

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АЕРОКОСМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ
СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

_____ В.П. Квасніков
«_____» _____ 2022 р

**ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»

Тема: «Система електропостачання підприємства»

Виконавець

студент групи ЕЕ-414
Дулько Станіслав Володимирович

Керівник

доцент
Борковська Любов Олексіївна

Нормоконтролер

кандидат технічних наук
Катаєва Марія Олександрівна

КИЇВ 2022

**НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АЕРОКОСМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій

Освітній ступінь: «Бакалавр»

Спеціальність: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітньо-професійна програма: Електротехнічні системи електроспоживання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.П. Квасніков

« _____ » _____ 2022р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Дулька Станіслава Володимировича

1. Тема роботи: «Система електропостачання підприємства»

затверджена наказом ректора від «19» квітня 2022 № 396/ст.

2. Термін виконання роботи: 16.04.2022 по 15.06.2022

3. Вихідні данні до роботи: проектна документація, Державні будівельні норми України «Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення» ДБН В.2.5-23-2010, ПУЕ.

4. Зміст пояснювальної записки: Вступ. Розділ 1. Характеристика механічного цеху. Розділ 2. Електропостачання та силове обладнання цеху. Розділ 3. Розробка трансформаторної підстанції. Висновки. Список використаних джерел.

5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу: варіанти схем електропостачання, схема конденсаторної установки.

6. Календарний план-графік

| № пор. | Завдання | Термін виконання | Відмітка про виконання |
|--------|---|------------------|------------------------|
| 1 | Планування роботи | 16.04-20.04 | Виконано |
| 2 | Розділ 1. Характеристика механічного цеху | 21.04-28.04 | Виконано |
| 3 | Розділ 2. Електропостачання та силове обладнання цеху | 29.04-06.05 | Виконано |
| 4 | Розділ 3. Розробка трансформаторної підстанції | 07.05-15.05 | Виконано |
| 5 | Оформлення вступу, реферату, висновків, переліку посилань | 16.05-24.05 | Виконано |
| 6 | Виконання ілюстративного матеріалу та написання доповіді | 25.05-31.05 | Виконано |

Дата видачі завдання: “14” квітня 2022 р.

Керівник дипломної роботи _____ Борковська Любов Олексіївна

Завдання прийняв до виконання _____ Дулько Станіслав Володимирович

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту «Проектування схеми електропостачання підприємства» містить: 46 сторінок, 4 рисунки, 9 таблиць, 11 використаних джерел.

Об'єкт дослідження – розподільча мережа промислового підприємства.

Предмет дослідження – система електропостачання механічного цеху.

Мета дипломної роботи – розробка енергозберігаючої системи електропостачання механічного цеху.

Методи дослідження – теоретичні основи електротехніки, моделювання, технічний аналіз, фізика, спостереження.

У роботі проаналізовано характеристики механічного цеху, його вихідні дані та техніко-економічні показники, на основі яких розроблено основні вимоги до проектованої трансформаторної підстанції ТП-10/0,4 кВ.

У дипломній роботі дано обґрунтування вибору джерел електроенергії для споживачів механічного цеху, використання раціональних схем розподілу електричної енергії, економічні засоби монтажу та прокладання мереж та розподільних мереж. Електропостачання механічного цеху забезпечується радіальною системою живлення від трансформаторної підстанції 10/0.4кВ.

Встановлено, що необхідної економії електроенергії досягнуто за рахунок максимального навантаження трансформатора в часі, шляхом застосування комплектної конденсаторної установки з автоматичним регулюванням $\cos\phi$ та використання трансформаторів з вищим ККД.

Матеріали дипломної роботи можуть бути використані при модернізації електропостачання виробництв.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Вступ..... | 6 |
| Розділ 1. Характеристика механічного цеху..... | 8 |
| Розділ 2. Електропостачання та силове обладнання цеху..... | 11 |
| Розділ 3. Розробка трансформаторної підстанції..... | 32 |
| Висновки | 45 |
| Список бібліографічних посилань використаних джерел..... | 46 |

ВСТУП

Промислові підприємства витрачають більше половини всієї енергії, виробленої нашої країні і є основними споживачами електричної енергії.

Система електропостачання повинна забезпечувати необхідну надійність живлення підприємства та окремих споживачів. Схеми електропостачання повинні будуватися так, щоб усі їх елементи знаходилися під постійною напругою.

При проектуванні цехів промислових підприємств значення має як розташування трансформаторних підстанцій, і розміщення устаткування в цехах. По можливості кожна ділянка має бути забезпечена окремим розподільним пристроєм, що встановлюється біля центру навантаження.

У дипломній роботі дано пояснення використання джерел електричної енергії для проєктованих споживачів, використання раціональних схем розподілу електричної енергії, економічних засобів монтажу та прокладання мереж і розподільних мереж. Джерелом електричної енергії є трифазний трансформатор 10/0,4 кВ. Радіальна схема розподілу електричної енергії є раціональною. Проєктування електропостачання провадиться для механічного цеху.

Для економії електричної енергії в цьому проєкті застосована комплектна конденсаторна установка (ККУ), яка дозволяє зменшити споживання реактивної потужності, підвищити коефіцієнт потужності $\cos\varphi$ і дозволить зменшити перетин кабелів живлення та проводів.

Застосовуємо синхронні двигуни в приводах верстатів, де вони доцільні, що також дозволить компенсувати реактивну потужність.

Для зменшення втрат у розподільних і мережах живлення трансформаторну підстанцію прилаштовуємо до механічного цеху, так як при цьому зменшиться довжина живильного кабелю.

Для економії кабелю та дроту розставляємо щити у центрах електричних навантажень.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ВН – висока напруга;

ЕА – електричний апарат;

ЕРС – електрорушійна сила;

ЕП – електроприймачі;

ЕС – електрична станція;

КЛ – кабельні лінії;

КЗ – коротке замикання;

КПУ – комплектна конденсаторна установка;

ЛЕП – лінія електропередачі;

НН – нижча напруга;

ПЛ – повітряні лінії;

ПУЕ – правила улаштування електроустановок;

СЕ – система електропостачання;

СН – середня напруга;

Т – трансформатор;

ТН – трансформатор напруги;

ТП – трансформаторна підстанція;

ТС – трансформатор струму;

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕХАНІЧНОГО ЦЕХУ

1.1. Вихідні дані

Вихідними даними для виконання роботи є технічна документація цеху, в якій міститься план розташування електрообладнання і таблиці переліку електрообладнання та його характеристики.

Таблиця 1.1 Перелік електрообладнання цеху

| № поз | Назва електроспаживачів | Р,кВт | Кв | Cosφ | Tgφ |
|----------|--------------------------------|-------|--------|------|------|
| 1-3 | Фрезерний верстат | 14,2 | 0,12 | 0,4 | 2,3 |
| 4-7 | Круглошліфувальний | 15,3 | 0,17 | 0,65 | 1,17 |
| 8 | Тельфер | 18 | 0,1 | 0,5 | 1,73 |
| 9-13 | Зубофрезерний | 15 | 0,17 | 0,65 | 1,17 |
| 14 | Конвеєр | 7,5 | 0,4 | 0,75 | 0,88 |
| 15-17 | Зварювальні т-ри | 40 | 0,3 | 0,35 | 2,58 |
| 18-21 | Зварювальні дугові автомати | 31,5 | 0,35 | 0,5 | 1,73 |
| 22-24 | Зварювальні машини точечні | 60 | 0,35 | 0,6 | 1,39 |
| 25-33 | Вентилятори | 2.2 | 0,65 | 0,8 | 0,75 |
| 40 шт. | Електричне освітлення | 0.1 | КП=0.9 | 0.98 | |
| Sk,МВ | Потужність к.з. | 32 | | | |
| Lk,km | Довжина лінії | 1,8 | | | |

Таблиця 1.2 Коротка характеристика технологічного обладнання

| Назва | Тип | Технічна характеристика |
|-------------------------------------|-------------|--|
| Токарний верстат | 16 К20 Т1 | Максимальний діаметр оброблення заготовки в патроні 53 мм. Число позицій різцетримача – 6. Число передач – 24; межі швидкості обертання шпинделя 10 – 2000 кВ – 1. |
| Вертикально – свердлильний верстат | 2Р 135 Ф2-1 | Найбільший діаметр оброблення деталі 35 м, найбільший діаметр різьби М24 . Число інструментів – 6. Межа швидкості обертання від 35,5 до 1600 кВ – 1, кількість передач – 12. |
| Фрезерний верстат з хратовим столом | 6560 | Розміри робочої поверхні стола 1600 × 630 мм, число частот обертання – 18; межа швидкості обертання шпинделя 25 – 1250 кВ – 1. |
| Зубофрезерний верстат | 5М32 | Найбільший діаметр нарізуваних циліндричних коліс 800 мм; межі частот обертання фрези 50-315 об $x\text{с}^{-1}$ |
| Круглошліфувальний верстат | МА299Ф2 | Діаметр стола 400 мм; число інструментів 35; число частот обертання шпинделя 12; межі частот обертання шпинделя 46-2270 об $x\text{с}^{-1}$ |
| Зварювальні трансформатори | ТДФ | UН=380В, струм вторинної обмотки регулюється 630-2000А, застосовується для живлення багатопостових зварок |

| | | |
|---------------------------|----------|---|
| Зварювальні випрямлячі | ПСО-300М | Досконале джерело живлення ел.дуги. Живляться від мережі змінного трифазного струму $U=380V$. Струм зварювання регулюється від 40 до 630А |
|---------------------------|----------|---|

Характеристика будівельних конструкцій та умов навколишнього середовища, категорія приміщень з точки зору пожежо-вибухонебезпечності та небезпеки ураження електричним струмом.

Приміщення цеху виконане у збірному залізобетоні, опорні конструкції встановлені через 12 м.

Перекриття цеху: арочні залізобетонні ригелі. Приміщення цеху закрите, опалювальне.

Відповідно до СНіП II.90-81 категорія виробництва – Д, не пожежонебезпечна. Ступінь захисту IP-20.

Приміщення цеху сухе, опалювальна відносна вологість не перевищує 65%. Тому згідно з ПТЕ та ПТБ щодо небезпеки ураження електричним струмом приміщення є без підвищеної небезпеки ураження електричним струмом.

1.2. Техніко-економічні показники цеху

Техніко-економічні показники остаточно вибраного варіанту приведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 Техніко-економічні показники

| № п.п. | Назва | Одиниця виміру | Кількість | Примітка |
|-----------|---|-------------------|-----------|----------|
| 1 | Категорія надійності електроспоживачів | | | II |
| 2 | Встановлена потужність цеху | кВт | 430,1 | |

| | | | | |
|---|--------------------------------------|------------|-------|--|
| 3 | Розрахункова потужність цеху | кВт | 181,4 | |
| 4 | Встановлена потужність освітлення | кВт | 3,6 | |
| 5 | Потужність силового трансформатора | кВА | 400 | |
| 6 | Змінність роботи | Роб. зміна | 1 | |
| 7 | Собівартість 1 кВт·год | Гривні | 0,76 | |
| 8 | Вартість трансформаторної підстанції | Гривні | 16647 | |

РОЗДІЛ 2

ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА СИЛОВЕ ОБЛАДНАННЯ ЦЕХУ

2.1. Розрахунок електричних навантажень

Розрахунок електронавантажень проводиться методом упорядкованих діаграм або методом коефіцієнта максимуму (Км). (Згідно з РУМ „Тяжпромелектропроект” 1990).

Групи електроприймачів формуємо за однаковими ознаками:

- Коефіцієнта використання (Кв),
 - Коефіцієнта потужності $\cos\varphi$, $\operatorname{tg}\varphi$,
- це довідники: [л.1, ст.37, табл. 2.2].

Ведеться розрахунок встановленої активної потужності для сформованих груп електроприймачів та вузла навантаження (цех, корпус, завод) відповідно до умови:

$$P_{\text{вст.з.}} = \sum P_{\text{вст.}} \text{ кВт}$$

$$P_{\text{вст.в.}} = \sum P_{\text{вст.з.}} \text{ кВт}$$

Для електроприймачів, які працюють в повторно-короткочасному режимі визначається умовна потужність, яка приведена до довготривалого режиму.

$$P_{вст.д} = \sum P_{н.наст} \times \sqrt{ПВ_{наст}} \text{ кВт} .$$

$$P_{вст.д1} = 3 \times 14.2 = 42.6 \text{ (кВт)}$$

$$P_{вст.д2} = 5 \times 15 + 4 \times 15.2 = 135.8 \text{ (кВт)}$$

$$P_{вст.д3} = 18 \times \sqrt{0.4} = 11.4 \text{ (кВт)}$$

$$P_{вст.д4} = 1 \times 7.5 = 7.5 \text{ (кВт)}$$

$$P_{вст.д5} = 3 \times 40 \times \sqrt{0.25} = 60 \text{ (кВт)}$$

$$P_{вст.д6} = 4 \times 31.5 \times \sqrt{0.25} = 63 \text{ (кВт)}$$

$$P_{вст.д7} = 3 \times 60 \times \sqrt{0.25} = 90 \text{ (кВт)}$$

$$P_{вст.д8} = 9 \times 2.2 = 19.8 \text{ (кВт)}$$

$$P_{вст.в} = 42.6 + 135.8 + 11.4 + 7.5 + 60 + 63 + 90 + 19.8 = 430.1 \text{ (кВт)}$$

ПВ % – вихідні дані для розрахунку, приймаються у відносних одиницях.

Розраховуємо середньозмінну активну потужність для груп електроприймачів та вузла навантаження з умови:

$$P_{ср.г} = P_{вст.г} \times K_{г} \text{ кВт}$$

$$P_{ср.в} = \sum P_{ср.г} \text{ кВт}$$

$$P_{ср.г1} = 42.6 \times 0.12 = 5.1 \text{ (кВт)}$$

$$P_{ср.г2} = 135.8 \times 0.17 = 23 \text{ (кВт)}$$

$$P_{ср.г3} = 11.4 \times 0.1 = 1.14 \text{ (кВт)}$$

$$P_{ср.г4} = 97.2 \times 0.2 = 19.4 \text{ (кВт)}$$

$$P_{ср.г5} = 60 \times 0.3 = 18 \text{ (кВт)}$$

$$P_{ср.г6} = 63 \times 0.35 = 22 \text{ (кВт)}$$

$$P_{ср.г7} = 90 \times 0.35 = 31.5 \text{ (кВт)}$$

$$P_{cp.z8} = 14.8 \times 0.65 = 9.62 (\text{кВт})$$

$$P_{cp.в} = 5.1 + 23 + 1.14 + 3 + 18 + 22 + 31.5 + 9.62 = 113.4 (\text{кВт})$$

Значення Кв приймаємо з [1]

Розраховуємо середньозмінну реактивну потужність для груп електроприймачів та вузла навантаження з умови:

$$Q_{cp.z} = P_{cp.z} \times tg\varphi$$

$$Q_{cp.в} = P_{cp.в} \times tg\varphi$$

$$Q_{cp.z1} = 5.1 \times 2.3 = 11.73 (\text{квар})$$

$$Q_{cc.z2} = 23 \times 1.17 = 26.9 (\text{квар})$$

$$Q_{cc.z3} = 1.14 \times 1.73 = 1.97 (\text{квар})$$

$$Q_{cp.z4} = 3 \times 0.88 = 2.64 (\text{квар})$$

$$Q_{cp.z5} = 18 \times 2.58 = 46.44 (\text{квар})$$

$$Q_{cp.z6} = 22 \times 1.73 = 38 (\text{квар})$$

$$Q_{cp.z7} = 31.5 \times 1.39 = 43.7 (\text{квар})$$

$$Q_{cp.z8} = 14.8 \times 0.75 = 11.1 (\text{квар})$$

$$Q_{cp.в} = 11.73 + 26.9 + 1.97 + 2.64 + 46.44 + 38 + 43.7 + 11.1 = 182.48 (\text{квар})$$

Виходячи з двох розрахункових потужностей: $P_{cp.в}$ та $P_{вст.в}$

визначаємо коефіцієнт використання вузла з умови:

$$K_{в.в} = \frac{P_{cp.в}}{P_{вст.в}}$$

$$K_{в.в} = \frac{P_{cp.в}}{P_{вст.в}} = \frac{113.4}{430.1} = 0.26$$

Визначаємо ефективну кількість електроприймачів n_e

для цього визначаємо показник потужності вузла m з умови :

$$m = \frac{P_{вст.max}}{P_{вст.min}}$$

де $P_{\text{вст. max}}$ - це максимальна потужність одного електроприймача який встановлено в цеху.

$P_{\text{вст. min}}$ - мінімальна потужність одного електроприймача, який встановлено в цеху.

$$m = \frac{P_{\text{вст. max}}}{P_{\text{вст. min}}} = \frac{60}{2.8} = 27.2$$

Так як $m > 3$, а $K_{\text{в.в}} = 0,26 > 0,2$ то

$$n_e = \frac{2P_{\text{вст. B}}}{P_{\text{вст. max}}} = \frac{2 \times 430}{60} = 14 \text{ шт.}$$

З розрахункових показників $K_{\text{в.в}}$ та n_e визначаємо за графіком коефіцієнт максимуму вузла навантаження

K_M :

$$K_M = 1,6$$

Визначаємо максимальну активну, реактивну та повну потужність вузла навантаження з умови:

$$P_M = P_{\text{ср. B}} \times K_M = 113.4 \times 1.6 = 181.4 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{M. B}} = Q_{\text{ср. B}}, \text{ квар при } n \geq 10; \text{ так як } n_e = 33 > 10,$$

$$\text{то } Q_{\text{M. B}} = Q_{\text{ср. B}} = 182.48 \text{ (квар)}$$

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2} = \sqrt{181.4^2 + 182.4^2} = 257.2 \text{ кВА}$$

Визначаємо максимальний струм навантаження

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3}U_H}, \text{ А ; де } U_H = 0,38 \text{ кВ}$$

$$I_M = \frac{257.2}{\sqrt{3} \times 0,38} = 391 \text{ А}$$

Проводимо розрахунок електроосвітлення медом коефіцієнта попиту $K_{\text{п}}$ з умови:

$$P_{max.e.o.} = P_{вст.e.o.} \times n_{e.o.} \times K_{\Pi} = 0,1 \times 40 \times 0,9 = 3,6 \text{ кВт},$$

де $P_{вст.e.o.}$ – потужність однієї лампи, кВт

$n_{e.o.}$ - кількість ламп, шт.

Розраховуємо максимальний струм електричного освітлення (ввід щита освітлення):

$$I_{м.е.о} = \frac{1,1P_{м.е.о}}{\sqrt{3}U_H \cos\varphi}; (A) \text{ де } U_H = 0,38 \text{ кВ}, \cos\varphi = 0,98$$

$$I_{м.е.о} = \frac{1,1 \times 3,6}{\sqrt{3} \times 0,38 \times 0,98} = 6,3 A$$

Розраховуємо повну потужність по вузлу навантаження з урахуванням електричного освітлення:

$$S_{м.В} = \sqrt{(P_M + P_{м.е.о.})^2 + Q_M^2} = (\text{кВА})$$

$$S_M = \sqrt{(181,4 + 6,1)^2 + 182,48^2} = 261,4 (\text{кВА})$$

Розраховуємо максимальний струм по вузлу навантаження з урахуванням електричного освітлення:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3}U_H}, A$$

$$I_M = \frac{261,6}{\sqrt{3} \times 0,38} = 367,9 A$$

Таблиця 2.1 Результати розрахунків електричних навантажень

| Вихідні дані | | | | За довідниковими даними | | Середня потужність групи | | Ефективне число, ЕП _е | Коефіцієнт Максимуму К _м | Максимальна потужність | | | I _м , А |
|--|-------------------|---|--|-------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|
| За завданням технологів | | | | Кв | cosφ tgφ | P _с кВт | Q _с кВа р | | | P _м , кВт | Q _м , кВар | S _м , кВА | |
| Найменування характерних категорій ЕП, під'єднувальних до вузла живлення | К-ть ЕП, шт · раб | Номинальна потужність | | | | | | | | | | | |
| | | Одного ЕП P _н P _н . Мак | Загальна P _{об} . P _н | | | | | | | | | | |
| Кругошліфувальні і зубофрезерний | 9 | 5X15 4X15,2 | 135,8 | 0,17 | $\frac{0,65}{1,17}$ | 23 | 26,9 | | | | | | |
| Фрезерний верстат | 3 | $\frac{3X1}{4,2}$ | 42,6 | 0,12 | $\frac{0,4}{2,3}$ | 5,1 | 11,23 | | | | | | |
| Конвеєр | 1 | 1X75 | 7,5 | 0,4 | $\frac{0,75}{0,88}$ | 3 | 2,64 | | | | | | |
| Тельфер | 1 | 1X1,8 | 11,4 | 0,1 | $\frac{0,5}{1,73}$ | 1,14 | 1,97 | | | | | | |
| Зварювальні трансформатори | 3 | 3X40 | 60 | 0,3 | $\frac{0,35}{2,58}$ | 18 | 46,44 | | | | | | |
| Зварювальні машини точечні | 3 | 3X60 | 90 | 0,65 | $\frac{0,6}{1,39}$ | 31,5 | 43,7 | | | | | | |
| Зварювальні випрямлячі | 3 | 3X36 | 54 | 0,3 | $\frac{0,6}{1,73}$ | 22 | 38 | | | | | | |
| Зварювальні автомати | 4 | 4X31,5 | 63 | 0,35 | $\frac{0,5}{2,58}$ | 18 | 46,44 | | | | | | |
| Вентилятори | 9 | 9X2,2 | 14,8 | 0,65 | $\frac{0,8}{0,75}$ | 9,62 | 11,1 | | | | | | |
| ВСЬОГО | 33 | | 430,1 | | | 113,4 | 182,5 | M=2 7,2N e=14 | K _м =1,6 | 18,14 | 18,25 | 251,2 | 391 |
| Ел. Освітлення | 40 | 40X0,1 | 4,1 | K _п =0,9 | 0,98 | | | | | 6,1 | - | - | 3,6 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Всього урахуванням освітлення | | | | | | | | | | 187, 5 | 18 2,5 | 261, 6 | 39 7,9 |
|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------|-----------|-----------|-----------|

2.2. Вибір кількості та потужності силових трансформаторів

Відповідно до ПУЕ [2] п.1.2.17 забезпечення споживачів електричною енергією здійснюється за умови надійності електропостачання.

Приєднані до вузла навантаження електричні приймачі відносяться до II та III категорії з надійності електропостачання, тому живлення цих приймачів здійснюється згідно з ПУЕ п.1.2.19, п.1.2.20 відповідно.

Електроприймачі II категорії рекомендується постачати електроенергією від двох незалежних взаємно резервуючих джерел живлення. Для електроприймачів II категорії при порушенні електропостачання від одного з джерел живлення допустимі перерви електропостачання на час, необхідний для включення резервного живлення діями чергового персоналу або виїзної оперативної бригади.

Живлення електроприймачів II категорії по одній підводному човні допускається, у тому числі з кабельною вставкою, якщо є можливість проведення аварійного ремонту цієї лінії за час не більше 24 годин. Кабельні вставки цієї лінії повинні проводитися двома кабелями, кожен з яких вибирається найбільшим тривалим струмом ВЛ. Допускається живлення електроприймачів II категорії по одній кабельній лінії, що пролягає не менше ніж із двох кабелів, приєднаних до одного загального апарату.

За наявності централізованого резерву трансформаторів та можливості заміни ушкодженого трансформатора за час не більше однієї доби допускається живлення електроприймачів II категорії від одного трансформатора.

Для електроприймачів III категорії електропостачання може проводитись від одного джерела живлення за умови, що перерви електропостачання, необхідні для

заміни пошкодженого елемента системи електропостачання або ремонту, не перевищують 1 доби.

Для споживачів II категорії розрахункові схеми можуть бути двох типів:

1. Схема з одним трансформатором та резервною перемичкою напругою 0,4 кВ від наявного трансформатора.
2. Схема з двома трансформаторами та секціонуванням на стороні 0,4 кВ.

Проводимо розрахунок для схеми №1 (рис. 2.1).

Розрахункова схема для споживачів II категорії з надійності електропостачання здійснюється від двох незалежних взаєморезервованих трансформаторів за двома незалежними взаєморезервованими лініями. Перерва в електропостачанні допускається на час відновлення живлення діями чергового персоналу, але не більше ніж 24 години.

$$K_{з.т} = \frac{S_m}{2S_{н.т}};$$

де S_m (кВА) – розрахункова потужність (таблиця 2.1),

$S_{н.т}$ – потужність силового трансформатора, кВА [1],

$$K_{з.т.} = \frac{S_m}{2S_{н.т.}} = \frac{261.6}{2 \times 160} = 0.81$$

Згідно СН 174-75 $0,75 \leq K_{з.т.} \leq 0,85$.

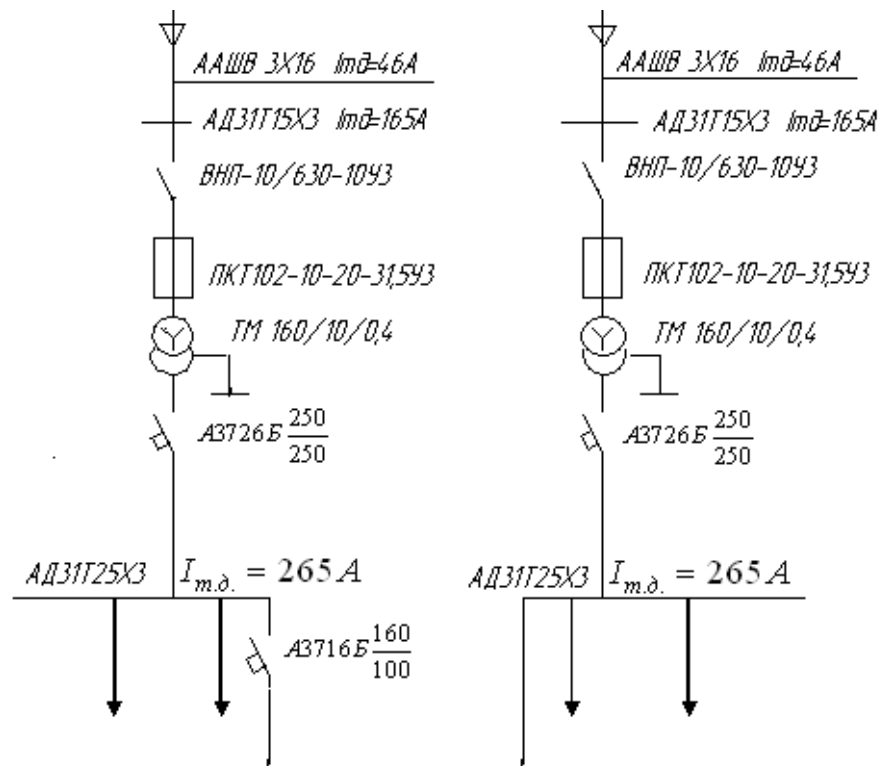


Рис. 2.1. Схема з двома трансформаторами та секціонуванням на стороні 0,4 Кв (схема №1)

Перевіримо вибрану потужність силового трансформатора в аварійному режимі $S_{м(II)} \leq 1,4 \cdot S_{н.т.р.} \cdot Kз.т$ де –

$S_{м(II)}$ – потужність електроприймачів другої категорії (кВА).

$$S_{м(II)} = 1,4 \times S_{м.т.р} \times Kз.т$$

$$104.64 \leq 1.4 \times 160 \times 0.85$$

$$104.64 < 190.4$$

Умова виконується: $104.64 < 190.4$.

Приймаємо до встановлення два силові трансформатори типу

ТМ-160/10/0,4 потужністю 160 кВА.

Розраховуємо елементи схеми №1.

Вибір елементів схеми на стороні 10 кВ:

$$I_P = \frac{S_{н.т.}}{\sqrt{3}U_H}; A$$

$$U_H = 10 \text{кВ}$$

$S_{H.T.}$ – номінальна потужність силового трансформатора

$$I_P = \frac{S_{H.T.}}{\sqrt{3}U_H} = \frac{160}{\sqrt{3} \times 10} = 9.2 \text{А}$$

Вибір запобіжника з умови:

$$I_n \geq I_P; I_{н.в.} \geq 2 - 3I_P$$

$$I_{н.в.} \geq 2I_P = 18.4 \text{А}$$

Беремо запобіжник ПКТ102-10-20-31,5У3 [1, ст.188, таб.2.85].

Вибираємо вимикача навантаження $I_{н.в.} \geq I_P$ [1]

Приймаємо вимикач навантаження типу ВВП-10/630-10У3

$$U_{н.в.} \geq U_{р.в.}$$

Виберемо переріз живлячого кабелю з умови :

$$F_{\text{мін}} = \frac{I_p}{J_E} \text{ де } J_E = 1,4 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}$$

$$F_{\text{мін}} = \frac{I_p}{J_E} = \frac{9.2}{1,4} = 6.5 \text{мм}^2$$

Беремо кабель ААШВ 3Х16 $I_{Т.Д} = 46 \text{А}$; [ПУЕ, таб.1.3.18]

Вибір шин АД31Т з умови: $I_{т.д.} \geq I_3 \times K_3$

де $I_3 = I_{н.в.}$; $K_3 = 1$ для мереж до 1кВ.

Приймаємо шини АД31Т15Х3 $I_{т.д.} = 165 \text{А}$ [ПУЕ, т.1.3.31]

Розрахунок елементів на стороні 0,4 кВ

Визначимо розрахунковий струм за формулою:

$$I_P = \frac{S_{H.T.} \times K_{3.T.}}{\sqrt{3}U_H}; \text{А де } U_H = 0,4 \text{кВ}; K_{3.T.} = 0,85$$

$$I_p = \frac{160 \times 0,85}{\sqrt{3} \times 0,4} = 196,5$$

Тип автоматичного вимикача приймається в залежності від типу шафи, прийнятої проектом, за умови:

$$I_{н.а.в.} \geq I_{н.т.р.}; I_{н.т.р.} \geq 1,25I_p$$

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25I_p$$

$$250 > 245,6$$

Підбираємо найближчий стандартний тепловий розчіплювач по каталогу:

$$I_{н.т.р.} = 250A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЗ726Б $\frac{250}{250}$

Вибір перерізу шин АД31Т з умови $I_{м.д.} \geq I_3 \times K_3$ де : $K_3 = 1$ для мереж до 1

$$\text{кВ } I_3 = I_{н.т.р.} = 265A$$

Беремо шини АД31Т25Х3 $I_{м.д.} = 265A$ [ПУЕ, т.1.3.31]

Зробимо розрахунки для вибору секційного автоматичного вимикача, при цьому приймаємо, що навантаження підключено рівномірно до кожної секції шин

, тобто $0,5S_{м(II)} \text{кВА}$.

Тоді струм, який проходитьиме через секційний автоматичний вимикач, обчислюється з умови:

$$I_{P.(C.A.)} = \frac{0,5S_{м(II)}}{\sqrt{3}U_H}; A \text{ де } \mathbf{U_H = 0,38 \text{кВ}}; S_{м(II)} = 0,4S_m = 104,6 \text{кВА} - \text{потужність}$$

споживачів другої категорії.

$$I_{P.(C.A.)} = \frac{0,5 \times 104,6}{\sqrt{3} \times 0,38} = 79,5A$$

Вибираємо секційний автоматичний вимикач з умови:

$$I_{н.т.р.(с.в.)} \geq 1,25I_{р.(с.в.)}$$

$$I_{н.(с.в.)} \geq I_{н.т.р.(с.в.)}$$

$$I_{н.т.р.(с.в.)} \geq 1,25I_{р.(с.в.)} = 1,25 \times 79,5 = 99,3A$$

Приймаємо найближчий стандартний тепловий розчіплювач по каталогу:

$$I_{н.т.р.(с.в.)} = 100A$$

Підбираємо тип автоматичного вимикача $A3716B \frac{160}{100}$

Розрахунок схеми №2 (рис. 2.2).

Надійність електропостачання споживачів II категорії може забезпечити схема з одним силовим трансформатором та резервною перемичкою на стороні 0,4кВ від існуючого трансформатора. Проводимо вибір потужності силового трансформатора для забезпечення нормального режиму роботи за умови:

$$K_{з.т.} = \frac{S_m}{S_{н.т.}}; \quad K_{з.т.} = \frac{S_m}{S_{н.т.}} = \frac{261,2}{400} = 0,65$$

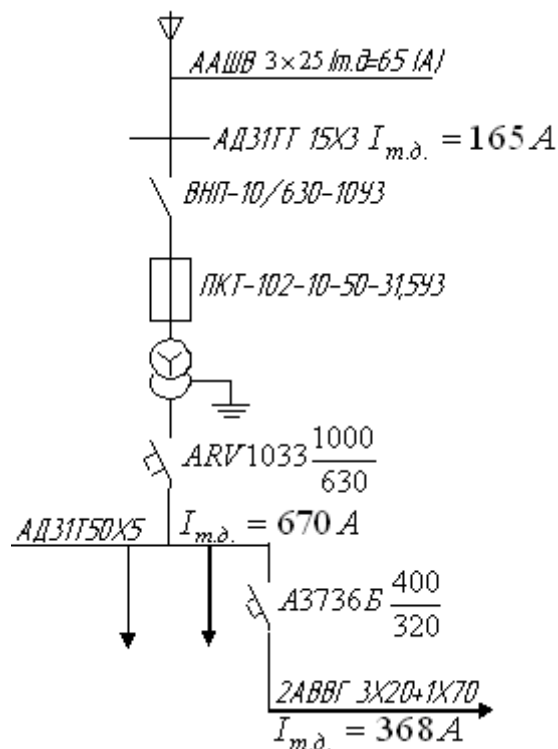


Рис. 2.2. Схема з одним трансформатором та резервною перемичкою (схема №2)

Вибір елементів схеми на стороні 10 кВ.

$$I_P = \frac{S_{H.T.}}{\sqrt{3}U_H}; A$$

$U_H = 10кВ$ $S_{H.T.}$ номінальна потужність силового трансформатора

$$I_P = \frac{400}{\sqrt{3} \times 10} = 23,1(A)$$

Вибір запобіжника за умови:

$$I_{н.в.} \geq I_P; I_{н.в.} \geq 2 - 3I_P$$

$$I_{н.в.} \geq 2I_P = 2 \times 23,1 = 46,2A$$

Приймаємо запобіжник ПКТ-102-10-50-31,5У3 [1, ст.188, таб.2.85]

Вибір вимикача навантаження $I_{н.в.} \geq I_P$.

Приймаємо вимикач навантаження типу ВВП-10/630-10У3 [1, ст.182, таб.2.77]

$$U_{н.в.} \geq U_{р.в}$$

Вибір перерізу живлячого кабелю за умови:

$$F_{min} = \frac{I_P}{J_E} \text{ де } J_E = 1,4 \frac{A}{мм^2}$$

$$F_{min} = \frac{I_P}{J_E} = \frac{23,14}{1,4} = 19,3(мм^2)$$

Приймаємо кабель з [таб. 1,3,18 ПУЭ] за умови:

$$I_{т.д} > I_3 \times K_3 \quad I_3 = I_{н.в}$$

$$I_{т.д} > 50 \times 1,2 = 60 (A) \quad K_3 = 1,2 \text{ для } 10кВ$$

$$AAШВ \quad 3 \times 25$$

$$I_{т.д} = 65 (A)$$

Вибір шин АД31Т за умови:

$$I_{т.д} \geq I_3 \times K_3 \text{ де } I_3 = I_{н.в.}; K_3 = 1 \text{ для мереж до } 1кВ$$

$$I_{т.д} > 60(A)$$

Вибираємо шини АД31ТТ 15Х3 $I_{m.д.} = 165A$ [ПУЕ, т.1.3.31]

Вибір елементів схеми на стороні 0,4кВ:

Виразуємо розрахунковий струм за формулою:

$$I_p = \frac{S_{H.T.} \times K_{3.T.}}{\sqrt{3}U_H}; A$$

$$\text{де } U_H = 0,4\text{кВ}; K_{3.T.} = 0,85$$

$$I_p = \frac{S_{H.T.} \times K_{3.T.}}{\sqrt{3}U_H} = \frac{400 \times 0,85}{\sqrt{3} \times 0,4} = 490(A)$$

Підбираємо автоматичний вимикач за умови:

$$I_{н.а.в.} \geq I_{н.т.р.};$$

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25I_p$$

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25I_p = 1,25 \times 490 = 613,4A$$

Беремо найближчий стандартний тепловий розчіплювач по каталогу:

$$I_{н.т.р.} = 630A \quad ARV1033 \frac{1000}{630}$$

Вибір перерізу шин АД31Т за умови

$$I_{m.д.} \geq I_3 \times K_3 \text{ де } : K_3 = 1 \text{ для мереж до } 1\text{кВ.}$$

$$I_3 = I_{н.т.р.} = 630A$$

Приймаємо шини АД31Т50Х5 $I_{m.д.} = 670A$ [ПУЕ, т.1.3.31]

Для аварійного режиму розраховується резервна перемичка, через яку передається потужність електроприймачів другої категорії

$S_{м(II)}$, кВА (Електроприймачі III категорії в аварійному режимі відключаються від шин трансформаторної підстанції).

Елементами резервної перемички є:

- автоматичний вимикач, який вибираємо за умови:

$$I_{н.а.в.} \geq I_{н.т.р.}; I_{н.т.р.} \geq 1,25I_{p(II)} \text{ де } :$$

$$I_{p(II)} = \frac{S_{m(II)}}{\sqrt{3}U_n} = \frac{128.3}{\sqrt{3} \times 0,38} = 199A$$

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25I_{p(II)} = 251.2A$$

Приймаємо найближчий стандартний тепловий розчіплювач по каталогу: $I_{н.т.р.} = 320A$.

Приймаємо тип автоматичного вимикача $A3736B \frac{400}{320}$

- переріз живлячого кабелю за умови довготривалого струму за нагріванням:

$$I_{м.д.} \geq I_3 \times K_3$$

де $K_3 = 1$ для мереж до одного 1 кВ,

$$I_3 = I_{н.т.р.} = 320A.$$

Приймаємо кабель 2АВВГ 3Х20+1Х70, [ПУЕ, т.1.3.7] $I_{м.д.} = 368A$

Для визначення остаточної кількості та потужності силових трансформаторів робимо техніко-економічний розрахунок.

Технічні дані трансформаторів приймаємо з [3] і заносимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 Технічні дані трансформаторів

| Тип трансформатора | $P_{хх}$ кВт | $\Delta P_{кз}$ кВт | $\Delta U_{кз}$ % | $\Delta Q_{хх}$ квар | $\Delta Q_{кз}$ квар | $I_{хх}$ % | Ціна в гривнях |
|--------------------|-----------------|------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|----------------|
| ТМ-400 10/0,4 | 1,08 | 5,25 | 4,5 | 8,4 | 17,1 | 2,1 | 16647 |
| ТМ-160 10/0,4 | 0,54 | 3,1 | 3,84 | 3,84 | 6,69 | 2,4 | 9040,5 |

Визначаємо втрати при короткому замиканні:

$$\Delta P_{кз 1} = 2(\Delta P_{кз 1} + 0,005\Delta Q_{кз 1}) = 2(3.1 + 0.005 \times 6.69) = 6.26 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_{кз 2} = \Delta P_{кз 2} + 0,005\Delta Q_{кз 2} = 5.5 + 0.005 \times 17.1 = 5.5 \text{ кВт}$$

Визначаємо втрати при холостому ході:

$$\Delta P_{xx} 1 = 2(\Delta P_{xx} 1 + 0,005\Delta Q_{xx} 1) = 2 \times (0,54 + 0,005 \times 3,84) = 1,12 \text{кВт}$$

$$\Delta P_{xx} 2 = \Delta P_{xx} 2 + 0,005\Delta Q_{xx} 2 = 1,08 + 0,005 \times 8,4 = 1,12 \text{кВт}$$

Визначаємо повні приведені втрати:

$$\Delta P_{mp} 1 = \Delta P_{кз} 1 \times K_{зт1} + \Delta P_{xx} 1 = 1,12 + 0,81 \times 6,26 = 6,19 \text{кВт}$$

$$\Delta P_{mp} 2 = \Delta P_{кз} 2 \times K_{зт2} \times \Delta P_{xx} 2 = 1,12 + 0,85 \times 5,5 = 5,79 \text{кВт},$$

де $K_{зт}$ – коефіцієнт завантаження трансформатора.

| 2ТМ | 1ТМ |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| $\Delta P_{mp} 1 = 6,19 \text{кВт}$ | $\Delta P_{mp} 2 = 5,79 \text{кВт}$ |

Визначаємо втрати в трансформаторі за рік. При кількості годин використання максимуму навантаження $t_2=2400$ год:

$$\Delta W1 = \Delta P_{\delta\delta} 1 \times t_2 = 6,19 \times 2400 = 14856 \text{ (кВт/год)}$$

$$\Delta W2 = \Delta P_{mp} 2 \times t_2 = 5,79 \times 2400 = 13896 \text{ (кВт/год)}.$$

| 2ТМ | 1ТМ |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| $\Delta W1 = 14856 \text{ (кВт/год)}$ | $\Delta W2 = 13896 \text{ (кВт/год)}$ |

Визначаємо експлуатаційні втрати за рік:

$$C = C \times \Delta W + \frac{P_a}{100} \times K + \frac{P_c}{100} \times K; \text{грн.}$$

де C – це собівартість електроенергії -0,26 грн. За кВт/год:

P_a – амортизаційні відрахування на капітальний ремонт P_a (%) 6,3%

P_c – це амортизаційні відрахування на поточний ремонт P_c (%) 3%

K – вартість трансформатора, грн.

$$C1=0,76 \times 14856 + 6,3 \div 100 \times 2 \times 9040,5 + 3 \div 100 \times 2 \times 9040,5 = 12972,1(\text{грн.})$$

$$C2=0,76 \times 13896 + 6,3 \div 100 \times 16647 + 3 \div 100 \times 16647 = 12109,1(\text{грн.})$$

| 2ТМ | 1ТМ |
|-----------------------|-----------------------|
| C1=12972,1 грн | C2=12109,1 грн |

Визначаємо капітальні затрати:

$$Z1 = 0,125 \times K1 + C1 = 0,125 \times 2 \times 9040,5 + 12972,1 = 15232,2 \text{грн}$$

$$Z2 = 0,125 \times K2 + C2 = 0,125 \times 16647 + 12109,1 = 14189,9 \text{грн}$$

| 2ТМ | 1ТМ |
|-----------------------|-----------------------|
| Z1=15232,2 грн | Z2=14189,9 грн |

Визначаємо ΔZ у відсотках:

$$\Delta Z = (Z2 - Z1) \times 100 / Z2 \quad \Delta Z = (15232,2 - 14189,9) \times 100 / 15232,2 = 6,8\%$$

Виходячи з результатів техніко економічного розрахунку приймаємо до уваги схему №2 з одним трансформатором на 400 кВА та резервною перемичкою до існуючого трансформатора.

2.3. Розрахунок та вибір компенсуючих пристроїв

Організація електропостачання для проєктованого об'єкта задає ефективний коефіцієнт потужності, значення якого ϵ :

$$\text{Cos } \varphi = 0,92 \quad (\text{tg} \varphi = 0,426).$$

Виконання цієї умови для проєктованих споживачів здійснюється за допомогою комплектних конденсаторних установок, що підключаються до шин розподільного пристрою напругою 0,4 кВ.

Збільшити пропускну здатність провідників, що живлять, дозволяє централізована компенсація реактивної потужності, зменшити втрати електроенергії.

Тип та номінальну потужність конденсаторної установки приймаємо з номенклатурного каталогу основних виробів ВАТ „УКРЕЛЕКТРОАПАРАТ”.

Розраховуємо потужність конденсаторної установки за умови:

$$Q_{кку} = Q_m - P_m \times tg\varphi(\text{квар})$$

Оскільки за результатами техніко-економічного порівняння прийнято, що електропостачання об'єкта забезпечуватиметься за схемою з одним силовим трансформатором, потужність ККУ вираховуємо за формулою:

$$Q_{ккк} = Q_m \times P_m \times tg\varphi$$

де $Q_m; P_m$ – розрахункові потужності (табл.2.1),

$$tg\varphi = 0,426$$

$$Q_{ккк} = 182.5 - 181.4 \times 0.426 = 105.2 \text{ (квар)}$$

Підбираємо конденсаторну установку.

Приймаємо тип, потужність і струм конденсаторної установки за каталогом:

одну ККУ типу QRN1204C2-ALJ

$I_{кку} = 143 \text{ (А)}$

Вибираємо елементи схеми:

- автоматичний вимикач за умови:

$$I_{н.а.в.} \geq I_{н.т.р.}; I_{н.т.р.} \geq 1,3I_{кку},$$

де $I_{кку} = 143 \text{ А}$ – струм конденсаторної установки.

Приймаємо уставку автоматичного вимикача

$$I_{н.т.р.} \geq 1,3I_{кку} = 1,3 \times 143 = 185.9 \text{ (А)};$$

$$I_{н.т.р.} = 200 \text{ А};$$

Тип автоматичного вимикача $A3726B \frac{250}{200}$

- переріз живлячого кабелю: $I_{м.д.} \geq I_3 \times K_3$

- де $K_3 = 1$ для мереж до одного кіловольта .

Приймаємо кабель АВВГ 3Х150+1Х95 $I_{м.д.} = 211,5 \text{ А}$ [ПУЕ, т.1.3.7.]

Перевіряємо реальний $tg\varphi = \frac{Q_M - Q_{KKU}}{P_M}$;

$$\text{де } tg\varphi = \frac{182.5 - 120}{181.4} = 0,435.$$

Отже реальне значення $tg\varphi$ близьке до значення що задає енергопостачальна організація.

Приймаємо: одну ККУ типу QRN87.54C2-ALJ (рис. 2.3).

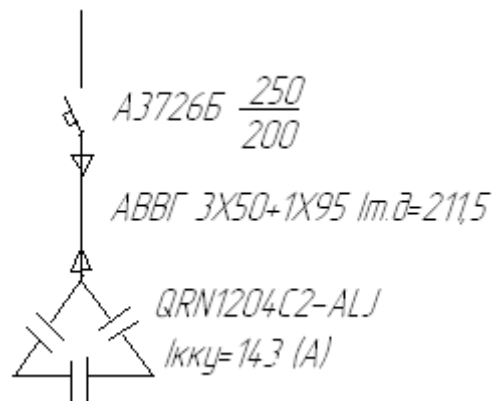


Рис. 2.3. Комплектна конденсаторна установка типу QRN87.54C2-ALJ

2.4. Вибір і обґрунтування схеми розподілу електричної енергії

У проєктованому цеху встановлено електроприймачі II та III категорії з надійності електропостачання, перерва в електропостачанні яких призводить до масового недовипуску продукції, порушення нормальної діяльності, механізмів та промислового транспорту, простоювання робітників. Відповідно до ПУЕ п.1.2.19 [2] електроприймачі другої категорії рекомендується постачати електроенергією від двох незалежних джерел живлення, які резервуватимуть один одного.

Схеми живильної та розподільної мережі повинні забезпечувати надійність живлення споживачів, бути зручними та безпечними за мінімальних витрат на провідники та інші елементи лінії електропередач.

Схему розподілу електричної енергії виконуємо за радіальним принципом перед магістральною схемою розподілу електроенергії, радіальна має кілька переваг:

- селективність відключення приймачів;
- знаходження автоматичних вимикачів у одному місці, тобто у центрах електричних навантажень;

– дозволяє встановлювати щити певні групи електроприймачів.

Радіальна схема надійніша, ніж магістральна, у якій при зниженні напруги на магістралі всі підключені до неї споживачі втрачають живлення. Застосування шинопроводів призводить до збільшення витрати провідникового матеріалу.

В залежності від умов навколишнього середовища, розміщення електроспоживачів і характеру підприємства силові мережі можуть виконуватися по змішаній схемі розподілу енергії.

2.5. Розрахунок і вибір елементів розподільчої мережі

Вибаємо елементи по розрахунковому (номінальному) струму споживача.

Для довготривалого режиму:

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3}U_n \times \cos\varphi}; A$$

де P_n – номінальна потужність кВт,

згідно з завданням $U_n=0,38$ кВ,

$$\cos\varphi = 0,86$$

Виразуємо номінальний струм приймачів:

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3}U_n \times \cos\varphi} A$$

Аналогічно робимо розрахунки для всіх інших електроприймачів. Для електроприймачів, що працюють у повторно короткочасному режимі за умовою:

$$I_p = \frac{P_n \times \sqrt{ПВ}}{\sqrt{3}U_n \times \cos\varphi} \times \frac{1}{0,875} A$$

де ПВ приймається у відносних одиницях згідно з завданням.

$$I_{p1} = \frac{14.2}{\sqrt{3} \times 0,38 \times 0,85} = 25.4A$$

$$I_{p2} = \frac{15.3}{\sqrt{3} \times 0,38 \times 0,85} = 27A$$

$$I_{p3} = \frac{2.2}{\sqrt{3} \times 0,38 \times 0,85} = 3.9A$$

$$I_{p4} = \frac{7,5}{\sqrt{3} \times 0,38 \times 0,85} = 13.4A$$

$$I_{p5} = \frac{40\sqrt{0.25}}{\sqrt{3} \times 0,38 \times 0,85} \times \frac{1}{0.875} = 40A$$

$$I_{p6} = \frac{15}{\sqrt{3} \times 0,38 \times 0,85} = 26.5A$$

$$I_{p7} = \frac{18.5 \times \sqrt{0,25}}{\sqrt{3} \times 0,38 \times 0,85} \times \frac{1}{0,875} = 18.2A$$

$$I_{p8} = \frac{31.5 \times \sqrt{0.25}}{\sqrt{3} \times 0,38 \times 0,85} \times \frac{1}{0.875} = 31.7A$$

$$I_{p9} = \frac{60 \times \sqrt{0,25}}{\sqrt{3} \times 0,38 \times 0,85} \times \frac{1}{0,875} = 60.5A$$

Вибір автоматичного вимикача здійснюється за умови:

$$I_{н.а.в.} \geq I_{н.т.р.}; I_{н.т.р.} \geq 1,25I_p \cdot;$$

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25I_p = 1,25 \times 3.9 = 4.9A$$

Вибираємо найближче значення стандартної уставки автоматичного вимикача з каталогу:

$$I_{н.т.р.} = 5A$$

Розраховуємо і вибираємо уставки захисних автоматичних вимикачів для всіх інших електроприймачів

Вибір перерізу живлячого кабелю здійснюється за умови:

$$I_{Т.Д.} \geq I_{з.} \times K_{з.}$$

де $I_{Т.Д.}$ - приймаємо із таблиць ПУЕ (1.3.4.-1.3.31.) в залежності від способу прокладки та провідника.

$$I_{з.} = I_{Н.Т.Р.} K_{з.} = 1 \text{ для мереж до 1кВ.}$$

Живлення електроприймачів 25-33 проводимо проводом АВВГ прокладеним в КОРОБАХ $мм^2 I_{Т.Д.} = 17.5A$ [табл. ПУЕ 1.3.5]

Вибираємо провідник живлення для живлення електроенергією тельфера.

Електропостачання тельфера проводиться кабелем АВВГ, що підключається до ящика з рубильником типу ЯБПВУ-100 та гнучким кабелем КГ, довжина якого дорівнює двом прольотам крана.

$$\text{Приймаємо кабель } АВВГ 4 \times 10; I_{Т.Д.} = 38.6A \text{ [ПУЕ, т.1.3.7]}$$

$$\text{Приймаємо : [КГ } 4 \times 4; I_{Т.Д.} = 36A \text{ ПУЕ, т.1.3.8]}$$

Електропостачання вентиляторів проводиться кабелем АВВГ, що приєднується до клемної коробки, де його з'єднують із гнучким кабелем КГ. На кожен вентилятор припадає по 1 метру кабелю КГ.

Переріз гнучкого кабелю підбирається з умови:

$$I_{Т.Д.} \geq I_{з.} \times K_{з.}$$

Беремо кабель типу $КГ 4 \times 0,75; I_{Т.Д.} = 14A$ [ПУЕ, т.1.3.8].

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ПІДСТАНЦІЇ

Конструктивне виконання ТП – прибудована до капітальної стіни будівлі. Приміщення ТП складається з трьох електротехнічних приміщень: ПР-10 кВ, РП-0,4 кВ і камер силових трансформаторів. Приміщення ТП має за ступенем протипожежних вимог має бути віднесено до категорії Г, Д; І або ІІ ступеня вогнестійкості.

Вентиляція трансформаторної підстанції повинна відповідати вимогам ПУЕ п.4.2.103.

Двері камер маслонаповнених силових трансформаторів і бакових вимикачів повинні мати межу вогнестійкості не менше 0,6 г.

Ширина проходу для ремонту і керування ТП повинна забезпечувати переміщення, викатки устаткування для його ремонту та зручність обслуговування.

Висота приміщення повинна бути не менше висоти ТП, від виступаючих частин шаф плюс 0,8 м до стелі та 0,3 м до балок. Розрахункові навантаження на перекриття приміщень шляхом транспортування електрообладнання приймаємо з урахуванням маси найбільш важкої частини електрообладнання, а прорізи повинні відповідати габаритам обладнання, що транспортується частинами. Двері приміщення повинні відчинятися у бік приміщень з меншою напругою або у бік технологічних проходів і мати замки, які самі зачиняються. Підлоги приміщень мають бути без порогів.

3.1. Розрахунок та вибір елементів живлячої мережі

Розрахунок і вибір елементів живлячої мережі проводимо табличним способом на основі вибраної схеми розподілу електроенергії та отриманих результатів на основі вибраної схеми (табл. 3.1).

| Назва елемента живлячої мережі | Тип елемента | Захисний елемент | <u>Ін.</u> Ін.т.р. | Марка провідника (шини) | Іт.д. А |
|------------------------------------|----------------|------------------|-----------------------|-------------------------|------------|
| Камера вводу високої напруги | КСО393-04062У3 | ПКТ102-20-31,5У3 | - | АД31Т – 50Х5 | 665 |
| Камера відхідної лінії | КСО393-03106У3 | - | - | - | -- |
| Трансформатор масляний силовий | ТМ - 400/10 | | | | |
| Панель низької напруги ввідна | ЩО211294 У3 | ARV1033 | <u>1000</u> 630 | АД3 1Т – 50Х5 | 665 |
| Панель низької напруги розподільча | ЩО233794 У3 | | | АД31Т – 50Х5 | 665 |
| Панель низької напруги розподільча | ЩО235594 У3 | | | АД31Т – 50Х5 | 665 |
| Панель обліку електричної енергії | ЩО240294 У3 | | | | |

Таблиця 3.1 Типи елементів живлячої мережі

3.2. Розрахунок струмів короткого замикання

В електроустановках можуть виникати різні види коротких замикань, які зумовлені різними причинами.

На основі електричної схеми принципової складаємо схему заміщення, в якій кожен елемент замінюється відповідним опором. На схемі заміщення відзначаються точки, у яких очікується виникнення короткого замикання (К1, К2, К3).

На стороні 10 кВ розрахунок струмів короткого замикання ведеться методом іменованих одиниць. За базисну напругу приймається $U_{\delta} = U_n$, де $U_n = 10,5 \text{ кВ}$; за базисну потужність приймається $S_{\delta} = 100 \text{ МВА}$ чи кратна 100.

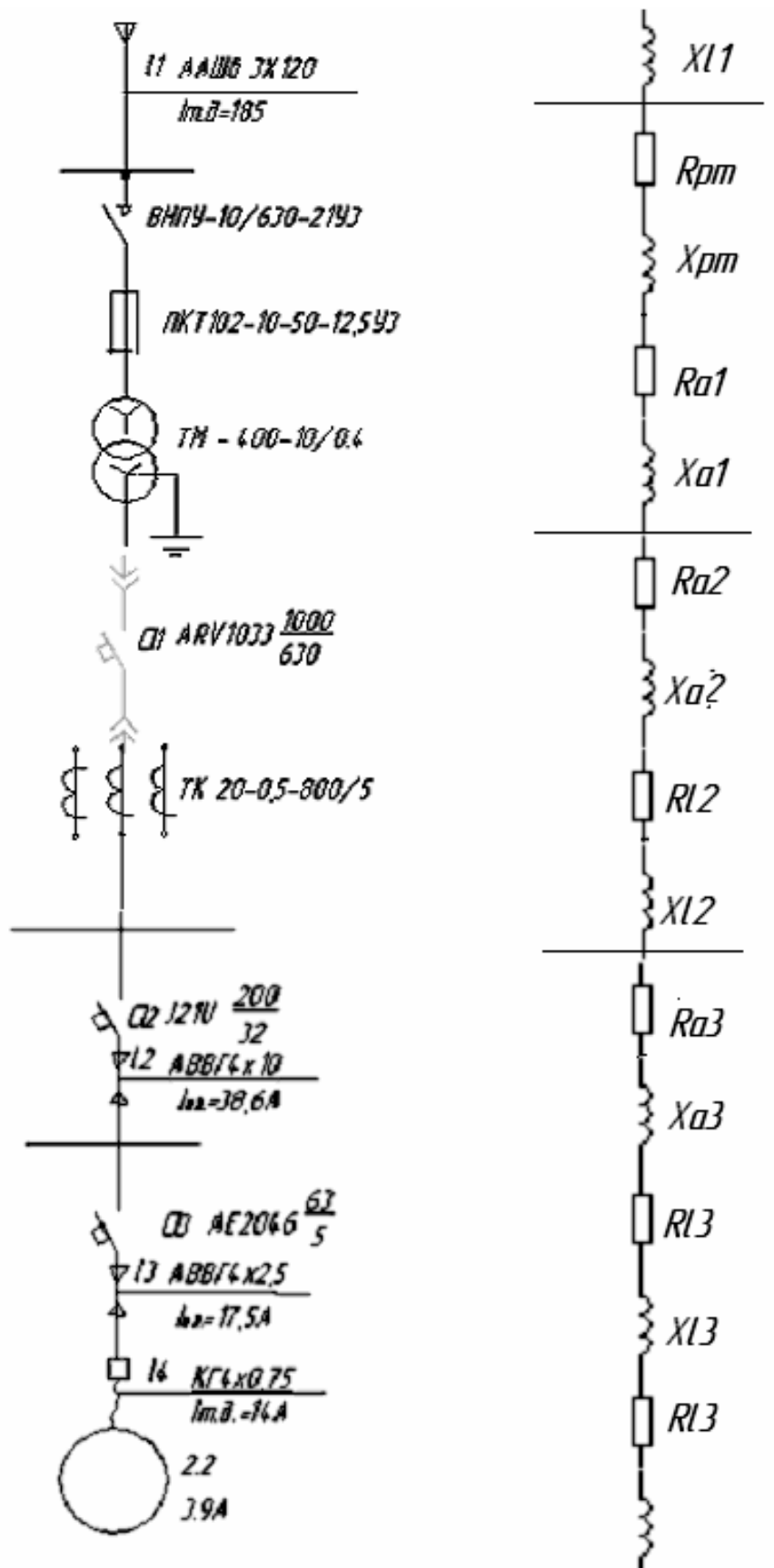


Рис. 3.1. Схема заміщення

Виразуємо результуючий опір кола до визначеної точки короткого замикання К1.

При послідовному з'єднанні елементів:

$$Z_{*p} = \sqrt{X_{*p}^2 + R_{*p}^2}, \text{ так як на стороні } 10\text{кВ} \text{ активний опір незначний, їм}$$

нехтують, тоді

$$Z_{*p} = X_{*p}, \quad X_{*p} = X_{*bc} + X_{*l} \text{ де } X_{*bc} = \frac{S_{\bar{o}}}{S_{к.з.}} = \frac{100}{32} = 3.13 \text{ - опір системи зведений до}$$

базисної потужності, де

$$S_{\bar{o}} = 100\text{МВА} \text{ - базисна потужність}$$

$S_{к.з.} = 32\text{МВА}$ - потужність короткого замикання на шинах ,(вихідні дані , згідно із завданням на курсовий проект).

- відносний опір лінії:

$$X_{*l} = X_o \times l \frac{S_{\bar{o}}}{U_{cp}^2}; \text{ де } U_{cp} = U_{\bar{o}} = 10,5\text{кВ}$$

$l = 6,4\text{км}$ - довжина лінії (вихідні дані, згідно із завданням на курсовий проект).

$X_o = 0,0602\text{Ом/км}$ - опір 1км лінії довідникові дані [1.с.139 Табл.2.53].

$$X_{*l} = X_o \times l \frac{S_{\bar{o}}}{U_{cp}^2} = \frac{0,0602 \times 6,4 \times 100}{10,5^2} = 0.098\text{Ом}$$

$$Z_{p(к1)} = X_{*p} = X_{*bc} + X_{*l} = 3.13 + 0.098 = 3.23\text{Ом}$$

Визначаємо величини струмів і потужності короткого замикання в точці К1:

1. Виразуємо базисний струм короткого замикання:

$$I_{\bar{o}} = \frac{S_{\bar{o}}}{\sqrt{3} \times U_{\bar{o}}} = \frac{100}{\sqrt{3} \times 10,5} = 5,5\text{кА}$$

2. Виразуємо діюче значення струму короткого замикання:

$$I_{к(к1)}^{(3)} = \frac{I_{\bar{o}}}{Z_{p(к1)}} = \frac{5,5}{3.23} = 1,7\text{А}$$

3. Визначаємо миттєве значення ударного струму короткого замикання:

$$i_{y(\kappa 1)} = K_Y \times \sqrt{2} \times I_{\kappa(\kappa 1)}^{(3)} = 1,8 \times \sqrt{2} \times 1,7 = 4,93 \text{ кА}$$

4. Виразуємо потужність короткого замикання в точці К1:

$$S_K = \sqrt{3} \times U_H \times I_{\kappa(\kappa 1)}^{(3)} = \sqrt{3} \times 10,5 \times 1,7 = 30,9 \text{ МВА}$$

5. Виразуємо двохфазний струм короткого замикання :

$$I_{\kappa(\kappa 1)}^2 = 0,87 \times I_{\kappa(\kappa 1)}^3 = 0,87 \times 1,7 = 1,48 \text{ кА}$$

Складаємо схему заміщення. Визначаємо результуючий опір до точки К2.

Розрахунок проведемо методом іменованих одиниць:

$$Z_{\text{рез.}(K2)} = \sqrt{(X_{TP} + X_{a1})^2 + (r_{TP} + r_{a1})^2}; \text{ де:}$$

- X_{a1}, r_{a1} - активний та індуктивний опори автоматичного вимикача, Ом [1]

$$X_{a1} = 0,0005 \text{ Ом}, r_{a1} = 0,001 \text{ Ом}$$

- опір трансформатора визначаємо з умови:

$$Z_{TP} = \frac{e_k \% \times U_H^2}{100 \times S_{TP}}; \text{ Ом де:}$$

- $e_k \%$ - напруга короткого замикання в $\%$. [1]

- S_{TP} - номінальна потужність трансформатора, МВА. [1]

- U_H - лінійна напруга 0,4 кВ.

$$Z_{TP} = \frac{e_k \% \times U_H^2}{100 \times S_{TP}} = \frac{4,5 \times 0,4^2}{100 \times 0,4} = 0,018 \text{ Ом}$$

$$r_{TP} = \frac{P_{\kappa 3} \times U_H^2}{S_{TP}^2}; \text{ Ом}$$

- $P_{\kappa 3}$ - втрати короткого замикання, Вт . [1]

- S_{TP} - номінальна потужність трансформатора, кВА. [1.с.139 табл2.54]

$$r_{TP} = \frac{P_{\kappa 3} \times U_H^2}{S_{TP}^2} = \frac{5500 \times 0,4^2}{400^2} = 0,0055 \text{ Ом}$$

$$X_{TP} = \sqrt{Z_{TP}^2 + r_{TP}^2} = \sqrt{0,018^2 + 0,0055^2} = 0,017 \text{ Ом}$$

$$Z_{рез.(к2)} = \sqrt{(X_{TP} + X_{a1})^2 + (r_{TP} + r_{a1})^2} = 0,018 \text{ Ом}$$

Виразуємо струм і потужність короткого замикання в точці К2:

$$I_{к(к2)}^{(3)} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \times Z_{п.(к2)}} = \frac{0,4}{\sqrt{3} \times 0,018} = 12,9 \text{ кА}$$

$$i_{y(к2)} = 1,7 \times \sqrt{2} \times I_{к(к2)}^{(3)} = 25,5 \text{ кА}$$

$$S_K = \sqrt{3} \times U_H \times I_{к(к2)}^{(3)} = \sqrt{3} \times 0,4 \times 12,9 = 8,93 \text{ МВА}$$

$$I_{к(к2)}^2 = 0,87 I_{к(к2)}^3 = 0,87 \times 12,9 = 11,23 \text{ кА}$$

Проводимо розрахунок струмів короткого замикання для точки К3:

$$Z_{рез.(к2)} = \sqrt{(X_{TP} + X_{a1} + X_{a2} + X_{l2} + X_{a3} + X_{l3})^2 + (r_{TP} + r_{a1} + r_{a2} + r_{l2} + r_{a3} + r_{l3})^2}, \text{ де:}$$

$X_{a1}; r_{a1}, X_{TP}; r_{TP}$ - визначені в пункті 3.3.2 [1]

$$Z_{рез.(к2)} = \sqrt{(X_{TP} + X_{a1} + X_{a2} + X_{l2} + X_{a3} + X_{l3})^2 + (r_{TP} + r_{a1} + r_{a2} + r_{l2} + r_{a3} + r_{l3})^2} = 0,36 \text{ Ом}$$

$$I_{к(к3)}^{(3)} = \frac{U_H}{Z_{п.(к3)}} = \frac{0,4}{\sqrt{3} \times 0,36} = 0,64 \text{ кА}$$

$$i_{y(к3)} = 1,8 \times \sqrt{2} \times I_{к(к3)}^{(3)} = 1,2 \times 1,41 \times 0,64 = 1,26 \text{ кА}$$

$$I_{к(к3)}^2 = 0,87 I_{к(к3)}^3 = 0,87 \times 0,64 = 0,56 \text{ кА}$$

У мережі 0,4 кВ можуть виникати однофазні струми замикання на землю, оскільки вона виконана з нейтраллю, що глухо заземлена. Визначаємо однофазний струм короткого замикання у точці (К3).

Струм однофазного короткого замикання визначаємо по формулі:

$$I_{к.з} = \frac{U_{\phi}}{Z_n + 1/3Z_{TP}}; \text{кА}$$

де: U_{ϕ} – фазна напруга мережі 0,22кВ.

$1/3Z_{TP} = 0,043 \text{ Ом}$ - одна третя частина повного опору трифазного трансформатора, зведеного до напруги 0,4 кВ. [3]

Z_n - опір петлі фаза-ноль;

$$Z_n = \sqrt{X_n^2 + R_n^2}; \text{ Ом}$$

$X_n = X_o \times l$ – індуктивний опір петлі.

l – довжина лінії, км.

$R_n = R_o \times l$ - активний опір петлі.

X_n, R_n - активний і індуктивний опір петлі фаза-ноль;

[3.с.191 т.138, 139,140,141]

$$Z_n = 0,82 \text{ Ом}$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 Точки короткого замикання

| Точки короткого замикання | $Z_{p.(k)}$, Ом | $I_{k(k)}^{(3)}$, (кА) | i_y (кА) | $I_{k(k)}^{(2)}$, (кА) | $I_{k(k)}^{(1)}$, (кА) | S_K МВА |
|---------------------------|------------------|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|-----------|
| K1 | 3,74 | 1,47 | 3,74 | 1,28 | - | 26,73 |
| K2 | 0,018 | 12,9 | 25,5 | 11,22 | - | 8,93 |
| K3 | 0,36 | 0,56 | 1,267 | 0,56 | 0,27 | 0,44 |

3.3. Перевірка відповідності струмоведучих частин дії струмів короткого замикання на стороні 10 і 0,4 кВ

Перевірка і вибір кабелю.

Кабелі вибираємо залежно від місця укладання (в каналах або в землі) за умови:

$$U_n \geq U_{роб}, I_{дон} \geq I_{р.макс.},$$

де $U_n = 10,5 \text{ кВ}, I_{дон} = 185 \text{ А}$ – номінальна напруга і довготривалий струм кабелю для даних умов зовнішнього середовища.

$U_{роб} = 10кВ, I_{р.макс.} = 185А$ – робоча напруга і максимальний робочий струм приєднання.

Вибраний кабель перевіряють на термічну стійкість за умовою:

$$S_{виб} \geq S_{min}$$

де: S_{min} – мінімальний допустимий переріз, який визначають за

формулою: $S_{min} = I_{oo} \frac{\sqrt{t_{\varphi}}}{c}$, де :

$$I_{oo} = \sqrt{2} I_{к(к3)}^{(3)} = \sqrt{2} \times 1,47 = 2078.9А$$

t_{φ} – фіктивний час струму короткого замикання. Для підстанцій і ліній фіктивний час дорівнює часу дії короткого замикання:

$$t_{\varphi} = t_{к.з.}$$

$$\text{де } t_{к.з.} = t_{з} + t_{вим}$$

$t_{вим} = 0,12с$ – час вимикання вимикача для пружинних приводів ,

$t_{з}$ – час дії релейного захисту, сек.; (0,01 ÷ 0,2с)

c – коефіцієнт пов'язаний з величиною максимальної температури нагрівання , який беруть.

Для алюмінієвих шин і кабелів рівним 90:

$$S_{min} = I_{oo} \frac{\sqrt{t_{\varphi}}}{c} = 2078.9 \times \frac{\sqrt{0,32}}{90} = 13.1мм^2$$

$120мм^2 > 13.1мм^2$ - умова виконується, приймаємо кабель АШВЗ×16, $I_{м.д.} = 46А$.

Вибір шин.

Шини круглого і прямокутного перерізу перевіряють на термічну та динамічну стійкість при трифазному короткому замиканні.

На термічну стійкість шини АД31Т15×3 перевіряємо за умовою :

$$S_{виб} \geq S_{min},$$

де $S_{виб} = 150мм^2$ – переріз шин вибраний за максимальним робочим струмом,

S_{min} — мінімальний допустимий переріз шин при нагріванні його струмом короткого замикання до максимальної короточасної допустимої температури, $мм^2$:

$$S_{min} = I_{oo} \frac{\sqrt{t_{\varphi}}}{c}$$

t_{φ} — фіктивний час струму короткого замикання - для ліній і підстанцій фіктивний час дорівнює часу дії КЗ:

$$t_{\varphi} = t_{к.з.},$$

$$\text{де } t_{к.з.} = t_з + t_{вим}$$

$t_{вим}$ — час вимикання вимикача; для пружинних приводів,

$$t_{вим} = 0,12c,$$

$t_з$ — час дії релейного захисту, сек. (0,01 ÷ 0,2с),

$C=90$ — коефіцієнт пов'язаний з величиною максимальної температури нагрівання.

$$S_{min} = I_{oo} \frac{\sqrt{t_{\varphi}}}{c} = 13,1 мм^2 - \text{умова виконується, приймаємо шини АД31Т15} \times 3.$$

Перевіряємо шини на механічну міцність:

$$\sigma_{дон} \geq \sigma_{розр}$$

Де $\sigma_{дон} = 1700 кг/см^2$ допустима величина напруги в матеріалі шини;

$\sigma_{розр}$ — розрахункова величина напруги в матеріалі шини, $кг/см^2$.

Від взаємодії фазних шин розрахункову величину напруги в шині визначаємо за формулою:

$$\sigma_{розр} = \frac{M}{\omega} = \frac{FL}{10\omega} (кг/см^2),$$

де ω — момент опору перерізу шини відносно головної осі інерції перпендикулярної до площини розміщення шин (він залежить від перерізу, форми та розміщення шин).

Для прямокутних шин:

$$\omega = \frac{bh^2}{6} = \frac{5 \times 0,5^2}{6} = 0,22 \text{ см}^3, \text{ де}$$

F-механічна сила взаємодії між провідниками:

$$F = 1,77 \times \frac{l}{a} \times i_y^2 \times 10^{-2} (\text{кГ}), \text{ де}$$

$l = 50 \text{ см}$ - відстань між точками кріплення шин і ізоляторів,

$l = 25 \text{ см}$ – відстань між осями суміжних фаз,

$i_y = 2,8 \text{ кА}$ – ударний струм короткого замикання.

$$F = 1,77 \times \frac{l}{a} \times i_y^2 \times 10^{-2} = 1,77 \times \frac{50}{25} \times 3,74^2 \times 10^{-2} = 0,495 \text{ кГ}$$

$L = 3 \times 15 = 150 \text{ см}$ – загальна довжина шини

$$\sigma_{розр} = \frac{M}{\omega} = \frac{FL}{10\omega} = \frac{0,89 \times 150}{10 \times 0,22} = 210 \text{ кГ} / \text{см}^2 \quad 1700 > 210.$$

Умова виконується, приймаємо шини АДЗ1Т15Х3.

Перевірка та вибір запобіжників.

Запобіжники широко застосовують у мережах високої та низької напруги, як захисний пристрій від струмів короткого замикання.

Запобіжники, встановлені на високому боці, служать захисту трансформаторів лише від струмів короткого замикання.

Запобіжники з плавкими вставками вибирають за місцем установки, величиною номінальної напруги та струму за умовою:

$$U_n \geq U_{роб}, I_{п.в.} \geq (2-3)I_n,$$

$$U_n = 10 \text{ кВ}; I_{п.в.} = 20 \text{ А}.$$

ПКТ 101-10-20-31,5У3.

Вибір і перевірка вимикача навантаження ВВП-10/630-21У3.

Вимикачі вибирають залежно від місця установки за умовою:

$$U_n \geq U_{роб}$$

$$\text{Де } - U_n = 10 \text{ кВ}; U_{роб} = 10 \text{ кВ}$$

а) На термічну стійкість, відведена до часу t , с:

$$I_t \geq I_{oo} \frac{\sqrt{t_\varphi}}{t},$$

де $I_t = 10 \text{кА}$ – термічної стійкості за час(за каталогом),

$I_{oo} = 2,81 \text{кА}$ – усталений струм короткого замикання,

t_φ – фіктивний час струму короткого замикання.

Для підстанцій і ліній фіктивний час дорівнює часу дії короткого замикання:

$$t_\varphi = t_{к.з.} = t_з + t_{вум} = 0,32 \text{с}$$

$$t = 2 \text{с}.$$

б) На динамічну стійкість з умови : $i_{макс} \geq i_y$,

де $i_{макс} = 25 \text{кА}$ – амплітудне значення максимально допустимого струму,

$i_y = 2,8 \text{кА}$ – ударний струм короткого замикання.

Приймаємо вимикач навантаження РВЗ-10/630-21УЗ.

Приводи до вимикачів вибирають відповідно до зусилля, яке вони розвивають на валу, від роду струму, а також способу обслуговування підстанції (ручний, дистанційний, телекерований)

3.4. Заземлення трансформаторної підстанції

Металеві нетокопровідні частини електроустановок та екран, а також інші металеві конструкції, пов'язані з установкою електрообладнання, які можуть опинитися під напругою внаслідок порушення ізоляції, мають бути заземлені відповідно до вимог

СН 102-76 і ПУЕ.

Для заземлення екрана опір розтіканню заземлювача повинний бути не більше 4 Ом.

Для заземлення екрана як заземляючі провідники допускається використання: нульових провідників;

сталевих труб електропроводок;

алюмінієвих оболонки кабелів;

мідного дроту, кабелю або шин з поперечним перетином не менше 10 мм².

Металева конструкція екрана використовують для заземлення обладнання, що знаходиться в ЄС, яке може опинитися під напругою.

Приєднання заземлювальних та нульових захисних провідників до обладнання, які потрібно заземлити або занулити, повинно проводитися зварюванням або болтовим з'єднанням з перехідним опором не більше 600 мкОм.

За допомогою окремої гілки необхідно під'єднувати до заземлення чи занулення кожен частину електрообладнання.

Не допустиме послідовне з'єднання заземлюючих чи занулюючих частин електроустановок.

Для систем захисного заземлення не використовуються природні заземлювачі.

3.5. Захисний контур заземлення

З метою організації "захищеної землі" нульові точки ТП, інверторів, генераторів, електроосвітлення, мереж живлення, а також захисне заземлення обладнання об'єктів ЕОТ та сам екран приміщення, ізолюваний від металокаркасній будівлі, що мають вихід за рахунок гальванічних зв'язків за межі контрольованої зони, потрібно підключати до захисного контуру заземлення.

Захисний контур заземлення об'єкта ЕОТ потрібно розташовувати не ближче 10 м від меж контрольованої зони та інженерних комунікацій (опалення, водопровід тощо), що мають вихід за межі контрольованої зони та не мають ізоляційних вставок у їх межах.

Опір заземлювача об'єкта ЕОТ не повинен перевищувати 4 Ом.

В ЕК, ізолюваних від металокаркасній будівлі, контур захисного заземлення не ізолюється від екрана.

Схемне (технологічне) заземлення для усунення різниці потенціалів між мережами схемного заземлення, корпусами енергообладнання та самим екраном потрібно з'єднати в одній точці (шпилька в екрані) із захисним заземленням та вивести на заземлювач об'єкта ЕОТ.

У тому випадку, якщо немає можливості віддалити заземлювач об'єкта ЕОТ на відстань 10м від підземних інженерних комунікацій і меж контрольованої зони, рекомендується використати глибинний заземлювач з опором розтікання не більше за 1 Ом.

У такому разі на глибинний заземлювач виводиться “схемне” і “захисне заземлення” обладнання ЕОТ, а також “захисне заземлення” екрана через фільтр ФП.

3.6. Екранування кабельних мереж

Для запобігання витоку інформації через приводи всі кабелі між серверами та активним обладнанням ЛОМ повинні бути або оптиковолоконними (типу STP, FTP, SFTP або їм аналогічні) або екранованими не нижче 5 категорії. Введення кабелів і проводів слід проводити через металеві коробки або труби з поперечним розміром не більше 50 мм та довжиною не менше 3 метрів, які повинні вварюватися в екран приміщення по всьому периметру введення. Якщо ці заходи не забезпечують необхідний коефіцієнт екранування, використовують мережні та лінійні фільтри.

Силові та малосигнальні кабелі мають бути в різних пакетах. При використанні металевих коробів для прокладання кабелів (мережа змінного струму, телефону та інших кабелів) слід звернути увагу на недопущення паралельного пробігу на малій відстані кабелів окремих систем. Для запобігання витоку інформації внаслідок взаємних наводів, кабелі окремих систем (пакети кабелів) має бути взаємна відстань, яка не може бути меншою за 20 мм.

Усередині екранованого приміщення розведення кабельної мережі можна проводити в пластикових коробах, що незаймісті (напр. LEGRAN). Коефіцієнт заповнення перерізу коробка не може бути більшим 65%.

ВИСНОВКИ

Тему дипломної роботи присвячено проектуванню схеми електропостачання підприємства.

У роботі проаналізовано характеристики механічного цеху (підприємства), його вихідні дані та техніко-економічні показники, на основі яких розроблено основні вимоги до проекрованої схеми електропостачання.

У дипломній роботі дано обґрунтування використання джерел електроенергії для споживачів механічного цеху, використання раціональних схем розподілу електричної енергії, економічних засобів монтажу та прокладання розподільних та живильних мереж. Електропостачання механічного цеху забезпечується радіальною системою живлення від трансформаторної підстанції 10/0.4кВ.

Зроблені розрахунки максимально забезпечують надійне електропостачання цього підприємства. При цьому гарантується забезпечення нормальних економічних та технічних показників системи електропостачання.

Отримано наступні результати:

Здійснено розрахунки електричних навантажень мережі 0,4 кВ механічного цеху.

Здійснено вибір схеми електропостачання мережі цеху.

Проведено розрахунки струмів КЗ у високовольтних та низьковольтних мережах, згідно з якими було здійснено вибір високовольтного та низьковольтного електричного обладнання системи електропостачання механічного цеху.

Зроблено вибір потужності трансформатора та певне місце розташування

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Довідник по проектуванню електропостачання. Ю.Г.Барибін, М, Енергія.1980.
2. Правила улаштування електроустановок, видання третє, перероблене і доповнене, 2010, 736 с.
3. Довідник по розрахунку електричних кіл. І.Ф.Шаповалов. Київ “Будівельник”. 1979.
4. Постніков Н.П., Рубашов Г.М. Електропостачання промислових підприємств. Л.Стройіздат, 1989.
5. Липкін Б.Ю. Електропостачання промислових підприємств і установок. М. “Высшая школа”, 1990.
6. Ильяшов В.П. Конденсаторные установки промышленных предприятий- М.: Энергоатомиздат -1983-153 с.
7. Цифровые устройства релейной защиты, автоматики и управления для станций и подстанций от дилера ALSTOMP&C. Номенклатурный каталог. Киев, 2002.
8. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2т. Т.1. Электроснабжение/Под общ. ред. А.А. Федорова.–М.: Энергоатомиздат, 1986.-568с.
9. Ф. Р. Исмагилов, Ф. С. Ахматнабиев / Микропроцессорные устройства релейной защиты энергосистем: учебное пособие УФА, 2009 – 171с.
10. Козлов В.Д., Захарченко В.П., Тачиніна О.М. Електрична частина станцій та підстанцій .– К. : НАУ, 2018. – 312 с.
11. Электротехнический справочник (в трех томах). Под общ. Ред. В.Г. Герасимова, 8 изд., исп. И доп. –М.:Изд-во МЭИ, 1995.