

ПРАКТИЧНА РОБОТА №4

Тема: Розрахунок захисного заземлення.

Мета: Закріплення та поглиблення теоретичних знань і набуття практичних навичок з розрахунку опору заземлюючого пристрою.

Література: [1] с. 348-353; [2] с. 169-175; [3] с. 340-346.

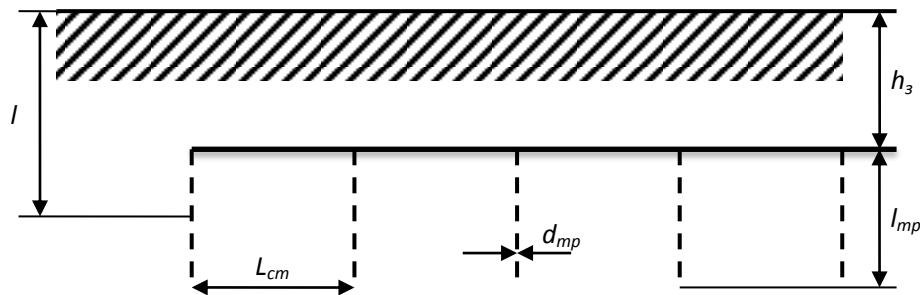
ПРОГРАМА РОБОТИ

1. Ознайомитись із методикою розрахунку опору заземлюючих пристроїв, розглянути фактори, від яких він залежить.

2. Занести в звіт формули, необхідні для розрахунку опору заземлювачів, а також норми опору заземлюючих пристроїв.

3. Розрахувати заземлення для стаціонарної установки, заземлювачі якої розміщені в один ряд і занурені в ґрунт на глибину $h_3 = 80$ см (рис. 4.1). Вихідні дані для розрахунку наведені в табл. 4.1.

4. Зробити висновок про відповідність отриманого розрахункового значення опору його нормативному значенню.



Таблиця 4.1 – Вихідні дані для розрахунку заземлення

Параметр	№ варіанту			
	I	II	III	IV
Вид заземлювача	стрижневий		трубчастий	
Довжина заземлювача, l_{mp} , см	500	300	600	250
Діаметр заземлювача, d_{mp} , см	2	4	2	6
Ширина з'єднувальної смуги, b_c , см	5	4	5	4
Ґрунт	супісок	глина	пісок	чорнозем
Кліматична зона	III	I	II	II

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Заземлювач характеризується *опором*, що навколишня земля робить стікаючому з його струму.

Ґрунт мінерального або органічного походження, у якому відбувається розтікання струму з заземлювача, має в сухому стані незначну електропровідність твердої основи. Однак різні солі і кислоти, що утримуються в землі, при наявності вологи створюють електроліти, що і визначають в основному електропровідність землі. Чим менше розміри часток ґрунту, тим більше його вологоємність. Пісок має пористу структуру, бідний електролітами і має дуже малу вологоємність, гли-

на і перегній мають колоїдну будівлю часток, значну вологоємність, багаті електролітами і кращі для розміщення заземлювачів.

Наближені значення питомого опору деяких ґрунтів $\rho_{табл.}$ наведені в табл. 4.2.

У загальному випадку ґрунт, у якому розміщаються заземлювачі, є неоднорідним по глибині. Проектування заземлюючого пристрою, повинне вестися з урахуванням неоднорідності ґрунту на підставі результатів безпосередніх вимірів питомого опору різних горизонтальних шарів ґрунту методом вертикального електричного зондування і з урахуванням сезонних змін питомого опору верхнього шару.

У відповідності до вимог ПУЕ допустимий опір розтіканню струму в заземленні R_z для мереж з напругою до 1000 В складає 4 Ом.

Таблиця 4.2 – Приблизні значення питомих опорів ґрунтів, $\rho_{табл.}$

Ґрунт	Значення, які рекомендуються для розрахунків, Ом·см
Пісок	70000
Супісок	30000
Суглинок	10000
Глина	4000
Чорнозем	2000
Ґорф	2000

Підвищувальні коефіцієнти для труб вертикальних заземлювачів $K_{П.Т}$ та для з'єднувальної полоси $K_{П.С}$, які враховують зміну опору ґрунту в різні пори року залежно від наявності опадів наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Значення підвищувальних коефіцієнтів $K_{П.Т}$, $K_{П.С}$ за кліматичними зонами

Кліматична зона	Тип заземлювачів	
	Горизонтально прокладені заземлювачі (полосові та ін.) при глибині від поверхні ґрунту $h_z=0,8$ м, $K_{П.С}$	Стрижневі вертикально встановлені заземлювачі при глибині від поверхні землі $h_b=0.5-0.8$ м, $K_{П.Т}$
I	4,5–7	1,8–2
II	3,5–4,5	1,6–1,8
III	2,5–4	1,4–1,6
IV	1,5–2	1,2–1,4

Значення коефіцієнта екранування труб при числі труб n_T , а також з'єднувальних смуг наведені в табл. 4.4-4.5.

Таблиця 4.4 – Коефіцієнти екранування вертикальних заземлювачів.

Кількість вертикальних заземлювачів, n_T , шт.	Коефіцієнт екранування вертикальних заземлювачів, $\eta_{E.T}$
2	0,85
3	0,78
5	0,7
10	0,59
15	0,55
20	0,49
40	0,41
60	0,39
100	0,36

Таблиця 4.5 – Коефіцієнт екранування з'єднувальних смуг $\eta_{E.З.С}$ при розташуванні заземлювачів в ряд (чисельник) чи по чотирикутному контуру (знаменник)

Кількість вертикальних заземлювачів	4	5	6	10	20	30	50	60	100
Коефіцієнт екранування з'єднувальних смуг $\eta_{E.З.С}$	$\frac{0.77}{0.45}$	$\frac{0.74}{0.4}$	$\frac{0.67}{0.36}$	$\frac{0.62}{0.34}$	$\frac{0.42}{0.27}$	$\frac{0.31}{0.24}$	$\frac{0.21}{0.21}$	$\frac{0.2}{0.2}$	$\frac{0.19}{0.19}$

АЛГОРИТМ РОЗРАХУНКУ ЗАЗЕМЛЕННЯ

1. У відповідності до вимог ПУЕ визначаємо допустимий опір розтіканню струму в заземленні: $R_z = 4$ Ом (для мереж з напругою до 1000 В).

2. Визначаємо питомий опір ґрунту, $\rho_{табл}$, який рекомендовано для розрахунків, Ом·см (табл. 4.2).

3. Визначаємо підвищувальні коефіцієнти для труб вертикальних заземлювачів $K_{П.Т}$ та для з'єднувальної полоси $K_{П.С}$, які враховують зміну опору ґрунту в різні пори року залежно від наявності опадів (табл. 4.3).

4. Знаходимо питомий розрахунковий опір ґрунту для вертикальних електродів (труб або стрижнів) з урахуванням несприятливих умов за допомогою підвищувального коефіцієнта:

$$\rho_{розр.т} = \rho_{табл} \cdot K_{П.Т}, \text{ Ом}\cdot\text{см.}$$

5. Визначаємо питомий розрахунковий опір ґрунту для горизонтального заземлювача (з'єднувальної смуги):

$$\rho_{розр.н} = \rho_{табл} \cdot K_{П.С}, \text{ Ом}\cdot\text{см.}$$

6. Розраховуємо відстань від поверхні землі до середини вертикального заземлювача:

$$t = h_3 + \frac{l_{мп}}{2}, \text{ см.}$$

де h_3 – глибина заглиблення труб, см;

$l_{мп}$ – довжина вертикального заземлювача.

7. Знаходимо опір розтіканню струму для одиночного вертикального заземлювача, який розташований нижче від поверхні землі:

$$R_{розр.Т} = 0,366 \frac{\rho_{розр.м}}{l_{мп}} \left(\lg \frac{2l_{мп}}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t + l_{мп}}{4t - l_{мп}} \right), \text{ Ом.}$$

8. Визначаємо відстань між вертикальними заземлювачами $h_{см}$ із співвідношення $c = \frac{L_{см}}{l_{мп}}$. Для стаціонарних заглиблених заземлювачів це співвідношення береться таким: $c = 1$.

$$L_{см} = l_{мп} \cdot c, \text{ см.}$$

9. Розраховуємо необхідну кількість вертикальних заземлювачів без урахування коефіцієнта екранування:

$$n_T = \frac{R_{розр.Т}}{R_3}, \text{ шт.}$$

Результат розрахунку округлюємо до найближчого цілого числа.

10. Знаходимо коефіцієнт екранування труб $\eta_{Е.Т}$ при числі труб n_T (табл. 4.4).

11. Визначаємо необхідну кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта екранування:

$$n_{Т.Е} = \frac{R_{розр.Т}}{R_3 \cdot \eta_{Е.Т}}, \text{ шт.}$$

Результат розрахунку округлюємо до найближчого цілого числа.

12. Знаходимо розрахунковий опір розтіканню струму при взятому числі вертикальних заземлювачів $n_{Т.Е}$:

$$R_{розр.н_{Т.Е}} = \frac{R_{розр.Т}}{n_{Т.Е} \cdot \eta_{Е.Т}}, \text{ Ом.}$$

13. Знаходимо довжину з'єднувальної смуги:

$$L_{3.С} = 1,05 L_{см} (n_{Т.Е} - 1), \text{ см.}$$

14. Визначаємо опір розтіканню струму в з'єднувальній смугі:

$$R_{3.С} = 0,366 \frac{\rho_{розр.н}}{L_{3.С}} \lg \frac{2L_{3.С}^2}{h_3 \cdot b_С}, \text{ Ом.}$$

де h_3 – глибина заглиблення вертикальних заземлювачів, см;

$b_С$ – ширина з'єднувальної смуги, см.

15. Знаходимо коефіцієнт екранування для з'єднувальної смуги $\eta_{Е.3.С}$ (табл. 4.5).

16. Визначаємо розрахунковий опір для розтікання електричного струму в з'єднувальній смугі з урахуванням коефіцієнта екранування:

$$R_{розр.С} = \frac{R_{3.С}}{n_{ЕС} \cdot \eta_{Е.3.С}}, \text{ Ом.}$$

де $n_{ЕС}$ – дорівнює 1,

17. Знаходимо загальний розрахунковий теоретичний опір розтіканню струму від вертикальних заземлювачів та з'єднувальної смуги:

$$R_{\text{заг.розр}} = \frac{1}{\frac{1}{R_{\text{розр.Т}}} + \frac{1}{R_{\text{розр.С}}}}, \text{ Ом.}$$

Отриманий результат порівнюємо із допустимим за вимогами ПУЕ значенням опору розтіканню струму в заземленні: $R_{\text{дон}} = 4 \text{ Ом}$.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Що називається захисним заземленням?
2. На чому заснований принцип дії захисного заземлення?
3. Що використовують в якості штучних заземлювачів?
4. Якими приладами вимірюють опір розтіканню струму захисних заземлюючих пристроїв?
5. У яких випадках вимірюють опір розтіканню струму захисних заземлюючих пристроїв?
6. Як на практиці виконується заземлюючий пристрій?
7. Які допустимі величини опору розтіканню струму захисного заземлення установлені ГОСТ12.1.030-81 при напрузі живлення ЕУ до 1000 В?

- Література:**
1. Основи охорони праці: Підручник. 3-тє видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний та ін. – К. : Основа, 2011. – 480 с.
 2. Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І. М. Основи охорони праці. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 264 с.
 3. Основи охорони праці: Навч. посіб. / В.В. Березуцький, Т.С. Бондаренко, Г.Г. Валенко та ін.; За заг. ред. В.В.Березуцького. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Х.: Факт, 2007. – 480 с.