

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота

на правах рукопису

Грищенко Іван Олександрович

УДК 621.359.4

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування варіанту вибору захисного заземлення та блискавкозахисту
заводу виробництва автозапчастин
(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

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

Грищенко І.О.

(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)

АНОТАЦІЯ

Грищенко І.О. Обґрунтування вибору захисного заземлення та блискавкозахисту заводу виробництва автозапчастин

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Основною метою роботи є підвищення електробезпеки заводу.

Результатом роботи є розрахунок пристроїв та елементів системи захисного заземлення та блискавкозахисту.

Ключові слова: головна понижуюча підстанція, вертикальні та горизонтальні заземлювачі, опорів розтікання, екранування, опір розтікання, питомий опір ґрунту.

ABSTRACT

Hryshchenko I.O. Justification of the choice of protective grounding and lightning protection of the auto parts production plant

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 plant.

The result of the work is the calculation of devices and elements of the protective grounding and lightning protection system.

Key words: the main step-down substation, vertical and horizontal earthing devices, leakage resistances, shielding, leakage resistance, soil resistivity.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. СКЛАД ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ЗАВОДУ ВИРОБНИЦТВА АВТОЗАПЧАСТИН	6
Висновки по розділу 1	10
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ЗАЗЕМЛЕННЯ І БЛИСКАВКОЗАХИСТУ ГПП	11
2.1. Розрахунок захисного заземлення ГПП	11
2.2. Розрахунок блискавки захисту ГПП	20
Висновки по розділу 2	27
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ	28
3.1. Загальні положення	28
3.2. Заходи щодо техніки безпеки при роботі на заводі	29
Висновки по розділу 3	31
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	33

ВСТУП

Актуальність роботи. Призначення захисного заземлення полягає в тому, щоб у випадку появи напруги на металевих конструктивних частинах електроустаткування забезпечити захист людини від ураження електричним струмом при її доторканні до таких частин.

Метою роботи є підвищення електробезпеки головної понижочої підстанції заводу виробництва автозапчастин.

Задачі, що вирішуються при цьому:

1. Дослідження структури заводу.
2. Розробка системи захисного заземлення та блискавкозахисту ГПП заводу виробництва автозапчастин.

Об'єктом дослідження є аналіз споживачів, щодо вибору системи захисного заземлення та захисту від блискавок.

Предметом дослідження є система електробезпеки заводу виробництва автозапчастин з розробкою та розрахунком системи захисного заземлення та захисту від блискавок.

Методи досліджень. При виконанні досліджень, використовувалися методи всебічного аналізу, моделювання, оптимальних рішень.

Практична значимість результатів роботи:

Здійснено обґрунтування вибору системи електробезпеки об'єкту, щодо вирішення таких практичних завдань:

1. Обрати найбільш доцільний варіант системи захисного заземлення та захисту від блискавок.
2. У перспективі реалізувати можливість вдосконалення системи захисного заземлення та захисту від блискавок при нарощуванні виробництва.

Перелік публікацій автора за темою дослідження :

Грищенко І.О. РОЗРАХУНОК БЛИСКАВКОЗАХИСТУ ГПП.

Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики «СТУДЕНТСЬКІ ЧИТАННЯ – 2024» 31 жовтня 2024 року. Житомир: Поліський національний університет, 2024.- С 158-15607.

Грищенко І.О. Колесник Д.О. РОЗРАХУНОК СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики «СТУДЕНТСЬКІ ЧИТАННЯ – 2024» 31 жовтня 2024 року. Житомир: Поліський національний університет, 2024.- С 181-182.

Грищенко І.О. Колесник Д.О. ВИБІР ВЕЛИЧИН НАПРУГИ ЖИВЛЕННЯ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА.

Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики «СТУДЕНТСЬКІ ЧИТАННЯ – 2024» 31 жовтня 2024 року. Житомир: Поліський національний університет, 2024.- С 179-180.

РОЗДІЛ 1
СКЛАД ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ЗАВОДУ ВИРОБНИЦТВА
АВТОЗАПЧАСТИН

Генеральний план заводу зображений на рис.1.1.

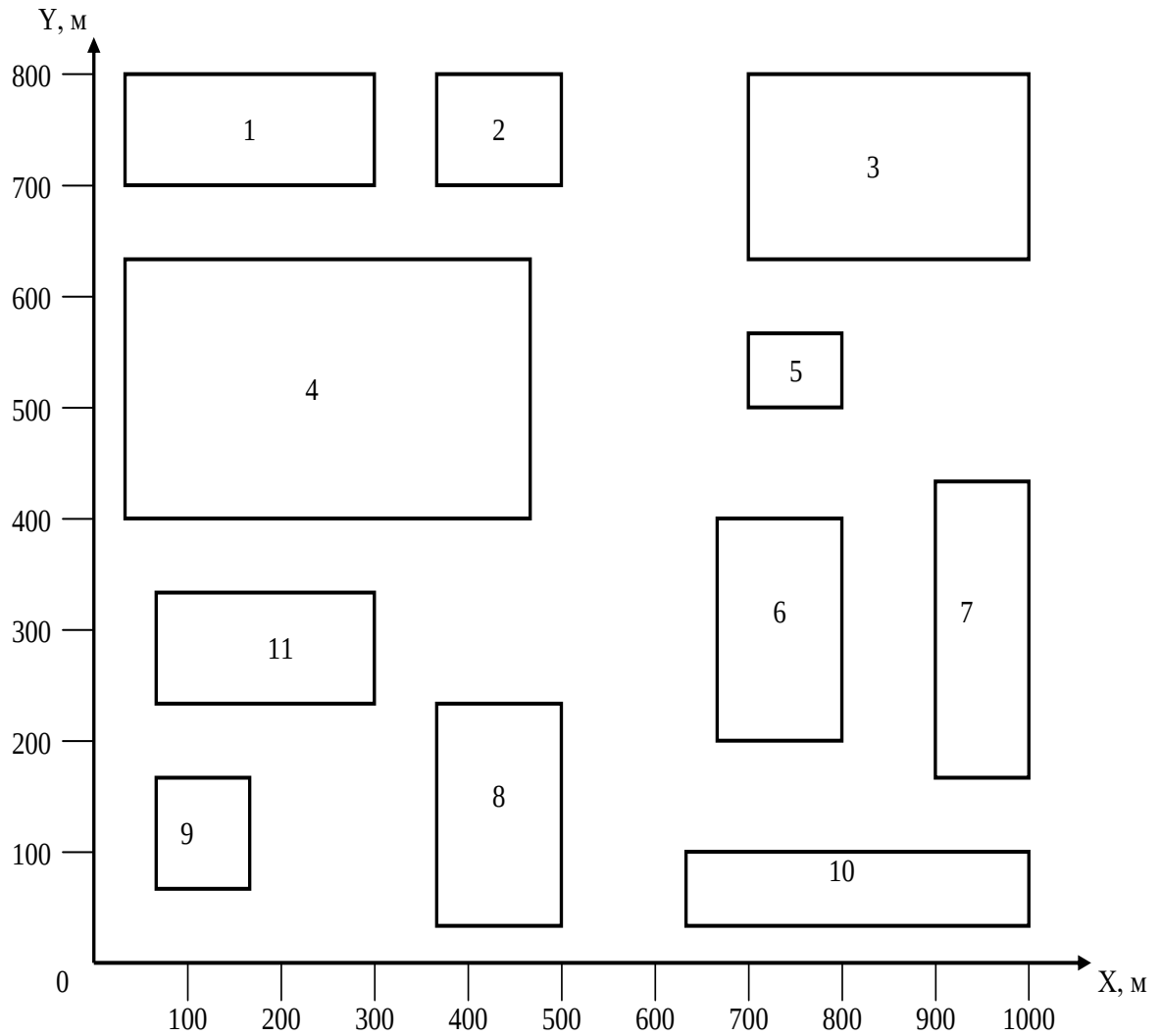


Рис. 1.1. Генеральний план заводу.

До складу входять (табл. 1.1):

Табл. 1.1.

№	Найменування	$P_{вст}, \text{кВт}$
1	Зварювальний цех	3500
2	Цех інструментальний	6000
3	Цех ливарний	10000
4	Цех термічний	8000
5	Цех пресувальний	7000
6	Цех механічно-скадальний	11000
7	Цех заготівельний	2000
8	Котельня + Насосна	600
9	Компресорна	1000
10	Склад	2000
11	Управління	3000

Картограма електричних навантажень та схема електропостачання заводу наведені на рис.1.2 та 1.3.

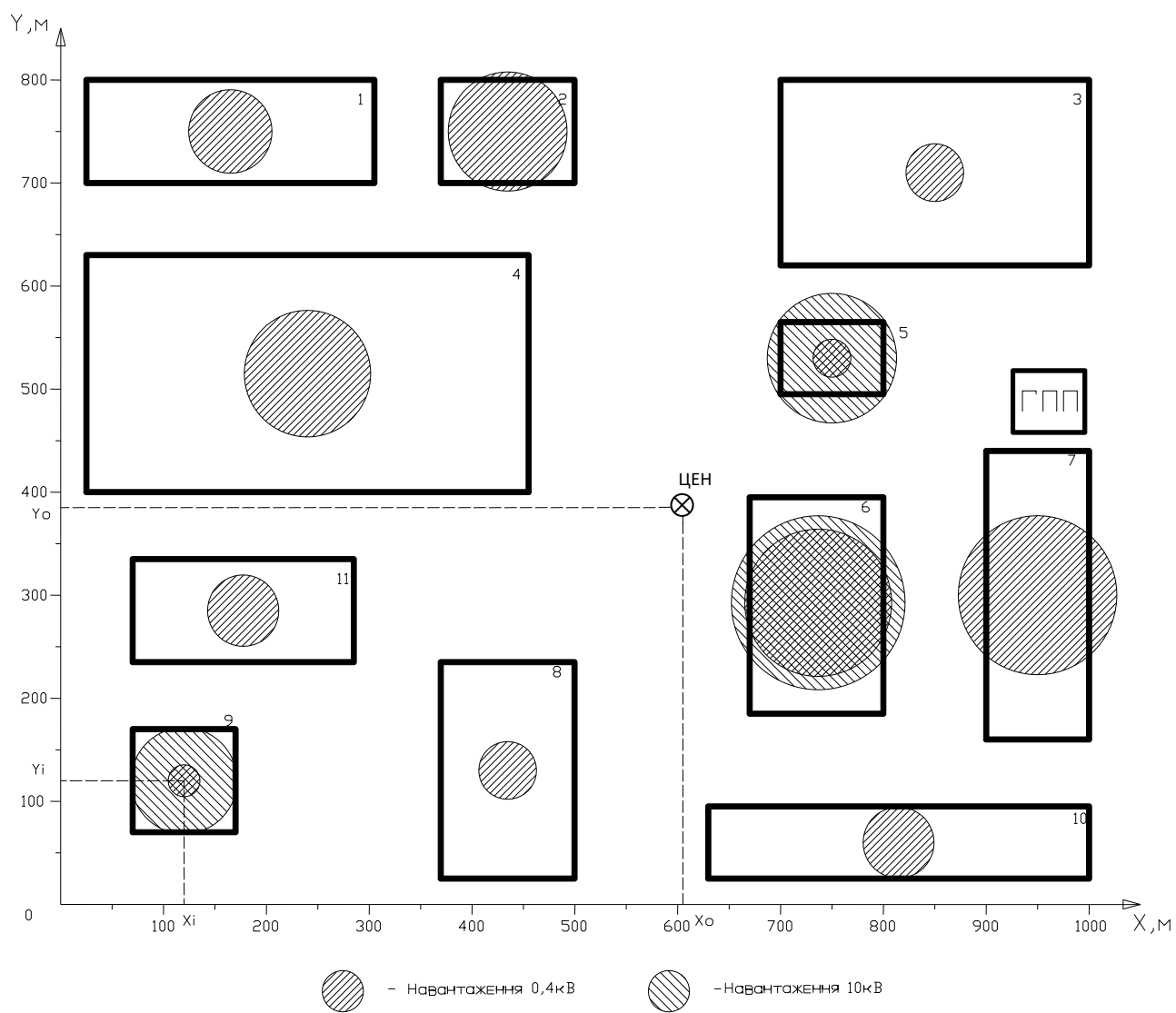


Рисунок 1.2. Картограма навантаження заводу

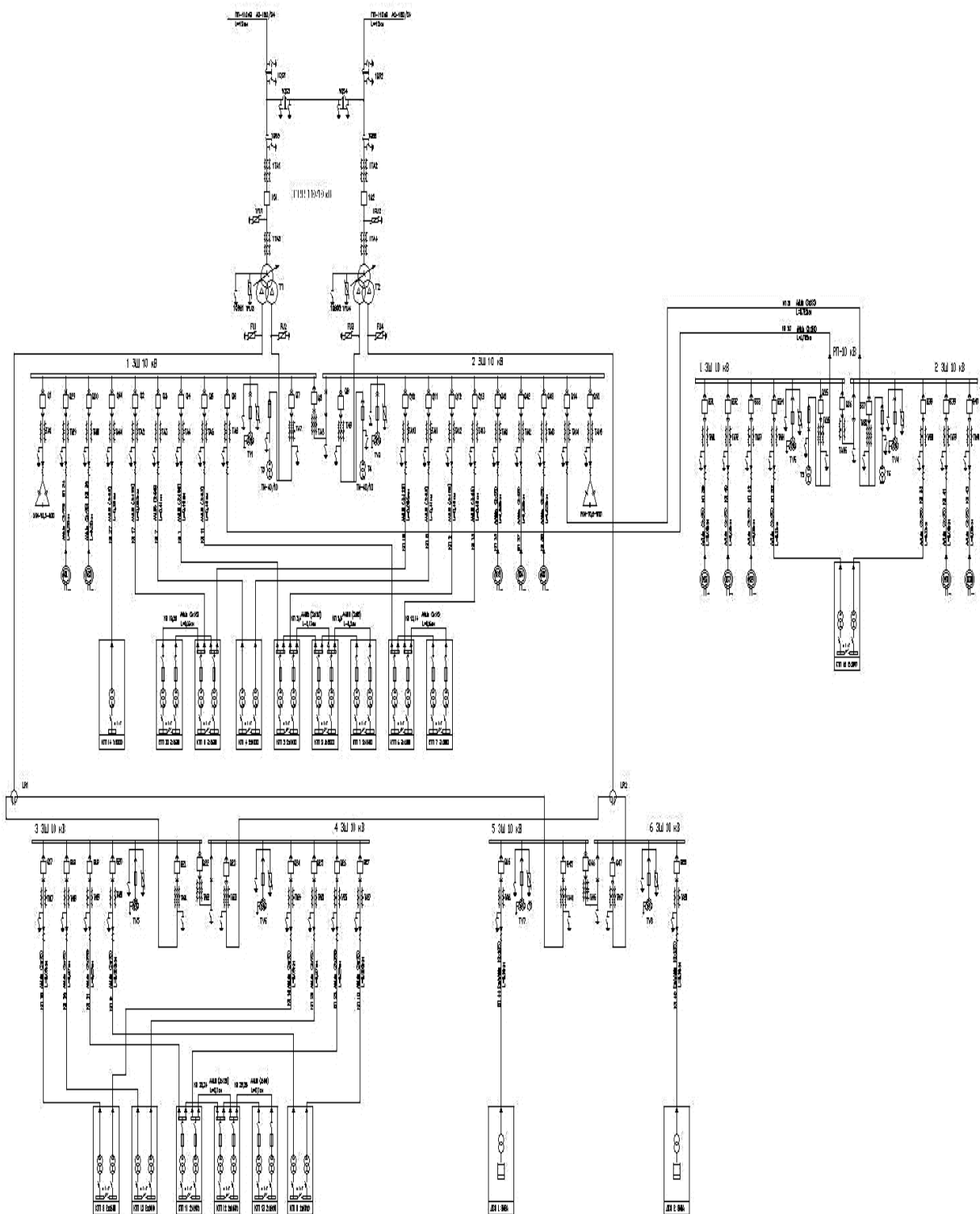


Рисунок 1.3. – Схема електропостачання заводу

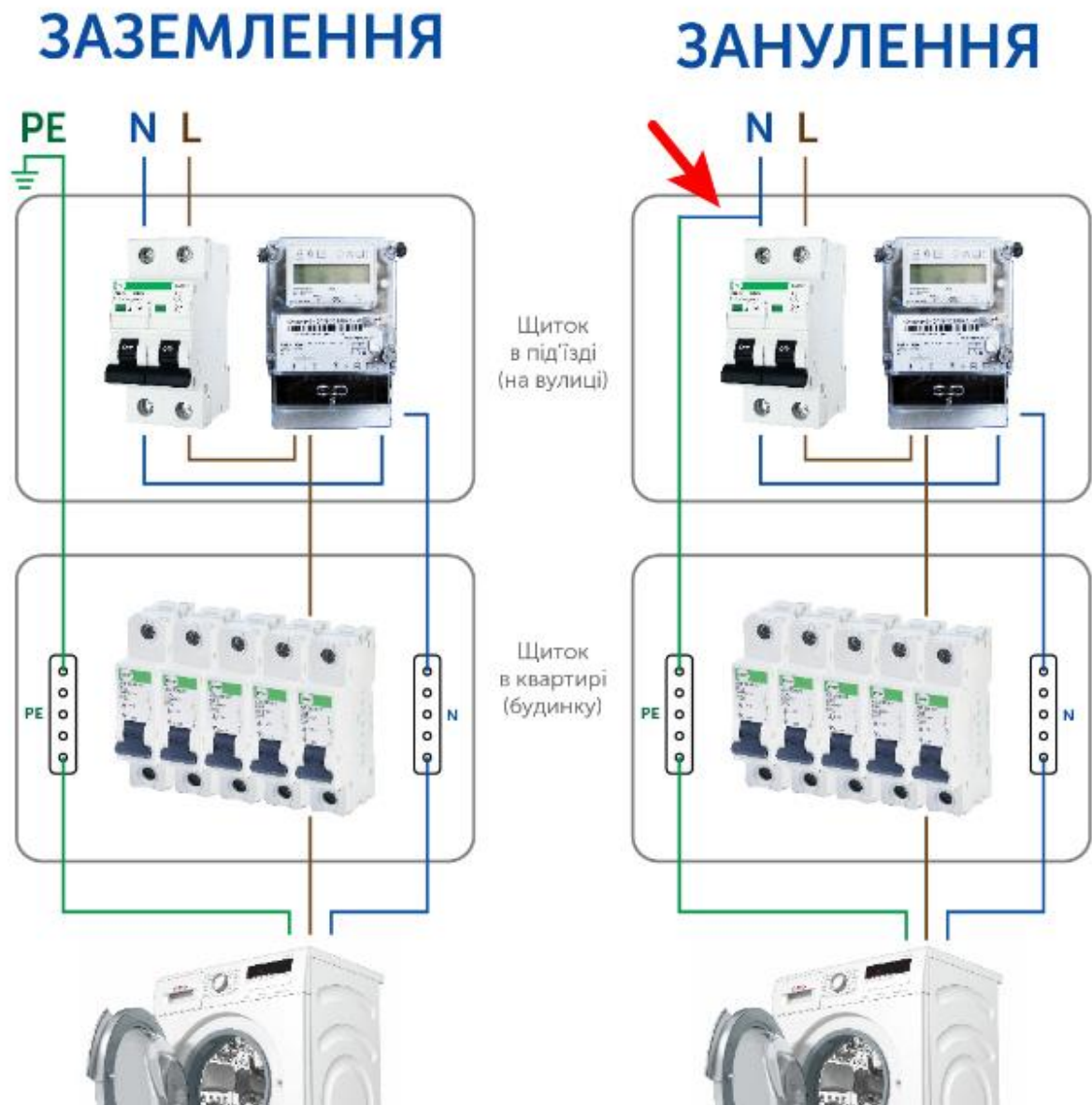
Висновки по першому розділу

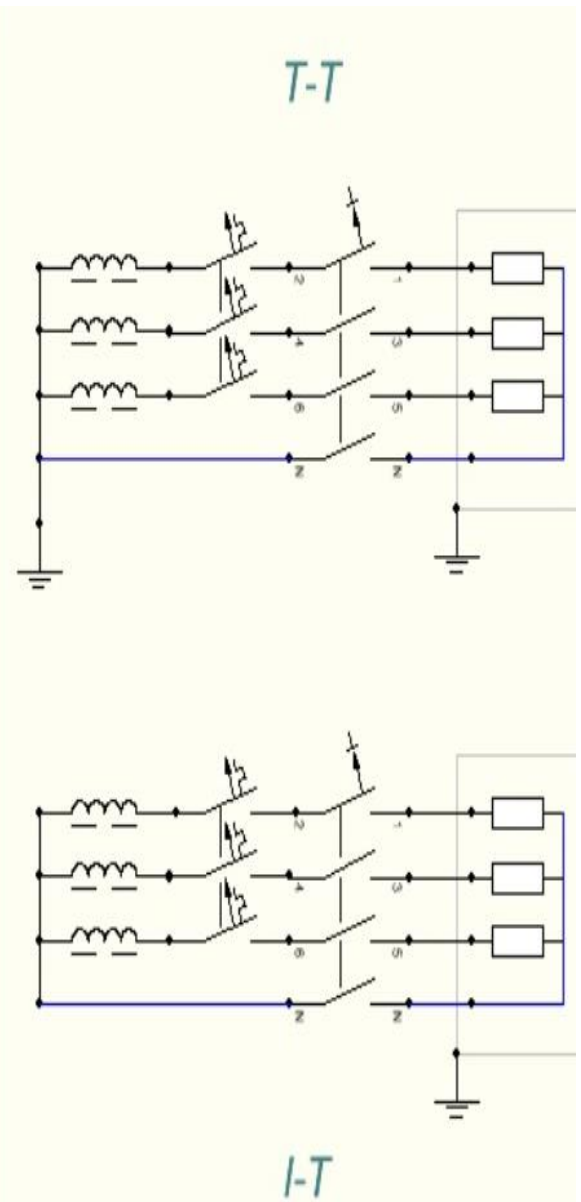
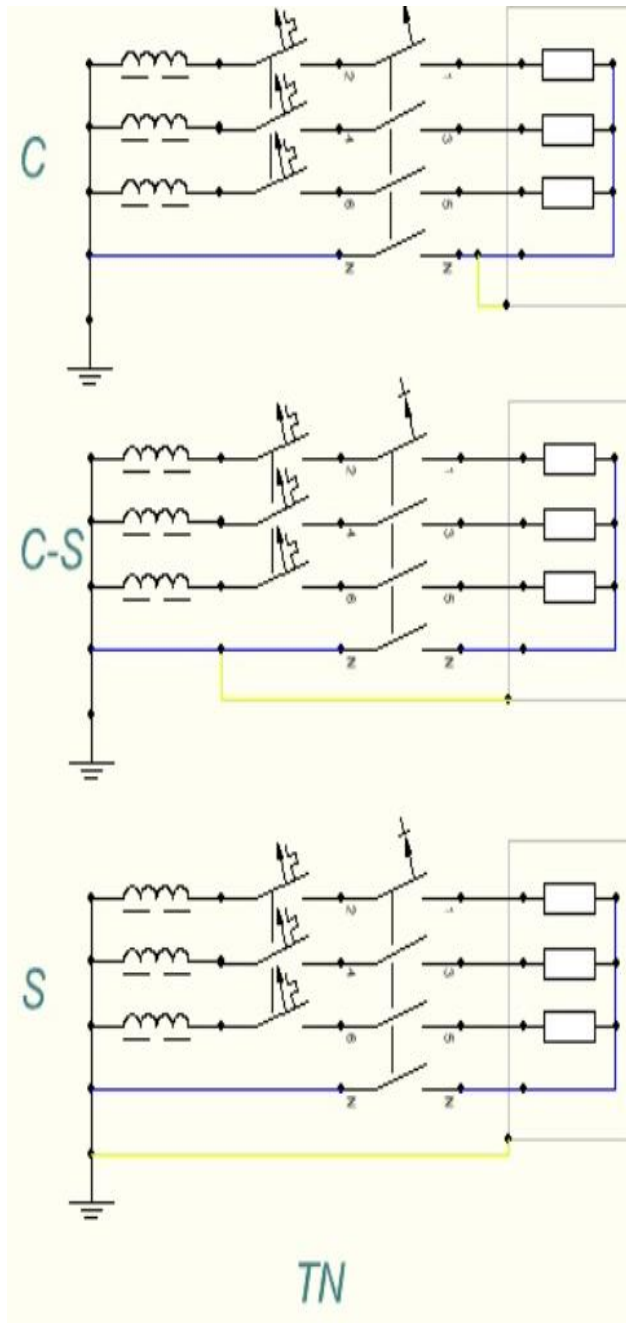
Приведено склад електрообладнання цеху, варіант розташування технологічного обладнання цеху, картограма електричних навантажень та розміщення основних елементів електропостачання цеху.

РОЗДІЛ 2

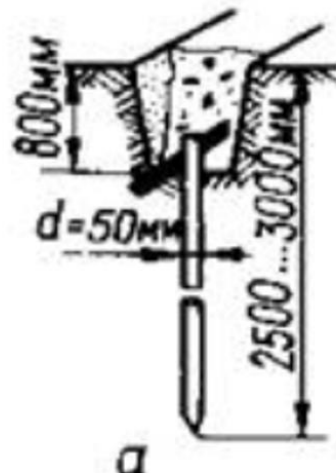
РОЗРАХУНОК ЗАЗЕМЛЕННЯ І БЛИСКАВКОЗАХИСТУ ГПП

2.1 Розрахунок захисного заземлення ГПП





Різновиди захисного заземлення



При пробі ізоляції в будь-якому апараті його корпус і заземлюючий контур виявляться під деяким потенціалом [4]:

$$U_3 = I_3 \cdot R_3, \quad (2.1)$$

де I_3 - струм однофазного замикання на землю, А;

R_3 - опір заземлювача, Ом

Розтікання струму I_3 з електродів заземлення призводить до поступового зменшення потенціалу ґрунту навколо них. У середині контуру заземлення, потенціали вирівнюються, тому, торкаючись до пошкодженого обладнання, людина потрапляє під невелику різницю потенціалів $U_{\text{дот}}$ (напруга дотику), що становить певну частку потенціалу на заземлювачі [2]:

$$U_{\text{дот}} = K_{\text{дот}} \cdot U_3, \quad (2.2)$$

де $K_{\text{дот}}$ - коефіцієнт напруги дотику, значення якого залежить від умов розтікання струму з заземлювача і людини.

Відносно тіла людини буде діяти U [5]:

$$U_{\text{л}} = U_{\text{дот}} - U_{\text{с}}, \quad (2.3)$$

де $U_c = I_L \cdot R_c$ - падіння напруги в опорі розтікання з двох ступенів в землю, В.

$$I_L = \frac{U_{\text{дог}} - U_c}{R_L}, \quad (2.4)$$

де R_L - опір тіла людини, Ом;

В розрахунках приймають $R_L = 1000$ Ом;

Знаючи допустимий струм, можна знайти допустиму напругу дотику:

$$U_{\text{дог.д}} \leq I_L \cdot R_L + U_c = I_L \cdot R_L + 1,5 \cdot I_L \cdot \rho_{\text{в.с}}, \quad (2.5)$$

Чим більше $\rho_{\text{в.с}}$, тим більшу напругу дотику можливо допустити.

За розрахункову тривалість дії струму на людину τ_v прийнято:

$$\tau_v = t_{\text{рз}} + t_{\text{відкл.в}} + t_{\text{вмик.кз}}, \quad (2.6)$$

де $t_{\text{рз}} = 0,01$ с - час дії основної релейного захисту на стороні 110 кВ ГПП;

$t_{\text{вкл.кз}} = 0,14$ с - повний час включення короткозамикача;

$t_{\text{відкл.в}} = 0,055 \text{ с}$ - повний час відключення на головному вимикачі ВГТ-110П-40/2500 У1 лінії 110 кВ підстанції енергосистеми [16].

Площа використовувана під заземлювач підстанції [14]:

$$S = 30 \cdot 40 = 1200 \text{ м}^2$$

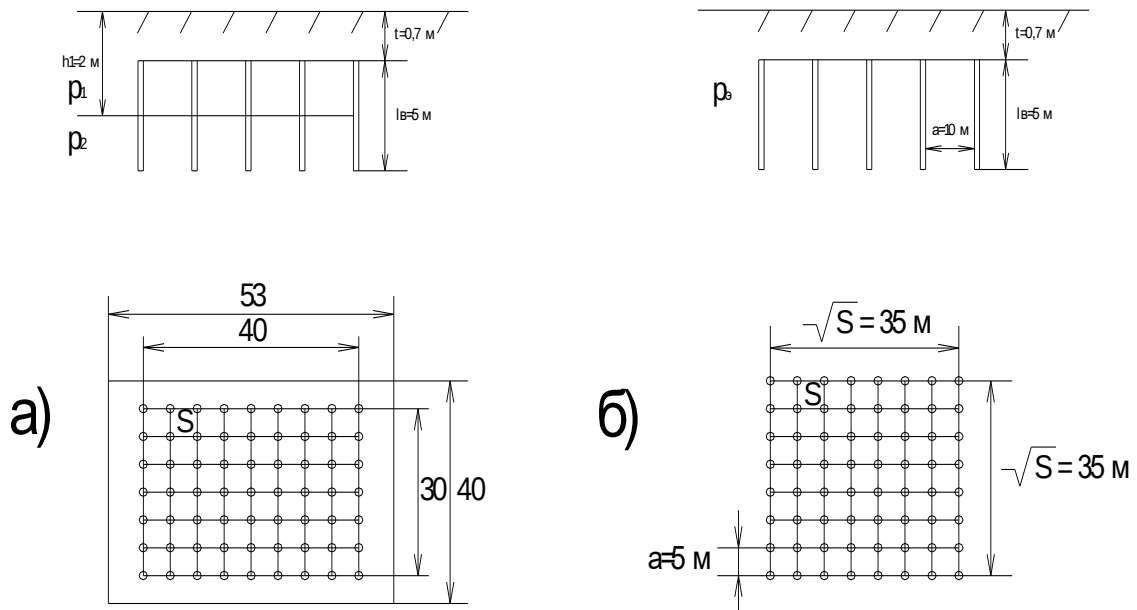


Рисунок 2.1

На рисунку 2.1 показано:

а) заземлюючий пристрій підстанції

б) розрахункова модель

$$\sqrt{S} = \sqrt{1200} = 34,641 \approx 35, \text{ приймаємо } \sqrt{S} = 35 \text{ м.}$$

На підстанції прокладаються горизонтальні провідники ($d_0 = 2 \text{ см}$) довжиною $l_{\Gamma} = 5 \text{ м}$.

Загальна протяжність горизонтальних провідників сітки становить:

$$L_{\Gamma} = 8 \cdot 35 + 8 \cdot 35 = 560 \text{ м.}$$

$l_{\text{в}}$ - довжина вертикальних заземлювачів, м; $l_{\text{в}} = 5 \text{ м.}$

Питомий опір нижнього шару ґрунту [4]: $\rho_2 = 90 \text{ Ом} \cdot \text{м.}$

$$\rho_1 = K_{\text{с}} \cdot \rho_2, \quad (2.7)$$

де $K_{\text{с}}$ - коефіцієнт сезонності, враховує збільшення питомої опору верхнього шару ґрунту в слідстві сезонних змін.

Товщина верхнього шару ґрунту: $h_1 = 2 \text{ м.}$

$$\rho_1 = K_{\text{с}} \cdot \rho_2 = 5 \cdot 90 = 450 \text{ Ом} \cdot \text{м.}$$

Для $\tau_{\text{в}} = 0,01 + 0,055 + 0,14 = 0,205 \text{ с}$ знаходимо допустиму напругу дотику $U_{\text{дот.д}} = 390 \text{ В.}$

Коефіцієнт дотику визначається за виразом:

$$K_{\text{дот}} = \frac{M \cdot \beta}{\left(\frac{l_{\text{в}} \cdot L_{\Gamma}}{a \cdot \sqrt{S}} \right)^{0,45}}, \quad (2.8)$$

де l_B - довжина вертикальних заземлювачів, м; $l_B = 5$ м.

a - відстань між вертикальними заземлювачами, м; $a = 5$ м.

M - параметр, який залежить від $\rho_1/\rho_2 = 5$; $M = 0,75$

β - коефіцієнт, який визначається по значеннях R_L и R_c :

$$\beta = \frac{R_L}{R_L + R_c} = \frac{R_L}{R_L + 1,5 \cdot \rho_1} = \frac{1000}{1000 + 1,5 \cdot 450} = 0,597$$

L_Γ - Загальна протяжність горизонтальних провідників сітки, м
 $L_\Gamma = 560$ м.

$$K_{\text{дот}} = \frac{0,75 \cdot 0,597}{\left(\frac{5 \cdot 560}{5 \cdot 35} \right)^{0,45}} = 0,129$$

Визначасмо потенціал на заземлювачі:

$$U_3 = \frac{U_{\text{пр.д}}}{K_\Pi}, \quad (2.9)$$

$$U_3 = \frac{390}{0,129} = 3023,256 \text{ В.}$$

Що є в межах допустимого (менше 10 кВ).

Допустимий опір заземлюючого пристрою:

$$R_{з.д} = \frac{U_3}{I_3}, \quad (2.10)$$

де I_3 - струм однофазного замикання на землю в РП110 кВ, А; $I_3 = 2000$ А .

$$R_{з.д} = \frac{3023,256}{2000} = 1,51 \text{ Ом}$$

L_B - загальна довжина вертикальних заземлювачів, м,

$$L_B = n_B \cdot l_B, \quad (2.11)$$

де n_B - число вертикальних заземлювачів, шт. $n_B = 64$ шт.

$$L_B = n_B \cdot l_B = 64 \cdot 5 = 320 \text{ м.}$$

Опір заземлювача з сітки, покладеної на глибині t можна визначити:

$$R_3 = \frac{A \cdot \rho_3}{\sqrt{S}} + \frac{\rho_3}{L_B + L_\Gamma}, \quad (2.12)$$

де ρ_e - еквівалентний опір ґрунту, Ом·м;

По табличним даним для $\rho_1/\rho_2 = 5$ і $a/l_B = 1$, $\frac{h_1 - t}{l_B} = \frac{2 - 0,7}{5} = 0,26$

$$\rho_e/\rho_2 = 1,25, \text{ тоді } \rho_e = 1,25 \cdot \rho_2 = 1,25 \cdot 90 = 112,5 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

A - коефіцієнт, що залежить від відношення довжини вертикальних електродів l_B і $\sqrt{S}$.

$$A = \left(0,444 - 0,84 \cdot \frac{l_B + t}{\sqrt{S}} \right), \text{ при } 0 \leq \frac{l_B + t}{\sqrt{S}} \leq 0,1, \quad (2.13)$$

$$A = \left(0,385 - 0,25 \cdot \frac{l_B + t}{\sqrt{S}} \right), \text{ при } 0,1 \leq \frac{l_B + t}{\sqrt{S}} \leq 0,5, \quad (2.14)$$

де $l_B = 5 \text{ м}$ - довжина вертикальних заземлювачів.

$$\frac{l_B + t}{\sqrt{S}} = \frac{5 + 0,7}{35} = 0,163 \text{ при } t = 0,7 \text{ м},$$

$$A = \left(0,385 - 0,25 \cdot \frac{5 + 0,7}{35} \right) = 0,344$$

Загальний опір складного заземлювача:

$$R_3 = \frac{0,344 \cdot 112,5}{35} + \frac{112,5}{320 + 560} = 1,23 \text{ Ом},$$

що менше допустимого $R_{3,д} = 1,51 \text{ Ом}$.

Напруга дотику розраховується за виразом:

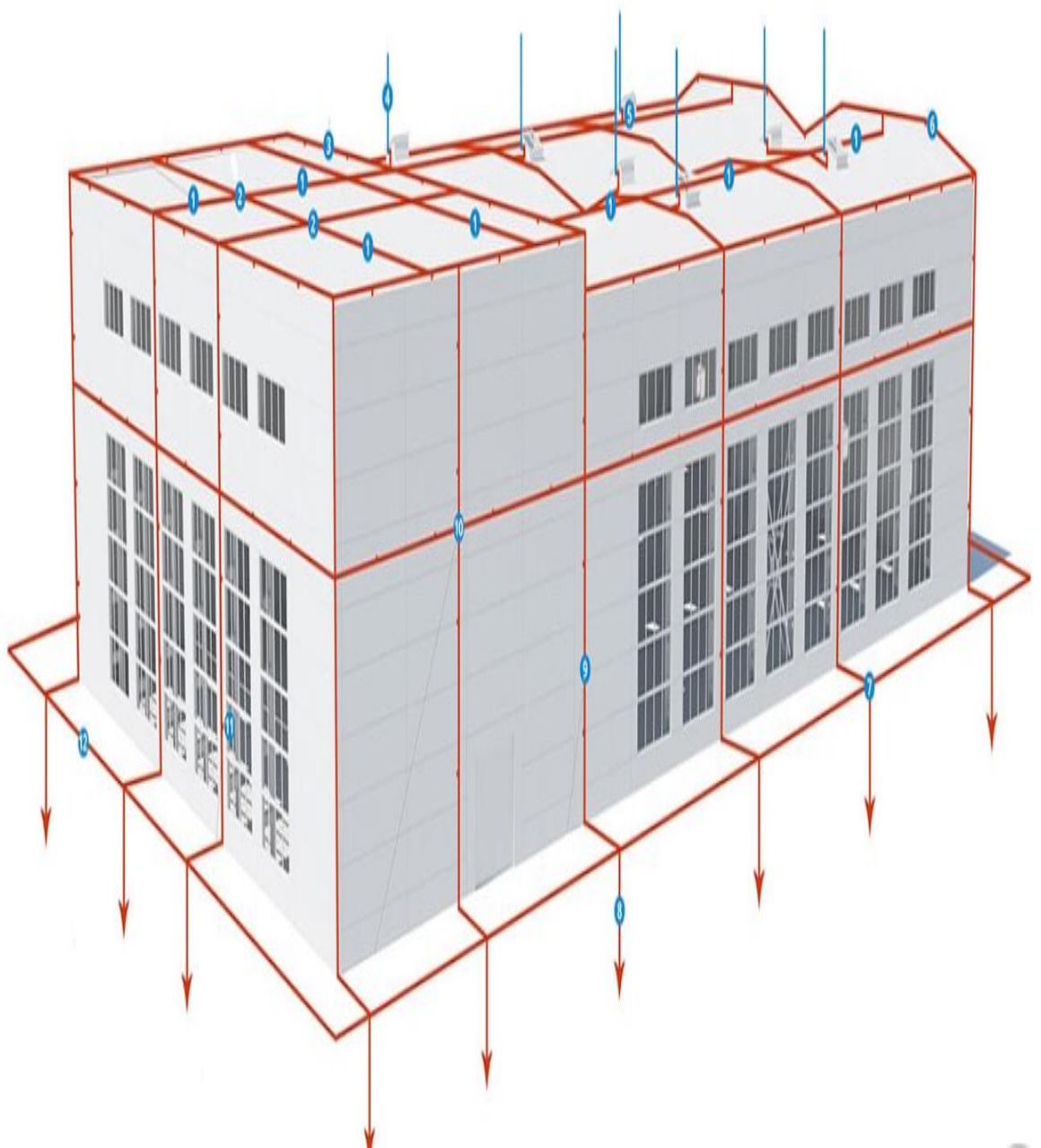
$$U_{\text{дот}} = K_{\text{дот}} \cdot I_z \cdot R_z = 0,129 \cdot 2000 \cdot 1,23 = 317,340 \text{ В.}$$

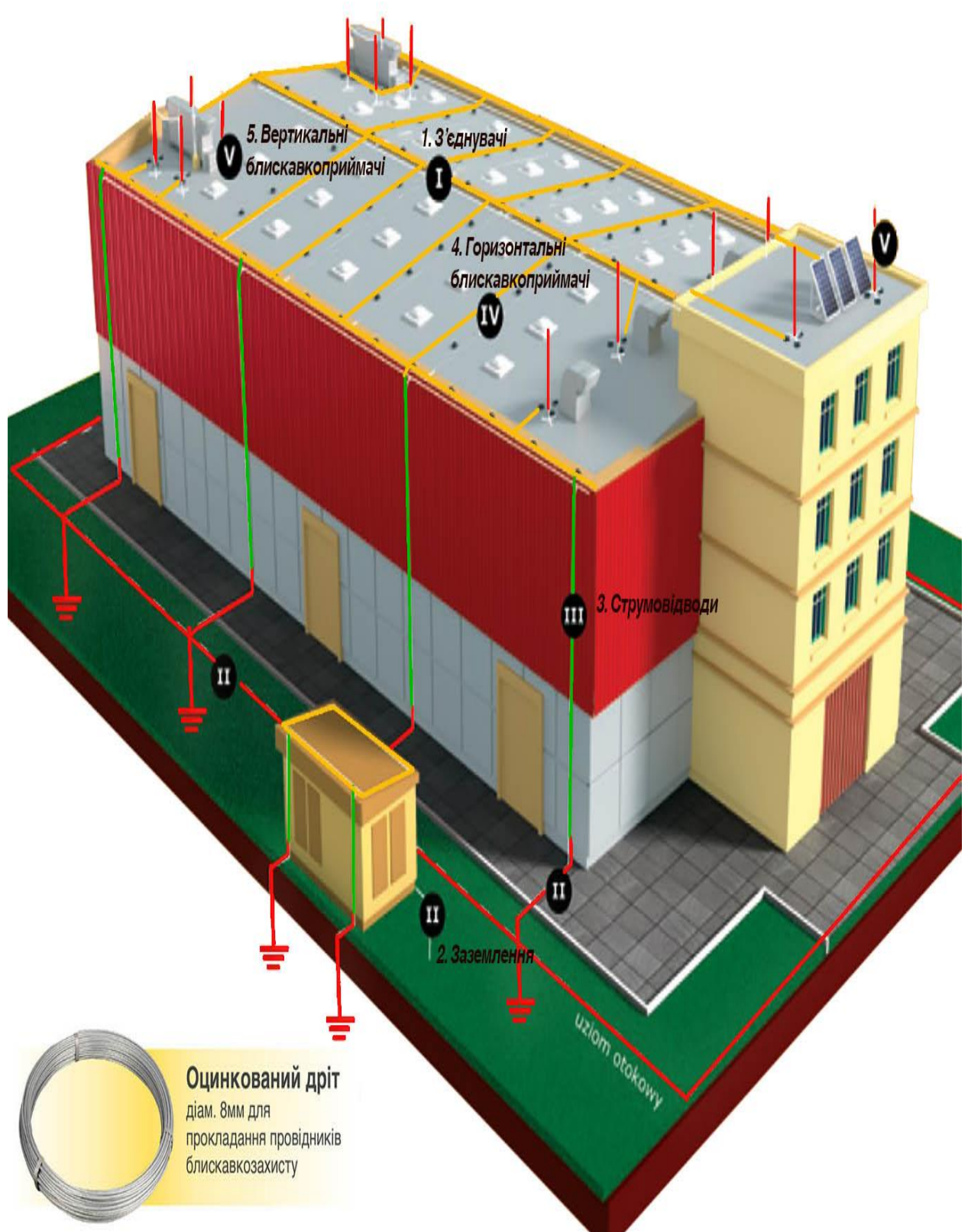
Відповідно напруга дотику менша допустимого значення $U_{\text{дот.д}} = 390 \text{ В.}$

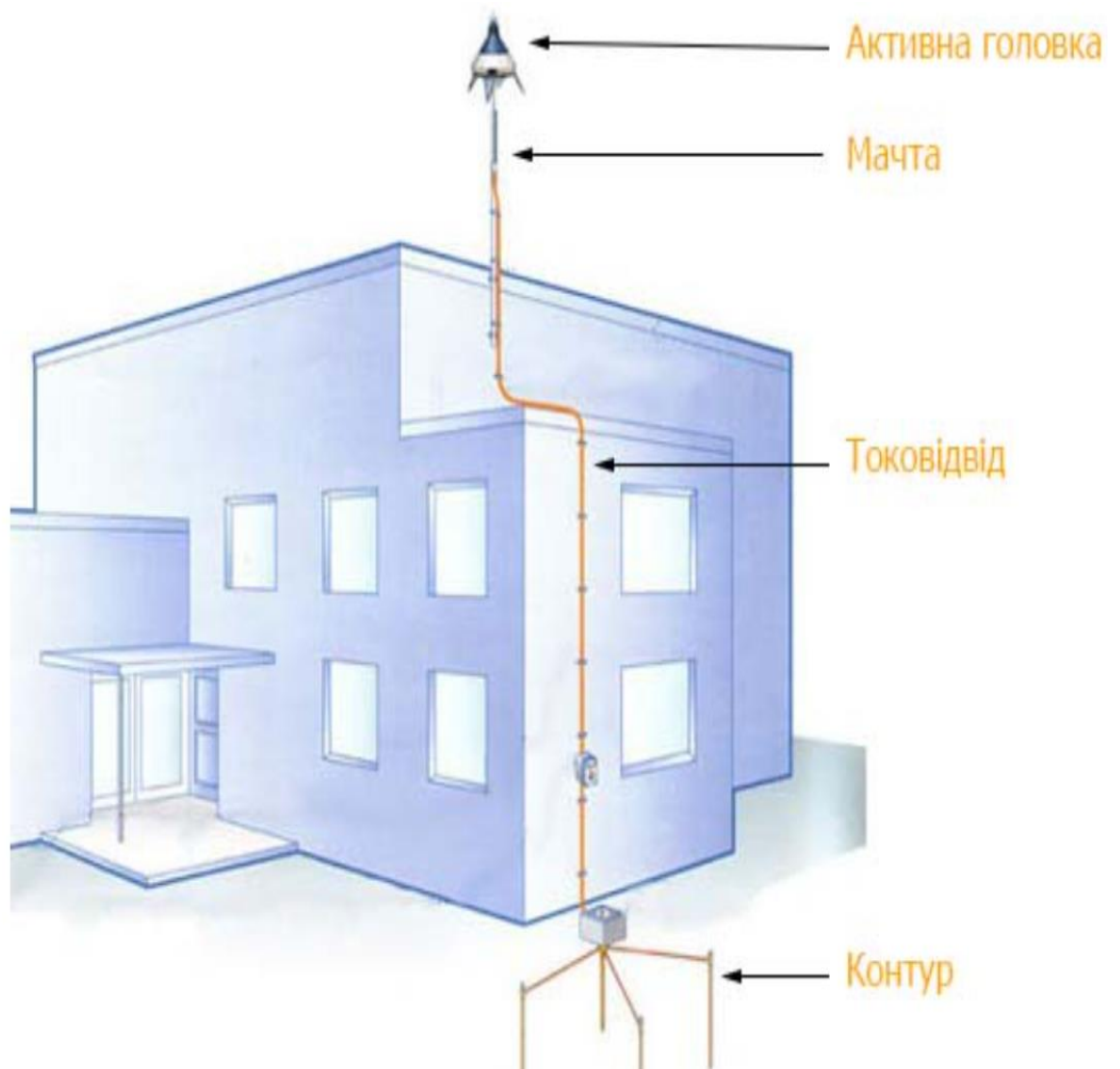
Умова виконується.

2.2 Розрахунок блискавкозахисту ГПП

Одним з найважливіших умов безперебійної роботи ГПП є забезпечення надійної грозозахисту будівель, споруд та електроустаткування.







Небезпечні грозові перенапруги в РП підстанції виникають як при безпосередньому ураженні їх блискавкою, так і при набіганні на підстанцію грозових хвиль з ПЛ, внаслідок ураження блискавкою ПЛ або удару блискавки в вершину опори або трос.

Захист ВРП 110 кВ здійснюється блискавковідводами, окремостоячими і встановленими на порталах. Блискавковідвід складається з металевого блискавкоприймача, який височить над об'єктом, що захищається і сприймає удар блискавки і струмовідведеного спуску з заземлювачем, через який струм блискавки відводиться в землю.

Захист будівель ЗРП, що мають металеве покриття покрівлі, виконується заземленням цих покриттів.

Стрижневі громовідводи встановлюються, як правило, на конструкціях ВРП. Висота блискавковідводу при цьому визначається з урахуванням висоти несучих конструкцій. При необхідності використовуються окреmostоячі громовідводи.

Струмопровідний спуск блискавковідводу з'єднується з заземлювальним пристроєм ВРП, якщо блискавковідвід встановлений на конструкції ВРП. На відстані 3 м від стійки з блискавковідводом встановлені два вертикальних електрода заземлення довжиною 5 м. Окреmostоячі громовідводи мають власні заземлювачі.

Згідно ПУЕ від стійок конструкцій ВРП 110 кВ з блискавковідводами забезпечується розтікання струму блискавки по магістралях заземлення в двох-трьох напрямках. Місце приєднання конструкції зі стрижневим блискавковідводом до заземлювального контуру підстанції розташоване на відстані більше 15 м по магістралях заземлення від місця приєднання до нього трансформатора [1].

Захист підстанції від хвиль перенапруг, набігаючих з ліній електропередачі, здійснюється обмежувачами перенапруги ОПН-110УХЛ1.

Захист відкритих розподільних пристроїв ГПП здійснюється стрижневими блискавковідводами. На висоті h_x захищається (найбільш виступаючі елементи ВРП) радіус дії блискавковідводу визначається за формулою [10]:

$$R_x = h_a \cdot p \cdot \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}}, \quad (2.15)$$

де h - висота блискавковідводу, м;

h_a - активна висота блискавковідводу, м;

$$h_a = h - h_x. \quad (2.16)$$

p - коефіцієнт для різних висот блискавковідводів, що дорівнює: 1 для блискавковідводів при $h < 30$ м; $p = 5,5/\sqrt{h}$ для блискавковідводів при $h > 30$ м.

Приймаємо чотири блискавковідводи висотою $h = 18$ м. Найбільш високими об'єктами на ГПП є трансформатори. Висота трансформаторів ТРДН-40000/110 рівна 6,4 м.

Приймаємо $h_x = 9$ м, тоді активна висота блискавковідводу буде дорівнює:

$$h_a = 18 - 9 = 9 \text{ м}$$

Схема захисту блискавковідводами ГПП від прямих ударів блискавки представлена на рисунку 2.2.

Найменша ширина зони захисту B_x визначається за виразом:

$$B_x = 2 \cdot r_x \cdot \frac{7 \cdot h_a - a}{14 \cdot h_a - a}, \quad (2.17)$$

де a – відстань між блискавковідводами, м;

Зона захисту блискавковідводів М1-М4:

$$R_x = 9 \cdot 1 \cdot \frac{1,6}{1 + \frac{9}{18}} = 9,6 \text{ м},$$

$$B_{x1-2} = 2 \cdot r_x \cdot \frac{7 \cdot h_a - a_{1-2}}{14 \cdot h_a - a_{1-2}} = 2 \cdot 9,6 \cdot \frac{7 \cdot 9 - 37}{14 \cdot 9 - 37} = 5,609 \text{ м},$$

$$B_{x2-3} = 2 \cdot r_x \cdot \frac{7 \cdot h_a - a_{2-3}}{14 \cdot h_a - a_{2-3}} = 2 \cdot 9,6 \cdot \frac{7 \cdot 9 - 48}{14 \cdot 9 - 48} = 3,692 \text{ м},$$

$$\text{де } a_{1-2} = 37 \text{ м}, a_{2-3} = 48 \text{ м}.$$

Об'єкт висотою h_x всередині зони захисту буде захищений, якщо виконується умова:

$$D \leq 8 \cdot (h - h_x) \cdot p = 8 \cdot h_a \cdot p, \quad (2.18)$$

де D - діагональ чотирикутника, м.

$$D = \sqrt{a_{1-2}^2 + a_{2-3}^2} = \sqrt{37^2 + 48^2} = 60,605 \text{ м}.$$

Перевіряємо умову $D \leq 8 \cdot h_a \cdot p$:

$$60,605 \leq 8 \cdot 9 \cdot 1 = 72 \text{ м}.$$

Таким чином, вся територія ГПП на висоті h_x захищена від прямих ударів блискавки.

Стрижневі громовідводи М1, М2 виконуємо на прожекторних щоглах ВРП 110 кВ.

Стрижневі громовідводи М3, М4 виконуємо окремостоячим з власними заземлювачами

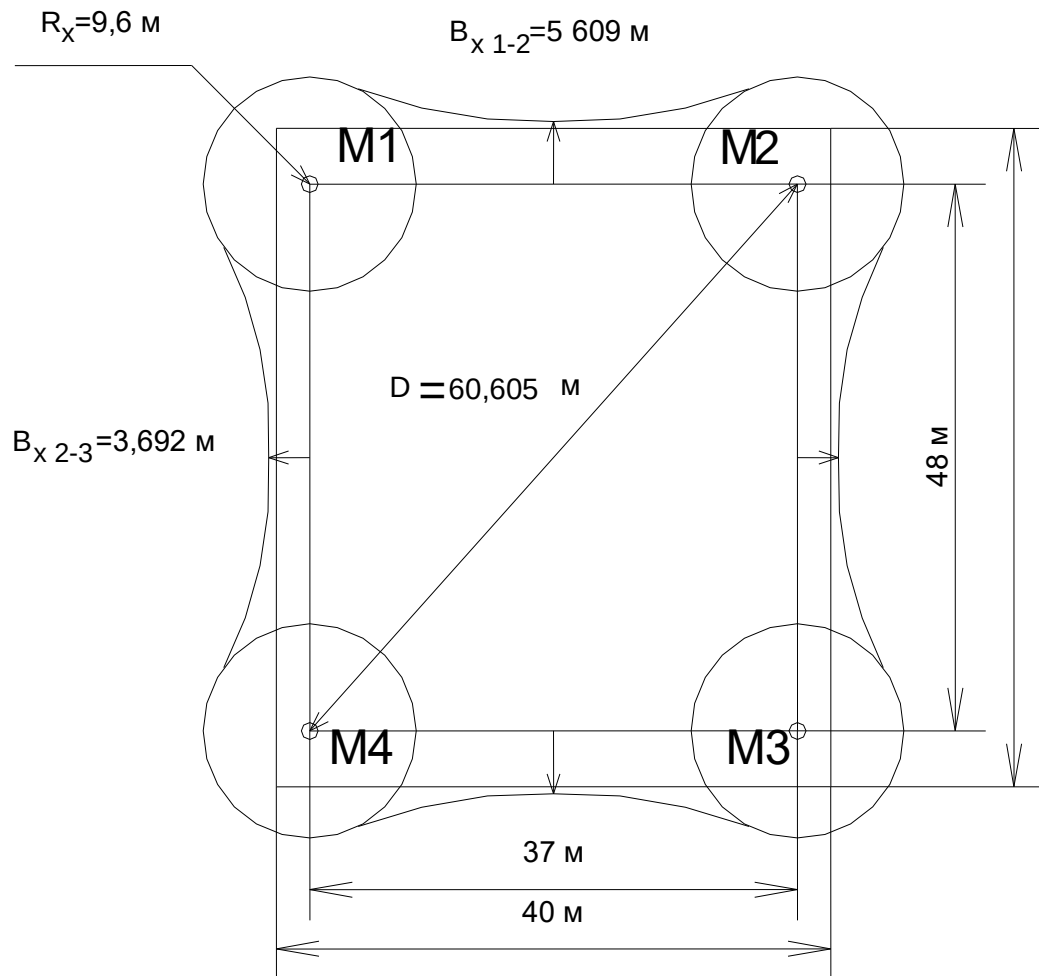


Рисунок 2.2

Висновки по розділу

У другому розділі було проведено розрахунок захисного заземлення та блискавкозахисту головної понижуючої підстанції. Також побудовано схему заміщення захисту ГПП від прямих ударів блискавки.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1. Загальні положення

Система заходів та засобів, які направлені на збереження працездатності, здоров'я та життя людини у процесі її праці – це те, що являє собою охорона праці [4].

У таблиці 3.1 наведені [16] гранично припустимі значення струмів залежно від часу протікання їх через тіло людини для шляхів «рука - рука», «рука - ноги».

Таблиця 3.1 – Гранично припустимі значення струмів частотою 50 Гц

t, c	0,01–0,08	0,01	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1
Для промислових електроустановок												
I, mA	650	400	190	160	140	125	105	90	75	65	50	6
Для побутових електроустановок												
I, mA	220	200	100	70	55	50	40	35	30	27	25	2

З урахуванням зазначених вище факторів можливі такі види дії електричного струму на організм людини [4]:

- біологічна – ураження таких систем життєдіяльності, як нервова, серцева та дихання;
- теплова – опіки;
- механічна – розриви тканин тіла.

Згідно з класифікацією приміщень [1] даний виробничий цех відносимо до приміщення з підвищеною небезпекою, адже в цеху є можлива небезпека ураження струмом через струмопровідну металеву підлогу, а також дотику до гострих елементів станків, які обертаються.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що працівники які перебувають в тому чи іншому підприємстві, установі, повинні керуватися певними правилами, ці ж правила і закладені в документах [1] з охорони праці.

3.2. Заходи щодо техніки безпеки при роботі в цеху

3.2.1. Загальні вимоги безпеки

Згідно вимог, що встановлені в досліджуваному цеху [1]:

- допускаються до самостійної роботи особи віком не молодші вісімнадцяти років, які пройшли попередній медогляд, попереднє професійне навчання і контроль знань з питань охорони праці, пройшли вступний інструктаж та первинний інструктаж по охороні праці на робочому місці.

Виконання вимог безпеки передбачає виключення:

- дотикання до робочого інструменту верстата;
- виліт з верстата різального інструменту або його частин, а також заготовок і деталей, що обробляються;
- попадання у верстатника або інших осіб, що знаходяться поруч з верстатом, ошурків і зрізків матеріалу, що обробляється;
- травмування при встановленні і заміні різальних інструментів;
- доторкання до механізмів, що рухаються, електроприладів і інструменту, що обертаються.

3.2.2. Вимоги безпеки, щодо аварійних ситуацій.

У разі виникнення аварійних ситуацій [14]:

- при заклинюванні деталі, що оброблюється, треба спочатку вимкнути та знеструмити обладнання, а потім витягнути деталь;
- вимкнути верстат у випадку припинення подавання електроенергії або після його автоматичного вимикання запобіжним пристроєм;

- у всіх випадках аварії з обладнанням або отриманням робітником травми вимкнути верстат, травмованому робітнику надати першу допомогу, в разі потреби викликати лікаря. Зберегти обставини пригоди недоторканими і повідомити про випадок майстра.

Висновки по третьому розділу

В третьому розділі кваліфікаційної роботи розглянуто:

- загальні положення з охорони праці;
- заходи щодо техніки безпеки при роботі в цеху;
- пропозиції щодо безпеки перед початком роботи;
- пропозиції щодо безпеки в аварійних ситуаціях.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі було проведено розрахунок захисного заземлення та блискавкозахисту головної понижуючої підстанції. Також побудовано схему заміщення захисту ГПП від прямих ударів блискавки.

Були також розглянуті:

- загальні положення з охорони праці;
- заходи щодо техніки безпеки при роботі в цеху;
- пропозиції щодо безпеки перед початком роботи;
- пропозиції щодо безпеки в аварійних ситуаціях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Улаштування електроустановок./ Наказ Міненерговугілля України від 21.07.2017 № 476
2. Ю.Ф. Романюк. Електричні мережі та системи. Навчальний підручник. – Київ: “Знання”, 2007. – 292 с.
3. Лисяк В.Г. Оптимальні режими вузлів навантаження електропостачальних систем. Навчальний посібник, – Львів: “ННП” 2007. – 251 с.
4. П.М. Монтік Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник – Львів: “Новий Світ”, 2011. – 487 с.
5. 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
6. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни "Проектування електричних систем": для студ. спец. 7.090602 "Електричні системи і мережі" / Вінницький держ. технічний ун-т; уклад. Ж. І. Остапчук. - Вінниця: [б.в.], 1998. - 46 с.
7. Автоматика електроенергетичних систем. Практикум з дисципліни "Релейний захист та системна автоматика": Навч. посіб. для студ. спец. "Електричні мережі та системи"/О. Є. Рубаненко; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 1999. - 63 с.
8. Релейний захист та автоматика в електроенергетиці: Навч. посіб. для студ. спец. "Електрична частина електричних станцій", "Електричні мережі та системи", "Електротехнічні системи та системи електроспоживання" / В. М. Кутін [та ін]; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2001. - 104 с.

9. Методичні вказівки до вибору схем розподільних пристроїв підстанцій напругою 35-750 кВ з курсу "Електричні системи та мережі" для студентів спеціальності "Електричні системи та мережі"/ Національний технічний ун-т "Харківський політехнічний ін-т" ; уклад. В. П. Волков. - Х.: НТУ "ХПІ", 2001. - 19 с.

10. 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

11. 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

12. Електромонтажні роботи. Електричні мережі до 1000 В: Навч. посібник для студ. електротехн. спец. з дисципліни "Робоча професія" / О. Д. Демов [і др.]; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2002. - 55 с.

13. Електричні системи та мережі [Текст]: методичні вказівки до виконання курсового проекту для студ. спец. 7.090603 "Електротехнічні системи електроспоживання" денної та заоч. форм навчання / Національний ун-т харчових технологій; уклад. С. Є. Вакуленко. - К.: НУХТ, 2002. - 51 с.: рис. - Бібліогр.: с. 51-52

14. 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.

15. Денисюк А.Ю., Хливнюк М.Г., Шестак І.М. Комп'ютерна електроніка: Навч. Посіб. - Житомир: ЖВІ, 2017. - с. 33-44.

16. Електричні мережі систем електропостачання [Текст]: навч. посібник для студ. вищих навч. закл. / Г. Г. Півняк [та ін.]; ред. Г. Г. Півняк; Національний гірничий ун-т. - Д.: НГУ, 2003. - 316 с.: рис. - Бібліогр.: с. 311. - ISBN 966-8271-45-9