, розглянемо дві схеми (рис. 30.3):

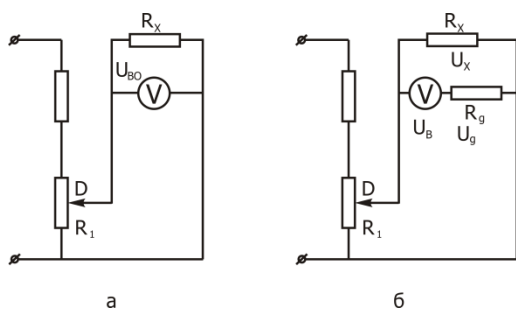


Рис. 2:  $U_{B0}$  і  $U_B$  – показання вольтметра без додаткового резистора і з ним відповідно;  $U_X$  – напруга на резисторі  $R_X$ ;  $U_D$  – напруга на додатковому резисторі  $R_D$ .

Додатковими резисторами є резистори, що застосовуються для збільшення меж виміру вольтметрів. Якщо ціну поділки шкали вольтметра треба збільшити в  $N$  разів, то очевидною є рівність

$$N = \frac{U_X}{U_B}. \quad (9)$$

При виконанні умови (8) напруги  $U_{B0}$  і  $U_X$  на опорі  $R_X$  у схемах **а** і **б** рис.30.3 практично однакові:  $U_{B0} = U_X$ . Тому з рівняння (9) випливає:

$$N = \frac{U_{B0}}{U_B}. \quad (10)$$

Звичайно коефіцієнт  $N$  знаходять з формули (10), коли показання вольтметра  $U_{B0}$  не перевищують максимального значення його шкали. Напругу  $U_X$  на опорі  $R_X$ , що перевищує максимальне значення шкали вольтметра без додаткового резистора (при малому опорі  $R_1$ ), знаходять за формулою (9). При цьому показання вольтметра  $U_B$  при досить великому додатковому опорі  $R_D$  уже не будуть перевищувати максимального значення шкали.

Зв'язок коефіцієнта  $N$  з опором додаткового резистора знаходять з формули (9):

$$N = \frac{U_{B0}}{U_B} = \frac{U_B + U_D}{U_B} = 1 + \frac{U_D}{U_B} = 1 + \frac{R_D}{R_B}. \quad (11)$$

Опір додаткового резистора обчислюють за формулою:

$$R_D = R_B(N - 1). \quad (12)$$

Якщо необхідно, наприклад, збільшити ціну поділки вольтметра в 10 разів, то опір додаткового резистора треба взяти в 9 разів більше опору вольтметра. При цьому показання вольтметра  $U_B$  у схемі з додатковим резистором треба помножити на 10 (формула (9)), щоб одержати дійсну напругу  $U_X$  на резисторі  $R_X$ .

Якщо опір додаткового резистора невідомий, то, вимірюючи напруги  $U_{B0}$  і  $U_0$  за схемами **а** і **б** на рис.3, знаходять  $N$  за формулою (10), а потім  $R_D$  за формулою (12).

#### 4 Порядок виконання роботи

**Завдання 1.** Визначення коефіцієнтів шунтування, опорів невідомих шунтів за показаннями амперметра з шунтом і без нього і сили струму в колі.

1. Зібрати схему **а** на рис. 1.
2. Подати напругу на дільник і, збільшуючи опір  $R_1$  обертанням повзунка, переконатися в тому, що при деякому положенні повзунка сила струму в колі перевищує межу вимірів амперметра.
3. Зменшуючи опір дільника напруги  $R_1$ , записати максимально можливі показання амперметра  $I_{A0max}$  у.
4. Приєднати шунт з невідомим опором (схема **б** на рис.1) і, не змінюючи положення повзунка дільника (див. п.3), записати показання амперметра  $I_{Amax}$  у.
5. Визначити коефіцієнти шунтування  $K$  за формулою (1).

**Завдання 2.** Визначення опорів додаткових резисторів і коефіцієнтів розширення меж виміру вольтметра за показаннями вольтметра з додатковим резистором і без нього і напруги на ділянці кола.

1. Зібрати схему **а** на рис.2.
2. Подати напругу на дільник і, збільшуючи опір  $R_1$  обертанням повзунка, переконатися в тому, що при деякому його положенні напруга перевищує межу показань вольтметра.
3. Зменшуючи опір дільника напруги  $R_1$ , записати максимально можливі показання вольтметра  $U_{B0max}$  у.
4. Приєднати додатковий резистор з невідомим опором  $R_D$  (схема **б** на рис.2) і, не змінюючи положення повзунка дільника (див.п.3), записати показання вольтметра  $U_{Bmax}$  2.
- 5.Визначити коефіцієнт  $N$  за формулою ( 4 )
6. Повторити виміри, зазначені в п. 3 і 4, обчислення, вказані в п. 5, тричі при інших положеннях повзунка дільника, але для того самого додаткового резистору.

#### 5 Висновки

#### 6 Контрольні запитання

- 1.Записати і пояснити закономірності паралельного і послідовного з'єднання провідників.

2. Який вид з'єднання використовується в побутовій електромережі і чому?
3. Що таке шунт, яке його призначення?
4. Що таке додатковий резистор, яке його призначення?
5. Дати визначення коефіцієнта шунтування і записати зв'язок між опором амперметра і шунта.
6. Який зв'язок між опором вольтметра і опором додаткового резистора?

## **Інструкція для виконання лабораторної роботи №2**

**Тема: Вимірювання опору методом вольтметра, омметра та мегаомметра**

**1. Мета роботи:** навчити робити вимірювання опору ізоляції обмоток двигуна методом вольтметра, мегомметром, омметром.

**2. Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:**

- 2.1 Калькулятор
- 2.2 Таблиці вибору значень
- 2.3 Аркуш формату А4
- 2.4 Вольтметр
- 2.5 Мегомметр
- 2.6 Омметр
- 2.7 Латр

### **3. Теоретичні відомості**

Значення електричного опору ізоляції - один із найважливіших показників надійності роботи електродвигунів. Про опір ізоляції судять за значенням минаючого через неї постійного струму. Використання постійної напруги пов'язано з тим, що при додатку змінної напруги ємність, що виникає між різнорідними металами, з яких зроблений електродвигун і його обмотки, викликає перекручування показань приладів.

Для машин постійного струму опір ізоляції повинен бути, не нижче: між обмотками, а також кожної обмотки відносно корпуса 0,5 МОм при температурі 10-30 °С; бандажів якоря (крім збудників) не нормується; бандажів якоря збудника 1 МОм.

Для двигунів змінного струму напругою до 1 кВ опір ізоляції повинен відповідати нормам, приведеним у табл. 1.1.

Опір ізоляції обмоток, які вводяться знову в експлуатацію електричних машин потужністю до 5000 кВт на номінальну напругу до 10,5 кВ повинен відповідати нормам, приведеним у табл. 1.2.

Для машин потужністю вище 5 кВт, а також для машин на номінальну напругу вище 10,5 кВ найменший опір ізоляції, виміряний при температурі 75 °С, визначають по формулі

$$R_{60} = \frac{U_{ном}}{1000 + P_{ном} \cdot 0,01},$$

де  $U_{ном}$  - номінальна лінійна напруга, В;  $R_{ном}$  – номінальна потужність, кВт.

Таблиця 1.1. Припустимий опір ізоляції електродвигунів змінного струму

Випробуваний об'єкт	Напруга мегомметра, кВ	Опір ізоляції
Обмотка статора напругою до 1 кВ.	1	Не менше 0,5 МОм при температурі 10-30 °С.
Обмотка ротора синхронного електродвигуна і електродвигуна з фазним ротором	0,5	Не менше 0,2 МОм при температурі 10-30 °С (допускається не нижче 2 кОм при 75 °С чи 2 кОм при 20 °С для неявнополюсних машин.
Підшипники синхронних електродвигунів напругою вище 1 кВ	1	Не нормується (вимір виробляється щодо фундаментної плити при повністю зібраних мастилопроводах)

Таблиця 1.2. Припустимий опір ізоляції обмоток  $R_{60}$  електродвигунів потужністю до 5000 кВт включно

Температура обмотки °С	$R_{60}$ , МОм	При номінальній напрузі машини, кВ	
		3-3,15	6-6,3
10	20	60	100
20	30	40	70
30	15	30	50
40	10	20	35
50	7	15	25
60	5	10	17
75	3	6	10

Якщо опір ізоляції, обчислений по цій формулі, нижче 0,5 МОм, то найменше припустиме значення приймають рівним 0,5 МОм.

Для температур 10-75°С найменше значення опору ізоляції обмоток машини визначають, множачи значення, отримані по формулі, на температурний коефіцієнт  $k_T$ , значення якого приведені в табл.1.3

Таблиця 1.3. Значення температурного коефіцієнта  $K_T$

Температура, °С	$K_T$	Температура, °С	$K_T$
10	9.4	50	2.4

20	6.7	60	1.7
30	4.7	70	1.2
40	3.4	75	1

При вимірюванні опору ізоляції обмоток електродвигунів з номінальною напругою до 500 В включно ГОСТ 11828-75 рекомендує застосовувати мегаомметр на 500 В, а для елек-тродвигунів напругою вище 500 В - мегаомметр на 1000 В. Ручку мегаомметра рекомендується обертати рівномірно з частотою близько 150 об/хв. Вимірювання варто проводити при сталому положенні стрілки по після 60 с. після початку обертання ручки мегаомметра.

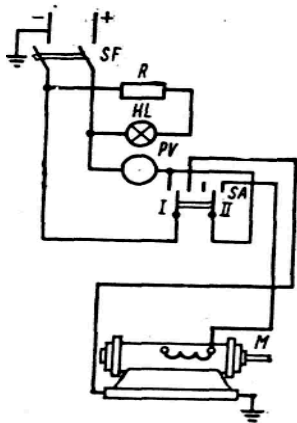


Рис. 1. Вимірювання опору ізоляції вольтметром від мережі постійного струму

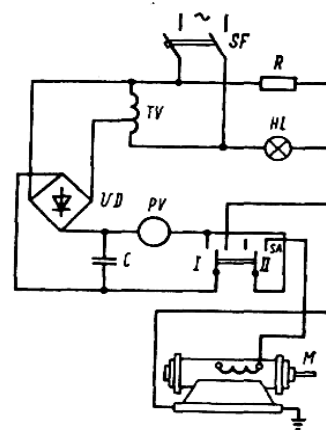


Рис. 2. Вимірювання опору ізоляції вольтметром від мережі змінного струму

Для електродвигунів, у яких виведені кінці й початки усіх фаз, вимірювання опору ізоляції роблять між кожною фазою і корпусом. У цьому випадку припустимий мінімальний опір ізоляції повинен бути підвищений в 3 рази.

При вимірі опору ізоляції кожного з електричних ланцюгів усі інші ланцюги повинні бути з'єднані з корпусом машини. По закінченні вимірювання опору ізоляції кожного електрично незалежного ланцюга варто розрядити його на заземлений корпус електродвигуна. Вимірювання опору ізоляції можна робити також мережним мегаомметром і методом вольтметра. Схеми з'єднань при вимірюванні опору ізоляції методом вольтметра при живленні мереж постійним і змінним струмом зображені на рис. 1 і 2

Для одержання більшої точності вимірювань вольтметр вибирають з великим власним опором (30 000- 50 000 Ом). Вимірювання роблять на одній межі вольтметра.

При вимірюванні від електромережі, один полюс якої може бути заземлений (рис. 1), щоб уникнути короткого замикання, слід підключати заземлений корпус електродвигуна таким чином, щоб він виявився з'єднаним із заземленим полюсом мережі.

При живленні вимірювальної схеми від мережі змінного струму (рис. 2), якщо випрямний міст ввімкнений у мережу не безпосередньо, а через трансформатор, що відокремлює мережу змінного струму від ланцюга випрямленої напруги, заземлена корпус електродвигуна може бути приєднаний до кожного з затисків випрямного моста. Метод вольтметра заснований на відомому в електротехніці положенні: напруга на послідовно з'єднаних опорах розподіляється пропорційно цим опорам.

Так як для проведення випробувань можуть використовуватися двигуни різних типів і номінальних параметрів, для подачі номінальних напруг можна використовувати лабораторний автотрансформатор.

Для проведення випробувань необхідно ввімкнути автоматичний вимикач SF, при цьому загоряється сигнальна лампа HL. Що свідчить про наявність напруги на схемі. При установці перемикача SA у положення / вольтметром PV вимірюється напруга випробувань  $U_1, В$ . Після переведення перемикача в положення // вимірюється показання вольтметра  $U_2, В$ . Таким чином, спадання напруги в ізоляції  $U_1 - U_2, В$ . Тому що в положенні // перемикача SA опір вольтметра  $R_v$  (зазначений на шкалі вольтметра чи приведений в його паспорті) і вимірюваний опір ізоляції  $R_{из}$  з'єднані послідовно, то спадання напруги в них розподіляється прямо пропорційно значенням їх опорів:

$$R_B / R_{из} = U_2 / (U_1 - U_2),$$

звідки

$$R_{из} = R_v \frac{U_1 - U_2}{U_2} = R_v \left( \frac{U_1}{U_2} - 1 \right) \cdot 10^{-6} \quad МОм$$

#### 4. Порядок виконання роботи

1. Зібрати схему по рис.2, попередньо переконавши, що рукоятка лабораторного автотрансформатора виведена до відмовлення.
2. Включити автомат SF і переконатися в тім, що на схему подана напруга (загоряння лампи HL).
3. Установити перемикач SA у положення /.
4. Поворотом рукоятки "ЛАТР" по годинниковій стрілці встановити потрібну напругу (звичайно, номінальна напруга двигуна)  $U_1$  на вольтметрі PV і записати значення  $U_1, В$ .
5. Установити перемикач SA у положення //.
6. Записати сталі значення напруги  $U_2, В$ , на вольтметрі.
7. Підрахувати опір ізоляції  $R_{из}$  по формулі (2).
8. Зробити висновок про придатність ізоляції.
9. Скласти звіт про роботу.

#### 5. Висновки

Скласти висновки про виконану роботу

#### 6. Контрольні питання

1. Які матеріали застосовуються для ізоляції обмоток електродвигунів?
2. Які класи ізоляції застосовують в основному для обмотки електродвигунів, і яка їх гранично допустима температура?
3. Яке мінімально припустиме значення опору ізоляції для електродвигунів?



## Інструкція до виконання лабораторної роботи №3

**Тема : Вимірювання опору заземлювального елемента за допомогою приладу МС-08, послідовність роботи з приладом**

### 1 Мета

Проведення вимірювання опору розтікання струму заземлювальних пристроїв. Визначення опору ізоляції електроустановок і електропровідників

### 2 Матеріально-технічне та навчально- методичне забезпечення:

- 2.1 Калькулятор
- 2.2 Таблиці вибору значень
- 2.3 Аркуш формату А4
- 2.4 Вимірювальні прилади
- 2.5 Схема вимірювань

### 3 Теоретичні відомості

Згідно діючих правил технічної експлуатації та безпеки обслуговування електроустановок промислових підприємств, вимірювання опору заземлюючих пристроїв розтікання струму повинно проводитись один раз на рік в період найменшої провідності ґрунту.

Перевірка опору ізоляції установок проводиться не менше, ніж 1 раз в рік в приміщеннях без підвищеної небезпеки, а в приміщеннях з підвищеною небезпекою та в приміщеннях особливо небезпечних не менше як 2 рази на рік. При зниженні опору ізоляції в мережі яка знаходиться в експлуатації, до 30% нормального його значення, необхідний ремонт такої мережі. Вимірювання опору ізоляції проводиться мегомметром при вимкненій напрузі. Опір ізоляції в мережі в установках до 1000 В повинен бути не менше 0,5 МОм на фазу [1, с.139].

Вимірювання опору заземлюючого пристрою проводиться одним з трьох методів:

- метод амперметра-вольтметра. Метод полягає у визначенні струмів та напруги, які протікають через заземлюючий пристрій. Опір захисного заземлення, дорівнює показу вольтметра, розділеному на показ амперметра;
- метод трьох замірів. Перевагою цього методу є можливість використання вольтметра з малим опором, але при вимірюваннях виникає суттєва похибка до 10%, внаслідок того, що опір допоміжних електродів значно більший від опору заземлення, а також впливає дія сторонніх струмів;
- вимірювання спеціальними приладами МС-07, МС-08, М416 та Ф4103-М1.

Опір заземлюючого пристрою, до якого приєднані нейтралі генераторів або трансформаторів, або виводи джерел однофазного струму, в будь-яку пору року має бути не більше 2; 4 чи 8 Ом відповідно при лінійній напрузі 660, 380 і 220 В джерела трифазного струму або 380, 220 і 127 В джерела однофазного струму. Цей опір повинен бути забезпечений з

врахуванням природних заземлювачів .

При замиканні струмоведучих частин безпосередньо на землю чи на корпуси електрообладнання, що мають зв'язок із землею і струмопровідні основи, електричний струм розтікається від місця замикання рівномірно у всіх напрямках напівсфери об'єму землі. В міру віддалення від місця розтікання густина струму в землі зменшується, оскільки збільшується об'єм землі, в якому проходить струм. На відстані від місця замикання 20 м і більше густина струму стає настільки малою, що практично приймається рівною 0. Людина, яка стоїть ногами (у взутті, що проводить струм) в зоні розтікання струму в точках з різними потенціалами, знаходиться під впливом різниці потенціалів або, інакше кажучи, під впливом напруги кроку, виявляється включеною в електричне коло, внаслідок чого через тіло людини проходить струм напрямком нога-нога.

Крокова напруга - це різниця потенціалів між двома точками в зоні розтікання струму, що знаходиться на відстані кроку, яка дорівнює 1,0 м.

3.1 Прилад МС-08 призначений для вимірювання опору заземлюючих пристроїв, активних опорів, а також для визначення питомого опору ґрунту. Межі вимірювання приладу МС-08 від 0.1 до 1000 Ом, він розрахований для роботи при температурі навколишнього повітря від  $-25^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$  та відносній вологості до 95%. Принцип дії приладу базується на компенсаційному методі вимірювання з використанням допоміжного заземлення і потенційного електроду (зонда). Реохорд має цифрову шкалу, що дає змогу безпосередньо визначити вимірювальний опір.

Для підключення опору, який вимірюється, допоміжного заземлення та зонду на приладі є чотири затискачі, позначені цифрами 1, 2, 3, 4. Для грубих вимірювань опору заземлення затискачі 1 і 2 з'єднують перемичкою і прилад підключають до вимірюваного об'єкту за схемою рис. 3.1.

3.2 Підготовка приладу МС-08 до роботи:

- встановити прилад на рівній поверхні, відкрити кришку, увімкнути живлення;
- встановити перемикач 1 в положення 2 "Контроль 5 Ом". Натиснути і тримати кнопку 4 та обертаючи ручку 3 "Реохорд" добитися встановлення стрілки індикатора 5 на нульову поділку. На шкалі реохорда при цьому має бути показ  $5 \pm 0.35$  Ом;
- при вимірюваннях прилад треба розміщувати безпосередньо близько від обладнання, оскільки при цьому на результат вимірювань менше впливає опір провідника 6, з'єданого з затискачами. Допоміжний заземлювач 7 і потенційний електрод-зонд 8 встановлюється на відстанях, вказаних на рис. 3.1. Глибина їх забивки в ґрунт повинна бути не менше 0,5 м.

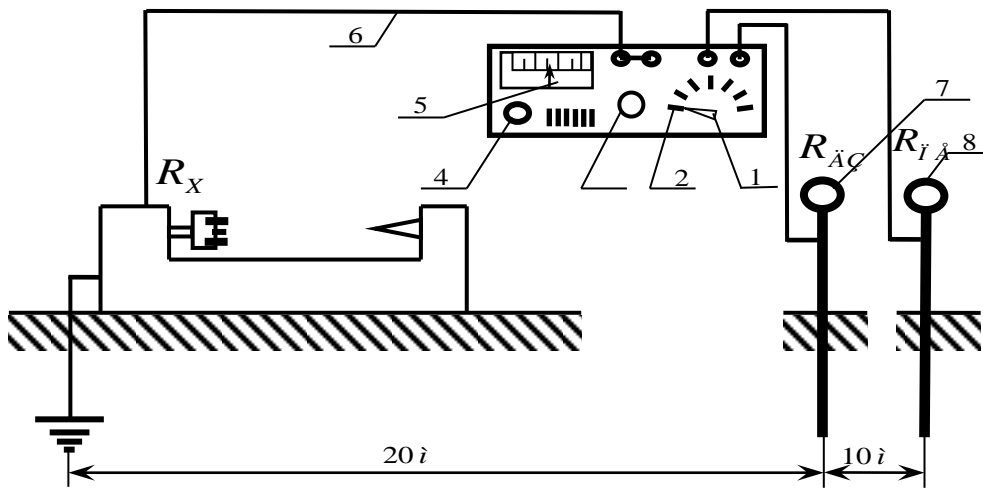


Рисунок 3.1 – Схема підключення приладу МС-08

#### 4 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

- 4.1. Вимірювання опору розтікання струму заземляючих пристроїв:
- підготувати прилад МС-08 до роботи;
  - заміряти значення опорів розтікання струму штучного і природного заземлення;
  - зробити висновки щодо вимірювання і порівняти виміряні значення з нормами згідно з ПУЕ.
- 4.2. Визначення питомого опору ґрунту:
- заміряні значення штучного і природного заземлення  $R_x$ , підставити у формулу (6.1) і вирахувати значення  $\rho$ ;
  - з таблиці 3 визначити рід ґрунту і записати в таблицю 4.
- 4.3 Зібрати схему для вимірювання штучного та природного заземлення, як показано на рис. 5.1.

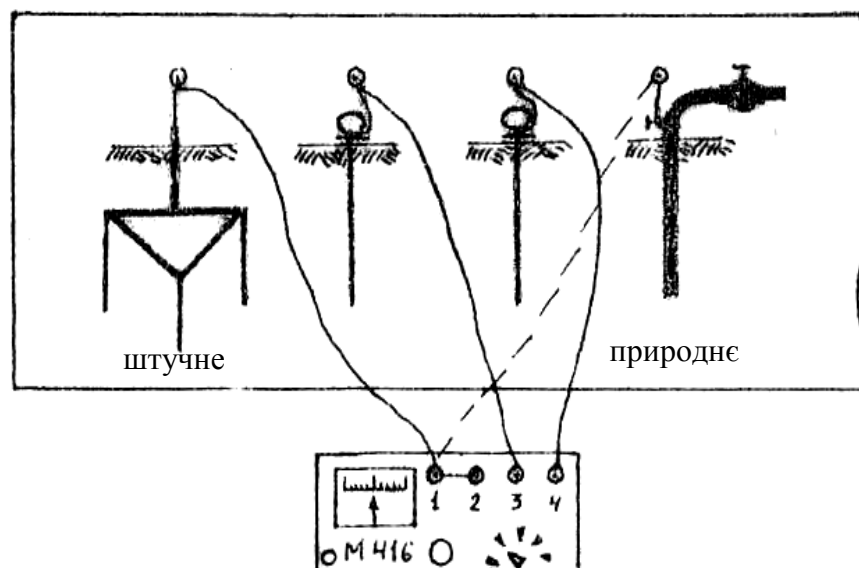


Рисунок 5.1 – Схема для проведення вимірювань

#### 4.4 Вимірювання проводити в наступній послідовності:

- перемикач 1 (рис. 3.1) встановити в положення “x1”;
- натиснути кнопку 4 і обертаючи ручку реохорда 3, домогтися максимального наближення стрілки індикатора до нуля;
- результат вимірювання дорівнює добутку показника шкали на співмножник. Якщо вимірювальний опір буде більшим 10 Ом, перемикач поставити в положення “x5”, “x20” або “x100” і зробити операції п. 5.2.

Результат вимірювань занести в таблицю 1.

№	Тип заземлення	Характеристика електромережі	Опір заземлення, Ом		Висновок(добре чи погане заземлення)
			Вимірюваний	Норма згідно ПУЕ	
1.	Штучне				
2.	Природне				

Таблиця 2 – Дані для розрахунку.

№ п/п	Остання цифра залікової книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Задані відстані										
$l_1$ , м	0.5	0.75	1	1	0.5	0.75	1	0.5	0.75	1
$l$ , м	10	15	20	10	15	20	15	20	10	10
$d$ , м	0,010	0,012	0,014	0,016	0,010	0,012	0,014	0,016	0,010	0,012

З таблиці 3 визначають рід ґрунту [2, с.27]. Дані заносять в таблицю 4.

7

Таблиця 3 – Питомий електричний опір ґрунту.

Рід ґрунту	Питомий опір ґрунту $\rho$ , Ом·м	
	При вологості 10-20% до ваги ґрунту	Межа коливання величини
Пісок	700	400-700
Супісок	300	150-400
Суглинок	100	40-150
Глина	40	8-70
Чорнозем	20	9-53

Таблиця 4 – Результати розрахунку

№	Пора року місяць, число	Дані, м			Вимірюваний опір заземлення $R_x$ , Ом	Питомий опір ґрунту $\rho$ , Ом·м	Рід ґрунту з таблиці 3
		$l_1$	$d$	$l$			
1							
2							

## 5. Висновки

Скласти висновки про виконану роботу

## 6 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 1 Методи вимірювання опору заземляючих пристроїв.
- 2 Терміни проведення замірювання опору заземляючих пристроїв.
- 3 Яка норма допустимого значення опору заземляючого пристрою в різних схемах електромереж до 1000 В?
- 4 В яких випадках проводиться заземлення обладнання згідно з ПУЕ?
- 5 Схема підключення приладу М416 при вимірюванні опору заземляючого пристрою обладнання, яке знаходиться в цеху.
- 6 Причини несправності заземляючих пристроїв.
- 7 Що можна використовувати за природне заземлення у відповідності з ПУЕ?
- 8 Що використовується якості штучних заземлювачів? Їх параметри.
- 9 Терміни перевірки опору ізоляції в різних приміщеннях.
- 10 Яка різниця між заземленням і зануленням? Схеми заземлення і занулення.

Додаток А

Таблиця натуральних логарифмів (Ln)

X	Ln
30	3,40
50	3,91
100	4,61
110	4,70
120	4,79
130	4,87
140	4,94
150	5,01
160	5,08
170	5,14
180	5,19
190	5,25
200	5,30
210	5,35
220	5,39
230	5,44
240	5,48
250	5,52
260	5,56
270	5,60
280	5,63
290	5,67
300	5,70
310	5,74
320	5,77

330	5,80
340	5,83
350	5,86
360	5,89
370	5,91
380	5,94
390	5,97
400	5,99
450	6,11
500	6,21
550	6,31
600	6,40
650	6,48
700	6,55

## Тема : Вимірювання опору петлі фаза-нуль за допомогою приладу М-417, послідовність роботи з приладом.

### 1 Мета

Проведення вимірювання опору петлі фаза-нуль за допомогою приладу М-417, послідовність роботи з приладом

### 2 Матеріально-технічне та навчально- методичне забезпечення:

- 2.4 Калькулятор
- 2.5 Таблиці вибору значень
- 2.6 Аркуш формату А4
- 2.4 Вимірювальні прилади
- 2.5 Схема вимірювань

### 3 Теоретичні відомості

В електроустановках до 1000 В, з заземленням нейтралі (TN-C, TN-CS, TN-S), нульовий провід з'єднаний з нейтраллю трансформатора, яка при цьому приєднана до контуру заземлення, тобто глухо заземленою. І якщо замкнути фазний провід на корпус електрообладнання або нульовий провід, то утворюється контур, що складається з електричного кола фазного і нульового провідників. Такий контур прийнято називати петлею «фаза-нуль».

#### Мета проведення вимірювань

Вимірювання опору петлі «фаза-нуль» і струмів однофазних замикань проводиться з метою перевірки часових параметрів спрацювання пристроїв захисту електрообладнання від надструмів при замиканні фази на корпус. За виміряним повного опору петлі «фаза-нуль» визначається струм короткого однофазного замикання. За отриманою розрахунком величину цього струму визначається час спрацювання захисного апарату. При прямих вимірюваннях струмів однофазних замикань час спрацювання захисного апарату визначається за вимірюваною величиною цього струму. Цей час має відповідати вимогам пункту 1.7.79 ПУЕ по захисту від ураження електричним струмом при непрямих дотики шляхом автоматичного відключення живлення.

#### Нормовані величини

За виміряним опору петлі «фаза-нуль»  $Z$  (Ом) за нижченаведеною формулою обчислюється струм короткого замикання  $I_{кз}$  (А):  $I_{кз} = U_0/Z$ , де:  $U_0$  - номінальне значення фазної напруги, В ( $U_0 = 220$  В). Згідно ПУЕ (п.1.7.79), в електроустановках до 1000 В в системах з глухозаземленою нейтраллю струм однофазного замикання на корпус електроприймача повинен забезпечувати нормований час відключення

пошкодженої ділянки кола захисним апаратом, що реагує на надструм:

- 0,4 с - для групових мереж;
- 5 с - для розподільних мереж (кола, які живлять розподільні, групові, поверхові і інші щити або щитки).

Згідно ПТЕЕС (додаток 3, п.28.4) при замиканні на нульовий захисний провідник, струм однофазного короткого замикання повинен становити не менше:

- триразового значення номінального струму плавкої вставки запобіжника;
- триразового значення номінального струму нерегульованого розчеплювача автоматичного вимикача з обертаючою від струму характеристикою;
- триразового значення установки по струму спрацювання регульованого розчеплювача автоматичного вимикача обертаючою від струму характеристикою;
- 1,1 верхнього струму спрацювання миттєво чинного розчеплювача (відсічення).

### **Методи вимірювання петлі «фаза-нуль»**

Для вимірювання петлі «фаза-нуль» використовують такі методи:

- падіння напруги відключеного ланцюга;
- падіння напруги на навантажувальному опорі;
- досвідом короткого замикання в ланцюзі.

Майже у всіх сучасних електровимірювальних приладах, призначених для перевірки петлі «фаза-нуль» використовуються метод падіння напруги на навантажувальному опорі.

Цей метод дуже зручний, безпечний і економічний за часом.

### **Періодичність вимірювань**

На підставі правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕС), вимірювання опору ланцюга "фаза-нуль» повинні проводитися з періодичністю, встановленою системою планово-попереджувального ремонту (ППР), затвердженого технічним керівником Споживача. Згідно ПТЕЕС, перевірка петлі «фаза-нуль» проводиться:

- при капітальному, поточному ремонті і міжремонтних випробуваннях;

### **Література**

- 1 Правила устройства электроустановок (ПУЭ). -М: Энергоатомиздат, 1985. -693 с.
- 2 Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. -М.: Энергия, 1977.-407 с.
- 3 Охрана труда в электроустановках /Под ред. Б.А. Князевского. -М.: Энергия, 1977.-319 с.
- 4 Жидецкий В.Ц., Джигерей В.С., Мельников О.В. Основы охраны праці.-Львів: Афіша, 2000.- 350 с.
- 5 Геврик Є.О. Охрана праці. - Київ: Ельга, Ніка-Центр, 2003.- 280с.



- 6 Основи охорони праці /Під ред. М.П. Купчика. – К.: Основа, 2000.-418с.
- 7 Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. – К.: Каравела; Львів: Новий Світ – 2000, 2003. – 408с.