

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. академіка Гурого
Кафедра Електропостачання та електроенергетики

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« » 20 р.

« » 20 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 144 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Електротехнічні системи електропостачання

на тему: Розробка системи електропостачання ділянки з вироблення кабельно-пробізнакової продукції

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ЕЛ-4-3

Сторожиком Максим Маркос Ігорович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Барисенко В.В.
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти Сіренко А.О.
(прізвище та ініціали) (підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент Михайленко
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Здобувач
(підпис)

Київ - 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.В.Турого

Кафедра Електроенергетика та енергоменеджменту

Освітній ступінь Бакалавр

Спеціальність МІ Електросистеми, електроенергетика та електроенергетика
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Електротехнологічні системи
Електроенергетика
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри _____

“ ___ ” _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Сторожиним Марає Григором

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи електроенергетичної дії з виробництва кабельно-пробіжникової продукції

керівник роботи Борисенко Олена Володимирівна,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ ___ ” _____ 20__ року № _____

2. Строк подання здобувачем роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Кількість існуючих споживачів
Перспективний план розвитку підприємства

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Опис характеристик цеху проведення розрахунків
Використання навантажень. Вибір кількості потужності споживачів
аналіз розрахунків капацитету мережі, вибір засобу
ресурсів і систем автоматичного керування

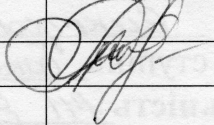
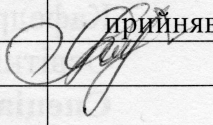
5. Перелік графічного матеріалу

1. План розташування ЕО ділянки з нанесенням оглядової мережі

2. План ділянки з нанесенням об'єктів

3. Функційна схема розподільчої мережі

6. Консультанти розділів роботи

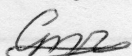
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
01	доц. Сирник Л.О.		

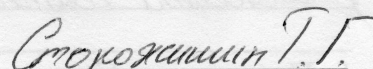
7. Дата видачі завдання 15.04.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

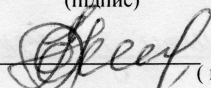
№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Отримання завдання		
2.	Розрах. електричних навантажень електроприборів		
3.	Побудова графіків електричних навантажень з'єднаних		
4.	Вибір коэфіцієнта електричних систем та визначення		
5.	Режими реактивної потужності системи електроенергії		
6.	Вибір кількості потужності машин розраховують		
7.	Вибір режиму та розраховують мережі з'єднанні		
8.	Розрахунок струмів короткого замикання		
9.	Результати розрах.		
10.	Облік та лімітування режимних параметрів		
11.	Якість електричної енергії в системі		
12.	Конструктивні вимоги до ліній електропередачі		
13.	Розрахунок мережі заземлення		
14.	Особливості праці		
15.	Підвищення ефективності використання електричної е.		
16.	Список використаної літератури		
17.	Заг. проект на перевірку		

Здобувач


(підпис)


(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

(прізвище та ініціали)

Анотація

Сторожишин Т. Г. « Розробка системи електропостачання дільниці з вироблення кабельно-провідникової продукції ». Спецпитання: « Підвищення ефективності використання електричної енергії в системі освітлення дільниці»

141 “ Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”.

Національний університет харчових технологій, Київ, 2021.

Пояснювальна записка складається зі вступу, 15 розділів та списку використаної літератури. Загальний обсяг пояснювальної записки становить 65стор. Метою роботи є проектування загальної схеми електропостачання, розрахунок електричних навантажень цехових електроприймачів, вибір елементів та розрахунок цехової мережі, розрахунок освітлювальної мережі цеху, розгляд вимог до освітлення вибухонебезпечних приміщень .

У дипломному проєкті розроблено: генплан підприємства , загальна схема електропостачання підприємства, схема релейного захисту і автоматики, розраховано струми коротких замикань. Розглянуто норми виконання освітлення у вибухонепезпечних і пожежонебезпечних приміщеннях.

Ключові слова : електропостачання; виробничий цех; трансформатор; напруга, струм, релейний захист.

Annotation

Storozhyshyn T.Hr. The PSE is a coking plant. Analysis of requirements for lighting of explosive and fire hazardous premises.

National University of Food Technologies, Kyiv, 2021.

141 "Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics".

The explanatory note consists of an introduction, 15 chapters and a list of references. The total volume of the explanatory note is 65 pages. The purpose of the work is to design a general scheme of power supply, calculation of electrical loads of workshop electric receivers, selection of elements and calculation of the workshop network, calculation of the lighting network of the workshop, consideration of requirements for lighting explosive premises .

The diploma project developed: general plan of the enterprise, general scheme of power supply of the enterprise, relay protection scheme and automation, designed currents of short circuits. The norms of lighting performance in explosive and fire hazardous premises are considered.

Keywords : power supply; production center; transformer; voltage, current, relay protection.

Зміст

- Вступ.
- 1.Завдання.
- 2.Розрахунок електричних навантажень електроспоживачів.
 - 2.1. Розрахунок силових електричних навантажень в електричних мережах до 1000В
 - 2.2. Розрахунок освітлюваних навантажень.
- 3. Побудова графіків електричних навантажень дільниці.
- 4.Вибір напруги і електричних схем та внутрішнього електропостачан
- 5. Режими реактивної потужності системи електроспоживання.
 - 5.1. Розрахунок балансу реактивної потужності та вибір компенсуючих пристроїв в низьковольтних мережах.
 - 5.2. Вибір кількості, потужності та місця розташування компенсуючи пристроїв.
 - 5.3. Вибір закону регулювання і системи автоматичного керування компенсуючих пристроїв
 - 5.4. Розрахунок фактичного коефіцієнта потужності
- 6. Вибір кількості, потужності та місця розташування трансформаторних підстанцій.
- 7. Вибір схеми та розрахунок мережі дільниці з вироблення кабельно-провідникової продукції.
 - 7.1. Розрахунок силової мережі.
 - 7.2. Розрахунок освітлювальної мережі дільниці з вироблення кабельно-провідникової продукції.
 - 7.3. Техніко-економічне порівняння трансформаторів ТП.
- 8. Розрахунок струмів короткого замикання та вибір високовольтного обладнання.
 - 8.1. Розрахунок струмів короткого замикання
 - 8.2.Вибір високовольтного обладнання
- 9. Релейний захист та автоматика.
 - 9.1. Вибір запобіжників та автоматичних вимикачів.
 - 9.2. РЗА трансформаторів цехових ТП.
- 10.Облік та вимірювання режимних параметрів системи електропостачання.
 - 10.1. Обґрунтування систем комерційного та технічного обліку і контролю електроспоживання.
 - 10.2. Вибір комплексних систем обліку та контролю електроспоживання, багатофункціональних електронних лічильників і т.д.
- 11. Якість електричної енергії в систем і електропостачання.
 - 11.1. Характеристика показників якості електричної енергії.
 - 11.2. Характеристика методів та технічних заходів по забезпеченню якості

електроенергії.

11.3. Перевірка мережі на допустиме відхилення напруги.

12. Конструктивне виконання підстанцій

13. Розрахунок мережі заземлення

14. Охорона праці.

15. Підвищення ефективності використання електричної енергії в системі освітлення ділянки

16. Список використаної літератури.

ВСТУП

Електроенергетична система України являє собою технічну систему з багаторівневою структурою оперативно-технічного керування, дії вищого рівня якого націлені на забезпечення потреб енергетичної безпеки України* Електроенергетична система України забезпечує виробіток електроенергії з енергоносіїв та її транспортування до споживача. Оперативне диспетчерське керування, націлене на підтримку балансу між виробництвом та споживанням електроенергії, а також контроль за міждержавними обмінами енергії здійснює Національна енергетична компанія (НЕК України).

Україна має потужну енергетичну базу. До початку 2021р. сумарна потужність електростанцій ЕС України склала близько 51 млн. кВт. Розвиток та розташування станцій на території України характеризується рядом особливостей, які наклали свій відбиток на формування електричних мереж країни в цілому.

Проблеми раціонального розподілення електроенергії на промислових підприємствах, які на сьогодні є основними споживачами енергії в Україні, набувають істотного значення. Ці завдання ускладнюються постійно зростаючими вимогами до якості електроенергії та до надійності електропостачання, особливо на підприємствах з високим ступенем автоматизації.

Для ефективного функціонування підприємства, схема електропостачання має забезпечувати належний рівень надійності та безпеки. Розвиток приватного підприємництва припускає використання нових підходів, у створенні, розподілу і обліку електроенергії. Зокрема це теж стосується наявності кількох підприємств біля однієї виробничої зони (ділянки), що належать різним власникам.

**Тема . Розробка системи електропостачання дільниці з вироблення
кабельно-провідникової продукції**

(студ. Сторожишин Т.Г.)

Керівник Бориченко О.В.

Коротка характеристика підприємства і споживачів електричної енергії.

Дільниця з вироблення кабельно- провідникової продукції є основним цехом підприємств по виготовленню провідникової продукції і виконує забезпечення кабельно-провідниковими виробами інші підприємства. Цех отримує електричну енергію від власної ТП. ТП розміщується безпосередньо біля дільниці. Напруга 35 кВ, кількість робочих змін – 2.

Каркас приміщення збудований з блок-секцій .

Перелік електричного обладнання дільниці дано в таблиці 1.

Споживачі відносяться до 2 та 3 категорії .

Коротка характеристика електроприймачів дільниці.

Таблиця 1

№ п/п	Номер на плані	Назва	Кількість	Потужність кВт	Кв	Cos φ
1	1	Піч плавильна S7t400	1	460	0,8	0,9
2	2	Ливарна витяжна машина	1	16,5	0,8	0,9
3	3	Піч роздаточна	1	190	0,8	0,9
4	4	Намотувальне обладнання	10	0,46	0,6	0,8
5	5	Дистилятор	2	2	0,7	0,8
6	6	Кран-балка Q=10т.	1	30	0,6	0,8
7	7	Лінія грубого волочіння	1	890	0,355	0,6
8	8	Лінія тонкого волочіння	1	600	0,385	0,6
9	9	Верстат для полірування фільер	3	1,1	0,12	0,4
10	10	Кран-балка Q=5т.	2	9,37	0,6	0,8
11	11	Літцекрутильна машина ВМ630	2	36	0,3	0,6
12	12	Літцекрутильна машина ВМ630Д	1	30	0,3	0,6
13	13	Крутильна машина ВМ1250	1	150	0,3	0,6
14	14	Ножиці гільотинні	1	7.5	0,3	0,6
15	15	Крутильна машина №1	1	40	0,3	0,6
16	16	Крутильна машина №2	1	60	0,3	0,6
17	17	Перемотувальний верстат	1	6	0,3	0,6
18	18	Кран-укосина №64,65,66	3	3	0,6	0,8
19	19	Екструдер (ізолювання жил)	1	600	0,3	0,6
20	20	Насос водообороту екструдера Н-1	1	5,5	0,5	0,7
21	21	Вентилятор екструдера	1	0,55	0,4	0,6
22	22	Верстат для зняття ізоляції	1	6,6	0,5	0,7
23	23	Насос охолодження кабелю	1	5,5	0,5	0,7
24	24	Обогрів	1	30	0,7	0,7
25	25	Екструдер (ошланг.)	1	600	0,3	0,6

26	26	Насос водообороту екструдера Н-2	1	5,5	0,5	0,7
27	27	Вентиляція екструдера	1	0,55	0,4	0,6
28	28	Верстат перемотувальний	1	3	0,5	0,7
29	29	Крутильна машина	1	30	0,3	0,6
30	30	Компресор №1	1	4,1	0,4	0,6
31	31	Компресор ВК-20А	1	15	0,4	0,6
32	32	Компресор АВ500-800	2	7,5	0,4	0,6
33	33	Кран-балка Q=3,2т.	1	4	0,6	0,8
34	34	Поле випробувальне	1	1	0,5	0,7
35	35	Насос «Гном»	1	1,1	0,4	0,6
36	36	Вентиляція П-2	1	55	0,4	0,6
37	37	Вентиляція П1-1; П1-2; П1-3.	3	7,5	0,4	0,6
38	38	Вентиляція ПЗ-1	1	7,1	0,4	0,6

2. Розрахунок електричних навантажень електроспоживачів насосної станції

2.1 Розрахунок силових електричних навантажень в електричних мережах до 1000В

Розрахунок подамо в табличній формі (таблиця 2.1). Приклад розрахунку покажемо на прикладі намотувального верстату :

З довідникових даних $K_B = 0,6$ та $\cos \varphi = 0,8$.

Визначаємо номінальну потужність споживачів:

$$P_{\text{ном} \sim} = \sum_{i=1}^n P_{\text{ном}} = 10 \cdot 0,46 = 4,6 \text{ кВт}$$

Визначаємо середню потужність підгрупи споживачів

$$P_{\text{см}} = K_B \cdot P_{\text{ном}}$$

$$Q_{\text{см} \sim} = P_{\text{см}} \cdot \text{tg} \varphi$$

$$P_{\text{см}} = 0,6 \cdot 4,6 = 2,76 \text{ кВт}$$

$$\text{tg} \varphi = \text{tg}(\arccos 0,8) = 1,73$$

$$Q_{\text{см}} = P_{\text{см}} \cdot \text{tg} \varphi$$

$$Q_{\text{см}} = 2,76 \cdot 1,73 = 4,77 \text{ кВАр}$$

Груповий коефіцієнт використання

$$K_g = \frac{P_{\text{см}}}{P_{\text{ном}}} = 2,76 / 4,6 = 0,6$$

Ефективна кількість споживачів

Визначається ефективне число електроприймачів n_e ;

$$n_e = \frac{(\sum_{i=1}^n P_{\text{ном}_i})^2}{\sum_{i=1}^n P_{\text{ном}_i}^2} = 4,69$$

якщо при цьому виходить $n_e > n$, то приймають $n_e = n$;

За таблицею 2.1 знаходиться значення розрахункового коефіцієнту K_M у функції K_B і n_e .

Коефіцієнт максимуму

$K_M = f(K_B, n_e)$ визначається за табл. 2.1 ст.28 (1)

K_B	
n_e	0,47
4,69	1,69

Отже $K_M = 1,69$

Підраховуються розрахункові значення навантажень P_p , Q_p , S_p за формулами:

$$P_p = K_M \times P_{\text{см.}\Sigma} ;$$

$$P_{p\sim} = 1,69 \cdot 1228,1 = 2075,4 \text{ кВт}$$

$$Q_p = 1,1 \times Q_{\text{см.}\Sigma}, \text{ якщо } n_e \leq 10; \quad Q_p = Q_{\text{пр.}\Sigma} \text{ якщо } n_e > 10;$$

$$\text{То } 1,1 \times Q_{p\sim} = 875,7 \text{ кВАр}$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = 2252,5 \text{ кВА};$$

Також, розподілимо споживачі по групах, розраховані дані зведено в таблиці 2.

Таблиця 2. Розрахунок для груп споживачів

№ п/п	Найменування	Кількість	P, кВт		КВ	cos φ	tg φ	η _е	P _{см} , кВт	Q _{см} , квар	K _м	P _р , кВт	Q _р , квар	S _р , кВ·А	I _р , А
			P _{вст}	P _{ном}											
1	Піч плавильна S7t400	1	460	460	0,8	0,9	0,48		368	162,2					
2	Ливарна витяжна машина	1	16,5	16,5	0,8	0,9	0,48		13,2	6,3					
3	Піч роздаточна	1	190	190	0,8	0,9	0,48		152	72,9					
4	Намотувальне обладнання	10	0,46	4,6	0,6	0,8	0,75		2,76	2					
5	Дистилятор	2	2	4	0,7	0,8	0,75		2,8	2,1					
6	Кран-балка Q=10т.	1	30	30	0,6	0,8	0,75		18	13,5					
7	Лінія грубого волочіння	1	890	890	0,355	0,6	0,8		315,9	252,7					
8	Лінія тонкого волочіння	1	600	600	0,385	0,6	0,8		231	184,8					
9	Верстат для полірування фільтр	3	1,1	3,3	0,12	0,4	1,73		0,396	0,68					
10	Літцекрутильна машина ВМ630	2	36	72	0,3	0,6	0,8		21,6	17,28					
11	Літцекрутильна машина ВМ630Д	1	30	30	0,3	0,6	0,8		9	7,2					
12	Крутильна машина ВМ1250	1	150	150	0,3	0,6	0,8		45	36					
13	Ножиці гільотинні	1	7,5	7,5	0,3	0,6	0,8		2,25	1,8					
14	Крутильна машина №1	1	40	40	0,3	0,6	0,8		12	9,6					
15	Крутильна машина №2	1	60	60	0,3	0,6	0,8		18	14,4					
16	Перемотувальний верстат	1	6	6	0,3	0,6	0,8		1,8	1,44					
17	Кран-укосина №64,65,66	3	3	9	0,6	0,8	0,75		5,4	4,05					
18	Вентиляція П1-1; П1-2; П1-3.	3	7,5	22,5	0,4	0,6	0,8		9	7,2					
Сума		-	-	2595,4		-	-	4,69	1228,1	796,15	1,69	2075,4	875,7	2252,5	2870

Таблиця 3. Розрахунок для окремих груп споживачів

№ п/п	Найменування	Кіл ькіс ть	Р, кВт		К _В	cos φ	tg φ	n _е	P _{СМ} , кВт	Q _{СМ} , квар	К _М	P _Р , кВт	Q _Р , квар	S _Р , кВ·А	I _Р , А
			P _{ВСТ}	P _{НОМ}											
1	Кран-балка Q=5т.	2	9,37	18,74	0,6	0,8	0,75		11,24	8,43					
2	Екструдер (ізолювання жил)	1	600	600	0,3	0,6	0,8		180	144					
3	Насос водообороту екструдера Н-1	1	5,5	5,5	0,5	0,7	0,79		2,75	2,17					
4	Вентилятор екструдера	1	0,55	0,55	0,4	0,6	0,8		0,22	0,17					
5	Верстат для зняття ізоляції	1	6,6	6,6	0,5	0,7	0,79		3,3	2,6					
6	Насос охолодження кабелю	1	5,5	5,5	0,5	0,7	0,79		2,75	2,17					
7	Обогрів	1	30	30	0,7	0,7	0,79		21	16,59					
8	Екструдер (ошланг.)	1	600	600	0,3	0,6	0,8		180	144					
9	Насос водообороту екструдера Н-2	1	5,5	5,5	0,5	0,7	0,79		2,75	2,1					
10	Вентиляція екструдера	1	0,55	0,55	0,4	0,6	0,8		0,22	0,17					
11	Верстат перемотувальний	1	3	3	0,5	0,7	0,79		1,5	1,1					
12	Крутильна машина	1	30	30	0,4	0,6	0,8		9	7,2					
13	Компресор №1	1	4,1	4,1	0,4	0,6	0,8		1,64	1,3					
14	Компресор ВК-20А	1	15	15	0,4	0,6	0,8		6	4,8					
15	Компресор АВ500-800	2	7,5	15	0,4	0,6	0,8		6	4,8					
16	Кран-балка Q=3,2т.	1	4	4	0,6	0,8	0,75		2,4	1,8					
17	Поле випробувальне	1	1	1	0,5	0,7	0,79		0,5	0,39					
18	Насос «Гном»	1	1,1	1,1	0,4	0,6	0,8		0,44	0,35					
19	Ветиліяція П-2	1	55	55	0,4	0,6	0,8		22	17,6					
20	Вентиляція ПЗ-1	1	7,1	7,1	0,4	0,6	0,8		2,84	2,2					
Сума		-	-	1408,24		-	-	4	456,55	363,94	2	913,1	400,3	996,9	1935,4

Обчислення пікових струму та пікової потужності

Піковий струм групи споживачів визначається, виходячи з таких умов: всі двигуни крім найпотужнішого працюють в нормальному режимі, а найпотужніший запускається.

Виходячи з цього можна записати формулу для визначення пікового струму:

$$\tilde{I}_{\text{пik}} = I_{n(\text{дв})}^{\text{макс}} + (\tilde{I}_p - K_B \cdot I_{\text{ном}(\text{дв})}^{\text{макс}}),$$

де $I_{n(\text{дв})}^{\text{макс}}$ - пусковий струм найпотужнішого двигуна в групі;

\tilde{I}_p - розрахунковий струм усіх електроприймачів в групі, що працюють за змінним графіком навантаження;

K_B - коефіцієнт використання для пресу холодного видавлювання

$I_{\text{ном}(\text{дв})}^{\text{макс}}$ - номінальний струм найпотужнішого двигуна в групі.

$$I_{\text{ном}}^{\text{макс}} = \frac{P_{\text{ном}}^{\text{макс}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{нои}} \cdot \cos \varphi_{\text{ном}} \cdot \eta_{\text{ном}}} = 890 / \sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6 \cdot 0,95 = 2405 \text{ А};$$

Пусковий струм:

$$I_{\text{п}}^{\text{макс}} = 5 \cdot I_{\text{ном}}^{\text{макс}} = 5 \cdot 2405 = 12025 \text{ А}$$

де $K_{\text{п}}=5$ - кратність пускового струму.

$$I_{\text{ном}}^{\text{макс}} = \frac{P_{\text{ном}}^{\text{макс}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{нои}} \cdot \cos \varphi_{\text{ном}} \cdot \eta_{\text{ном}}} = 890 / \sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6 \cdot 0,8 = 2870 \text{ А};$$

Тоді, піковий струм для СП1:

$$I_{\text{пik}} = I_{\text{п}}^{\text{макс}} + (I_p - K_B \cdot I_{\text{ном}}^{\text{макс}}) = 12025 + (2870 - 0,6 \cdot 2405) = 548 \text{ А}$$

Інші результати розрахунків занесемо у таблицю 4

Таблиця 4

Група	S_{p_1} , кВА	I_p	$I_{\text{пik}}$
ШРА 1	2252,5	2870	13452
ШРА 2	996,9	1935,4	9070

2.2 Розрахунок освітлювальних навантажень

Розрахунок електричних навантажень освітлювальних установок проведемо методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Освітлення застосовуємо рівномірне, використовуючи світлодіодні лампи . Розрахунок ведеться методом коефіцієнту використання.

Вихідні данні:

- висота примыщення $H = 7$ м
- довжина x ширина 84 x 70
- нормативне освітлення для машинного відділення 300Лк [4.4 (8)],
- висота робочої поверхні 0,8 м
- звіс світильників 0,5 м
- приймаємо, що в цеху чиста побілена стеля і стіни при незавішених вікнах. Тоді, коефіцієнти відбиття – $\rho_C=0,5$; $\rho_{C'}=0,3$; $\rho_P=0,1$. За таб. 5.1[8]

Знаходимо розрахункову висоту світильників:

$$H_p = H - h_C - h_p ; \quad H_p = 7 \text{ м.}$$

За формулою вираховуємо індекс приміщення:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)} \quad i := \frac{84 \cdot 50}{7 \cdot 134} = 5,4$$

За формулою знаходимо необхідну кількість світильників в приміщенні

$$N_{св} = \frac{E_n \cdot K_3 \cdot A \cdot B \cdot z}{\Phi_{треб.} \cdot u} = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 84 \cdot 50 \cdot 1,1}{24200 \cdot 0,53} = 162$$

де $N_{св}$ - необхідна кількість світильників;

E_n - нормована освітленість;

Z - відношення $E_{ср}/E_{min}$;

u – коефіцієнт використання для даного приміщення.

Обираємо 16 світильників, що являється достатньою умовою і складає , що не виходить за межу +20%/-10%.

$$\Phi_{ном} = \frac{300 \cdot \frac{162}{162}}{300} = 1,00 \quad \%$$

Фактична освітленість буде наступна:

$$E_{факт.} = E_n \cdot \frac{\Phi_{л}}{\Phi_{треб.}} = 300 \frac{162}{162} = 300 \text{ Лк.}$$

Встановлена потужність робочого освітлення:

$$P_p = 162 \cdot 15 = 2430 \text{ Вт;}$$

$$Q_p = P_p * \operatorname{tg} \varphi = 2430 * 1,441 = 3501 \text{ вар}$$

Таким чином розраховуємо освітлення для інших приміщень. Розрахунок заносим у таблицю 5

Таблиця 5. Розрахунок освітлення приміщень

Приміщення	Розміри АхВ м	Норм. Осв. Лк	Індекс	Кількість ламп	Потужність Вт.
Приміщення цеху	84х50	300	5,4	162	2430
Приміщення №1	6х10	300	1,4	3	45
Приміщення №2	6х10	300	1,4	3	45
Приміщення №3	6х10	300	1,4	3	45

Розрахунок аварійного освітлення

Нормативну освітленість аварійного освітлення приймемо $E_n=30$ Лк. На плані вибираємо 11 ламп відповідно до приміщень. Розрахунок ведеться так само як для робочого освітлення.

$$\Phi_{л} = \frac{30 \cdot 1056 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{11 \cdot 0,53} = 7770,5 \text{ Лк.}$$

Обираємо лампу розжарювання Г-220-500 потужністю 200 Вт та світловим потоком 8300Лк.

Фактична освітленість буде

$$E_{\text{факт.}} = E_n \cdot \frac{\Phi_{л}}{\Phi_{\text{треб.}}} = 30 \cdot \frac{8300}{7770,5} = 32 \text{ Лк.}$$

Виконання аварійного освітлення показано в таблиці 6:

Приміщення	Виконання	Чергування фаз
Група 1 (приміщення цеху)	11 ламп	А
Група 2	11 лампи	В

Встановлена потужність аварійного освітлення $P_B=22*15=330$ Вт;

3. Побудова графіків електричних навантажень цеху.

Обираємо типовий графік для дідьниці. Цей графік має 10 ступенів потужності

Таблиця 6. Добове навантаження насосної станції.

Ступінь	P _p , %	P _p , кВт	T _{ступ.с} , ч	T _{ступ.г} , ч	P _p * T _{ступ}
P1	100	2988,5	3	1095	8965,5
P2	95	2839	2	730	5678
P3	90	2689,65	2	730	5379,3
P4	84	2510,3	2	730	5020,6
P5	80	2390,8	3	1095	7172,4
P6	75	2241,3	1	365	2241,3
P7	70	2091,9	1	365	2091,9
P8	65	1942,5	1	365	1942,5
P9	50	1494,2	2	730	2988,4
P10	33	986,2	7	2555	6903,4
Сума	--	22174,35	-	8760	48380,3

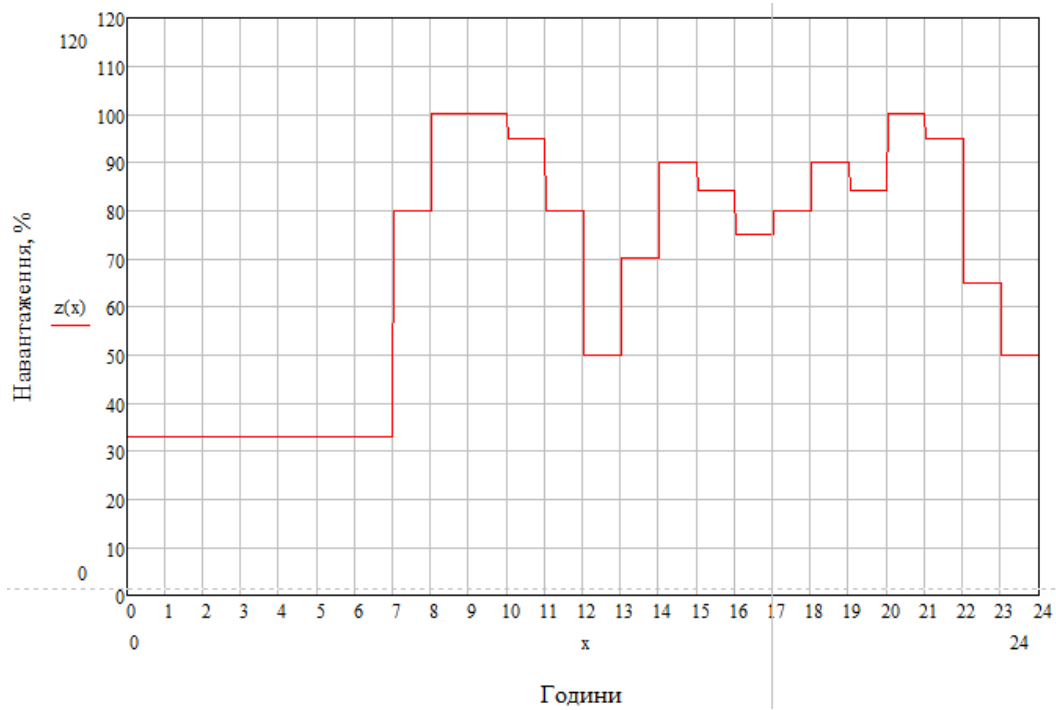


Рисунок 2 . Добовий графік навантаження

Побудуємо річний графік навантаження

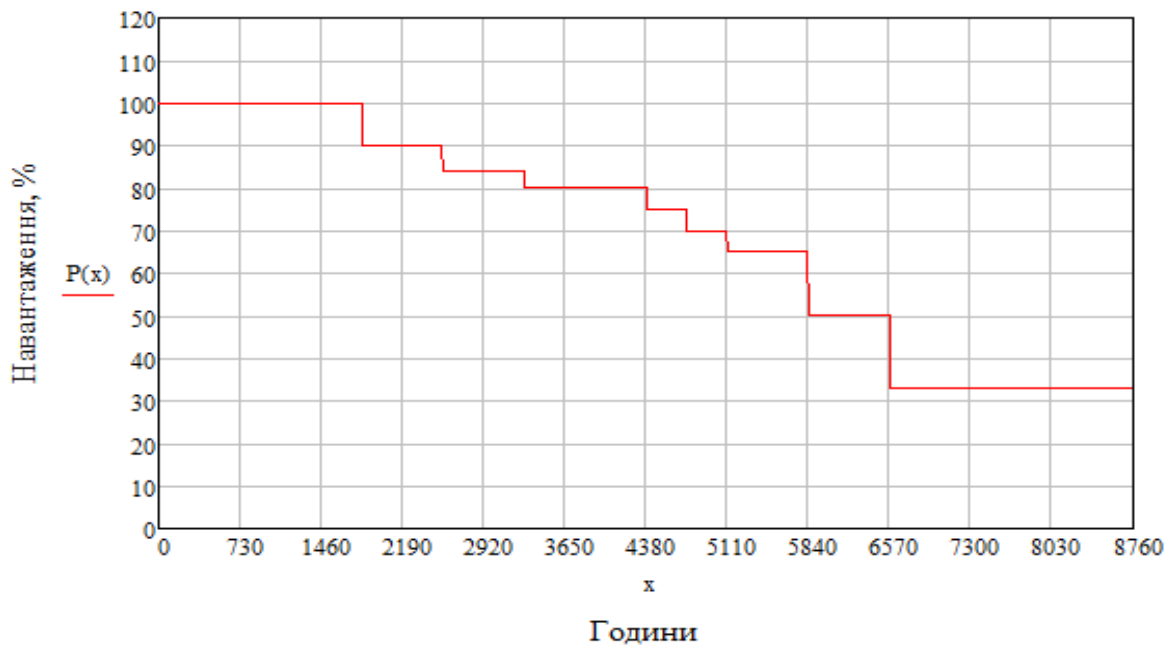


Рисунок 3.. Річний графік навантаження

З таблиці та рисунку 3.1 визначимо середнє значення потужності за добу:

$$P_{cp} = \frac{\sum P_{p\%} T_{icсту.c}}{24} * \frac{P_p}{100} ; = 4983,9 \text{ кВт}$$

де $T_{\text{іступ.с}}$ – час дії кожного ступеня, за добу, ч;

$P_{p\%}$ – потужність кожної ступені, %;

P_p – розрахункова потужність, кВт.

Коефіцієнт попиту

$$K_{\text{поп}} = P_{\text{ср}} / P_p = 4983,9 / 2988,5 = 1,6$$

Використання активної потужності за рік:

$$W_{\Gamma} = \sum P_{Pi} * T_{\text{CTVII}} = 793480,8 \text{ кВт*год}$$

4. Вибір напруги і електричних схем внутрішнього електропостачання насосної станції.

Вибір напруги

У зв'язку з тим: що розподільча мережа підприємства виконана на напругу 35кВ, напруга зовнішнього електропостачання цеху приймається 35кВ.

Цех не має високовольтних споживачів, напруга системи внутрішнього електропостачання обирається на рівні 0,4кВ.

Вибір внутрішнього електропостачання

Вибираємо радіальну схему електропостачання.

Переваги : висока надійність, легке пристосування до автоматизації

Недоліки велика кількість комутаційних апаратів, гірша гнучкість ніж у магістральних схемах, використання великої кількості струмопровідних елементів.

Такі схеми треба застосовувати при навантаженнях, що розташовані в різних напрямках від джерела живлення. Радіальні схеми характеризуються тим, що від джерела живлення відходять лінії, які живлять великі електроприймачі або групові розподільчі пункти. Від розподільчих пунктів через установлені в них захисні апарати живляться самостійними лініями інші електроприймачі малої потужності. Електропроводки при радіальних схемах виконуються, як правило, кабелем або проводами, що прокладаються в трубах. Такі проводки мають високу вартість і вимагають дефіцитних матеріалів (труб).

Схему зовнішнього електропостачання приймаємо існуючу – радіальну.

5. Режими реактивної потужності системи електропостачання.

Споживачі електроенергії при звичайних, нормальних умовах роботи, де режим передбачає постійне виникнення електромагнітних полів, створюють навантаження в мережі активної і реактивної складової споживаної потужності. Реактивна потужність створює додаткове навантаження на мережу.

Точно розраховані конденсаторні установки протидіють індуктивному навантаженню, яку створюють споживачі електроенергії. Зниження реактивної потужності, споживаної від мережі - це і є компенсація реактивної потужності. Комплекти конденсаторні установки компенсації реактивної потужності сьогодні стають найефективнішим засобом для вирішення економії енергоресурсів для споживачів. Виходячи з оцінок наших і провідних зарубіжних фахівців, частка електроенергії займає досить значну величину в освіті собівартості продукції.

Крім усього перерахованого вище комплекти конденсаторні установки оберігають обладнання від стрибків напруги в мережі, стабілізують постачання електроенергією при зміні навантажень - наприклад при запуску потужного електрообладнання.. Пристрої компенсації реактивної потужності в залежності від виду обладнання та обсягів споживання енергії, можуть окупатися всього за півроку або через рік.

5.1. Розрахунок балансу реактивної потужності та вибір компенсуючих пристроїв в низьковольтних мережах.

Насосна станція відноситься до II та III категорії надійності, тому приймаємо для подальших розрахунків два трансформатори і відповідно 2 секції. Активне і реактивне навантаження розподілене між шинами: Також, передбачаємо компенсаційні втрати у трансформаторах(приблизні втрати не більше 20 кВар на 1 трансформатор).

Для компенсації реактивної потужності будемо застосовувати конденсаторні батареї з автоматичним регулювання потужності.

$Q_k = 1350$ кВар, так як $Q_{\phi} = 1276$ кВАр - фактична потужність трансформатора.

5.2. Вибір кількості, потужності та місця розташування компенсуючих пристроїв.

У якості компенсуючих пристроїв будемо застосовувати конденсаторні установки КУ. Наближення конденсаторів для компенсації реактивної потужності до приймачів розвантажує мережу від реактивного навантаження, що дозволяє зменшити втрати електроенергії.

Потужність пристрою, що компенсує втрати реактивної потужності:

$$Q_{\Pi} = Q_{\Gamma} \cdot n_{\Gamma} + \sum Q_p$$

Де Q_p – розрахункова потужність підприємства;

Q_{Γ} – втрати трансформатора;

n_{Γ} – кількість трансформаторів.

$$\sum Q_p = Q_p + Q_p^{\circ} = 1276 + 1 = 1277 \text{ кВар}$$

$$Q_{\Pi} = 20 \cdot 2 + 1277 = 1317 \text{ кВар.}$$

$N = \frac{Q_{\Pi}}{Q_{\text{нп}}}$, де $Q_{\text{нп}}$ – номінальна потужність одного компенсаційного пристрою.

$$N = \frac{1317}{1350} = 0,97 \approx 1$$

Де N - кількість компенсуючих пристроїв.

$$Q_{\text{нп}}^s = N \cdot Q_{\text{нп}} = 1 \cdot 1350 = 1350 \text{ кВар}$$

Отже, умова $Q_{\text{нп}}^s \geq Q_{\Pi}$ виконується

Виходячи з результатів розрахунків обираємо конденсаторну установку типу УКРП-0,4-1350-20УЗ.

Розміщуємо компенсуючі пристрої на шинах трансформаторної підстанції.

5.3. Вибір закону регулювання і системи автоматичного керування компенсуючих пристроїв.

Комбіноване регулювання конденсаторних батарей ґрунтується на поєднанні двох способів регулювання-ступінчатому і плавному. Таке поєднання дозволяє використовувати їхні найкращі якості і діставати нові вищі характеристики регульованого статичного джерела реактивної потужності.

В основу методу покладено поєднання кількох ступенів КБ, мікропроцесорним контролером, зі ступенем, у межах якого реактивна потужність змінюється плавно. Спосіб плавної зміни реактивної потужності - це постійно ввімкнена КБ, потужність якої дорівнює одиничній потужності ступеня, паралельно якої ввімкнений такої самої потужності керований тиристорами реактор.

Таке вмикання дозволяє плавно набирати потужність від нуля до границі, що дорівнює потужності ступеня, а потім за допомогою відповідної системи керування та синхронізації вводить перший ступінь, у той самий час знижуючи до нуля потужність плавно регульованого ступеня. У проміжку між ступенями потужність статичного компенсатора дорівнює потужності нижчих ступенів і потужності плавно регульованого ступеня. Так само здійснюється і зниження потужності. У разі форсування вмикаються всі ступені і плавно регульований ступінь на своє максимальне значення. Варто зазначити, що завдяки такому принципу керування статичний ДРП з комбінованим регулюванням має таку само швидкодію, як і плавний і ступінчатий ДРП, але на відміну від ступінчатого ДРП, дозволяє регулювати реактивну потужність плавно, а на відміну від плавно регульованого ДРП не викликає в мережі значних спотворень форми кривої напруги.

6. Вибір кількості, потужності трансформаторів та місця розташування трансформаторних підстанцій (ТП).

Число та потужність трансформатора вибирають виходячи з отриманих даних із розрахунку навантажень насосної станції та категорії споживачів.

При виборі ТП дотримуємось таких вимог:

- однострансформаторні ТП встановлюємо при навантаженнях, що допускають перерву в електропостачанні на час доставки „складського резерву”. Інакше по можливості, необхідне резервування на вторинній напрузі;
- двотрансформаторні ТП застосовуємо при переважанні споживачів першої та другої категорій, або при нерівномірному добовому графіку навантаження;
- рекомендується на цехових ТП встановлювати трансформатори одного типу та потужності з межею зменшення складського резерву.

Обрані ТП перевіряються по безперебійності електропостачання: споживачі першої та другої категорій надійності при вимиканні одного з трансформаторів. Згідно ПУЕ допускається після аварійне перевантаження трансформатора ТП (що залишився в роботі) на 40% на час не більше 6 годин на добу протягом 5-ти діб. При цьому коефіцієнт заповнення добового графіка в умовах перевантаження $K_3 \leq 0,75$.

Умова:

$$\frac{S_p}{1,4 \cdot S_{ном}^{Tp}} \leq K_3 = 0,75$$

Сукупність допустимих навантажень, систематичних і аварійних перевантажень визначає здатність навантаження трансформаторів, в основу розрахунку якої покладено теплової знос ізоляції трансформатора. Допустимі систематичні

навантаження та аварійні перевантаження не призводять до помітного старіння ізоляції та істотному скороченню нормальних термінів служби.

Допустимі аварійні перевантаження трансформаторів при виборі їх номінальної потужності залежать від тривалості перевантаження протягом доби, від температури навколишнього середовища і системи охолодження трансформатора.

1) Так як в насосній станції переважають приймачі II категорії, то доцільно вибрати 2 трансформатори для установки на цехову ТП.

2) Номінальну потужність трансформаторів визначаємо за умовою:

$$S_T \geq \frac{S_p}{2 \cdot \beta_T} ; \quad S_T \geq 3249,4/2 * 0,8 = 2030,8$$

де β_T - коефіцієнт завантаження трансформатора, для приймачів другої категорії приймається 0,8;

S_p - розрахункова максимальна потужність об'єкта, яка $S_p = P_p$

Приймаємо до установки трансформатор з номінальною потужністю 2000кВА.

3) Перевіряємо перевантажувальну здатність трансформатора в аварійному режимі за умовою:

$k_{ав.п.} = 1,4$ - коефіцієнт аварійної перевантаження.

$$K_{ав.п.} = S_p / S_{ном.тр} = 2030,8 / 2000 = 1,01$$

Таке перевантаження трансформатора за умовою допускається протягом 12 годин 5 діб.

4) За умовою коефіцієнт завантаження трансформатора β повинен становити 0,5 - 0,75.

Фактичний коефіцієнт завантаження трансформаторів ТП:

$$S_p / S_H * 2 = 2030,8 / 2500 * 2 = 0,4$$

Відокремимо два варіанти потужності трансформаторів:

Перший – два трансформатори потужністю 1000кВ·А;

Другий – два трансформатори потужністю 900кВ·А.

У нормальному режимі роботи обидва варіанти прийнятні.

Аварійні режими.

Перший варіант. У разі вимкнення одного з трансформаторів потужністю 2500 кВ·А той, що залишився у роботі, забезпечуватиме потужність

$$1,4S_{\text{ном}} = 1,4 \cdot 2500 = 3500 \text{ кВ}\cdot\text{А},$$

тобто робота підприємства не порушиться.

Другий варіант. У разі вимкнення одного з трансформаторів потужністю 2000 кВ·А той, що залишився у роботі забезпечуватиме тільки частину потужності

$$1,4 \cdot 2000 = 2800 \text{ кВ}\cdot\text{А}$$

Враховуючи, що електроприймачі III категорій (частка 20%) можуть бути вимкнені на час аварії, другий варіант можна вважати прийнятним.

$$0,8S_p = 3249,4 \cdot 0,8 = 2599,52$$

Отже, нам підходить трансформатор - ТМ-2000/35.

Другий варіант. У разі вимкнення одного з трансформаторів потужністю 2000 кВ·А той, що залишився у роботі забезпечуватиме тільки частину потужності

$$1,4 \cdot 2000 = 2800 \text{ кВ}\cdot\text{А}$$

Враховуючи, що електроприймачі III категорій (частка 20%) можуть бути вимкнені на час аварії, другий варіант можна вважати прийнятним.

$$0,8S_p = 3249,4 \cdot 0,8 = 2599,52$$

Отже, нам підходить трансформатор - ТМ-2000/35.

№	Найменування	Кількість	Електроприймач			$1,25 \cdot I_{\text{п}}$	Автоматичний вимикач		
			$P_{\text{ном}},$ кВт	$I_{\text{ном}},$ А	$\cos\varphi$ η		$I_{\text{ном}}^{\text{р}}$	$I_{\text{ном}}^{\text{а}}$ А	Тип

1	Піч плавильна S7t400	1	460	867	0,85/ 0,95	5418,7	870	1500	Abb SH 203B25/1
2	Ливарна витяжна машина	1	16,5	31,1	0,85/ 0,95	194,3	32	60	Abb SH 203B25/3
3	Піч роздаточна	1	190	358,4	0,85/ 0,95	2240	360	600	Abb SH 203B25/3
4	Намотувальне обладнання	10	0,46	0,86	0,85/ 0,95	3,5	1	2	Abb SH 203B25/3
5	Дистилятор	2	2	3,7	0,85/ 0,95	23,1	4	6	Abb SH 203B25/3
6	Кран-балка Q=10т.	1	30	56,6	0,85/ 0,95	353,7	60	120	Abb SH 203B25/3
7	Лінія грубого волочіння	1	890	1679	0,85/ 0,95	10306	1700	3000	Abb SH 203B25/3
8	Лінія тонкого волочіння	1	600	1132	0,85/ 0,95	7075	1200	2000	Abb SH 203B25/3
9	Верстат для полірування фільтр	3	1,1	2,07	0,85/ 0,95	12,9	3	6	Abb SH 203B25/3
10	Кран-балка Q=5т.	2	9,37	17,6	0,85/ 0,95	110	20	40	Abb SH 203B25/3
11	Літцекрутильна машина VM630	2	36	67,9	0,85/ 0,95	424,3	70	120	Abb SH 203B25/3
12	Літцекрутильна машина VM630Д	1	30	56,6	0,85/ 0,95	353,7	60	120	Abb SH 203B25/3
13	Крутильна машина VM1250	1	150	283	0,85/ 0,95	1768,7	290	600	Abb SH 203B25/3
14	Ножиці гільотинні	1	7.5	14,1	0,85/ 0,95	88,1	16	20	Abb SH 203B25/3
15	Крутильна машина №1	1	40	75,4	0,85/ 0,95	471,25	80	160	Abb SH 203B25/3
16	Крутильна машина №2	1	60	113	0,85/ 0,95	706,25	120	200	Abb SH 203B25/3
17	Перемотувальний верстат	1	6	11,3	0,85/ 0,95	70,6	12	20	Abb SH 203B25/3
18	Кран-укосина №64,65,66	3	3	5,6	0,85/ 0,95	35	6	10	Abb SH 203B25/1
19	Екструдер (ізолювання жил)	1	600	1132	0,85/ 0,95	7075	1200	2000	Abb SH 203B25/1
20	Насос водообороту екструдера Н-1	1	5,5	10,3	0,85/ 0,95	64,3	12	20	Abb SH 203B25/1
21	Вентилятор екструдера	1	0,55	1,03	0,85/ 0,95	6,43	1	2	Abb SH 203B25/1
22	Верстат для зняття ізоляції	1	6,6	12,4	0,85/ 0,95	77,5	16	20	Abb SH 203B25/1
23	Насос охолодження кабелю	1	5,5	10,3	0,85/ 0,95	64,3	12	20	Abb SH 203B25/1
24	Обогрів	1	30	56	0,85/ 0,95	350	60	120	Abb SH 203B25/1
25	Екструдер (ошланг.)	1	600	1132	0,85/ 0,95	7075	1200	2000	Abb SH 203B25/1

26	Насос водообороту екструдера Н-2	1	5,5	10,3	0,85/ 0,95	64,37	12	20	Abb SH 203B25/1
27	Вентиляція екструдера	1	0,55	1,03	0,85/ 0,95	6,4	1	2	Abb SH 203B25/1
28	Верстат перемотувальний	1	3	5,6	0,85/ 0,95	35	6	10	Abb SH 203B25/1
29	Крутильна машина	1	30	56,6	0,85/ 0,95	353,75	60	120	Abb SH 203B25/1
30	Компресор №1	1	4,1	7,7	0,85/ 0,95	48,12	8	16	Abb SH 203B25/1
31	Компресор ВК-20А	1	15	28,3	0,85/ 0,95	176,8	30	50	Abb SH 203B25/1
32	Компресор АВ500-800	2	7,5	14,1	0,85/ 0,95	88,12	16	20	Abb SH 203B25/1
33	Кран-балка Q=3,2т.	1	4	7,5	0,85/ 0,95	46,8	8	16	Abb SH 203B25/1
34	Поле випробувальне	1	1	1,8	0,85/ 0,95	11,2	2	6	Abb SH 203B25/1
35	Насос «Гном»	1	1,1	2,07	0,85/ 0,95	12,9	2	6	Abb SH 203B25/1
36	Вентиляція П-2	1	55	103	0,85/ 0,95	643,7	120	200	Abb SH 203B25/1
37	Вентиляція П1-1; П1-2; П1-3.	3	7,5	14,1	0,85/ 0,95	88,12	16	20	Abb SH 203B25/1
38	Вентиляція ПЗ-1	1	7,1	13,3	0,85/ 0,95	83,12	14	20	Abb SH 203B25/1
39	ШРА 1	1	2595	2870	0,85/ 0,95	————	2800	6000	Abb SH 203B25/1
40	ШРА 2	1	1408	1935	0,85/ 0,95	————	2000	5000	Abb SH 203B25/1

7.2. ВИБІР ТИПУ СИЛОВОГО РОЗПОДІЛЬЧОГО ПУНКТУ

Силовий пункт – це закрита металева шафа, в якій змонтовано апарати захисту, запобіжники або автоматичні вимикачі. Ці апарати з'єднані між собою шинами. На ввіді в силовий пункт підключається рубильник. Силовий пункт має зажими для підключення кабелів або проводів. Силові пункти вибираємо з табл. 3.11 [1].

1. Усі електроприймачі ділять на підгрупи за кількістю апаратів захисту в силовому пункті.
2. Визначається розрахункова потужність кожної підгрупи. За величиною розрахункової потужності вибирають провідники для живлення силового пункту і апарат на вході в силовий пункт.
3. За характеристиками електроприймачів вибирають параметри апаратів захисту: плавкі вставки запобіжників або розчеплювачів автоматичних вимикачів. За параметрами апаратів захисту вибирають провідники для живлення окремих електроприймачів.

Вибір силових пунктів здійснюється за таблицею 3.10 [1]. Результати вибору зведені в Таблицю 9.

Таблиця 9. Вибір силових пунктів.

Електроприймачі				Силовий пункт	
№ п/п	Назва	N, шт	$I_{р}^{сп}$, А	Тип СП	$I_{ном}^{сп}$, А
1	СП	6	3000	СПМ75-4	3000

ВИБІР ПРОВІДНИКІВ ВІД ШРА та СП ДО ЕЛЕКТРОПРИЙМАЧІВ.

Електроенергія в насосній станції розподіляється кабельними лініями, шинопроводами чи проводом у трубі.

Мережі напругою до 1кВ підлягають перевірці за економічною густиною струму при кількості годин використання максимуму навантаження понад 4000...5000 год.

Переріз провідників у цехових мережах визначають, виходячи з двох умов:

1. за умовою нагріву розрахунковим струмом:

$$I_{np} \geq \frac{I_{розр}}{\kappa_{прок}};$$

2. за умовою відповідності максимального струмового захисту апаратові:

$$I_{np} \geq \frac{\kappa_3 \cdot I_3}{\kappa_{прок}},$$

де $\kappa_{прок}$ - коефіцієнт прокладки, κ_3 - кратність струму для провідника відносно струму апарата захисту; I_3 - струм апарата захисту.

Марку провідника вибираємо за таблицею 3.16 [1] з урахуванням класу приміщення, діаметр провідника за таблицею 3.15 [1]. Результати вибору перерізу провідників наведено в Таблиці 10.

Вибір провода покажемо на прикладі *намотувального верстату*.

Для даного варіанту приймаємо $K_3 = 1$ та $K_{II} = 1$.

$$1) I_{np} = 0,86 \text{ А} > \frac{I_{розр}}{K_{II}} = 1 \text{ А}$$

2) $I_3 = 1 \text{ А}$, де I_3 - струм апарату захисту

$$I_{np} = 6 \text{ А} = I_3 \frac{K_3}{K_{II}} = 1 \text{ А}$$

Приймаємо провід типу АПВ 500 в перерізом $S_{ст} = 2 \text{ мм}^2$ та діаметром жили $d_{ж} = 4\text{мм}$.

Таблиця 10. Вибір провідників

№	Найменування	Кількість	Електроприймач			Провід АПВ-500		
			$P_{НОМ}$, кВт	$I_{пр}$, А	$I_{ав.НОМ}$	$I_{доп}$, А	$S_{ст}$, мм ²	$d_{ж}$, мм ²
1	Піч плавильна S7t400	1	460	867	870	870	95	120
2	Ливарна витяжна машина	1	16,5	31,1	32	57	6	8
3	Піч роздаточна	1	190	358,4	360	360	120	140
4	Намотувальне обладнання	10	0,46	0,86	1	6	2	4
5	Дистилятор	2	2	3,7	4	6	2	4
6	Кран-балка Q=10т.	1	30	56,6	60	60	7	9
7	Лінія грубого волочіння	1	890	1679	1700	1700	130	150
8	Лінія тонкого волочіння	1	600	1132	1200	1200	120	140
9	Верстат для полірування фільер	3	1,1	2,07	3	6	2	4
10	Кран-балка Q=5т.	2	9,37	17,6	20	57	6	8
11	Літцекрутильна машина ВМ630	2	36	67,9	70	70	25	30
12	Літцекрутильна машина ВМ630Д	1	30	56,6	60	60	7	9
13	Крутильна машина ВМ1250	1	150	283	290	290	120	140
14	Ножиці гільотинні	1	7.5	14,1	16	23	4	6,2
15	Крутильна машина №1	1	40	75,4	80	80	35	70
16	Крутильна машина №2	1	60	113	120	170	8	10
17	Перемотувальний верстат	1	6	11,3	12	23	4	6,2
18	Кран-укосина №64,65,66	3	3	5,6	6	6	2	4
19	Екструдер (ізолювання жил)	1	600	1132	1200	1200	120	140
20	Насос водообороту екструдера Н-1	1	5,5	10,3	12	23	4	6,2
21	Вентилятор екструдера	1	0,55	1,03	1	6	2	4
22	Верстат для зняття ізоляції	1	6,6	12,4	16	23	4	6,2
23	Насос охолодження кабелю	1	5,5	10,3	12	23	4	6,2
24	Обогрів	1	30	56	60	60	7	9
25	Екструдер (ошланг.)	1	600	1132	1200	1200	120	140
26	Насос водообороту екструдера Н-2	1	5,5	10,3	12	23	4	6,2

27	Вентиляція екструдера	1	0,55	1,03	1	6	2	4
28	Верстат перемотувальний	1	3	5,6	6	6	2	4
29	Крутильна машина	1	30	56,6	60	60	7	9
30	Компресор №1	1	4,1	7,7	8	23	4	6,2
31	Компресор ВК-20А	1	15	28,3	30	57	6	8
32	Компресор АВ500-800	2	7,5	14,1	16	23	4	6,2
33	Кран-балка Q=3,2т.	1	4	7,5	8	23	4	6,2
34	Поле випробувальне	1	1	1,8	2	6	2	4
35	Насос «Гном»	1	1,1	2,07	2	6	2	4
36	Вентиляція П-2	1	55	103	120	170	8	10
37	Вентиляція П1-1; П1-2; П1-3.	3	7,5	14,1	16	23	4	6,2
38	Вентиляція П3-1	1	7,1	13,3	14	23	4	6,2

Вибір провідників освітлювальної мережі приміщень насосної станції

У цеху робоче освітлення виконано відповідно:

Таблиця 11. Вибір провідників і АВ освітлювальної мережі

Приміщення	Виконання	Чергування фаз	Струм по найбільш завантаженій фазі, А	Провідник	Автоматичний вимикач
Група 1 (верстатне відділення)	1 ряд по 12 ламп та 2 ряди по 11 ламп	А	39,3	ШОС4-63	SH-203 50А
Група 2	13 ламп	В	14,1	ШОС4-25	SH-203 16А

Використовуємо трифазну мережу з нульовим проводом. Найбільш завантажена фаза А ($4 \times 2 = 8$ ламп), отже вибираємо провідник за нею:

$$I_p = \frac{n \cdot P_{уст} \cdot 1,1 \cdot 1,4}{U_n \cdot \cos \varphi}, \quad \text{де } n - \text{кількість ламп,}$$

$P_{уст}$ - встановлена потужність лампи, кВт

1,1 - втрати в ПРА для ламп типу діодних ламп;

1,4 – пусковий коефіцієнт;

U_n - номінальна напруга мережі, кВ

$\cos \varphi = 0,57$ – коефіцієнт потужності для ДЛ.

$$I_p = \frac{1,152 \cdot 1,1 \cdot 1,4}{0,22 \cdot 0,57} = 14,1 \text{ A}$$

Обираємо освітлювальний шинопровід ШОС-63, номінальною напругою 63А.
Провід АПВ-500 3*25мм.

Для аварійного освітлення використовуємо ту саму методику:

Таблиця 12. Вибір провідників і АВ освітлювальної мережі

Приміщення	Виконання	Чергування фаз	Струм по найбільш завантаженій фазі, А	Провідник	Автоматичний вимикач
Група 1	11 ламп	А,	9,8	АПВ-500 4x2мм ²	SH-203 10А
Група 2	10 лампи	В	8,4	АПВ-500 4x2мм ²	SH-203 10А

Вибір щитів освітлення

Обираємо ЩО-16Н настінного типу установки для робочого освітлення і
ЩО-6Н для аварійного.

7.3 Техніко-економічне порівняння трансформаторів ТП

Обґрунтування економічно - доцільного режиму роботи трансформаторів.

Для подальших розрахунків необхідно знати потужність, за якої доцільно все навантаження живити від одного трансформатора.

Перший варіант.

Паспортні дані трансформатора:

$$S_{ном} = 2500 \text{ кВ}\cdot\text{А};$$

$$\Delta P_x = 0,46 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_k = 2,65 \text{ кВт};$$

$$I_x = 2 \text{ \%};$$

$$U_k = 4,5 \text{ \%};$$

Розраховуємо втрати потужності у трансформаторах. Економічний еквівалент реактивної потужності 0,05 кВт / кВар.

$$\Delta Q_x = S_{ном} \frac{I_x}{100} = 2500 \frac{2}{100} = 50 \text{ кВар}$$

$$\Delta Q_k = S_{ном} \frac{U_k}{100} = 2500 \frac{4,5}{100} = 112,5 \text{ кВар}$$

$$\Delta P_x' = \Delta P_x + K_e \cdot \Delta Q_x = 0,46 + 0,05 \cdot 50 = 2,96 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_k' = \Delta P_k + K_e \cdot \Delta Q_k = 2,65 + 0,05 \cdot 112,5 = 8,2 \text{ кВт}$$

Зведені втрати потужності водному трансформаторі

$$\Delta P'_{2500} = \Delta P_x' + \beta^2 \cdot \Delta P_k' = 1,46 + \beta^2 \cdot 3,01$$

У двох трансформаторах

$$\Delta P'_{2500} = 2,92 + \beta^2 \cdot 6,02$$

де $\beta_{0,5}$ - коефіцієнт завантаження за рахунок поділу навантаження між двома однаковими трансформаторами.

Другий варіант.

Паспортні дані трансформатора :

$$S_{ном} = 2000 \text{ кВ}\cdot\text{А};$$

$$\Delta P_x = 0,36 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_k = 1,97 \text{ кВт};$$

$$I_x = 2,6 \text{ \%};$$

$$U_k = 4,5 \text{ \%};$$

Складемо вираз для визначення втрат потужності у трансформаторах:

$$\Delta Q_x = S_{ном} \frac{I_x}{100} = 2000 \frac{2,6}{100} = 52 \text{ кВар}$$

$$\Delta Q_k = S_{ном} \frac{U_k}{100} = 2000 \frac{4,5}{100} = 90 \text{ кВар}$$

$$\Delta P_x' = \Delta P_x + K_e \cdot \Delta Q_x = 0,36 + 0,05 \cdot 52 = 2,96 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_k = \Delta P_k + K_e \cdot \Delta Q_k = 1,9 + 0,05 \cdot 90 = 6,4 \text{ кВт}$$

Визначаємо навантаження, при якому доцільно вимикати один трансформатор.

$$S_x = S_{ном} \sqrt{2 \cdot \frac{\Delta P_x}{\Delta P_k}}$$

Перший варіант

$$S_x = 2500 \sqrt{2 \cdot \frac{2,96}{8,2}} = 2124,1 \text{ кВа}$$

Другий варіант

$$S_x = 2000 \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{2,96}{6,4}} = 1923 \text{ кВа}$$

Визначення втрат енергії

Розрахунок зводимо у таблицю.13

Перший варіант.

Таблиця 13

Номер ступеня навантаження	Навантаження кВ·А	β	$\beta_{0,5}$	Тривалість ступеня навантаження, год/рік	Втрати потужності у трансформаторах, кВт	Втрати енергії, кВт·г/рік
1	44,35	0,34		2555	0,96	2452,8
2	67,2	0,52		730	1,43	1043,9
3	87,36		0,34	365	1,93	704,45
4	94,08		0,36	365	2,02	737,3
5	100,8		0,39	365	2,15	784,75
6	107,52		0,41	1095	2,25	2463,75
7	112,89		0,43	730	2,35	1715,5
8	120,96		0,47	730	2,56	1868,8
9	127,6		0,49	730	2,68	1956,4
10	134,4		0,52	1095	2,86	3131,7
Усього за рік					$\Delta W_{160} = 16859,35$ кВт·год	

Другий варіант

Таблиця 14

Номер ступеня навантаження	Навантаження кВ·А	β	$\beta_{0,5}$	Тривалість ступеня навантаження, год/рік	Втрати потужності у трансформаторах, кВт	Втрати енергії, кВт·г/рік
1	44,35	0,34		2555	0,74	1890,7
2	67,2		0,41	730	1,71	1248,3
3	87,36		0,53	365	2,21	806,65
4	94,08		0,57	365	2,40	876
5	100,8		0,62	365	2,66	970,9
6	107,52		0,66	1095	2,89	3164,55

7	112,89		0,69	730	3,07	2241,1
8	120,96		0,74	730	3,38	2467,4
9	127,6		0,78	730	3,65	2664,5
10	134,4		0,82	1095	3,93	4303,35
Усього за рік					$\Delta W_{100} = 20633,45$ кВт·год	

Капітальні вкладення.

Перший варіант:

$$K_1 = 2 \cdot 288920 = 577840 \text{ грн.}$$

Другий варіант:

$$K_2 = 2 \cdot 22176 = 443520 \text{ грн.}$$

Перший варіант.

Амортизаційні витрати

$$C_a(2500) = 0,063 \cdot 577840 = 36400,4 \text{ грн.}$$

Вартість втрат електроенергії

$$C_b(2500) = 21917,155 \text{ грн.}$$

Сумарні експлуатаційні витрати

$$C_{e1} = 36400,4 + 21917,155 = 255570,555 \text{ грн.}$$

Другий варіант:

$$C_a(2000) = 0,063 \cdot 443520 = 27940,2 \text{ грн.}$$

$$C_b(2000) = 26823,485 \text{ грн.}$$

$$C_{e2} = 27940,2 + 26823,485 = 296170,685 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових інвестицій

$$T_{ок} = K_1 - K_2 / C_{e2} - C_{e1} = 3,3 \text{ року}$$

Отже, економічнішим є перший варіант (ТМ-2500).

8. Розрахунок струмів короткого замикання та вибір високовольтного обладнання

8.1. Розрахунок струмів короткого замикання

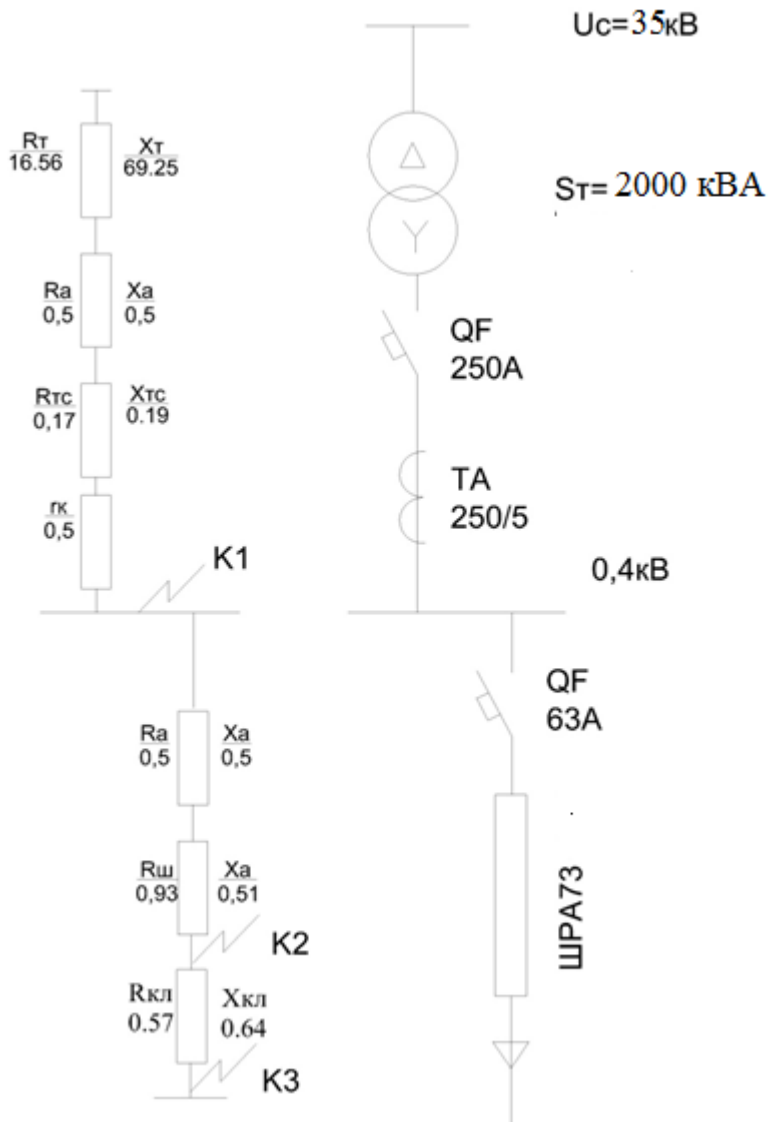


Схема до розрахунків струмів КЗ та еквівалентна схема заміщення в мережі 0,4 кВ

Приводимо опір системи електропостачання вищої напруги до напруги 0,4 кВ: $X_c=0$

1. Визначаємо опори цехового трансформатора

$$x_m = \sqrt{\left(\frac{U_K}{100}\right)^2 - \left(\frac{\Delta P_K}{S_{НОМ}}\right)^2} \cdot \frac{U_H^2}{S_{НОМ}} \cdot 10^6 = \sqrt{\left(\frac{4.5}{100}\right)^2 - \left(\frac{2.65}{2000}\right)^2} \cdot \frac{0.4^2}{2000} \cdot 10^6$$

$$= 69.25 \text{ мОм}$$

$$r_m = \frac{U_H^2}{S_{НОМ}^2} \cdot \Delta P_K \cdot 10^6 = \frac{0.4^2}{250^2} * 2.65 \cdot 10^6 = 16.56$$

Опір автоматичного вимикача складається з опору розчеплювача і опору перехідного контакту.

$$r_a = 0,5 \text{ мОм}$$

$$X = 0,5 \text{ мОм}$$

Опір трансформатора струму.

$$r_a = 0,17 \text{ мОм}$$

$$X_a = 0,19 \text{ мОм}$$

Опір контактів.

$$r_a = 0,5 \text{ мОм}$$

Сумарний опір до КЗ в точці К1

$$r_k = r_a + r_{тр} + r_{тс} + r_k = 16,56 + 0,5 + 0,17 + 0,5 = 17,73 \text{ мОм}$$

$$x_k = x_a + x_{тр} + x_{тс} = 65,95 + 0,5 + 0,17 = 66,64$$

$$Z_k = \sqrt{r_k^2 + x_k^2} = 68,96$$

Точка К1

Трифазний струм кз

$$I_k^{(3)} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot Z_k} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 68,96} = 3,349 \text{ кА}$$

Ударний струм кз

$$T_a = \frac{x_k}{\omega \cdot r_k} = \frac{66,94}{3,14 * 17,73} = 1,2 \text{ с}$$

$$K_y = 1 + e^{\frac{0,01}{T_a}}$$

$$i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_k^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 1.99 \cdot 3.349 = 9.43 \text{кА}$$

Струм однофазного кз визначається за приблизною формулою

$$I_k^{(1)} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot \left(Z_{\Pi} + \frac{Z_T^{(1)}}{3} \right)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \left(17.91 + \frac{312}{3} \right)} = 1.894 \text{кА}$$

Z_{Π} - повний опір петлі фаза-нуль.

Приймаємо $Z_T^{(1)} = 312$ (з додатку)

$$r_{\Pi} = r_{k1} + r_{ш0} = 17.91 \text{ мОм}$$

$$x_{\Pi} = 2x_a + 2x_{TC} = 1.38 \text{ мОм}$$

$$Z_{\Pi} = \sqrt{r_{\Pi}^2 + x_{\Pi}^2} = \sqrt{17.91^2 + 1.38^2} = 17.96 \text{ мОм}$$

Точка К2

$$r_{k2} = r_{ав} + r_{ш} + r_{k1} = 0.5 + 0.93 + 17.73 = 19.16 \text{ мОм}$$

$$x_k = x_a + x_{ш} + x_{k1} = 0.5 + 0.51 + 66.4 = 67.6 \text{ мОм}$$

Повний опір

$$Z_k = \sqrt{r_{k2}^2 + x_{k2}^2} = 70.31 \text{ мОм}$$

Трифазний струм кз

$$I_k^{(3)} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot Z_k} = 3.285 \text{кА}$$

Ударний струм кз

$$i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_k^{(3)} = 9.25 \text{кА}$$

Струм однофазного кз визначається за приблизною формулою

$$I_k^{(1)} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot \left(Z_{\Pi} + \frac{Z_T^{(1)}}{3} \right)} = 1.864 \text{кА}$$

Точка КЗ

$$r_k = r_{кЛ} + r_{ав} + r_{к2} = 19.73 \text{ мОм}$$

$$x_k = x_{кЛ} + x_{ав} + x_{к2} = 5 \text{ мОм}$$

$$Z_k = \sqrt{r_{к3}^2 + x_{к3}^2} = 20.35$$

Трифазний струм кз

$$I_k^{(3)} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot Z_k} = 3.285 \text{ кА}$$

Ударний струм кз $i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_k^{(3)} = 9.25 \text{ кА}$

Струм однофазного кз визначається за приблизною формулою

$$I_k^{(1)} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot \left(Z_{\Pi} + \frac{Z_T^{(1)}}{3} \right)} = 1.857 \text{ кА}$$

Струми в точках К1, К2 , К2 (таблица 15)

Таблица 15. Зведений розрахунок опорів і струмів кз.

точка	r_k , мОм	x_k , мОм	Z_k , мОм	$I_k^{(3)}$,кА	i_y ,кА	$I_k^{(1)}$,кА	Петля фаза-нуль		
							r_k	x_k	Z_k
К1	17.73	66.64	68.96	3.349	9.02	1.894	17.91	1.38	17.9
К2	19.16	67.65	70.31	3.285	8.85	1.864	19.16	3.3	19.9
К3	19.73	68.66	71.44	3.233	8.85	1.857	19.74	5	20.354

9. Релейний захист та автоматика

РЗА трансформаторів цехових ТП

Розрахунок струмової відсічки.

Визначення струну на високій стороні:

$$I_{номВН} = P_p / \sqrt{3} * U_{номВН} = 2988,5 / \sqrt{3} * 35 = 49,3 \text{ A.}$$

В якості сприймаючого пристрою застосуємо реле струму РТ- 40.

Струм спрацювання миттєвої відсічки

$$I_{C.з.} = k_B \cdot I_{K9}^1 = 1,9 * 39,7 = 75,43 \text{ A,}$$

$$\text{де } I_{K9}^1 = I_{K9} \left(\frac{U_{НОМ.НН}}{U_{НОМ.ВН}} \right) = 3474 * \frac{0,4}{35} = 39,7 \text{ A}$$

де $k_B=1,9$ - коефіцієнт відстройки реле типу РТ- 40.

Струм спрацювання реле:

$$I_{C.р.} = \frac{k_{CX} \cdot I_{C.з.}}{K_{ТА}} = \frac{1 \cdot 75,43}{25/5} = 15 \text{ A}$$

де $k_{CЗ}=1$ коефіцієнт самозапуску ;

$I_{K.мах}$ - КЗ в одній із фаз при вимкненому секційному вимикачі ;

$K_{ТА}$ - коефіцієнт трансформації трансформаторів струму.

Коефіцієнт чутливості:

$$k_{ч} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I^{(3)}_{K1}}{I_{C.з.}} = \frac{0,87 \cdot 3474}{75,43} = 40 > 2$$

Розрахунок максимального струмового захисту.

Струм спрацювання МСЗ визначаємо за формулою:

$$I_{C.з.} = \frac{k_H \cdot (k_{CЗП} \cdot I_{НОМ} + I_{НОМ})}{k_{ЗВ}} = \frac{1,3 * (1,5 * 22,6 + 22,6)}{0,85} = 86,4 \text{ A}$$

де $k_H = 1,3$ - коефіцієнт надійності;

$k_{ЗВ} = 0,85$ - коефіцієнт звороту струмового реле.

Струм спрацювання реле:

$$I_{C.р.} = \frac{I_{C.з.} \cdot K_{CX}}{k_{ТС}} = \frac{75,43 * 1}{25/5} = 15 \text{ A}$$

Коефіцієнт чутливості:

$$K_{\text{ч}} = \frac{I_{K9}^1}{I_{C.3.}} = \frac{39,7}{86,4} = 0,45 < 2$$

Захист від перевантажень

Струм спрацювання сигналізації:

$$I_{CC} = \frac{K_{\text{вд}} \cdot K_{\text{сзн}}}{K_{\text{п}}} \cdot I_{\text{МАХ}} = \frac{1,05 \cdot 1,35}{0,85} \cdot 3,09 = 5,15 \text{ А.}$$

$$I_{\text{МАХ}} = I_{\text{НОМ}} \cdot 1,4 = 22,6 \cdot 1,4 = 31,6$$

Струм спрацювання реле:

Час спрацювання сигналізації:

$$I_{CP} = \frac{I_{CC} \cdot K_{CX}}{K_{T,TC}} = \frac{5,15 \cdot 1}{25/5} = 1,03 \text{ А.} \quad t_{cc} = t_{c3}^{\text{MC3}} + \Delta t = 2 + 0,4 = 2,4 \text{ с,}$$

Струм спрацювання		Коефіцієнт	Час спрацювання захисту
захисту	реле		
I _{сз}	I _{сп}	K _ч	t _{сз}
А	А	-	с
Відсічка			
75,43	15	40	-
Максимальний струмовий захист(МСЗ)			
86,4	19	4,6	2
Захист від перевантажень(з дією на сигнал)			
5,15	1,03	-	2,4

10.Облік та вимірювання режимних параметрів системи електропостачання

10.1. Обґрунтування систем комерційного та технічного обліку і контролю електроспоживання.

Прилади обліку і контролю встановлюються, як правило, на всіх основних приєднаннях. В таблиці 1 приведений перелік приладів, що повинні встановлюватися на основних приєднаннях.

Таблиця. Прилади, що рекомендовані для встановлення на різних типах приєднань

Характеристика приєднання	Прилад
Вводи напругою вище 1 кВ від енергосистеми і для цехових підстанцій	Амперметр, при несиметричному навантаженні — три амперметри, лічильники активної і реактивної енергії, лічильники з вказівкою максимального навантаження
Трансформатори знижуючі трьохобмоточні напругою 110/35/3 - 10 кВ	Амперметри на всіх напругих, ватметри активної потужності на напруги 3—10 и 35 кВ при потужності трансформатора 6300 кВ·А и вище, лічильники активної и реактивної енергії на напруги 3—10 и 35 кВ
Трансформатори знижуючі двохобмоточні 6-10/0,4-0,69 кВ, що живлять одного споживача.	Амперметр, лічильник активної енергії

Характеристика приєднання	Прилад
Конденсаторна батарея при потужності 100 кВар і вище	Три амперметра и лічильник реактивної енергії
Лінії, що сполучають електростанцію споживача з підстанцією енергосистеми або між двома	Амперметр, ватметр активної і реактивної потужності з двосторонньою шкалою, два лічильники активної

Вимірювання струму повинно проводитись в колах усіх напруг, де воно потрібне для систематичного контролю технологічного процесу чи обладнання. В колах змінного трифазного струму слід, як правило, вимірювати струм однієї фази.

Системи вимірювань режимних параметрів повинні забезпечувати наступні можливості:

- контроль оптимального режиму роботи електрообладнання і технологічних процесів;
- передбачення ненормальних і аварійних режимів електрообладнання; - контроль ізоляції в мережах з ізольованою нейтраллю;
- контроль якості електроенергії;
- швидке орієнтування персоналу при будь-якому режимі роботи.

При проектуванні систем вимірювання і контролю потрібно виходити з необхідного мінімуму приборів таким чином, щоб не виникало безпідставного дублювання.

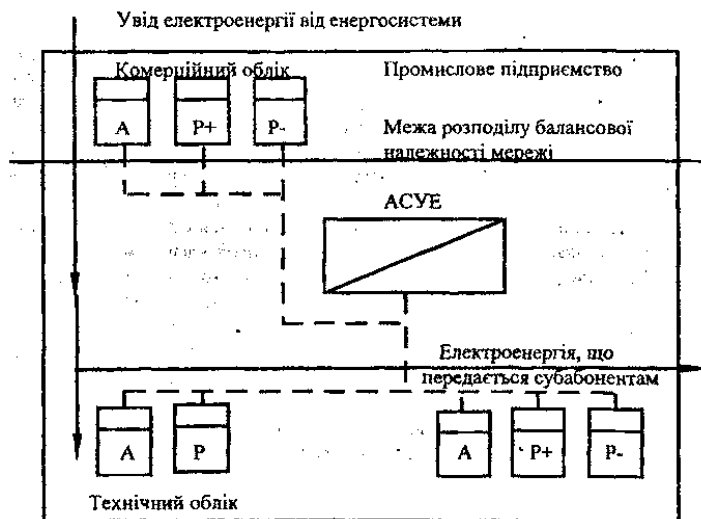
10.2. Вибір комплексних систем обліку та контролю електроспоживання, багатофункціональних електронних лічильників і т.д.

Досвід роботи енергетичних систем і органів енергетичного контролю в умовах ринку вказує на важливість вдосконалення як економічних, правових взаємовідносин виробника, постачальника і користувача електроенергії, так і інформаційного та інструментального їх забезпечення. З огляду на це основним принципом організації системи комерційного обліку електроспоживання є створення загального інформаційного простору для всіх суб'єктів взаємовідносин.

На практиці це положення реалізується у вигляді єдиної інтегрованої мережі збору, накопичення і обробки інформації про виробіток и використання електроенергії. Вказана інтегрована мережа повинна бути багатофункціональною, тобто бути основою для забезпечення обліку, планування, управління і зв'язку між верхніми рівнями (Міненерго, НДЦ, РДЦ), енергокомпаніями (обленерго, виробники електроенергії), нижніми рівнями системи (районні органи, користувачі).

Розробка та впровадження систем обліку електроспоживання в мережі користувачів також є об'єктом активного моніторингу з боку органів енергетичного контролю. Перш за все вона включає організацію робіт по створенню автоматизованої системи контролю і обліку електроспоживання (АСКОЕ) і узгодження відношень замовника (користувача електроенергією), розробника і органів Держстандарту (метрологічної служби). Останні при цьому повинні мати відповідну ліцензію на право реалізації даного виду діяльності.

Зразки структурних схем організації комерційного обліку у споживачів наведені на рис.



- прилади обліку активної і реактивної електроенергії;



- автоматизована система обліку і контролю електроспоживання.

Рис. 7.2. Узагальнена структурна схема організації обліку електроспоживання на промисловому об'єкті.



Рис. 7.3. Узагальнена структурна схема організації обліку електроспоживання на комунально-побутовому об'єкті.

Багатофункціональні мікропроцесорні лічильники серії “Альфа” та подібні до них призначені для обліку активної та реактивної енергії в ланцюгах змінного струму, а також для використання в складі автоматизованих систем контролю та обліку електроенергії, для передачі вимірянних та розрахованих параметрів на диспетчерський пункт по контролю, обліку та розподілу електричної енергії

В якості лічильників для комерційного обліку електроенергії обираються лічильники типу АЛЬФА компанії АВВ.

Даний лічильник забезпечує вимірювання одночасно активної і реактивної енергії та максимальної потужності в класах точності 0,2 і 0,5 при напругах 100,

220 і 380 В трансформаторного та прямого включення при номінальних струмах 1, 5, 40 та 100 А в 4-х тарифних зонах в 3-х проводних та 4-х проводних мережах.

З допомогою встановлення додаткових плат можна вимірювати активну та реактивну енергії та максимальну потужність в обох напрямках, керувати споживанням електроенергії, записувати та зберігати графік електроспоживання, включати лічильники в комплексні системи обліку електроенергії.

Технічні характеристики наведено в табл.

Технічні характеристики	Значення
<p>Діапазон вимірювання струмів :</p> <p>– для лічильників трансформаторного включення , може бути з ряду $I_{НОМ}$:</p> <p>1 А 5А 10А</p> <p>1 – для лічильників прямого включення $I_{НОМ} = 40 А$.</p>	<p>0.5 мА – 24 А 2.5 мА – 24 А 5мА – 24 А</p> <p>20 мА – 150 А</p>
Робоча напруга	80 – 456 В
Діапазон частот мережі	47.5 – 52.5 Гц
Робочий діапазон температур	$-40^{\circ}C + 60^{\circ}C$
Вологість	0 – 95 %
Клас точності	0.2 та 0.5
	менше 0.1 Вт

Потужність , яка споживається кожним паралельним ланцюгом	
Потужність , яка споживається до живлення	3.6 ВА
Опір кожного послідовного ланцюга	$0.5 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}$
Коефіцієнт передачі по частотним пара-метрам	1000 – 10000 імпульсів/кВт г
Кількість тарифів	4
Самодіагностика лічильника	1 раз в добу
Пам'ять при зникненні живлення	збереження накопиченої інформації до подачі живлення не більше 5р
Гарантійний термін експлуатації	3 роки
Термін служби	30 років
Інтервал між перевірками	8 років

Вимірювання струму передбачається на сторонах 35 кВ та 10 кВ

11. Якість електричної енергії в системі електропостачання

11.1. Характеристика показників якості електричної енергії.

Відхилення напруги, зумовлені повільними процесами зміни навантажень у системі, справляють різний вплив на режим роботи окремих споживачів. Скажімо, тривале підвищення напруги на затискачах електричних двигунів – наймасовіших споживачів енергосистем – призводить до збільшення обертового моменту їх, зменшення ковзання й зростання втрат у сталі двигунів, бо такі втрати пропорційні квадрату підведеної напруги, збільшенню струму холостого ходу і, значить, зменшенню коефіцієнта потужності електродвигунів. Зниження напруги на затискачах електродвигунів призводить до зниження обертового моменту, збільшенню ковзання, зростанню струму статора й зменшенню терміну служби ізоляції електродвигунів.

У разі тривалої роботи електродвигунів при зниженій напрузі, зокрема на рівні 90 % номінального значення, строк служби ізоляції двигуна зменшується на 18-20 %, що істотно знижує продуктивність технологічних механізмів, що їх приводить у дію цей електродвигун. Підвищення напруги на затискачах звичайного асинхронного двигуна на 1 % спричиняється до збільшення струму холостого ходу й споживаної двигуном реактивної потужності приблизно на 3 % . Але при цьому має місце перехід на нелінійну частину кривої намагнічення що є джерелом генерації вищих гармонік напруги. Підвищення напруги веде до підвищення запасу статичної стійкості вузла навантаження

Найбільший вплив відхилення напруги справляє на режими роботи нагрівальних, особливо освітлювальних, приймачів електричної енергії. Наприклад, зниження напруги на затискувачах плавильних печей всього на 5 % від номінального значення збільшує час плавки в 1.5-2 рази, знижує світовий потік ламп розжарювання на 18-20 %, що може призвести до збільшення ступеня травматизму працівників.

Підвищення напруги на затискачах освітлювальних приладів на 10 % скорочує термін служби ламп розжарювання приблизно в 3 рази. Зменшення напруги призводить до зростання терміну нагріву в електротермічних установках, а при значних відхиленнях напруги процес взагалі не може бути завершено. Особливо чутливі до відхилення напруги такі процеси як вирощування кристалів, скляне виробництво.

Підвищення напруги впливає на режим мережі:

- зменшуються втрати потужності у повздовжніх елементах схем заміщення та зростають втрати потужності неробочого ходу. У мережах напругою 330 кВ і вище зростають втрати активної потужності на корону.

Основним засобом забезпечення необхідного рівня напруги є регулювання напруги в електричних системах.

Відхилення частоти. Баланс активних потужностей у мережі визначає рівень частоти. За допомогою систем управління забезпечується баланс активних потужностей при частоті 50 Гц. Якщо баланс потужностей порушується, то змінюється і частота у мережі. Причиною порушення балансу може бути аварійне відключення генераторів на електростанціях, будь якого елемента електричної системи, включення і відключення споживачів. Розподіл потужностей при зміні частоти відрізняється від оптимального, що викликає зростання втрат потужностей та зменшення терміну роботи обладнання із-за перегрівів ізоляції.

Причинами не симетрії у мережі є нерівномірний розподіл однофазного навантаження у мережах до 0,4 кВ; потужна з неоднаковими значеннями споживання потужність у мережах 6-10 кВ; несиметричні режими у мережах вище 35 кВ. Розглянемо вплив не симетрії на АД. Відомо що несиметричний режим може бути проаналізовано за допомогою метода симетричних складових. Зворотна складова наводить у роторі ЕДС подвійної частоти.

Якщо врахувати що індуктивність зворотної послідовності АД в 5-7 разів менше індуктивності прямої послідовності, то незначна не симетрія напруги може привести к значному росту не симетрії струму. Зростанні струму призводить до додаткового нагріву обмоток. При роботі з номінальним навантаженням та при $K_{2u} = 4\%$ термін служби ізоляції тільки з причини додаткового нагріву зменшується приблизно у 2 рази. Не симетрія у мережі веде до зменшення потужності що генерує батарея конденсаторів.

Вплив на лінії та трансформатори мережі проявляється у додаткових втратах потужності. Струми I_2 и I_0 викликають зростання втрат у повздовжніх елементах схем заміщення. Напруги U_2 и U_0 викликають зростання у поперечних елементах схем заміщення. Накладання U_2 і U_0 та U_1 призводить до різких додаткових відхилень напруги у різних фазах.

Не симетрія може бути причиною помилкової роботи систем автоматики і релейного захисту, телемеханічних пристроїв. Така робота вказаних систем приводить до порушень технологічних процесів.

Гармоніки виникають у мережах як наслідок роботи нелінійних навантажень. Вищі гармоніки виникають при роботі тиристорних перетворювачів; обладнання, яке використовує електричну дугу. Вищі гармоніки викликають не тільки втрати потужностей і енергії, а викликають порушення у роботі релейного захисту, протиаварійної автоматики, пристроїв керування, що приводить до порушень технологічних процесів.

Джерела гармонік:

1. Машина змінного струму - генератори і двигуни (магнітне поле не ідеально синусоїдально).
2. Магнітні кола що насиченні.
3. Перетворювачі усіх типів
4. Апарати з електричною дугою чи апарати що використовують електричний розряд: дугові печі, зварювальні машини, люмінесцентні лампи (створюють не стабільні у часі гармоніки).

Дії ударного навантаження викликають швидкі зміни напруги у вузлах мережі. Коливання напруги приводять до флікеру, перешкодам у роботі телебачення, хибній роботі регулюючих пристроїв, порушеннями у роботі рентгенівського обладнання, коливанням моменту на валах двигунів, які приводять до підвищених втрат електроенергії та зносу матеріалів.

11.2. Характеристика методів та технічних заходів по забезпеченню якості електроенергії.

Основним засобом забезпечення необхідного рівня напруги є регулювання напруги в електричних системах.

Заходи щодо зменшення впливу не симетрії називають симетруванням режимів:

1. Забезпечення рівномірного розподілу навантажень по фазам.
2. Зменшення опору нульової послідовності Z_0 в у мережах до 1 кВ за рахунок збільшення перерізу нульового проводу, використання трансформаторів з меншими індуктивностями. (залежать від схем з'єднання обмоток, схеми вторинної обмотки - зігзах, з'єднання обмоток "трикутник-зірка з нульовим проводом").

Спеціальні пристрої, що симетрують.

Універсальні симетруючі пристрої - батареї конденсаторів.

Відомо, що за допомогою конденсаторів можливо створювати струми зворотної послідовності за рахунок включення різної кількості конденсаторів між фазами мережі. Треба створити по значенню струм такий як у мережі, але повернутий відносно від струму у мережі на 180°. Але існує проблема, струм зворотної послідовності у мережі змінюється при зміні навантажень та конфігурації мережі. Виникає необхідність зміни струму що генерують конденсатори, тобто треба перерозподіляти їх між фазами під час зміни режиму мережі.

Слід підкреслити, що струм прямої послідовності не залежить від розподілу конденсаторів між фазами, а струм зворотної послідовності залежить.

Зменшення несинусоїдальності забезпечується наступним чином:

1. Зменшення рівня вищих гармонік від перетворювачів за рахунок збільшення числа фаз і використання спеціальних схем перетворення та керування ними.
2. Раціональної побудови схеми мережі:
 - живлення нелінійних навантажень від окремих ліній та трансформаторів;
 - використання фільтрів.

Заходи щодо зниження коливань напруги:

1. Пристрої повздожньої компенсації
2. Синхронні генератори с АРВ
3. Роздільне живлення навантажень (статичної і різко змінної).

12. Конструктивне виконання підстанцій

Цехові підстанції обираються, як правило, комплектними типу КТП. Сучасні цехові ТП з боку низької напруги обладнані шафами з відкотними автоматичними вимикачами типів АВМ і “Е” (“Електрон”). Для приєднання ввідних ліній застосовуються шафи типів ВВ-1, ВВ-2, а для приєднання ліній, що відходять – шафи типів КН-3, КН-6, ШН-4, ШН-5 та інші з автоматичними вимикачами на струми 250, 400, 600, 1000, 1500 А. На двотрансформаторних ТП між секціями встановлюється спеціальна шафа з секційним вимикачем, який постачається пристроєм автоматичного включення резерву (АВР).

Головними факторами, які визначають конструкцію цехової ТП і її принципову схему електричних з'єднань, є схеми силової і освітлювальної мережі, підключення конденсаторних установок.

При конструюванні цехової ТП для кожної живлячої лінії, вказаної на схемі електропостачання, повинна бути передбачена відповідна шафа з автоматичним вимикачем. Номера шаф на схемі електропостачання повинні відповідати номерам на виді спереду креслення конструктивного виконання цехової ТП. При дворядному розташуванні трансформаторів цехової ТП ряди з'єднують шинним містом.

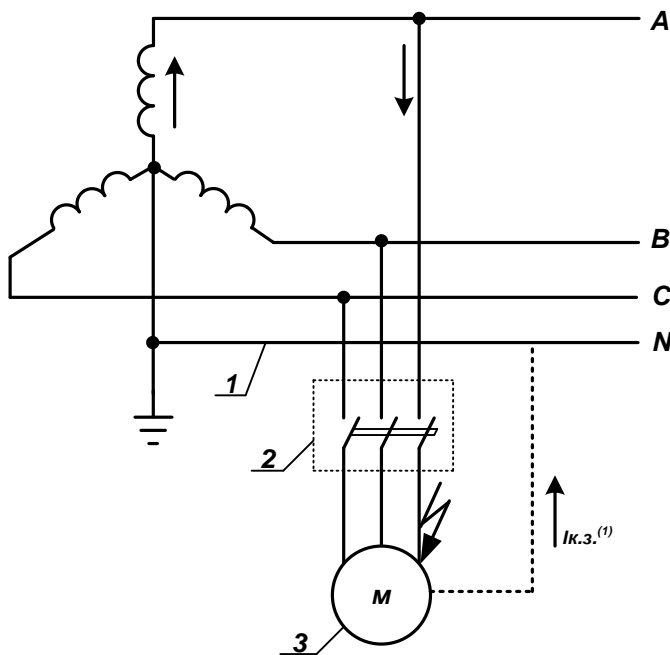
Схема електропостачання цеху є завершаючою ступінню розробки СЕП. На ній зображують всі електроприймачі, розподілені пункти, шинопроводи, силові і освітлювальні мережі, трансформаторні підстанції, кабельні лінії напругою 6...10 кВ і комутаційно-захисна апаратура; тип електрообладнання, марка, переріз, довжина проводів і кабелів, тип автоматів і запобігачів з розрахованими для них номінальними струмами розчеплювачів і плавких вставок та ін.

13 . Розрахунок заземлюючого пристрою.

Захисним зануленням в електроустановках до 1000В називається навмисне з'єднання частин електроустановки, що нормально не знаходяться під напругою, з глухо заземленою нейтраллю генератора або трансформатора в мережах трифазного струму або з глухо заземленою середньою точкою джерела в мережах постійного струму.

Схема занулення елементів електрообладнання в установках до 1000В з глухо заземленою нейтраллю, мал.5.

Мал. 5



де: 1 - захисний нульовий провідник;
2 – корпус автоматичного вимикача;
3 – корпус електродвигуна.

При пошкодженні ізоляції (замиканні фази на корпус) утворюється однофазне коротке замикання струму Струм короткого замикання (далі –к .з.), що протікає по петлі фаза-нуль, повинен привести до миттєвого відключення пошкодженої ділянки. Задача занулення полягає в утворенні найменшого опору на шляху проходження струму однофазного к.з. та створенню надійного відключення автоматичних вимикачів або запобіжників або пускачів.

Заземлюючий пристрій складається із заземлювачів та заземлювальних провідників. В якості заземлювачів використовують в першу чергу природні заземлювачі: прокладені в землі сталеві водопровідні труби, труби артезіанських скважин, сталеві броні і свинцеві оболонки силових кабелів, що прокладені в землі, металеві конструкції будівель та споруд, що мають надійний контакт в землі, різного роду трубопроводи, що прокладені в землі. Забороняється використовувати в якості природних заземлювачів трубопроводи горючих рідин, газів, алюмінієві провідники та кабелі, що прокладені в блоках, тунелях, каналах. Опір розтікання струму з цих заземлювачів визначається шляхом замірів.

Якщо опір природних заземлювачів недостатній, то застосовують штучні заземлювачі.

Штучні заземлювачі можуть бути з чорної сталі без покриття або з покриттям, нержавіючої сталі і міді. Матеріал, який використовується для заземлювачів і заземлювальних провідників, повинен бути електро - хімічно сумісним з матеріалом з'єднувальних та контактних елементів.

Опір одного пруткового заземлювача визначається:

$$R_{o.pr.}=0,00227\rho;$$

Число вертикальних заземлювачів визначається:

$$n = R_{o.pr.}/\eta R_z;$$

Приклад, потрібно визначити кількість заземлювачів пристрою заземлення до ввідно-облікової шафи.

Приймаємо, в місці спорудження пристрою заземлення глина, вимірний питомий опір в червні місяці був $0,4 \times 10^4$ Ом см;

Розрахунковий питомий опір:

$$p = p_{\text{вим.}} \Psi;$$

З дов. табл. приймаємо $\Psi = 1,36$;

$$p = 0,4 \times 10^4 \times 1,36 = 0,544 \times 10^4 \text{ Ом см};$$

В якості заземлювачів приймаємо пруткові заземлювачі перерізом 16мм згідно ПУЕ. Визначаємо опір одного заземлювача:

$$R_{o.\text{пр.}} = 0,00227p;$$

$$R_{o.\text{пр.}} = 0,00227 \times 0,544 \times 10^4 = 12,3 \text{ Ом};$$

Приймаємо розміщення заземлювачів в ряд з відстанню між ними 2,5м і довжиною заземлювача 2,5м, тобто $a/l=1$, тоді з додатку 24 $\eta=0,68$;

Визначаємо кількість заземлювачів, приймаючи, що опір заземлення має бути 4Ом.

$$n = 12,3 / 0,68 \times 4 = 5 \text{ шт.}$$

Довжина вертикальних заземлювачів $-5 \times 2,5 = 12,5$ м, горизонтальних: $4 \times 2,5 = 10$ м.

14. Охорона праці

14.1 Кваліфікаційні вимоги до персоналу, котрий обслуговує електротехнічне обладнання

Завдання та обов'язки.

Забезпечує безперебійну роботу, правильну експлуатацію, ремонт і модернізацію енергетичного устаткування, електричних і теплових мереж, повітропроводів і газопроводів цеху. Виконує розрахунки потреб цеху в електричній, тепловій та інших видах енергії, бере участь у розробленні норм їх витрат, режиму роботи цеху, виходячи з витратних лімітів на енергію, у здійсненні заходів щодо економії енергії і палива. Організовує підготовку календарних планів (графіків) оглядів, перевірок і ремонту енергоустаткування, заявок щодо його ремонту спеціалізованими організаціями, лімітів енергоспоживання і приєднання додаткових потужностей до електричних і теплових мереж цеху, одержання потрібних для експлуатації енергоустаткування, планово-запобіжних і поточних ремонтів матеріалів, запасних частин, інструментів, вимірювальних приладів тощо. Бере участь у випробуваннях і прийманні енергоустаткування та мереж у виробничу експлуатацію. Вивчає умови роботи енергоустаткування, виявляє причини передчасного спрацювання, готує пропозиції щодо підвищення надійності та економічності його роботи, здійснює аналіз втрат усіх видів енергії і палива. Складає графіки зниження енергетичних навантажень під час максимальних навантажень енергосистеми і забезпечує їх виконання в межах визначених для цеху розмірів, проводить паспортизацію встановлених у цеху енергетичних, електричних і природоохоронних установок. Готує котли, посудини, що працюють під тиском, трубопроводи пари і гарячої води, електроустаткування та інші об'єкти енергогосподарства, які контролює державний нагляд і енергонагляд, для приймання в експлуатацію, перевірки і огляду відповідними

інспекціями. Здійснює контроль за додержанням інструкцій з експлуатації, технічного обслуговування і нагляду за енергоуstattкуванням та електричними мережами цеху, бере участь у розслідуванні причин аварій; розробляє заходи щодо їх ліквідації і запобігання, створення безпечних умов праці. Розглядає раціоналізаторські пропозиції і винаходи, які стосуються енергетичного обслуговування цеху, готує висновки і вживає заходів щодо впровадження прийнятих пропозицій. Організовує облік наявного енергоуstattкування, аварій, витрат цехом усіх видів енергії, а також виконання робіт з ремонту і модернізації енергоустановок, контролює їх якість і правильність витрат ресурсів, призначених на вказані цілі. Забезпечує додержання правил і норм охорони праці в процесі експлуатації і ремонту енергоустановок та мереж. Керує працівниками цеху, які здійснюють технічне обслуговування і ремонт енергоуstattкування

Повинен знати:

постанови, розпорядження, накази і методичні, нормативні та інші керівні матеріали з експлуатації енергетичного уstattкування і комунікацій; державні програми енергозабезпечення, енергозберігаючі технології, нормативи витрат енергії; організацію енергетичного обслуговування на підприємстві; перспективи технічного розвитку підприємства, цеху; технічні характеристики, конструктивні особливості, режими роботи і правила технічної експлуатації енергетичного уstattкування та установок цеху, що споживають енергію; систему планово-запобіжного ремонту і раціональної експлуатації уstattкування; організацію і технологію ремонтних робіт; методи монтажу, регулювання, налагодження і ремонту енергетичного уstattкування; порядок складання заявок на енергоресурси, уstattкування, матеріали, запасні частини, інструменти; правила здавання уstattкування в ремонт і прийом його після ремонту; основи технології виробництва продукції цеху; вимоги організації праці в процесі експлуатації, ремонту і модернізації енергетичного уstattкування; передовий вітчизняний і

світовий досвід експлуатації і ремонту енергоустановок; основи економіки, організації виробництва, праці та управління; законодавство про працю.

Кваліфікаційні вимоги.

Повна або базова вища освіта відповідного напрямку підготовки (спеціаліст або бакалавр); для спеціаліста - без вимог до стажу роботи, бакалавра - стаж роботи за професією, пов'язаною з експлуатацією та обслуговуванням енергетичного устаткування, - не менше 1 року.

14.2 Вимоги безпеки під час встановлення, експлуатації та ремонту електрообладнання

Вимоги цих Правил поширюються на працівників, що обслуговують діючі електроустановки споживачів напругою до 220 кВ включно і є обов'язковими для всіх споживачів та виробників електроенергії, незалежно від їх відомчої належності і форм власності на засоби виробництва.

Вимоги цих Правил повинні виконуватись під час експлуатації діючих електроустановок, електричних станцій, електричної частини ТАВ, ЗДТУ, районних котелень, що обслуговуються споживачами, під час виконання в них монтажних, налагоджувальних, випробувальних, ремонтних і будівельних робіт.

В цих Правилах викладені основні вимоги, щодо забезпечення працівників під час експлуатації електроустановок.

Заходи додаткового підвищення безпеки, які передбачаються безпосередньо на місці проведення робіт, не повинні суперечити цим Правилам або послаблювати їхню дію.

Засоби захисту, що застосовуються відповідно до цих Правил, повинні бути справні, випробувані і задовольняти вимоги "Правил применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках / Москва, Энергоатомиздат,

1987”, затверджених Міненерго СРСР 12.02.81.

Первинні засоби пожежогасіння, які застосовуються в електроустановках, мають відповідати Правилам пожежної безпеки в Україні, затвердженим Управлінням Державної пожежної охорони МВС України 14.06.95 та зареєстрованим в Мінюсті України 14.07.95 за № 219/755.

Машини, механізми, пристосування і інструмент, що застосовуються в електроустановках, повинні бути справні і випробувані відповідно до чинних нормативних документів і строків.

Електрообладнання, конструкції, комплектувальні деталі, вузли вітчизняного та іноземного виробництва повинні відповідати вимогам чинних нормативних документів в Україні.

Електрообладнання, яке підлягає в Україні обов’язковій сертифікації, повинно супроводжуватись сертифікатом відповідності або свідоцтвом про визнання іноземного сертифіката згідно з Державною системою сертифікації УкрСЕПРО.

У разі постачання електрообладнання з-за кордону організація - замовник повинна отримати сертифікат відповідності до укладення контракту на його поставку.

Паспорт, інструкція та інша експлуатаційна документація, що поставляється з обладнанням чи виробами, повинна мати переклад українською (або також і російською) мовою.

Можливі відхилення від нормативної документації повинні бути узгоджені з Держнаглядом праці, Держстандартом та організацією-замовником до укладання контракту на їх постачання. Копії погоджень і сертифікати долучаються до паспорта обладнання або виробу.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт в електроустановках обов’язкове дотримання також вимог СНиП-III-4-80* “Техника безопасности в строительстве”.

Під час експлуатації електроустановок необхідно дотримуватись вимог пожежної безпеки, встановлених Правилами пожежної безпеки в Україні. Вимоги чинних норм галузевих правил безпеки під час експлуатації електроустановок споживачів міністерств і відомств не повинні суперечити цим Правилам та послаблювати їхню дію.

Організація безпечної експлуатації електроустановок

Керівник підприємства зобов'язаний забезпечити утримання, експлуатацію і обслуговування електроустановок відповідно до вимог чинних нормативних документів.

Для цього він повинен:

- призначити відповідального за справний стан і безпечну експлуатацію електрогосподарства з числа інженерно-технічних працівників, які мають електротехнічну підготовку і пройшли перевірку знань у встановленому порядку (далі – особа, відповідальна за електрогосподарство);
- забезпечити достатню кількість електротехнічних працівників;
- затвердити Положення про енергетичну службу підприємства, а також посадові інструкції і інструкції з охорони праці;
- встановити такий порядок, щоб працівники, на яких покладено обов'язки з обслуговування електроустановок, вели ретельні спостереження за дорученим їм обладнанням і мережами – оглядом, перевіркою дії, випробуванням і вимірюванням;
- забезпечити перевірку знань працівників у встановлені строки згідно з вимогами “Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей /Москва, Энергоатомиздат, 1989”, затверджених Міненерго СРСР 21.12.84 (далі ПТЕ);
- забезпечити проведення протиаварійних, приймально-здавальних і

профілактичних випробувань та вимірювань електроустановок згідно з правилами і нормами (ПТЕ);

Вимоги до працівників

1. Порядок навчання і перевірки знань працівників має бути відповідним до галузевого положення про навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці, узгодженого з Держнаглядом охорони праці, а також до вимог до електротехнічної обслуги, які містяться в ПТЕ.

2. Первинний (під час прийняття на роботу) та періодичний (протягом трудової діяльності) медичний огляд працівників проводиться згідно з Положенням про медичний огляд працівників певних категорій, затвердженим наказом Міністерства охорони здоров'я України від 31.03.94 №45, зареєстрованим в Міністерстві юстиції України за №136/345.

3. Працівники, що обслуговують електроустановки, зобов'язані знати ці Правила відповідно до займаної посади чи роботи, яку вони виконують, і мати відповідну групу з електробезпеки згідно з такими вимогами:

1) для одержання групи I, незалежно від посади і фаху, необхідно пройти інструктаж з електробезпеки під час роботи в даній електроустановці з оформленням в журналі реєстрації інструктажів з питань охорони праці.

Інструктаж з електробезпеки на I групу має провадити особа, відповідальна за електрогосподарство, або, за її письмовим розпорядженням, – особа зі складу електротехнічних працівників з групою III.

Мінімальний стаж роботи в електроустановках і видання посвідчень працівникам з групою I не вимагаються;

2) особам молодшим за 18 років не дозволяється присвоювати групу вище II;

3) для присвоєння чергової групи з електробезпеки необхідно мати мінімальний стаж роботи в електроустановках з попередньою групою, зазначеній у додатку 1 цих Правил;

- 4) для одержання груп II–III працівники мають:
- а) чітко усвідомлювати небезпеку, пов'язану з роботою в електроустановках;
 - б) знати і уміти застосувати на практиці ці та інші правила безпеки в обсязі, потрібному для роботи, яка виконується;
 - в) знати будову і улаштування електроустановок;
 - г) уміти практично надавати першу допомогу потерпілим в разі нещасних випадків, в тому числі застосовувати способи штучного дихання і зовнішнього масажу серця;
- 5) для одержання груп IV–V додатково необхідно знати компонування електроустановок і уміти організувати безпечне проведення робіт, уміти навчити працівників інших груп Правилам безпеки і наданню першої допомоги потерпілим від електричного струму;
- б) для одержання групи V необхідно також розуміти, чим викликані вимоги пунктів Правил безпечної експлуатації електроустановок.

Працівнику, який пройшов перевірку знань Правил, видається посвідчення встановленої додатком 2 до цих Правил форми, яке він зобов'язаний мати при собі під час роботи.

Посвідчення про перевірку знань працівника є документом, який засвідчує право на самостійну роботу в електроустановках на зазначеній посаді за фахом.

Посвідчення про перевірку знань видається працівникові комісією з перевірки знань підприємства, організації після перевірки знань і є дійсним тільки після внесення відповідних записів.

Під час виконання службових обов'язків працівник повинен мати з собою посвідчення про перевірку знань. За відсутності посвідчення або за наявності посвідчення з простроченими термінами перевірки знань працівник до роботи не допускається.

Посвідчення про перевірку знань підлягає заміні у випадку зміни посади або за відсутності місця для записів.

Посвідчення про перевірку знань вилучається у працівника комісією з перевірки знань в разі незадовільних знань, керівником структурного підрозділу – в разі вигасання терміну дії медичного огляду.

Посвідчення про перевірку знань складається з твердої обкладинки і блоку сторінок.

2.1.4. Забороняється допускати до роботи в електроустановках осіб, які не пройшли навчання і перевірку знань цих Правил.

Ті працівники, зайняті виконанням спеціальних видів робіт, до яких висуваються додаткові вимоги безпеки, мають бути навчені безпечному виконанню таких робіт і мати відповідний запис про це у посвідченні з перевірки знань з питань охорони праці.

Перелік робіт з підвищеною небезпекою затверджується керівництвом підприємства.

Результати перевірки знань фіксуються в журналі, порядок ведення та форма якого приведені в додатку 3.

Сторінки журналу мають бути пронумеровані, прошнуровані і скріплені печаткою підприємства на аркушах формату А4.

Під час перевірки знань групи працівників в один день і за незмінного складу комісії допускається підписувати протокол один раз після перевірки усієї групи екзаменованих у цей день, перевірку знань яких проведено.

В графі 4 зазначається: допускається працівник до роботи в електроустановках до 1000 В, або до і вище 1000 В.

Для інспектувальних працівників і фахівців з охорони праці зазначається: “допускається як інспектувальна особа”.

Відповідальність за оформлення, стан і цілісність журналу перевірки знань покладається на особу, відповідальну за електрогосподарство.

Термін зберігання журналу – 3 роки після останнього запису.

Перевірка знань з технології робіт (правила експлуатації, виробничі інструкції) може провадитися Держенергоспоживнаглядом окремо від перевірки знань з безпечної експлуатації електроустановок, в цьому разі робиться окремий запис в журналі. Забороняється допускати до роботи працівників з ознаками алкогольного або наркотичного сп'яніння, а також з явними ознаками захворювання. Забороняється виконання розпоряджень та завдань, що суперечать вимогам цих Правил.

Кожний працівник особисто відповідає за свої дії в частині дотримання вимог цих Правил.

У випадку, якщо працівник самостійно не спроможний вжити дійових заходів з усунення виявлених ним порушень Правил, він зобов'язаний негайно повідомити про це безпосереднього керівника, а у випадку його відсутності – керівника вищого рівня.

В разі нещасних випадків з людьми зняття напруги для звільнення потерпілого від дії електричного струму має бути виконано негайно, без попереднього дозволу.

Працівники, що порушили вимоги цих Правил, усуваються від роботи і несуть відповідальність (дисциплінарну, адміністративну, кримінальну) згідно з чинним законодавством.

Працівники, що припустилися порушення вимог цих Правил, без позачергової перевірки знань до робіт в електроустановках не допускаються.

2. Оперативне обслуговування

Оперативне обслуговування електроустановок може здійснюватися як місцевими оперативними чи оперативно-ремонтними працівниками, за якими закріплена ця електроустановка, так і виїзними, за якими закріплена група електроустановок.

Вид оперативного обслуговування, кількість оперативних працівників в зміну чи на електроустановці визначаються особою, відповідальною за електрогосподарство, за узгодженням з керівництвом підприємства (організації) і зазначається в місцевих інструкціях.

До оперативного обслуговування електроустановок допускаються працівники, які знають оперативні схеми, посадові і експлуатаційні інструкції, інструкції з охорони праці, особливості обладнання і пройшли навчання, дублювання та перевірку знань цих Правил та ПТЕ.

Оперативні працівники, які обслуговують електроустановки одноосібно, та ті старші в зміні чи бригаді оперативні працівники, за якими закріплені електроустановки, повинні мати групу з електробезпеки IV в електроустановках напругою понад 1000 В і III – в електроустановках напругою до 1000 В.

Оперативні працівники повинні працювати за графіком, затвердженим особою, відповідальною за електрогосподарство підприємства чи структурного підрозділу.

Оперативні працівники, які заступають на чергування, мають прийняти зміну від попереднього чергового, здати зміну наступному черговому у відповідності з графіком.

Припинення чергування без здачі зміни забороняється. У виняткових випадках залишення робочого місця є допустимим з дозволу оперативного працівника вищої посади.

Під час приймання зміни оперативний працівник зобов'язаний:

- ознайомитися зі схемою і станом та режимом роботи устаткування на своїй ділянці особистим оглядом в обсязі, встановленому інструкцією;
- одержати від чергового, який здає зміну, інформацію про стан устаткування, за яким необхідно вести ретельний нагляд для запобігання аваріям та неполадкам, а також про стан устаткування, що перебуває в ремонті або резерві;

- перевірити і прийняти інструмент, матеріали, ключі від приміщень, засоби захисту, оперативну документацію та інструкції;
 - ознайомитися з усіма записами та розпорядженнями за час, що минув з його останнього чергування;
 - оформити приймання зміни записом у журналі, відомості, а також в оперативній схемі власним підписом та підписом працівника, який її здає;
 - доповісти старшому зміни про початок чергування та про неполадки, виявлені під час прийняття зміни. Прийняття і здача зміни безпосередньо під час ліквідації аварії, виконання перемикачів чи операцій по вмиканню та вимиканню обладнання забороняється. Під час тривалої ліквідації аварії здача зміни здійснюється з дозволу особи, відповідальної за електрогосподарство. Забороняється прийняття і здача зміни у випадках, коли на ділянці, яка обслуговується, робочі місця не прибрані, устаткування забруднене. Прийняття зміни, коли устаткування несправне чи є відхилення від нормального режиму його роботи, допускається тільки з дозволу особи, відповідальної за електрогосподарство підприємства, або оперативного працівника вищого рівня, про що робиться запис в оперативному журналі.
- Оперативні працівники під час свого чергування є відповідальними за правильне обслуговування та безаварійну роботу всього устаткування на закріплених за ними ділянках.
- Старший в зміні оперативний працівник або одноособово, або спільно з адміністрацією підприємства (цеху, ділянки) повинен виконувати обґрунтовані вимоги працівників енергопостачальної організації.
- Старший в зміні оперативний працівник зобов'язаний негайно повідомити диспетчера енергопостачальної організації про аварії, які спричинили відключення однієї або кількох ліній електропередачі, що живлять підприємство.
- Список працівників, які мають право проведення оперативних переговорів з

енергопостачальною організацією, визначається особою, відповідальною за електрогосподарство, затверджується керівником, погоджується з Держнаглядом праці і передається у відповідну оперативну службу енергопостачальної організації.

В разі порушення режиму роботи, пошкодженні чи аварії електроустановки оперативний працівник зобов'язаний негайно вжити заходів з відновлення схеми нормального режиму роботи і повідомити про те, що сталося, безпосередньо старшому у зміні працівнику або особі, відповідальній за електрогосподарство.

У випадку неправильних дій оперативних працівників під час ліквідації аварії старший в зміні оперативний працівник зобов'язаний прийняти на себе керівництво і відповідальність за подальший перебіг ліквідації аварії.

Оперативні працівники повинні проводити обходи та огляди устаткування і виробничих приміщень на закріпленій за ними ділянці.

Огляд електроустановок може виконуватись одноосібно:

– адміністративно-технічним працівником з групою V в електроустановках понад 1000 В і з групою IV – в електроустановках до 1000 В;

– оперативним працівником, який обслуговує цю електроустановку.

Огляд електроустановок неелектротехнічними працівниками та екскурсії, за наявності дозволу керівництва підприємства, можуть провадитись під наглядом працівника з групою IV, який має право одноосібного огляду.

Огляд повинен провадитись згідно з вимогами цих Правил.

Список адміністративно-технічних працівників, яким дозволяється одноосібний огляд, встановлюється особою, відповідальною за електрогосподарство, і затверджується керівником підприємства.

2.2.14. Під час огляду в електроустановках понад 1000 В забороняється відкривати двері приміщень, комірок, що не обладнані сітчастими огорожами або бар'єрами, якщо відстань між дверима і струмовідними частинами менша за

зазначену в таблиці 2.3. Перелік таких приміщень і комірок затверджується особою, відповідальною за електрогосподарство.

В електроустановках понад 1000 В, в яких вхід до приміщень, комірок обладнаний сітчастими огорожами або бар'єрами, під час огляду забороняється відкривати двері сітчастих огорож і проникати за огорожі чи бар'єри.

Забороняється під час огляду електроустановок виконувати будь-яку роботу.

Огляди, виявлення і ліквідація несправностей в електроустановках без місцевих чергових працівників виконуються централізовано виїзними працівниками, що здійснюють нагляд і роботи на об'єкті (чи групі об'єктів).

Періодичність цих робіт встановлюється особою, відповідальною за електрогосподарство, залежно від місцевих умов. Результати оглядів фіксуються в оперативному журналі.

Працівники, які не обслуговують дану електроустановку, допускаються до огляду з дозволу особи, відповідальної за електрогосподарство підприємства, цеху, дільниці.

14.2 Технічні заходи

Для підготовки робочого місця до роботи, яка вимагає зняття напруги, слід вжити у вказаному порядку таких технічних заходів:

- здійснити необхідні відключення і вжити заходів, що перешкоджають помилковому або самочинному ввімкненню комутаційної апаратури;
- вивісити заборонні плакати на приводах ручного і на ключах дистанційного керування комутаційною апаратурою;
- перевірити відсутність напруги на струмовідних частинах, які слід заземлити для захисту людей від ураження електричним струмом;
- встановити заземлення (ввімкнути заземлювальні ножі, встановити переносні заземлення);
- обгородити, за необхідності, робочі місця або струмовідні частини, що

залишилися під напругою, і вивісити на огороженнях плакати безпеки. Залежно від місцевих умов, струмовідні частини обгородити до чи після їх заземлення. Під час оперативного обслуговування електроустановки двома і більше працівниками в зміну перелічені в цьому пункті заходи мають виконувати два працівники. В разі одноособового обслуговування їх може виконувати одна особа, крім накладання переносних заземлень і здійснення перемикань, що проводяться на двох і більше приєднаннях в електроустановках напругою понад 1000В, які не мають діючих пристроїв блокування роз'єднувачів від неправильних дій.

В разі роботи на струмовідних частинах, що потребують зняття напруги, повинні бути вимкнені:

- струмовідні частини, на яких буде виконуватися робота;
- необгороджені струмовідні частини, до яких можливе наближення людей або ремонтного оснащення та інструменту, механізмів і вантажопідіймальних машин на відстань, меншу від зазначеної в таблиці 2.3.

Під час роботи на вимкненій ПЛ, коли не виключена можливість наближення елементів цієї ПЛ на відстані, менші від зазначених в третій графі таблиці 2.3, до струмовідних частин інших ПЛ, що перебувають під напругою, останні мають бути вимкнені. ПЛЗ, радіо, підвішені спільно з ПЛ, що ремонтується, також мають бути вимкнені.

Якщо зазначені в цьому пункті струмовідні частини не можуть бути вимкнені, то вони мають бути обгороджені.

В електроустановках понад 1000 В з кожного з боків, з яких комутаційним апаратом може бути подана напруга на робоче місце, має бути видимий розрив, утворений від'єднанням або зняттям шин і проводів, відключенням роз'єднувачів, зняттям запобіжників, а також відключенням відокремлювачів і вимикачів навантаження, за винятком тих, у котрих автоматичне ввімкнення

здійснюється пружинами, що встановлені на самих апаратах.

Трансформатори напруги та силові трансформатори, пов'язані з виділеною для робіт ділянкою електроустановки, мають бути вимкнені також і з боку напруги до 1000 В задля унеможливлення зворотної трансформації.

Під час підготовки робочого місця після вимкнення роз'єднувачів і вимикачів навантаження з ручним управлінням необхідно візуально впевнитися в їх вимкненому положенні і відсутності шунтувальних перемичок.

. В електроустановках напругою понад 1000 В для запобігання помилковому або самочинному ввімкненню комутаційних апаратів, котрими може бути подана напруга до місця роботи, слід вжити таких заходів:

- у роз'єднувачів, відокремлювачів, вимикачів навантаження ручні приводи у вимкненому положенні замкнути механічним замком;
- у роз'єднувачів, керування якими здійснюється оперативною штангою, стаціонарні огороження слід замкнути механічним замком;
- у приводів комутаційних апаратів, що мають дистанційне керування, слід відключити кола силові та керування, а у пневматичних приводів і, окрім того, на трубопроводі, що підводить стиснене повітря, – зачинити і замкнути на механічний замок засувку, а стиснене повітря – випускати, випускні клапани залишити у відкритому положенні;
- у вантажних та пружинних приводів вантаж або пружини, що їх вмикають, слід привести в неробочий стан.

Заходи із запобігання помилковому вмиканню комутаційних апаратів КРУ з викотними візками мають бути здійснені у відповідності до вимог цих Правил.

В електроустановках напругою від 6 до 10 кВ з однополюсними роз'єднувачами для запобігання їх помилковому ввімкненню дозволяється встановлювати на ножі спеціальні ізоляційні накладки.

В електроустановках до 1000 В з усіх боків струмовідних частин, на яких буде проводитися робота, напруга має бути знята відключенням комутаційних

апаратів з ручним приводом, а за наявності в схемі запобіжників – зняття останніх. В разі відсутності в схемі запобіжників запобігання помилковому ввімкненню комутаційних апаратів мають бути забезпечені такими заходами, як замикання рукояток або дверцят шафи, закриття кнопок, встановлення між контактами комутаційного апарату ізолювальних накладок тощо. У разі зняття напруги комутаційним апаратом з дистанційним керуванням необхідно відключити вмикальну котушку.

Якщо дозволяє конструктивне виконання апаратів і характер роботи, то перелічені вище заходи можуть бути замінені розшиновкою або від'єднанням кінців кабелю, проводів від комутаційного апарата чи від устаткування, на якому слід провадити роботу.

Розшиновку чи від'єднання кабелю під час підготовки робочого місця може виконувати ремонтний працівник, що має групу III, під наглядом чергового або оперативно-ремонтного працівника. З найближчих до робочого місця струмовідних частин, доступних для дотику, необхідно зняти напругу або обгородити ці частини.

Встановлення заземлень. Загальні вимоги

Встановлювати заземлення на струмовідні частини необхідно безпосередньо після перевірки відсутності напруги.

Переносні заземлення спочатку треба приєднати до заземлювального пристрою, а потім, після перевірки відсутності напруги, встановити на струмовідні частини. Знімати переносне заземлення необхідно в зворотній послідовності: спочатку зняти його зі струмовідних частин, а потім від заземлювального пристрою.

Встановлення і зняття переносних заземлень слід виконувати в діелектричних рукавичках із застосуванням в електроустановках понад 1000 В ізолювальної штанги. Закріплювати затискачі переносних заземлень слід цією ж штангою або

безпосередньо руками в діелектричних рукавичках.

Забороняється користуватися для заземлення провідниками, не призначеними для цього, а також – приєднувати заземлення за допомогою скручування.

Встановлення заземлень в електроустановках підстанцій і в розподільчих устаткуваннях

В електроустановках понад 1000 В заземлювати слід струмовідні частини всіх фаз (полюсів) відключеної для робіт ділянки з усіх боків, з яких може бути подана напруга, за винятком відключених для робіт збірних шин, на які достатньо встановити одне заземлення.

Під час робіт на відключеному лінійному роз'єднувачі на проводи спусків з боку ПЛ, незалежно від наявності заземлювальних ножів, має бути встановлене таке додаткове заземлення, яке не порушується під час виконання операцій з роз'єднувачем.

4.6.2. Заземлені струмовідні частини мають бути відокремлені від струмовідних частин, що перебувають під напругою, видимим розривом (вимкненими вимикачами, роз'єднувачами, відокремлювачами або вимикачами навантаження, знятими запобіжниками, демонтованими шинами або проводами).

Безпосередньо на робочому місці заземлення додатково встановлюється в тих випадках, коли ці частини можуть опинитися під наведеною напругою (потенціалом), яка може викликати ураження струмом, або коли на них може бути подана напруга понад 42 В змінного і 110 В постійного струму від стороннього джерела.

4.6.3. В ЗРУ переносні заземлення встановлюються на струмовідні частини в призначених для цього місцях. Ці місця очищуються від фарби і облямовуються чорними смугами.

В ЗРУ і ВРУ місця приєднання переносних заземлень до магістралей заземлень

або до заземлених конструкцій мають бути очищені від фарби і пристосовані для закріплення.

4.6.4. В електроустановках, конструкція яких така, що встановлення заземлень небезпечне (наприклад, в деяких розподільчих скринях, КРУ окремих типів, збірках з вертикальним розташуванням фаз), під час підготовки робочого місця слід вжити додаткових заходів безпеки, що перешкоджають помилковому поданню напруги до місця роботи: приводи і вимкнені апарати замикаються на замок; на ножі або верхні контакти роз'єднувачів рубильників, автоматів тощо встановлюються гумові ковпаки або спеціальні накладки з ізоляційних матеріалів; запобіжники, ввімкнені послідовно з комутаційними апаратами, знімаються. Ці технічні заходи мають бути вказані в місцевій інструкції з експлуатації. В разі неможливості вжиття зазначених додаткових заходів мають бути від'єднані кінці лінії живлення – в РУ, на щиті, збірці або безпосередньо на місці роботи.

Список таких електроустановок визначається і затверджується особою, відповідальною за електрогосподарство.

4.6.5. Встановлення заземлення не потрібне під час роботи на електроустановці, якщо від нього з усіх боків від'єднані шини, проводи та кабелі, якими може бути подана напруга; якщо на нього не може бути подана напруга зворотною трансформацією або від стороннього джерела і за умови, що на цьому устаткуванні не наводиться напруга. Кінці від'єднаних кабелів в цьому разі мають бути замкнені накоротко і заземлені.

4.6.6. Під час робіт в РУ встановлювати заземлення на протилежних кінцях ліній, що живлять це РУ, не потрібно, крім випадків, коли під час проведення робіт необхідно знімати заземлення з уводів ліній.

4.6.7. В електроустановках до 1000 В під час робіт на збірних шинах РУ, щитів, збірок напруга з шин має бути знята і шини (за винятком шин, що виконані ізольованим проводом) мають бути заземленими. Необхідність і можливість

встановлення заземлення на приєднання цих РУ, щитів, збірок і підключеного до них устаткування визначає особа, яка видає наряд (розпорядження).

4.6.8. В електроустановках напругою до 1000 В всі операції зі встановлення і зняття заземлень дозволяється виконувати одній особі з групою III з числа оперативних чи оперативно-ремонтних працівників.

Встановлення переносних заземлень у цьому випадку проводиться з землі за умови застосування спеціальної ізолювальної штанги, якою можна не тільки встановлювати, але і закріплювати ці заземлення.

4.6.9. В електроустановках напругою понад 1000 В :

- вмикати заземлювальні ножі дозволяється одній особі з групою IV з оперативних чи оперативно-ремонтних працівників;
- встановлювати і знімати переносні заземлення мають два працівники з оперативних чи оперативно-ремонтних працівників з групами IV і III. Другий працівник з групою III може бути зі складу ремонтних, в цьому разі він повинен пройти інструктаж і ознайомитися зі схемою електроустановки;
- вимикати заземлювальні ножі може працівник з групою III із оперативних чи оперативно-ремонтних працівників.

2.2 Додаткові ізолюючі електрозахисні засоби для електроустановок напругою до 1000В

Додаткові засоби самі по собі не можуть забезпечити безпечність і використовуються тільки як доповнюючі до основних.

До додаткових ізолюючим електрозахисних засобів для електроустановок напругою до 1000 В відносяться:

- діелектричні калоші;
- діелектричні килими та ізолювальні підставки;
- ізолюючі ковпаки, покриття та накладки;
- сходи приставні, драбини ізолюючі склопластикові.

14.3. Практичний розрахунок

Людина доторкнулась до фазного проводу трифазної чотирипровідної мережі 380/220В (частотою 50Гц) з заземленою нейтраллю. Накреслити схеми і визначити напругу дотику ($U_{\text{дот}}$) та силу струму, що проходить через людину ($I_{\text{л}}$) для двох режимів роботи електроустановки: нормальному та аварійному (людина доторкнулась до фазного провідника в момент, коли інший провідник був замкнений на землю через різні опори замикання на землю $R_{\text{зам}}$, Ом). Покажіть, в яких випадках доторкання небезпечніше.

В розрахунках прийняти опір тіла людини $R_{\text{л}}$, Ом; опір заземлення нейтралі R_0 , Ом; опір ізоляції провідників $R_A = R_B = R_C = R_N = R$, Ом ; ємність провідників $C_A = C_B = C_C = C_N = C$; мкФ. Вихідні дані для розрахунку: $R_{\text{л}} = 600$ Ом; $R_0 = 3,8$ Ом; $R = 5$ кОм; $C = 0,01$ мкФ; $R_{\text{зам}} = 100; 50; 4; 0,5$; Ом.

В нормальному режимі , коли в нас фаза не замкнута на землю , напруга дотику має наступне значення:

$$U_{\text{дот}} = U_{\phi} * \frac{R_{\text{л}}}{R_{\text{л}} + R_0} = 220 * \frac{600}{600 + 3,8} = 219 \text{ В.}$$

$$\text{Струм через людину: } I_{\text{л}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{л}} + R_0} = \frac{220}{600 + 3,8} = 0,27 \text{ А.}$$

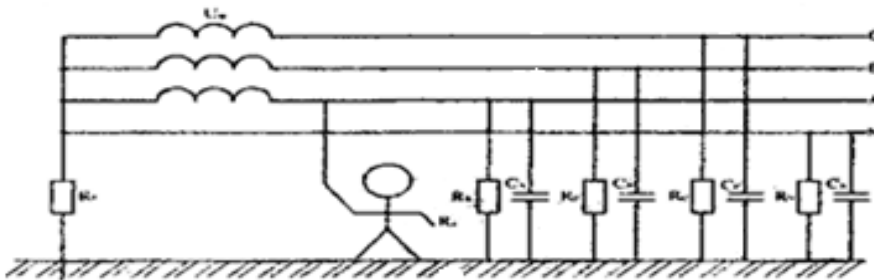


Рис.9.3.1. Однофазний дотик людини до проводу фази (В даному випадку до фази А).

В аварійному режимі, коли одна фаза замикається на землю, напруга дотику має наступні значення (200 Ом; 40 Ом; 4 Ом; 0.5 Ом):

$$U_{\text{дот}} = U_{\phi} * R_{\text{л}} * \frac{R_{\text{зам}} + R_0 * \sqrt{3}}{R_{\text{зам}} * R_0 + R_{\text{л}} * (R_{\text{зам}} + R_0)}$$

$$= 220 * 800 * \frac{200 + 3,6 * \sqrt{3}}{200 * 3,6 + 800 * (200 + 3,6)} = 221,9 \text{ В};$$

$$U_{\text{дот}} = U_{\phi} * R_{\text{л}} * \frac{R_{\text{зам}} + R_0 * \sqrt{3}}{R_{\text{зам}} * R_0 + R_{\text{л}} * (R_{\text{зам}} + R_0)}$$

$$= 220 * 800 * \frac{40 + 3,6 * \sqrt{3}}{40 * 3,6 + 800 * (40 + 3,6)} = 232 \text{ В};$$

$$U_{\text{дот}} = U_{\phi} * R_{\text{л}} * \frac{R_{\text{зам}} + R_0 * \sqrt{3}}{R_{\text{зам}} * R_0 + R_{\text{л}} * (R_{\text{зам}} + R_0)}$$

$$= 220 * 800 * \frac{4 + 3,6 * \sqrt{3}}{4 * 3,6 + 800 * (4 + 3,6)} = 295,6 \text{ В};$$

$$U_{\text{дот}} = U_{\phi} * R_{\text{л}} * \frac{R_{\text{зам}} + R_0 * \sqrt{3}}{R_{\text{зам}} * R_0 + R_{\text{л}} * (R_{\text{зам}} + R_0)}$$

$$= 220 * 800 * \frac{0,5 + 3,6 * \sqrt{3}}{0,5 * 3,6 + 800 * (0,5 + 3,6)} = 361,2 \text{ В}.$$

Струм через людину при замиканні однієї фази на землю:

$$I_{\text{л}} = U_{\phi} * \frac{R_{\text{зам}} + R_0 * \sqrt{3}}{R_{\text{зам}} * R_0 + R_{\text{л}} * (R_{\text{зам}} + R_0)} = 220 * \frac{200 + 3,6 * \sqrt{3}}{200 * 3,6 + 800 * (200 + 3,6)}$$

$$= 0,29 \text{ А};$$

$$I_{\text{л}} = U_{\phi} * \frac{R_{\text{зам}} + R_0 * \sqrt{3}}{R_{\text{зам}} * R_0 + R_{\text{л}} * (R_{\text{зам}} + R_0)} = 220 * \frac{40 + 3,6 * \sqrt{3}}{40 * 3,6 + 800 * (40 + 3,6)}$$

$$= 0,37 \text{ А};$$

$$I_L = U_\phi * \frac{R_{зам} + R_0 * \sqrt{3}}{R_{зам} * R_0 + R_L * (R_{зам} + R_0)} = 220 * \frac{4 + 3,6 * \sqrt{3}}{4 * 3,6 + 800 * (4 + 3,6)}$$

$$= 0,49 \text{ A};$$

$$I_L = U_\phi * \frac{R_{зам} + R_0 * \sqrt{3}}{R_{зам} * R_0 + R_L * (R_{зам} + R_0)} = 220 * \frac{0,5 + 3,6 * \sqrt{3}}{0,5 * 3,6 + 800 * (0,5 + 3,6)}$$

$$= 0,45 \text{ A}.$$

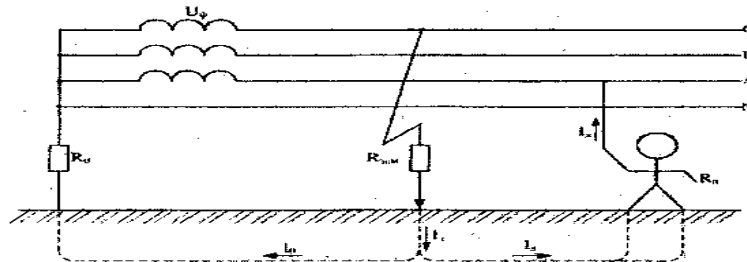


Рис.9.3.2. Однофазний дотик людини до проводу при аварійному режимі (до фази А, на даному рисунку).

Аналізуючи отримані, розрахунковим шляхом, дані напруги дотику й струму, що проходить через людину в нормальному (в режимі, коли мережа працює без пошкодження ізоляції) і аварійному (коли фаза мережі замикається через землю і людину), можливо зробити висновок, що найбільшу небезпеку для людини несе її доторкання до фази в аварійному режим.

15. Індивідуальне завдання.

Тема: «Підвищення ефективності використання електричної енергії в системі освітлення дільниці»

ВСТУП

Відповідно до вихідних даних дипломного проекту, пропонується розрахувати та встановити лампи типу ДРЛ на загальну потужність 98,175 кВт.

Враховуючи вище зазначене мною було прийнято рішення, щодо розрахунку та встановлення інших елементів освітлення, а саме світлодіодних елементів типу АЕ загальна потужність яких становить 2,565 кВт, які в свою чергу є досить економічними та практичними в використанні.

Показником ефективності будь-якого джерела світла є його світловіддача, чим більше її числове значення, тим більше ефективне джерело світла до потужності, що споживається. Джерела світла характеризуються енергетичними, світлотехнічними. Електротехнічними та експлуатаційними показниками.

Основні заходи підвищення ефективності використання енергії системи освітлення

Підвищення ККД існуючих приладів за рахунок їх чистки. Несвоєчасна чистка світильників може знизити освітлення на 15-20 %. У зв'язку з цим на кожному підприємстві повинен бути графік чистки світильників.

Перехід на інший тип джерела світла з більш високою світловіддачею.

Підвищення ефективності використання відбитого світла. Поверхні, які пофарбовані в світлий тон здатні більше відбивати світло, а тому є більш ефективні. Такі поверхні необхідно час від часу перефарбовувати, мити для забезпечення економічного використання світла. Підвищення коефіцієнта відбиття поверхні на 15-20% більше та більше дозволяє економити електроенергії.

Автоматизація управління освітленням. Автоматизація управління освітленням в порівнянні з ручним дає економію електроенергії приблизно 2-4%. Управління освітленням в приміщеннях з боковим та комбінованим світлом повинно забезпечувати можливість відключення рядів світильників, паралельних вікнам. В великих цехах світильники повинні вимикатися групами. Ці заходи можуть привести до економії 5-10% енергії.

Встановлення ефективної пуско-регулювальної апаратури. Для зниження витрат електроенергії освітлювальними установками необхідно здійснювати контроль справності баластних та компенсуючих конденсаторів в ПРА для люмінесцентних ламп.

Зниження напруги. Для приміщень з епізодичним використанням освітлювальних установок, де можливе зниження освітленості, можливо отримати економію за рахунок зниження напруги.

Заміна світильників. Заміна світильників є найбільш ефективним комплексним заходом, оскільки включає в себе заміну ламп, підвищення ККД світильника. Оптимізацію розподілення світлового потоку та розміщення світильників. Оптимальний період заміни залежить від затрат на електричну енергію та від затрат на оплату робочої сили для заміни конкретної установки.

Характеристика LED освітлення

На сьогоднішній день питання енергозбереження та енергоефективності є надзвичайно важливими і пріоритетними. Необхідність в споживанні електроенергії в сучасному світі безперервно зростає, що в свою чергу веде до швидкого скорочення невідновлюваних джерел, погіршення екології, зміни клімату, зростання економічних витрат на підтримання працездатності не енергоефективної інфраструктури. Тому впровадження сучасних енергозберігаючих методик є важливим етапом для створення конкурентної

переваги будь якого підприємства, будь то виробництво, готельно-ресторанний бізнес чи рітейл.

Енергоефективність надає компаніям реальну конкурентну перевагу в зв'язку зі зниженням витрат на електричну енергію, а також сприятливо впливає на стан навколишнього середовища.

Колосальний потенціал енергозбереження, за оцінками багатьох фахівців, лежить у сфері освітлення. Поточний розвиток галузі світлових рішень відкриває принципово нові можливості щодо зниження витрат на електроенергію і обслуговування системи освітлення. Це стало можливо завдяки світлодіодним LED технологіям.

Світлодіодне освітлення – це енергозберігаюче освітлення, яке дає можливість покращити умови праці та рівень комфорту для очей людини в темний час доби, а також мінімізувати витрати на обслуговування системи освітлення, оскільки світлодіодні світильники майже ніколи не перегорають.

Світлодіодні LED світильники – універсальні. Вони успішно застосовуються для освітлення самих різних об'єктів, серед яких:

1. Виробничі майданчики.
2. Школи і лікарні, адміністративні будівлі та об'єкти ЖКГ.
3. Вулиці та дороги.
4. Будівельні майданчики.
5. Офісні будівлі.
6. Торгові центри.
7. Адміністративні будівлі.
8. АЗС і складські приміщення.

Зниження витрат на електроенергію – це, природно, одна з головних причин переходу на світлодіодне освітлення. У порівнянні з традиційними світильниками споживання електрики скорочується в кілька разів. Перехід на даний тип освітлення на підприємстві окуповує себе вже через 1-3 роки. Але у світлодіодного освітлення є й інші переваги, причому не менш важливі для підприємств:

- Надійність. У таких світильниках висока міцність – світлодіодні лампи мають високу стійкість до вібрацій і механічних впливів.
- Безпека. Світлодіодні світильники не становлять небезпеки ні для життя і здоров'я людини, ні для навколишнього середовища, оскільки в них відсутнє радіоактивне випромінювання. Крім того, відсутність у складі ртуті та інших шкідливих речовин знижує витрати на утилізацію.
- Довговічність. Термін служби світлодіодних ламп - до 50 тисяч годин безперервної роботи. Це означає, що заміна цих джерел буде проводитися рідко. Це ще один внесок світлодіодного освітлення в підвищення енергоефективності підприємства.
- Високий рівень передачі кольору і освітленості. Світлодіоди забезпечують високу контрастність і відмінну передачу кольору. Ефективніше, в порівнянні з іншими джерелами світла, використання світлового потоку гарантує достатню освітленість навіть для роботи з дрібними деталями.
- Широкий діапазон робочих температур: світлодіодні світильники працюють у будь яких погодних умовах при температурі від -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$.

100% освітлення з першої секунди роботи. LED лампи характеризуються миттєвим включенням і роботою відразу на повну потужність.

Всі ці переваги ще раз доводять загально визнаний у всьому світі факт: впровадження світлодіодного LED освітлення безпосередньо пов'язано з підвищенням енергоефективності підприємств.

Як висновок можна зазначити, що вибрані світлодіодні елементи освітлення мають ряд переваг перед лампами ДРЛ. Тому є більш доцільним встановлення саме світлодіодних ламп на спроектованій ділянці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сірий О.М., Шестеренко В.Є. Розрахунки при проектуванні та реконструкції систем електропостачання промислових підприємств: Навч. посібник – К.:ІСДОУ, 1993 – 592 с.
2. Шестеренко В.Є. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. Підручник. – Вінниця: Нова Книга, 2004. – 656 с.
3. Неклепаев Б.И., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учеб. пособие для вузов – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
4. Справочная книга по светотехнике под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 472 с., ил.
5. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. электрооборудование станций и подстанций – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 646 с.
6. Методичні вказівки з комплектування технічної документації для дипломного проектування та програма переддипломної практики – К.: УДУХТ, 1994. – 10 с.
7. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту – К.: УДУХТ, 2002. – 15 с.