

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота

на правах рукопису

Піонтківський Михайло Петрович

УДК 621.359.4

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування вибору захисного заземлення арматурного цеху
заводу огорожувальних конструкцій
(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Піонтківський М.П.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Денисюк Анатолій Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

к.т.н., доцент кафедри електрифікації,
автоматизації виробництва та інженерної екології

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2024

АНОТАЦІЯ

Піонтківський М.П. Обґрунтування вибору захисного заземлення арматурного цеху заводу огорожувальних конструкцій. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Основною метою роботи є підвищення електробезпеки арматурного цеху заводу огорожувальних конструкцій.

Результатом роботи є розрахунок питомих опорів ґрунту для вертикальних та горизонтальних заземлювачів, кількості вертикальних та горизонтальних заземлювачів, опорів розтікання заземлювачів, коефіцієнтів використання заземлювачів з урахуванням екранування, уточненого опору вертикальних електродів з урахуванням горизонтальної смуги.

Ключові слова: захисне заземлення, захисне занулення, вертикальні та горизонтальні заземлювачі, опори розтікання, арматурний цех.

ABSTRACT

Piontkivskyi M.P. Justification of the choice of protective grounding of the reinforcement shop of the factory of fencing structures. Qualifying work for obtaining a master's degree in specialty 141 - Electric power, electrical engineering and electromechanics - Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

The main goal of the work is to improve the electrical safety of the reinforcement shop of the plant of fencing structures.

The result of the work is the calculation of soil resistivity for vertical and horizontal grounding conductors, the number of vertical and horizontal grounding conductors, the spreading resistance of grounding conductors, the coefficients of the use of grounding conductors taking into account shielding, the refined resistance of vertical electrodes taking into account the horizontal strip.

Keywords: protective grounding, protective zeroing, vertical and horizontal grounding devices. spreading supports, reinforcement shop.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 4 |
| РОЗДІЛ 1. СКЛАД ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ЦЕХУ | 6 |
| Склад електрообладнання публічного акціонерного товариства | 6 |
| Висновки по розділу 1 | 10 |
| РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ЗАХИСНОГО ЗАЗЕМЛЕННЯ ЦЕХУ ЗАВОДУ. | 11 |
| Розрахунок заземлення | 11 |
| Висновки по розділу 2 | 17 |
| РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ. | 18 |
| 3.1. Загальні положення | 18 |
| 3.2 Служба охорони праці | 19 |
| Висновки по розділу 3 | 21 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ | 22 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 23 |

ВСТУП

Актуальність роботи. Захист людини від ураження електричним струмом в разі її роботи на електроустановці є важливою і нагальною задачею. Призначення захисного заземлення - забезпечити захист людини від ураження електричним струмом при дотику до таких частин, якщо в металевих конструктивних частинах електрообладнання виникне напруга (наприклад, внаслідок короткого замикання при пошкодженні ізоляції).

Тому оптимізація системи захисного заземлення та захисного занулення електропостачання є важливою задачею.

Метою роботи є підвищення електробезпеки цеху промислового заводу.

Досягнення поставленої мети у роботі вирішуються наступні задачі:

1. Аналіз структури та складу електрообладнання.
2. Розробка системи захисного заземлення та захисного занулення.

Об'єктом дослідження є аналіз промислових споживачів електричної енергії, щодо вибору системи захисного заземлення.

Предметом дослідження є система електропостачання цеху промислового заводу з розробкою та розрахунком системи захисного заземлення.

Методи досліджень. При виконанні досліджень, використовувалися методи розрахунку систем електропостачання, методи вибору оптимальних рішень, методи системного аналізу, методи математичного моделювання.

Практична значимість результатів роботи:

Розроблені методичні засади, математичні моделі та методи оптимізації вибору системи захисного заземлення та захисного занулення, що дозволяють ефективно вирішувати такі практичні завдання:

1. Оптимізувати вибір системи захисного заземлення типового промислового об'єкту в залежності від його профілю, обсягу виробництва тощо.

2. У перспективі реалізувати можливість вдосконалення системи захисного заземлення за мірою розширення та модернізації виробництва.

Перелік публікацій автора за темою дослідження :

Піонтківський М.П. РОЗРАХУНОК ЗАХИСНОГО ЗАЗЕМЛЕННЯ АРМАТУРНОГО ЦЕХУ ЗАВОДУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Збірник тез науково-практичної конференції за підсумками І-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей «СТУДЕНТСЬКІ ЧИТАННЯ» 20 березня 2024 року. Житомир: Поліський національний університет, 2024.- С 107-108.

Піонтківський М.П., Лук'янець В.М. РОЗРАХУНОК СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

Збірник тез науково-практичної конференції за підсумками І-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей «СТУДЕНТСЬКІ ЧИТАННЯ» 20 березня 2024 року. Житомир: Поліський національний університет, 2024.- С 111-112.

РОЗДІЛ 1

СКЛАД ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ЦЕХУ

Склад електрообладнання Публічного акціонерного товариства

Публічне акціонерне товариство Завод огорожувальних конструкцій

[3] виготовляє каркаси для таких промислових будівель:

- станцій технічного обслуговування;
- торгівельно-розважальних комплексів;
- спортивних споруд;
- конструкцій мостових переходів;
- торгівельно-офісних комплексів;
- логістичних центрів.

Підприємство розташоване на земельній ділянці площею 14,5 га, де розташовані такі будівлі та зони:

- виробничий корпус;
- адміністративно-побутовий корпус;
- ремонтно-будівельна зона;
- склад готової продукції;
- котельня.

Виробничий корпус складається з наступних місць та цехів:

- зміцнювального (арматурного) цеху;
- місця зберігання металу;
- місця готової продукції.

Схему розміщення технологічного обладнання цеху показано на рис 1.1.

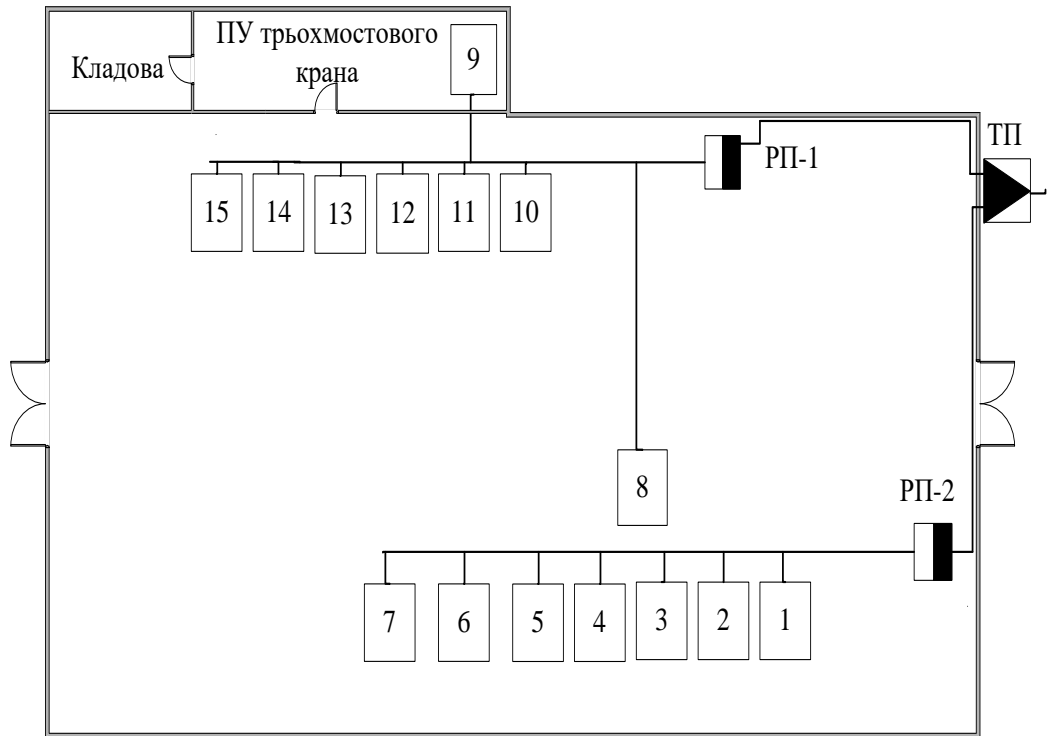


Рисунок 1.1– Розміщення технологічного обладнання цеху

Склад обладнання арматурного цеху наведений у таблиці 1.1:

| № РП | Кіль-ть | $n_{\text{еф}}$ | K_M | Розрахункове навантаження | | |
|---------------|---------|-----------------|-------|---------------------------|---------------|--------------|
| | | | | P_p , кВт' | Q_p , кВар' | S_p , кВА' |
| <i>РП – 1</i> | | | | | | |
| 1,2 | 2 2 | 5 | 1,8 | 149 | 62,8 | 161 |
| 3,4,5 | 3 3 | | | | | |
| 6,7 | 2 2 | | | | | |
| <i>РП – 2</i> | | | | | | |
| 8 | 9 1 | | | | | |

| | | | | | | |
|--------------|----|----|------|-----|------|-----|
| 9 | 1 | 77 | 1,85 | 203 | 11,8 | 203 |
| 10,11,12 | 93 | | | | | |
| 13,14,15 | 3 | | | | | |
| <i>Разом</i> | | | | 397 | 77 | 369 |

На рисунку 1.2 показані центри електричних навантажень і радіуси кіл навантажень в окремих частинах цеху.

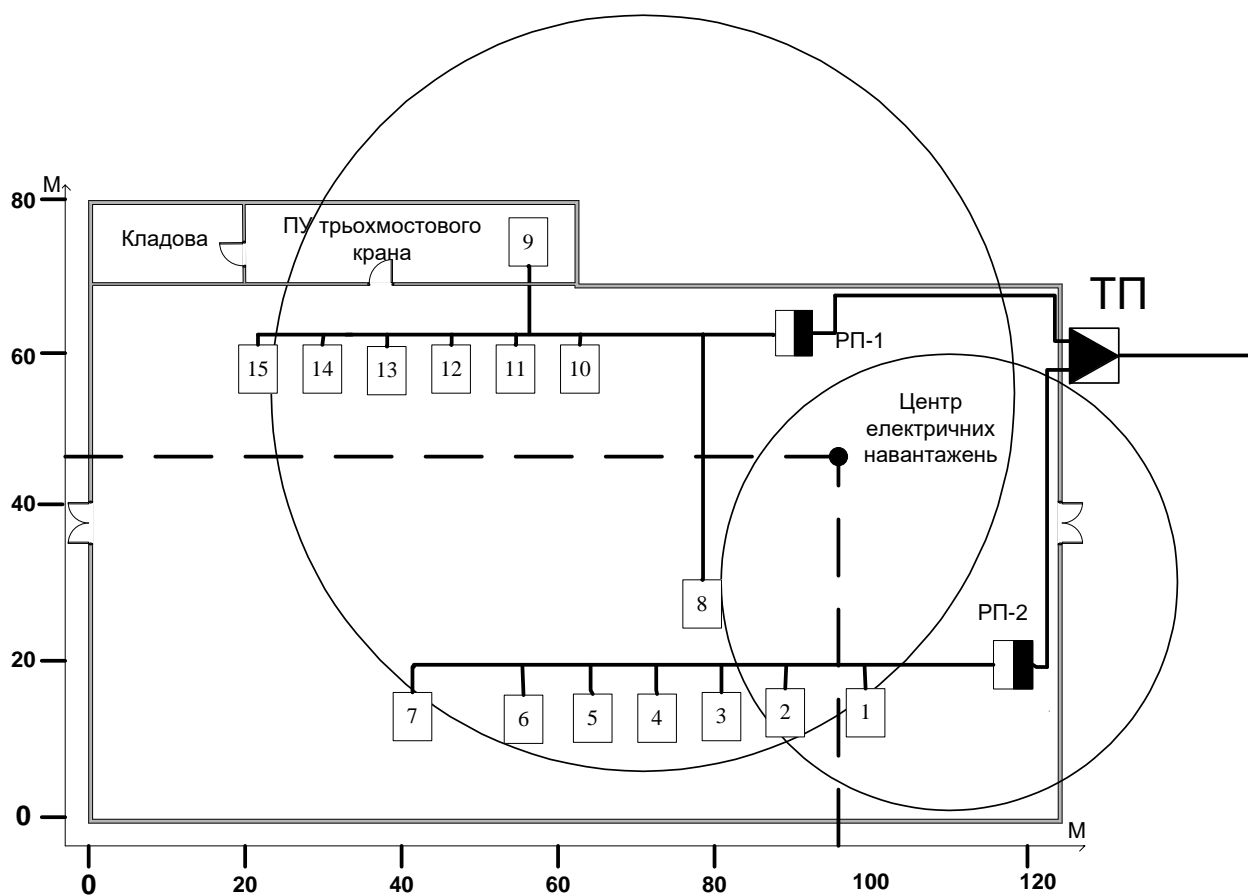


Рисунок 1.2. Картограма навантажень та схема розміщення основних елементів електропостачання цеху

Структурна схема електропостачання досліджуваного цеху показана на рисунку 1.3.

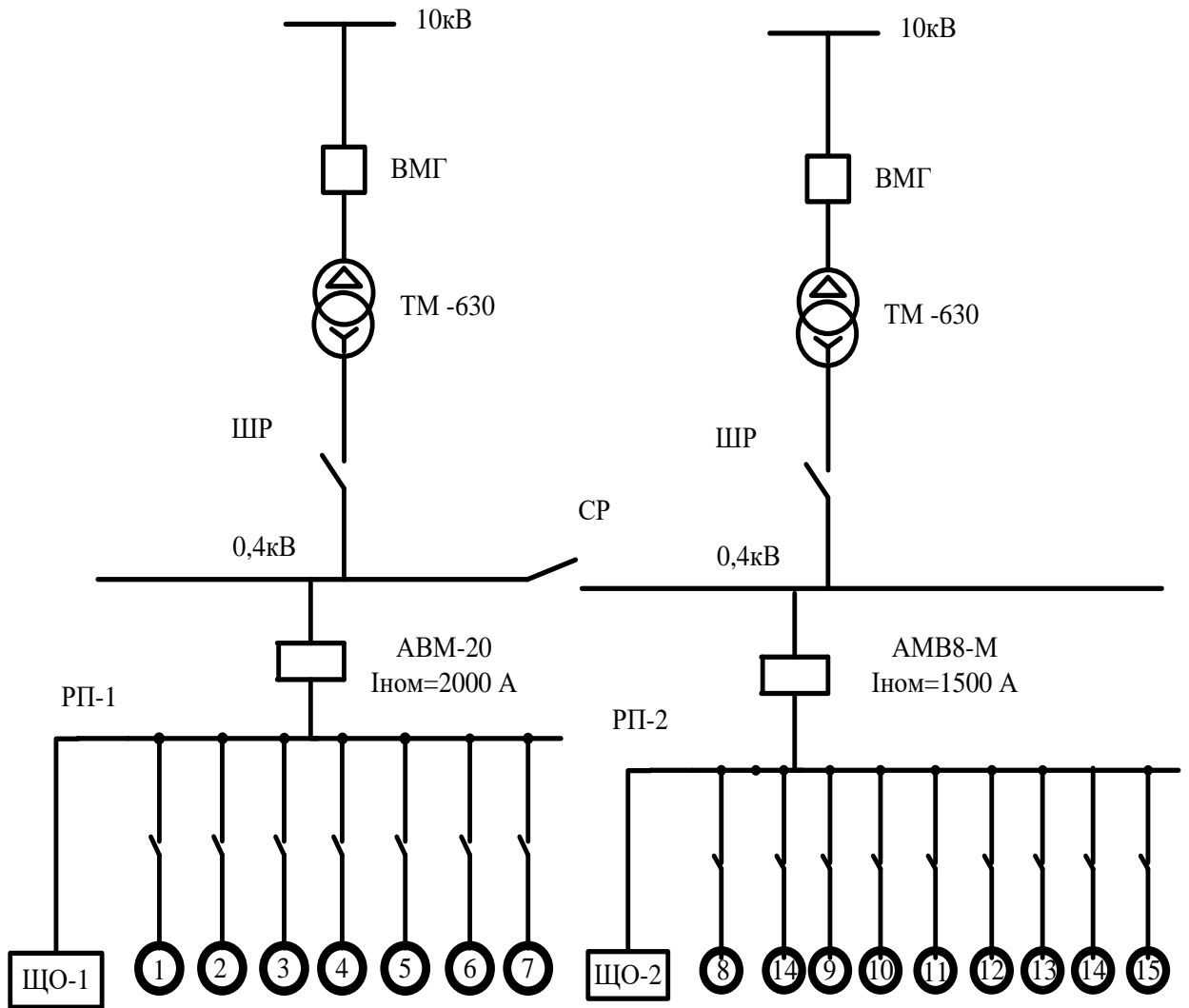


Рисунок 1.3. – Схема електропостачання цеху

Висновки по першому розділу

В даному розділі було наведено схему розміщення технологічного обладнання цеху, склад устаткування цеху, центри електричних навантажень і радіуси кіл навантаження для окремих ділянок ділянки цеху та структурна схема електропостачання цеху.

В цеху здійснюється серійне виробництво, відповідно він належить до другої категорії надійності.

РОЗДІЛ 2.

РОЗРАХУНОК ЗАХИСНОГО ЗАЗЕМЛЕННЯ ЦЕХУ ЗАВОДУ

Розрахунок заземлення

Захисне заземлення знижує напругу дотику до відносно безпечних значень при замиканні на будинок шляхом зниження потенціалу заземленого обладнання, вирівнювання потенціалів шляхом збільшення потенціалу місця, де стоїть людина, до близьких значень відносно потенціалу заземлених структурних частин обладнання [5].

Розрахунок захисного заземлення необхідно виконувати в тому випадку, якщо заземлювальне обладнання розташоване в однорідному ґрунті. При цьому враховують опір верхнього шару землі (шару сезонних змін), який виникає внаслідок промерзання або висихання ґрунту. Розрахунок, в основі якого лежать коефіцієнти використання провідності заземлювача, називається методом коефіцієнтів використання. Виконується як простими, так і складними груповими заземлювачами.

Значення опору R захисного заземлення необхідно використовувати при розрахунку заземлювачів в однорідному ґрунті за методом коефіцієнтів визначається в такому порядку [4]:

- розрахувати опір заземлювача R_3 . За даними ПУЕ найбільше допустиме значення R_3 поширюється на установки до 1000 В[1]:
- визначаємо необхідний опір штучного заземлювача $R_{ш}$:

$$R_{ш} = \frac{R_e \cdot R_3}{R_e - R_3}, \quad (2.1)$$

де R_e – опір розтікання природного заземлювача, Ом;

R_3 – необхідний опір заземлювача, Ом;

- розраховуємо кількість вертикальних і довжину горизонтальних електродів:

$$n = \frac{4 \cdot \sqrt{S}}{a'}, \quad (2.2)$$

де n – кількість вертикальних електродів, штук;

S – площа цеху, m^2 ;

a' – задана відстань між електродами, м.

$$l_r = 2a + 2b, \quad (2.3)$$

де l_r – сумарна довжина горизонтальних електродів, м;

a – ширина сторони цеху, м;

b – довжина сторони цеху, м. довжина сторони цеху, м.

– розраховуємо опори розтікання вертикального R_B та горизонтального R_r електродів:

$$R_B = \frac{\rho_{роз.в}}{2 \cdot \pi \cdot l_B} \left(\ln \frac{2l_B}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + l_B}{4t - l_B} \right), \quad (2.4)$$

де

$\rho_{роз.в}$ – розрахунковий питомий опір землі для вертикального електрода, Ом·м;

l_B – довжина вертикальних стрижневих електродів, м;

d – діаметр електрода, мм;

t – глибина занурення верхнього кінця електрода в землю, м.

$$R_{\Gamma} = \frac{\rho_{\text{роз.г}}}{2 \cdot \pi \cdot l_{\Gamma}} \cdot \ln \frac{2l_{\Gamma}}{0,5 \cdot b' \cdot t}, \quad (2.5)$$

де $\rho_{\text{роз.г}}$ – розрахунковий питомий опір для горизонтального електрода, Ом·м;

l_{Γ} – довжина горизонтальних електродів, м;

- за даними таблиці 2.1 та таблиці 2.2 визначаємо коефіцієнти використання для вертикальних та горизонтальних електродів η_B та η_{Γ} :

$$R = \frac{R_B \cdot R_{\Gamma}}{R_B \cdot \eta_{\Gamma} + R_{\Gamma} \cdot \eta_B \cdot n}, \quad (2.6)$$

Для розрахунку заземлювача використовуємо такі вихідні дані:

- ділянка виробничого цеху $S = 9000 \text{ м}^2$ з понижувальною підстанцією 10/0,4 кВ. Пристрій заземлення передбачається складати з вертикальних стрижневих електродів довжиною $l_{\Gamma} = 5 \text{ м}$, діаметр $d = 12 \text{ мм}$ і відстань між ними $a' = 5 \text{ м}$ і горизонтальні електроди (поперечний переріз сталеві стрічки 4x40 мм) в глибину $t = 0,8 \text{ м}$. Розрахункове значення питомого опору ґрунту на місці будівництва захисного заземлення приймається з таблиці (чорнозем $\rho = 20 \text{ Ом} \cdot \text{м}$). Коефіцієнти вертикального укладання K_B і горизонтальне укладання K_{Γ} з додатку В (для третього кліматичного регіону $K_B = 1,3$, $K_{\Gamma} = 2,5$).

Розрахункові питомі опори ґрунту для вертикальних і горизонтальних заземлювачів визначаються [4]:

$$\rho_{роз.в} = K_в \cdot \rho \text{ Ом}\cdot\text{м}, \quad (2.7)$$

Таблиця 2.1 – Коефіцієнти використання вертикальних $\eta_в$ електродів [4]

| a/l | Кількість заземлюючих пристроїв | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2 | 4 | 6 | 10 | 20 | 40 | 60 | 100 |
| <i>Розміщення за контуром</i> | | | | | | | | |
| 1 | - | 0,71 | 0,63 | 0,58 | 0,49 | 0,43 | 0,41 | 0,38 |
| 2 | - | 0,8 | 0,75 | 0,71 | 0,65 | 0,61 | 0,57 | 0,54 |
| 3 | - | 0,87 | 0,82 | 0,79 | 0,73 | 0,68 | 0,66 | 0,65 |

Таблиця 2.2 – Коефіцієнти використання горизонтальних $\eta_г$ електродів [4]

| a/l | Кількість заземлюючих пристроїв | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2 | 4 | 6 | 10 | 20 | 40 | 60 | 100 |
| <i>Розміщення за контуром</i> | | | | | | | | |
| 1 | - | 0,47 | 0,42 | 0,36 | 0,29 | 0,24 | 0,22 | 0,21 |
| 2 | - | 0,57 | 0,51 | 0,42 | 0,34 | 0,31 | 0,29 | 0,25 |
| 3 | - | 0,72 | 0,66 | 0,58 | 0,47 | 0,41 | 0,38 | 0,35 |

$$\rho_{роз.г} = K_г \cdot \rho \text{ Ом}\cdot\text{м}, \quad (2.8)$$

Так, у випадку з чорноземом:

$$\rho_{роз.в} = 1,3 \cdot 20 = 26 \text{ Ом}\cdot\text{м},$$

$$\rho_{роз.г} = 2,5 \cdot 20 = 50 \text{ Ом}\cdot\text{м},$$

Металеву технологічну конструкцію використаємо в якості природного заземлювача з $R_e = 15 \text{ Ом}$.

Розрахунок виконується за вказаним порядком [2]:

- згідно ПУЕ необхідний опір заземлюючого пристрою складає:

$$R_3 = 4 \text{ Ом};$$

- за формулою (2.1) визначаємо необхідний опір штучного заземлювача $R_{ш}$.

$$R_{ш} = \frac{15 \cdot 4}{15 - 4} = 5,5 \text{ Ом};$$

- розраховуємо кількість вертикальних та довжину горизонтальних електродів за формулами (2.2), (2.3):

$$n = \frac{4 \cdot \sqrt{9000}}{5} = 76 \text{ штук},$$

$$l_2 = 2 \cdot 80 + 2 \cdot 120 = 400 \text{ м};$$

- за формулами (2.4), (2.5) розраховуємо опори розтікання вертикального R_B та горизонтального R_G електродів:

$$R_B = \frac{26}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \left(\ln \frac{2 \cdot 5}{0,012} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 3,3 + 5}{4 \cdot 3,3 - 5} \right) = 5,7 \text{ Ом};$$

$$R_r = \frac{50}{2 \cdot 3,14 \cdot 400} \cdot \ln \frac{2 \cdot 400}{0,5 \cdot 0,04 \cdot 0,8} = 0,4 \text{ Ом.}$$

- за даними таблиці (2.1) та таблиці (2.2) обираємо коефіцієнти використання для вертикальних та горизонтальних електродів $\eta_s = 0,4$ та $\eta_z = 0,21$:

- розраховуємо розрахунковий опір заземлювача R за формулою (2.6):

$$R = \frac{5,7 \cdot 0,4}{5,7 \cdot 0,21 + 0,3 \cdot 0,4 \cdot 76} = 0,26 \text{ Ом.}$$

У підсумку, розроблене заземлююче обладнання складається з контурних 56 вертикальних стрижневих електродів з $l_e = 5 \text{ м}$ і $d = 12 \text{ мм}$ і горизонтального електрода у вигляді сталевій смуги довжиною 400 м , перетином $4 \times 40 \text{ мм}^2$, занурених у землю на $0,8 \text{ м}$.

Висновки по розділу

Так і в цьому розділі визначено опір захисного заземлення та захисного занулення, що значно підвищує електробезпеку. Розраховано питомі опори ґрунту для вертикальних та горизонтальних заземлювачів, кількість вертикальних та горизонтальних заземлювачів, опори розтікання заземлювачів.

Результат розрахунків відповідає вимогам ПУЕ, ПТЕ і БНіП.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Загальні положення

Основною метою охорони праці є створення безпечних умов праці, безпечна експлуатація обладнання на всіх робочих місцях, зменшення або повна нейтралізація впливу на організм людини шкідливих і небезпечних виробничих факторів і, як наслідок, рівень виробничого травматизму та професійних захворювань [5].

Інструкція з охорони праці — це нормативний документ, який встановлює правила безпеки робіт, які виконуються робітниками і службовцями у виробничих приміщеннях, на території підприємства та на будівельних майданчиках.

Правила з охорони праці поділяються на типові інструкції та інструкції для працюючих на даному підприємстві [4].

Якщо людина через поломку або порушення ізоляції струмоведучих частин доторкнеться до струмоведучих частин або металевих частин електрообладнання, вона може отримати ураження електричним струмом. Ураження електричним струмом може бути смертельним. З метою уникнення ураження електричним струмом осіб, які працюють на обладнанні напругою до 1000 В і більше, повинні бути встановлені заземлювальні пристрої, а металеві частини електрообладнання та апаратури заземлені.

Обладнання заземлення повинно відповідати вимогам, які визначаються способом роботи мереж і захистом від перенапруги.

Тіло людини має певний електричний опір, який коливається в широких межах (500...100 000 Ом) і залежить від багатьох причин [4].

У розрахунках безпеки опір тіла людини зазвичай приймається рівним 1000 Ом.

Найбільш небезпечними для життя людини є шляхи струму «рука-рука» і «рука-нога» в організмі людини, оскільки в цьому випадку струм проходить через життєво важливі органи і вражає центральну нервову систему. основні артерії та органи дихання.

Електричний струм може мати на людину наступні впливи [4]:

- біологічний – ураження життєво важливих систем, таких як нервова, серцева та дихальна системи;
- тепловий – опіки;
- механічний – розриви тканин організму.

Якщо цей струм пройде з руки на руку або з руки на ногу протягом 3 секунд, може статися зупинка серця.

Як постійний, так і змінний струм небезпечні для людини, але змінний струм промислової частоти більш небезпечний. Зі збільшенням частоти змінного струму ризик отримання травми зменшується.

Відповідно до існуючої класифікації даний виробничий цех віднесений до категорії підвищеної небезпеки через небезпеку ураження електричним струмом через струмопровідну металеву підлогу в цеху, а також через контакт з гострими частинами обертових машин.

3.2 Служба охорони праці

Фахівці служби охорони праці мають право виявляти порушення правил охорони праці правильно [5]:

- давати обов'язкові для виконання вказівки керівникам структурних підрозділів підприємства щодо усунення виявлених недоліків, одержувати від них необхідну інформацію, документацію, роз'яснення з питань охорони праці;
- особа, яка не пройшла медичний огляд, навчання, навчання чи перевірку знань, передбачених законом, і не має доступу до відповідної роботи

або не відповідає вимогам законодавства про охорону праці, може бути відсторонена від роботи;

- особа, яка не пройшла медичний огляд, навчання, навчання чи перевірку знань, передбачених законом, і не має доступу до відповідної роботи або не відповідає вимогам законодавства про охорону праці, може бути відсторонена від роботи;

Висновки за розділом

В даному розділі роботи розглянуто:

- мета охорони праці;
- правила з охорони праці
- нормативні документи з охорони праці;
- вплив електричного струму на людину;
- вимоги щодо обладнання заземлення;
- небезпечні для життя людини шляхи протікання струму;
- права фахівців служби охорони праці.

Відповідно до існуючої класифікації даний виробничий цех віднесений до категорії підвищеної небезпеки через небезпеку ураження електричним струмом через струмопровідну металеву підлогу в цеху, а також через контакт з гострими частинами обертових машин.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі було наведено схему розміщення технологічного обладнання цеху, склад обладнання цеху, центри електричних навантажень і радіуси кругів навантаження для кожної ділянки цеху та структурна схема електропостачання цеху.

Цех належить до другої категорії надійності через ту обставину, що тут здійснюється серійне виробництво.

В ході роботи було визначено опір захисного заземлення та захисного занулення, що значно підвищує електробезпеку. Розраховано питомі опори ґрунту для вертикальних та горизонтальних заземлювачів, кількість вертикальних та горизонтальних заземлювачів, опори розтікання заземлювачів, коефіцієнти використання заземлювачів з урахуванням екранування.

Результат проведених розрахунків задовільняє вимогам ПУЕ, ПТЕ і БНіП.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ю.Ф. Романюк. Електричні мережі та системи. Навчальний підручник. – Київ: “Знання”, 2007. – 292 с.
2. Лисяк В.Г. Оптимальні режими вузлів навантаження електропостачальних систем. Навчальний посібник, – Львів: “ННІ” 2007. – 251 с.
3. П.М. Монтік Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник – Львів: “Новий Світ”, 2011. – 487 с.
4. Електричні мережі та системи.: Навч. посібник для студ. електроенерг. спец. / М. С. Сегеда; Державний ун-т "Львівська політехніка". - Л.: Каменяр, 1999. - 296 с. - Бібліогр.: с.292-296. - ISBN 5-7745-0766-1
5. Конструкції повітряних ліній електропередачі. Курсове проектування: навч. посібник для студ. спец. 7.090602 "Електричні системи і мережі" / М. О. Головатюк; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2001. - 107 с.: рис. - Бібліогр.: с. 106-107
6. Експлуатація повітряних ліній електропередачі: навч. посіб. для студ. спец. 7.090602 "Електричні системи і мережі" / М. О. Головатюк; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2001. - 129 с.: рис. - Бібліогр.: с. 129
7. Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні: навч. посібник для студ. спец. 7.090601 - "Електричні станції, 7.090602 - "Електричні системи і мережі" / Ю. В. Лук'яненко [та др.]; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2002. - 111 с.: рис. - Бібліогр.: с.111.
8. Попова І.О., Курашкін С.Ф., Вовк О.Ю. Теоретичні основи електротехніки, частина 3: Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти – Мелітополь: “Люкс”, 2020. – 211 с.
9. Загальна електротехніка. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти / В.В. Овчаров, О.Ю. Вовк О.Ю. – Мелітополь: ВПЦ “Люкс”, 2018. – 310 с.

10. Електроніка та мікросхемотехніка. Підручник / Квітка С.О. – –
Мелітополь: ВПЦ “Люкс”, 2019. – 223 с.