

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота

на правах рукопису

Лук'янець Володимир Миколайович

УДК 621.359.4

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Аналіз та розробка захисного заземлення та блискавкозахисту
компресорної станції маслозаводу міста
(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

Лук'янець В.М.

(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

Лук'янець В.М. Аналіз та розробка захисного заземлення та блискавкозахисту компресорної станції маслозаводу міста. 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 компресорної станції маслозаводу міста.

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 опіру вертикальних електродів з урахуванням горизонтальної смуги.

Ключові слова: захисне заземлення, захисне занулення, вертикальні та горизонтальні заземлювачі, опори розтікання, екранування, зони грозозахисту.

ABSTRACT

Lukyanets V.M. Analysis and development of protective grounding and lightning protection of the compressor station of the city's oil factory. 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 compressor station of the city's oil factory.

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, shielding, lightning protection zones.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. СКЛАД ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ЗАХИСНОГО ЗАЗЕМЛЕННЯ І БЛИСКАВКОЗАХИСТУ КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА	6
1.1. Склад електрообладнання типової компресорної станції маслозаводу.	6
1.2. Розрахунок заземлення	8
1.3. Захист від блискавки	12
Висновки за розділом 1	16
РОЗДІЛ 2. БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ МАСЛОЗАВОДУ МІСТА	17
Забезпечення безпеки експлуатації при обслуговуванні трансформаторів, електродвигунів та комплексних розподільчих пристроїв..	17
Висновки за розділом 2	21
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	22
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	23

ВСТУП

Актуальність роботи. Електробезпека являє собою систему організаційних і технічних заходів та засобів, які забезпечують захист людей від шкідливого і небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики. Проходячи через живу тканини, електричний струм має термічну, електролітичну та біологічну дію. Електробезпека забезпечується: конструкцією електроустановок; технічними способами та засобами; організаційними та технічними заходами. Одним із найбільш ефективних засобів забезпечення електробезпеки є використання заземлюючих пристроїв.

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

Метою роботи є підвищення електробезпеки компресорної станції маслозаводу.

Досягнення поставленої мети у роботі вирішуються наступні задачі:

1. Аналіз структури та складу електрообладнання компресорної станції.
2. Розробка системи захисного заземлення та захисного занулення компресорної станції.
3. Розробка системи захисного блискавозахисту компресорної станції маслозаводу.

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

Предметом дослідження є система електропостачання компресорної станції маслозаводу з розробкою та розрахунком системи захисного заземлення та захисту від блискавок.

Методи досліджень. При виконанні досліджень, використовувалися методи системного аналізу, методи математичного моделювання, методи

розрахунку систем електропостачання, методи вибору компромісних рішень, засновані теорії ігор (теорія контрактів).

Практична значимість результатів роботи:

Розроблені методичні засади, математичні моделі та методи вибору системи захисного заземлення та захисту від блискавок промислового об'єкту, що дозволяють ефективно вирішувати такі практичні завдання:

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

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

Перелік публікацій автора за темою дослідження :

Лук'янець В.М. ЗАХИСТ ВІД БЛИСКАВКИ КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ МАСЛОЗАВОДУ МІСТА

Збірник тез науково-практичної конференції за підсумками I-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей «СТУДЕНТСЬКІ ЧИТАННЯ» 20 березня 2024 року. Житомир: Поліський національний університет, 2024.- С 103-104.

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

Збірник тез науково-практичної конференції за підсумками I-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 ТА РОЗРАХУНОК ЗАХИСНОГО ЗАЗЕМЛЕННЯ І БЛИСКАВКОЗАХИСТУ КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Склад електрообладнання типової компресорної станції маслозаводу

Компресорна станція – машина для одержання стисненого повітря. Для забезпечення постійного тиску в повітряній мережі, пом'якшення поштовхів стисненого повітря, уловлювання води і масла з стисненого повітря і створення певного запасу компресорні станції обладнають повітрязбірники (ресиверами) [2].

Компресорна станція відноситься до маслозаводу. Призначена для створення високого тиску у системі трубопроводів підприємства. Склад та характеристики електрообладнання компресорної станції показані у табл. 1.1

Таблиця 1.1

Технічні характеристики електрообладнання

<i>Номер</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл – сть</i>	<i>P_н. кВт</i>
12	<i>Компресор пересувний</i>	1	10
13,14,15	<i>Компресор пересувний</i>	3	15
1–7	<i>Компресор стаціонарний</i>	7	50
8–11	<i>Компресор стаціонарний</i>	4	100
20,21	<i>Вентилятори</i>	2	10
16–19\	<i>Кран – балки</i>	4	4,85

Встановлена потужність споживачів компресорної станції, включаючи навантаження освітлення, становить $P_H = 900$ кВт.

Схема цехової мережі має наступний вигляд (Рис. 1.2). Інші початкові дані, щодо компресорної станції наведені на рис.1.3 та 1.4.

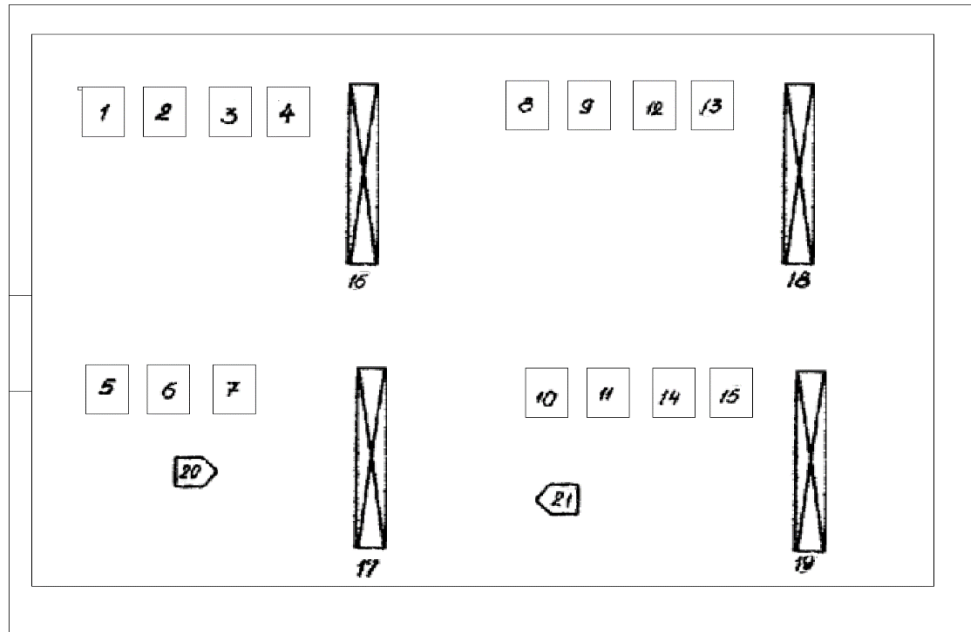


Рисунок 1.2. Схема цехової мережі

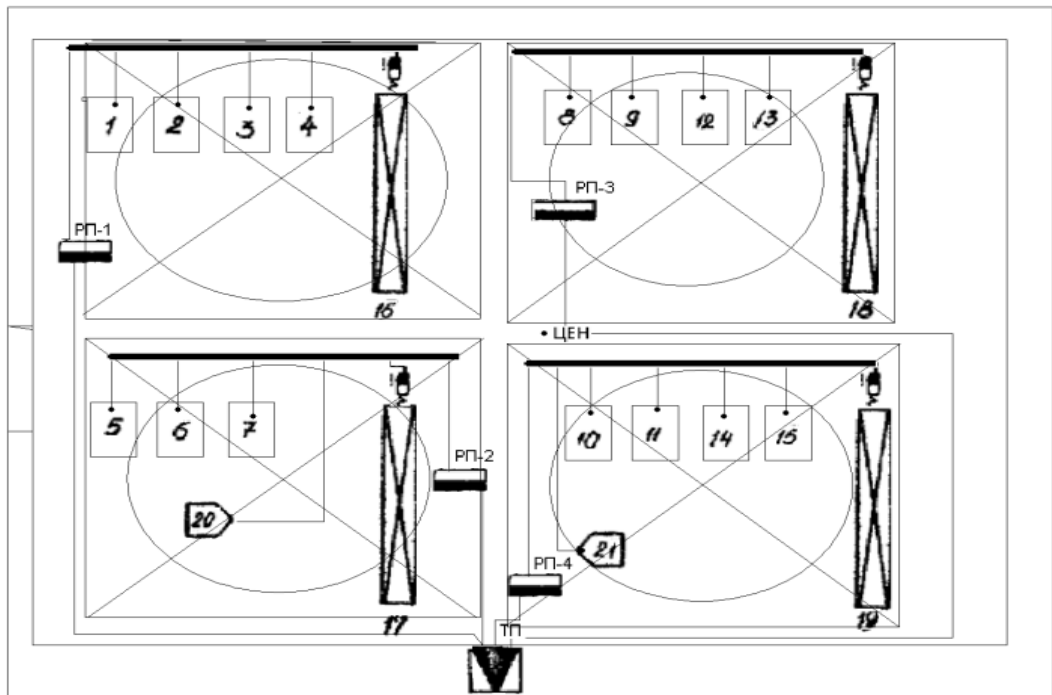


Рисунок 1.3 – Картограма навантажень цеху

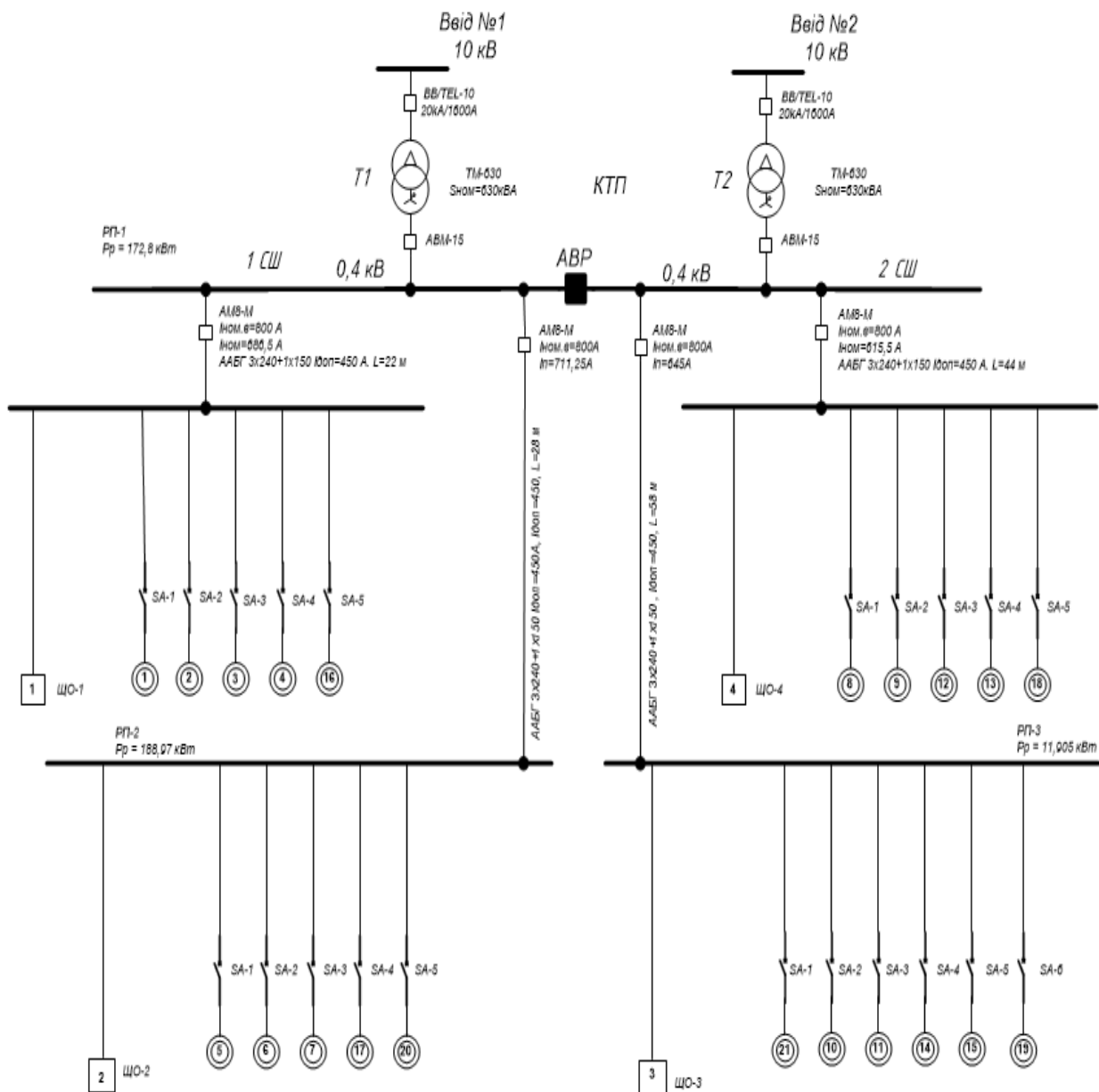


Рисунок 1.4 – Схема електропостачання компресорної станції

1.2 Розрахунок заземлення

Розрахунок захисного заземлення проводиться для випадку [4]:

розташування заземлювача в однорідній землі.

При розрахунку заземлювачів в однорідній землі враховується опір верхнього шару землі (шар сезонних змін) [4].

При розрахунку заземлювачів в однорідній землі способом коефіцієнтів використання значення R захисного заземлення визначається в наступному порядку:

1. Визначення необхідного опору заземлюючого пристрою R_3 :

Згідно ПУЕ найбільш припустимі значення R_3 , складають [1]:

2. Визначення необхідного опору штучного заземлювача $R_{ш}$:

$$R_{ш} = \frac{R_E \cdot R_3}{R_E - R_3}, \quad (1.1)$$

де R_E – опір розтікання природного заземлювача, Ом;

R_3 – необхідний опір заземлюючого пристрою, Ом.

3. Визначається довжина горизонтальних та кількість вертикальних електродів:

$$n = \frac{4 \cdot \sqrt{S}}{a}, \quad (1.2)$$

де n – кількість вертикальних електродів, шт.;

S – площа цеху, м²;

a – задана відстань між електродами, м;

$$l_2 = 2a^I + 2b^I, \quad (1.3)$$

де l_2 – сумарна довжина горизонтальних електродів, м;

a^I – ширина сторони цеху, м;

b^I – довжина сторони цеху, м.

4. Розраховуються опори розтікання вертикального R_B та горизонтального R_2 електродів:

$$R_B = \frac{\rho_{розр.B}}{2\pi l_B} \left(\ln \frac{2l_B}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + l_B}{4t - l_B} \right), \quad (1.4)$$

де

l_B – довжина вертикальних стрижневих електродів, м.

$$R_\Gamma = \frac{\rho_{\text{розр.}\Gamma}}{2\pi l_\Gamma} \cdot \ln \frac{2l_\Gamma}{0,5bt}, \quad (1.5)$$

де

$\rho_{\text{розр.}\Gamma}$ – розрахунковий питомий опір землі для горизонтального електрода, Ом·м

l_Γ – сумарна довжина горизонтальних електродів, м;

b – товщина горизонтального електрода, м.

5. З таблиць (1.2) та (1.3) обираються коефіцієнти використання для вертикальних та горизонтальних електродів η_B та η_Γ :

Таблиця 1.2

Коефіцієнти використання вертикальних η_B електродів [4]

a/l	Кількість заземлюючих пристроїв							
	2	4	6	10	20	40	60	100
Розміщення за контуром								
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 1.3

Коефіцієнти використання горизонтальних η_Γ електродів [4]

a/l	Кількість заземлюючих пристроїв							
	2	4	6	10	20	40	60	100
Розміщення за контуром								
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

6. Обчислюють розрахунковий опір заземлювача R за виразом:

$$R = \frac{R_B \cdot R_\Gamma}{R_B \cdot \eta_\Gamma + R_\Gamma \cdot \eta_B \cdot n}, \quad (1.5)$$

де

R_B, R_Γ – розрахункові опори розтікання вертикального (горизонтального) електродів;

η_Γ, η_B – коефіцієнти використання вертикальних та горизонтальних електродів (згідно таблиці 1.2, 1.3);

n – кількість електродів, шт.

Розрахунок заземлювача в однорідній землі методом коефіцієнтів використання при допустимому опіру.

Вихідні дані:

Компресорний цех площею $S = 3000 \text{ м}^2$.

Електроди $l_B = 5 \text{ м}$, діаметр $d = 12 \text{ мм}$ і відстань між ними $a = 5 \text{ м}$ і електродів горизонтальних (перетин $4,5 \times 45 \text{ мм}$) з $t_0 = 0,8 \text{ м}$. Розрахункові питомі опори землі: для вертикального електрода $\rho_B = 120 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, горизонтального $\rho_\Gamma = 176 \text{ Ом} \cdot \text{м}$. У якості природного заземлювача буде використана металева технологічна конструкція з опором розтікання природного заземлювача $R_e = 15 \text{ Ом}$.

1. Згідно ПУЕ необхідний опір заземлюючого пристрою R_3 , складає:

$$R_3 = 4 \text{ Ом}.$$

2. Визначення необхідного опору штучного заземлювача R_{III} за формулою (1.1):

$$R_{III} = \frac{15 \cdot 4}{15 - 4} = 5,5 \text{ Ом}.$$

3. Визначаємо довжину горизонтальних та кількість вертикальних електродів за формулами (1.2), (1.3):

$$n = \frac{4 \cdot \sqrt{720}}{5} = 22 \text{ шт.},$$

$$l_{\Gamma} = 2 \cdot 20 + 2 \cdot 36 = 112 \text{ м.}$$

4. Розраховуємо опори розтікання вертикального R_B та горизонтального R_{Γ} електродів за формулами (1.4), (1.5):

$$R_B = \frac{120}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \left(\ln \frac{2 \cdot 5}{0,012} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 3,3 + 5}{4 \cdot 3,3 - 5} \right) = 27,1 \text{ Ом} ,$$

$$R_{\Gamma} = \frac{176}{2 \cdot 3,14 \cdot 112} \cdot \ln \frac{2 \cdot 112}{0,5 \cdot 0,04 \cdot 0,8} = 6,8 \text{ Ом} .$$

5. З таблиць (1.2) та (1.3) обираємо коефіцієнти використання для вертикальних та горизонтальних електродів $\eta_B = 0,47$ та $\eta_{\Gamma} = 0,27$.

6. Обчислюємо розрахунковий опір заземлювача R за формулою (1.5):

$$R = \frac{27,1 \cdot 6,8}{27,1 \cdot 0,27 + 6,8 \cdot 0,27 \cdot 22} = 2,2 \text{ Ом} .$$

Таким чином, проєктований заземлювач – контурний, стрижні - 22, $l_B = 5 \text{ м}$, $d = 12 \text{ мм}$, сталеві смуги довжиною 112 м, перетином 4×40 мм, занурених у землю на 0,8 м.

1.3 Захист від блискавки

Захист від блискавки будинків і споруд.

Всі будинки й споруди поділяються на три категорії:

I - виробничі будинки й спорудження з вибухонебезпечними приміщеннями класів В-1 і В-П по ПУЕ; будинків електростанцій і підстанцій;

II - інші будинки й спорудження з вибухонебезпечними приміщеннями, які не відносяться до I категорії;

III - всі інші будинки й спорудження, у тому числі й вибухонебезпечні приміщення [4].

Захист від блискавки будинків і споруджень II категорії від прямих ударів блискавки виконується одним з наступних способів:

а) окремо стоячими або встановленими на будинках неізолюваними стрижневими або тросовими блискавковідводами, що забезпечують захисну зону;

б) блискавка прийомною (блискавкоуловлювачі) заземленою сіткою розміром $b \times b$ м, що накладає на неметалічну покрівлю;

в) заземленням металевої покрівлі. Захист від електростатичної й електромагнітної індукцій виконується аналогічно захисту споруджень I категорії [4].

У відповідності з вищевказаними вимогами захист будівель і споруджень на об'єктах електропостачання виконується в такий спосіб.

При розрахунку блискавковідводів враховується необхідність одержання певної зони захисту, що являє собою простір, що захищає від прямих ударів блискавок.

Для одиночного стрижневого блискавковідводу при висоті блискавковідводу менш 60 м, радіус захисту:

$$r_x = 1,6h(h - h_x) / (h + h_x), \quad (1.6)$$

де

$h - h_x = h_a$ – різниця висот блискавковідводу та захищеного об'єкта, чи активна висота;

h – висота блискавковідводу;

h_x – висота захищеного об'єкта.

Із (1.6) слідує що найбільший радіус захисту виходить на поверхні землі.

де $r_x = 1,5h$, при куті захисту $\alpha = 400$.

При струмі блискавки $I_M > 150 \text{ кА}$ приймають $\omega L = RL$, тоді амплітудна імпульсна напруга

$$U_{\max} = (I_M/2) \cdot \left(R_{\text{зн}} + \sqrt{R_{\text{зн}}^2 + R_L^2} \right). \quad (1.7)$$

В цьому випадку найменша відстань по повітрю та в землі при

$$E_B = 500 \text{ кВ/м},$$

$E_T = 300 \text{ кВ/м}$ складе (м):

$$S_{\text{мін.з}} = I_{\text{макс}} \cdot R_{\text{зн}} \quad (1.8)$$

$$S_{\text{мін.в}} = U_{\text{макс}} / E_B \quad (1.9)$$

На рисунку 1.5 показано розміщення захищеної будівлі і блискавковідводів.

Знаходимо висоту блискавковідводу:

Якщо $I_M = 150 \text{ кА}$, то нормований опір заземлюючого пристрою $R_{\text{зн}} = 4 \text{ Ом}$

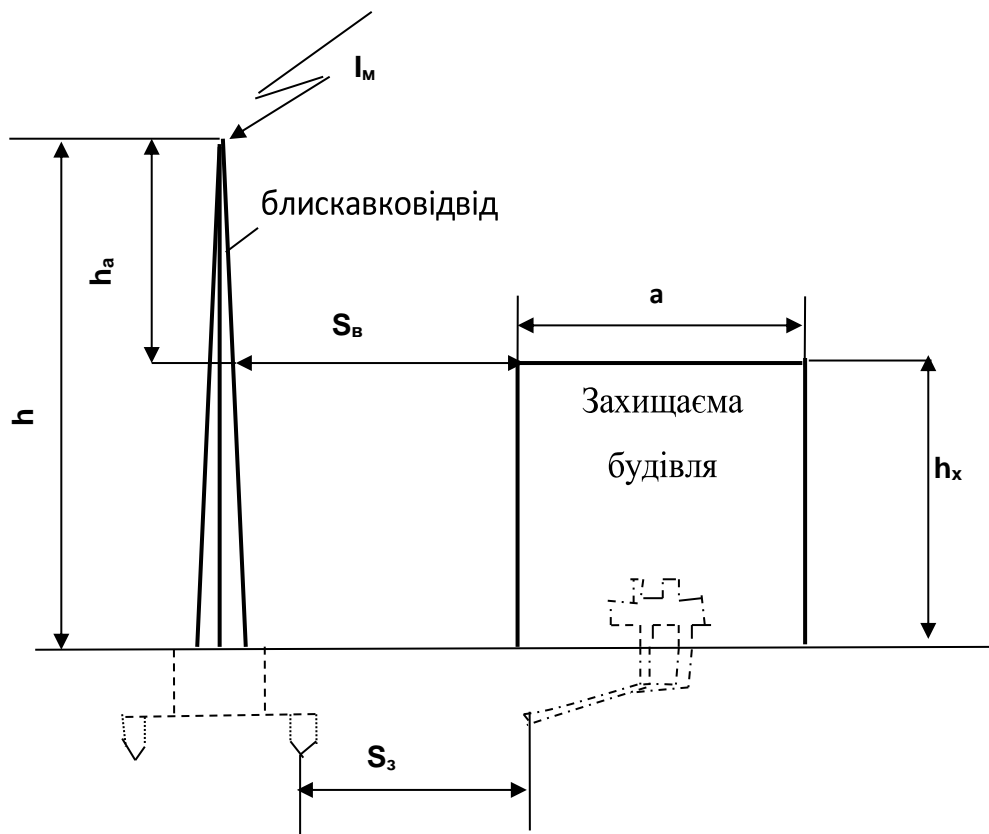


Рисунок 1.5. Розміщення захищеної будівлі і блискавковідводів

Висота захищеного спорудження $h_x = 6$ м, a \times b - розміри споруди 20×36 м².

За формулою (1.7) знаходимо:

$$U_{\max} = (Im/2) \cdot (R_{\text{зн}} + \sqrt{R_{\text{зн}} + R_L}) = (150/2) \cdot (4 + \sqrt{4 + 100}) = 1064 \text{ кВ}.$$

Знаходимо відстань по повітрю за формулою:

$$S_{\text{мін.в}} = U_{\max} / E_B$$

$$S_{\text{мін.з}} = I_{\max} \cdot R_{\text{зн}},$$

$$S_{\text{мін.в}} = 1064/500 = 3 \text{ м}.$$

Знаходимо відстань в землі:

$$S_{\text{мін.з}} = 150 \cdot 4 / 300 = 2 \text{ м}.$$

Виходячи з цих даних про відстань, не відбудеться пробою між блискавковідводом і захищеною будівлею. Висота блискавковідводу повинна бути вибрана такою, щоб захищена будівля знаходилась в захищеній зоні блискавковідводу. Для цього при одиночним блискавковідводі необхідно, щоб:

$$r_X \geq S_B + a, \quad (1.10)$$

$$r_X \geq S_B + a = 3 + 20 = 23 \text{ м}.$$

Довжина блискавковідводу розраховується за:

$$h = \frac{1,6h_x + r_x}{3,2} + \sqrt{\left(\frac{1,6h_x + r_x}{3,2}\right)^2 + \frac{h_x + r_x}{1,6}} \quad (1.11)$$

$$h = \frac{1,6h_x + r_x}{3,2} + \sqrt{\left(\frac{1,6h_x + r_x}{3,2}\right)^2 + \frac{h_x + r_x}{1,6}} = 24 \text{ м}$$

Прийнявши $r_x = 23 \text{ м}$, $h_x = 6 \text{ м}$ знаходимо висоту блискавковідводу $h = 24 \text{ м}$.

Таким чином, враховуючи розрахунки встановлюємо на ТП один трифазний трансформатор з масляним охолодженням, потужністю 250 кВА і вищою напругою 10 кВ .

Приймаємо до установки автомат $АВМ-15$, номінальний струм якого дорівнює 1500 А , комутаційна здатність автомата $АВМ-15$ являється 35 кА ($I_{\text{відкл}} = 35 \text{ кА}$). До установки вибираємо кабелі типу $ААБГ 3 \times 185 + 1 \times 120$ і

$ААБГ 3 \times 70 + 1 \times 25$.

Промислове підприємство відноситься до *II категорії*. З даних розрахунків знаходимо висоту блискавковідводу, яка становить 24 м .

Відстань між блискавковідводами і будинками повинна бути не менше $S_{\text{мін.в}} = 3 \text{ м}$, відстань в землі $S_{\text{мін.з}} = 2 \text{ м}$.

Висновки за першим розділом

В даному розділі було наведено схему розміщення технологічного обладнання, склад обладнання компресорної станції, центри електричних навантажень і радіуси кругів навантаження для кожної ділянки та структурна схема електропостачання компресорної станції.

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

В ході роботи над даним розділом було розраховано захисне заземлення та розрахована система блискавкозахисту.

Результат проведених розрахунків задовільняє вимогам ПУЕ, ПТЕ і БНіП.

2 БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ МАСЛОЗАВОДУ МІСТА

Всі пристрої релейного захисту, електроавтоматики і вторинних ланцюгів, електровимірювань і телемеханіки (РЗіА) повинні відповідати ПУЕ.

При наявності з'єднання металевих не струмоведучих частин електроустановок з нульовим проводом мережі живлення замикання фази на корпус перетворюється в однофазне коротке замикання. Виникає струм однофазного короткого замикання повинен забезпечити спрацьовування пристрою максимального струмового захисту і автоматично відключити то живильної мережі пошкоджену установку [1].

При обслуговуванні трансформаторів повинні бути забезпечені безпечні умови для відбору проб масла. Огляд високо розташованих частин (3 м і більше) працюючих трансформаторів габариту IV і вище, проводять зі стаціонарних сход з урахуванням вимог безпеки. У трансформаторів із соволовим наповненням обслуговуючий персонал контролює по манометру тиск у середині бака й у випадку підвищення тиску до 50 кПа (0,5 кг/см²) вживає заходів до зниження навантаження. Рівень масла в розширювачі непрацюючого трансформатора повинен бути не нижче визначеного рівня [2].

Персонал, що обслуговує трансформатори, мають пристрій регулювання напруги під навантаженням (РПН), зобов'язаний підтримувати відповідність між напругою мережі і напругою, установлюваною на регульовальному відгалуженні [2].

Включати перемикаючий пристрій у роботу дозволяється при температурі верхніх шарів масла - 20⁰С и вище, а при наявності контактора (РПН), розташованого поза баком трансформатора — при температурі навколишнього середовища - 45⁰С і вище. Якщо температура нижче - 40⁰С, то потрібно включити трансформатор на навантаження не більш 50 % номінальної при температурі до - 40⁰С, після чого навантаження збільшити. Огляд трансформаторів (без відключення) проводять [2]:

- в установках без постійного чергового персоналу - не рідше 1 рази в місяць;

- на трансформаторних пунктах — не рідше 1 рази в 6 місяців.

Трансформатор повинний бути виведений з роботи при виявленні:

- сильного нерівномірного шуму і потрiскування у середині трансформатора;

- ненормального і постійно зростаючого нагрівання трансформатора при нормальному навантаженні й охолодженні;

- викиду масла з розширника або розриву діафрагм вихлопної труби.

Трансформатор виводять з роботи при необхідності заміни масла за результатами лабораторного аналізу. Трансформатори потужністю 160 КВА і більше обладнують системами безперервної регенерації масла в термосифонних і адсорбційних фільтрах. У розширнику трансформатора масло повинно бути захищене від безпосереднього зіткнення з навколишнім середовищем. Якість трансформаторного масла періодично контролюють. Найменша пробивна напруга трансформаторного масла в апараті — 20 кВ при напрузі до 15 кВ; 25 кВ — від 15 до 35 кВ; 35 кВ - від 60 до 220 кВ.

Зміст механічних домішок по візуальному визначенню повинен дорівнювати нулю, кислотне число не більш 0,25 мг.

Перевантаження масляних трансформаторів понад номінальний струм до 40% допускається загальною тривалістю не більш 6 ч у добу протягом 5 суток.

Таблиця 2.1 [2].

Масляні трансформатори

<i>Найменування</i>	1	2	3	4	5
<i>Перевантаження по струму, %</i>	30	45	60	75	100
<i>Тривалість навантаження, хв</i>	120	80	45	20	10

Таблиця 2.2 [2].

Сухі трансформатори

Найменування	1	2	3	4	5
Перевантаження по струму, %	20	40	50	80	0
Тривалість навантаження, ХВ	60	45	32	18	6

Двері трансформаторних пунктів і камер повинні бути постійно закриті на замок.

Обслуговувати щітковий апарат на працюючому електродвигуні допускається одноосібне працівникові оперативного персоналу або виділеному для цієї мети навченому працівникові, що має групу по електробезпеці не нижче III. При цьому необхідно працювати в головному уборі і застебнутому спецодязі;

У випадку робіт на кабельних лініях, встановлених у відсіках КРП, вимикачі цілком викочують, на дверцятах або задній стінці відсіку вивішують плакат «Не включати. Працюють люди», автоматичні шторки замикають на замок, вивішують плакат «Стій. Напруга». Для доступу у відсік знімають вертикальну перегородку у середині шафи або задню стінку; на кабелях, по яких можлива подача напруги, перевіряють його відсутність і накладають заземлення; у відсіку вивішують плакат «Працювати тут». При роботах на устаткуванні КРП, їх цілком викочують і на устаткуванні розміщують плакат «Працювати тут». Під час робіт у відсіках плакат «Працювати тут» вивіщується у середині відсіку.

При роботах із приладами, реле у вторинних ланцюгах без викочування устаткування на замкнених дверцятах відсіку з устаткуванням або на рукоятці фіксації вимикача (якщо дверцята повинні бути відкриті) вивішують плакат «Не включати».

Вимикач може бути встановлений у випробувальне положення:

для випробування вимикача і регулювання привода, перевірки релейного захисту приєднання;

при підготовці і зборці схеми після закінчення робіт;

при роботах на механічній частині електродвигуна або на приводимій ним у рух механізмі. У цьому випадку на замкнені дверцята шафи, вивішують плакат «Не включати. Працюють люди».

Роботи в приміщенні КРП роблять за нарядом і тільки на викоченій із шафи устаткуванні. Захисні засоби в необхідній кількості для усунення всіх можливих у даній установці операцій у нормальному режимі і під час аварій наведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Мінімальний комплект захисних засобів

Захисний пристрій	Кількість	Захисний пристрій	Кількість
Електроустаткування напругою до 1000 В			
Показник напруги, шт.	2	Діелектричні килими, пара	2
Ізолюючі клещі, шт.	1	Попереджувальні плакати, не менше, компл.	2
Ізолююча штанга	За умовами	Тимчасові огорожі (щити прокладки), не менше, компл.	2
Переносні заземлення, шт.	2	Монтажний інструмент з ізольованими ручками, не менше, компл.	2
Діелектричні калоші, пара	2	Захисні окуляри, шт.	1
Захисний пристрій	Кількість	Захисний пристрій	Кількість
Електроустаткування напругою до 1000 В			
Печатки, пара	2		
Електроустаткування напругою більше 1000 В			
Ізолююча штанга (на кожну напругу), шт.	2	Переносні заземлювачі (при відсутності стаціонарних) на кожній напрузі не менше	2
Вказівник напруги, шт.	2	Тимчасові огорожі	2
Ізолюючі клещі, шт.	1	Попереджувальні плакати, не менше, компл.	4
Діелектричні печатки, не менше, пара	2	Захисні окуляри, шт.	2

Діелектричні боти (для відкритого распред. устаткування), пара	1	Протигаз шланговий, шт.	*
--	---	-------------------------	---

Висновки за другим розділом

Таким чином в даному розділі було розглянуто основні аспекти забезпечення безпеки експлуатації при обслуговуванні трансформаторів, електродвигунів та комплексних розподільчих пристроїв.

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, які 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, уточнений опір вертикальних електродів з урахуванням горизонтальної смуги.

В роботі було визначено кількість громовідводів, зони і межі грозозахисту і як наслідок була запропонована схема грозозахисту.

Результат проведених розрахунків задовільняє вимогам ПУЕ, ПТЕ і БНіП.

Також були розглянуті основні заходи забезпечення безпеки експлуатації при обслуговуванні трансформаторів, електродвигунів та комплексних розподільчих пристроїв.

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.: Каменярь, 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.