

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ІНІТІ ім. акад. І.С.Гуцало
Кафедра електроенергетика та електроенергетики

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«__» _____ 20__ р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«__» _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка, електроенергетика
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Електротехніка та Електротехнології

на тему: Розробка СЕП електроенергетичного цеху АТ „Черкаський Автобус” та використання програмного забезпечення для автоматизації програмного забезпечення

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

Юзвекко Іван Анатолійович
(повністю ПІП)

Керівник Черний Юрій Аркадійович
(повністю ПІП)

(підпис)

Консультанти Сірик А.О
(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(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) ІНІТі ім. акад. І.С. Гусака
Кафедра електропостачання та енергетики
Освітній ступінь бакалавр
Спеціальність 141, Електроенергетика, електромеханіка, електротехні-
(код і назва)
Освітньо-професійна програма Електротехніка та електротехно-
логія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри

“ ” 20 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Юзвенка Івана Анатолійовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка СЕМ електроенергетичного цеху,
АТ „Черкаський автобус” та використання програмного
забезпечення для автоматизованого програмування,
керівник роботи доцент Чорний Юрій Аркадійович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ ” 20 року №

2. Строк подання здобувачем роботи 31.05.2021 року

3. Вихідні дані до роботи генеральний план автомобілізованого
електроенергетичного цеху, кількість споживачів,
та їх потужність, Програмне забезпечення

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Опис, характеристика заводу, проведення,
розрахунків електричних показників, вибір
напруги електричних схем, вибір силових
мереж, Розрахунок струмів КЗ вибір обладнання на
стороні ВН. Організація обліку.

5. Перелік графічного матеріалу

План цеху з нанесенням освітлення,
План розташування ЕО НС з нанесенням технологі-
чного устаткування. Прикладова схема розподільної
мережі. Індивідуальне завдання.

6. Консультанти розділів роботи

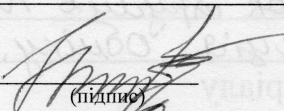
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
14.	доцент Сірик Аліна Олегівна	14.05.2021	15.06.2021

7. Дата видачі завдання 15.04.2021 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ.	14.05.2021	
2	Проведення розрахунків мех. навант.	18.05.2021	
3	Розрахунок та побудова графіків мех. навант.	20.05.2021	
4	Вибір конфігури і електричних схем.	25.05.2021	
5	Решення реактивної потужності системи.	26.05.2021	
6	Розрахунок та вибір кількості ГП	28.05.2021	
7	Вибір схеми та розрахунок силової мережі.	29.05.2021	
8	Розрахунок струмів КЗ та вибір обладнання.	30.05.2021	
9	Проведення розрахунків режимного захисту.	30.06.2021	
10	Організація обліку.	01.06.2021	
11	Якість електричної енергії.	02.06.2021	
12	Схемотичне виконання транс. підстан.	03.06.2021	
13	Проведення розрахунку енергії, газу.	04.06.2021	
14	Охорона праці.	05.06.2021	
15	Перелік застосованої літератури.	06.06.2021	

Здобувач


(підпис)

Юсєнко І. А.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Чорний Ю. А.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Юзвенко І.А. Розробка СЕП електроремонтного цеху АТ «Черкаський автобус» та використання програмного забезпечення для автоматизованого проектування

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Національний Університет Харчових Технологій Київ 2021

У дипломному проекті розглянуто питання та розв'язані актуальні задачі в розробці системи електропостачання електроремонтного цеху АТ «Черкаський автобус» та використання програмного забезпечення для автоматизованого проектування; розрахунок електричних навантажень цехових електроспоживачів; побудова графіків електричних навантажень цеху; вибір напруги і електричних схем та внутрішнього електропостачання; режими реактивної потужності системи електроспоживання; вибір кількості, потужності та місця розташування трансформаторних підстанцій; вибір схеми та розрахунок цехової мережі; розрахунок струмів короткого замикання та вибір високовольтного обладнання; розрахунок релейного захисту та автоматика; вибір систем облік та вимірювання режимних параметрів електропостачання; проаналізовано якість електричної енергії в системах електропостачання; здійснено вибір конструктивного виконання підстанцій; виконано розрахунок мережі заземлення; організаційні та технічні заходи з охорони праці.

Окремим розділом проаналізовано програмне забезпечення для автоматизованого проектування, метою якого є вибір найбільш оптимального програмного забезпечення для проектування систем електропостачання, що дозволить спростити процес проектування, забезпечити необхідну надійність електроживлення та безперебійної роботи електроремонтного цеху.

Електропостачання, якість енергії, автоматизоване проектування, підстанції, надійність електроживлення.

ANNOTATION

Yuzvenko I.A. Development of EPS of electric repair shop of JSC "Cherkasy bus" and use of software for automated design

141 "Electric power, electrical engineering and electromechanics"

National University of Food Technology

Kyiv 2021

The diploma project considers issues and solves current problems in the development of the power supply system of the repair shop of JSC "Cherkasy Bus" and the use of software for automated design; calculation of electrical loads of shop electric consumers; construction of schedules of electric loadings of shop; selection of voltage and electrical circuits and internal power supply; reactive power modes of the power consumption system; choice of number, capacity and location of transformer substations; selection of the scheme and calculation of the shop network; calculation of short-circuit currents and selection of high-voltage equipment; calculation of relay protection and automation; selection of accounting and measurement systems for power supply parameters; the quality of electric energy in power supply systems is analyzed; the choice of constructive execution of substations is made; the calculation of the grounding network is performed; organizational and technical measures for labor protection.

A separate section analyzes the software for computer-aided design, the purpose of which is to select the most optimal software for the design of power supply systems, which will simplify the design process, ensure the necessary reliability of power supply and uninterrupted operation of the repair shop.

Power supply, energy quality, automated design, substations, reliability of power supply.

Зміст

- Вступ.
- Завдання.
- 2. Розрахунок електричних навантажень цехових електроспоживачів.
 - 2.1. Розрахунок силових електричних навантажень в електричних мережах до 1000В.
 - 2.2. Розрахунок освітлюваних навантажень.
- 3. Побудова графіків електричних навантажень цеху.
- 4. Вибір напруги і електричних схем та внутрішнього електропостачан
- 5. Режими реактивної потужності системи електроспоживання.
 - 5.1. Розрахунок балансу реактивної потужності та вибір компенсуючи пристроїв в низьковольтних мережах.
 - 5.2. Вибір кількості, потужності та місця розташування компенсуючи пристроїв.
 - 5.3. Вибір закону регулювання і системи автоматичного керування компенсуючи пристроїв
 - 5.4. Розрахунок фактичного коефіцієнта потужності
- 6. Вибір кількості, потужності та місця розташування трансформаторних підстанцій.
- 7. Вибір схеми та розрахунок цехової мережі.
 - 7.1. Розрахунок силової мережі.
 - 7.2. Розрахунок освітлювальної мережі цеху.
 - 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 системі і електропостачання.
 - 11.1. Характеристика показників якості електричної енергії.
 - 11.2. Характеристика методів та технічних заходів по забезпеченню якості електроенергії.
 - 11.3. Перевірка цехової мережі на допустиме відхилення напруги.
- 12. Конструктивне виконання підстанцій
- 13. Розрахунок мережі заземлення
- 14. Охорона праці.
- 15. Список використаної літератури.

ВСТУП

Електроенергетична система України являє собою технічну систему з багаторівневою структурою оперативно-технічного керування, дії вищого рівня якого напрямлені на забезпечення потреб енергетичної безпеки України. Електроенергетична система України забезпечує виробіток електроенергії з енергоносіїв та її транспортування до споживача. Оперативне диспетчерське керування, напрямлене 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 СЕП електроремонтного цеху АТ «Черкаський автобус» та використання програмного забезпечення для автоматизованого програмування»

Студент ЮЗВЕНКО Іван Анатолійович

Керівник ЧОРНИЙ Юрій Аркадійович

Коротка характеристика підприємства і споживачів електричної енергії.

Цех відноситься до допоміжних цехів заводу. Він обслуговує всі цехи основного та допоміжного виробництва заводу, виробляє поточний і капітальний ремонти і виготовляє запасні частини до обладнання.

Електроприймачі цеху не пов'язані між собою технологічним процесом, їх робота відбувається незалежно один від одного і зупинка одного або декількох з них не викликає зупинки інших приймачів. В основному виробничі механізми електроремонтного цеху служать для ремонту електричного обладнання. У більшості такі цехи розбиваються на окремі ділянки, наприклад, механічна, електроремонтна, ковальсько-термічна, заготівельна та інші, які виконують ті чи інші замовлення цехів відповідно до їх найменування. Середовище в цеху нормальне. По надійності електропостачання . електроприймачі відносяться до III категорії надійності.

Каркас приміщення збудований з блок-секцій.

Перелік електричного обладнання цеху дані в таблиці 1

Коротка характеристика електроприймачів цеху.

Таблиця 1

Номер на плані	Назва	Потужність, кВт	Кв	Cos φ
1	Круглошліфувальний в-т.	7	0,14	0,4
2	Вертикально-фрезерний в-т.	6,32	0,14	0,4
3	Поперечно-стругальний в-т.	2,8	0,14	0,4
4	Стенд для збірки	0.6	0,65	0,8
5	Точило	0.6	0,14	0,4
6	Вертикально-свердлувальний в-т.	0,6	0,14	0,4
7	Вентилятор	4,5	0,65	0.8
8	Довбальний в-т.	2,8	0,14	0,4
9	Різьбо-нарізний в-т.	1	0,14	0,4
10	Зубофрезерний в-т.	7	0,14	0,4
11	Вертикально-фрезерний в-т.	3,53	0,14	0,4
12	Продольно-стругальний в-т.	16,2	0,14	0,4
13	Токарно-гвинторізний в-т.	10	0,14	0,4

14	Зварювальний агрегат ПВ=65%	9,7	0,14	0,4
15	Молот 125 кг.	10	0,14	0,4
16	Вентилятор	4,5	0,65	0,8
17	Вертикально-свердлувальний в-т.	30	0,14	0,4
18	Стенд для випробовувань	20	0,65	0,8
19	Вентилятор	4,5	0,65	0,8
20	Вертикально-свердлувальний в-т.	10	0,14	0,4
21	Ручний прес	4,5	0,14	0,4
22	Плоскошліфувальний в-т.	12,65	0,14	0,4
23	Трубовідрізний в-т.	4,5	0,14	0,4
24	Радіально-свердлувальний в-т .	4,5	0,14	0,4
25	Токарно-гвинторізний в-т .	7	0,14	0,4
26	Вертикально-свердлувальний в-т.	4,5	0.14	0,4
27	Стенд для збірки	4,5	0.65	0,8
28	Карусельний в-т.	2,8	0.14	0,4
29	Вертикально-свердлувальний в-т.	4,5	0.14	0,4
30	Перетворювальний апарат	7	0,8	0,9
31	Токарно-гвинторізний в-т.	4,5	0.14	0,4
32	Верстаки	4,5	0.14	0,4
33	Розмотувальна плита	2,8	0.14	0,4
34	Горизонтально-фрезерний в-т.	6,2	0.14	0,4
35	Точило	0,6	0.14	0,4
36	Горизонтально- розточувальний в-т.	7,5	0.14	0,4

Розрахунок електричних навантажень цехових електроспоживачів

2.1 Розрахунок силових електричних навантажень в електричних мережах до 1000В

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

З довідникових даних $K_B = 0,14$ та $\cos \varphi = 0,4$.

Визначаємо номінальну потужність споживачів:

$$P_{\text{ном}} \sim = \sum_{i=1}^n p_{\text{ном}} = 2 \cdot 7 = 14 \text{ кВт}$$

Визначаємо середню потужність підгрупи споживачів

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

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

$$P_{\text{см}} = 0,14 \cdot 14 = 1,96 \text{ кВт}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}(\arccos 0,8) = 2,29$$

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

$$Q_{\text{см}} = 1,96 \cdot 2,29 = 4,4 \text{ кВАр}$$

Груповий коефіцієнт використання

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

$$K_B = \frac{33}{201,8} = 0,16$$

Ефективна кількість споживачів

Визначається ефективне число електроприймачів n_e ;

$$n_e = \frac{(\sum_{i=1}^n P_{\text{ном}i})^2}{\sum_{i=1}^n P_{\text{ном}i}^2} = 21$$

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

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

$\begin{matrix} K_B \\ n_e \end{matrix}$	0,16
21	1,59

Отже $K_M = 1,59$

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

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

$$P_{p\sim} = 1,59 \cdot 33 = 52,4 \text{ кВт}$$

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

$$\text{То } Q_{p\sim} = 65,7 \text{ кВАр}$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2};$$

$$S_p = \sqrt{52,4^2 + 65,7^2} = 84 \text{ кВА}$$

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

Таблиця 3. Розрахунок для окремих груп споживачів

№ п/п	Найменування	Кількість	Р, кВт		К _В	cos φ	tg φ	п _с	Р _{с_м} , кВт	Q _{с_м} , квар	К _М	Р _Р , кВт	Q _Р , квар	S _Р , кВт·А	I _Р , А
			Р _{вст}	Р _{ном}											
1	Круглошліфувальний в-т.	2	7	14	0,14	0.4	2,29		1.96	4,4					
2	Вертикально-фрезерний в-т.	1	6,32	6,32	0,14	0.4	2,29		0,88	2,01					
3	Поперечно-стругальний в-т.	4	2,8	11,2	0,14	0.4	2,29		1,56	3,57					
4	Стенд для збірки	1	0.6	0,6	0,65	0,8	0,75		0,39	0,29					
5	Точило	5	0.6	3	0,14	0.4	2,29		0.42	0,96					
6	Вертикально-свердлувальний в-т.	3	0,6	1,8	0,14	0.4	2,29		0,25	0,57					
7	Вентилятор	2	4,5	9	0,65	0,8	0,75		5.8	4,3					
8	Довбальний в-т.	2	2,8	2,8	0,14	0.4	2,29		0,39	0,89					
9	Різьбонарізний в-т.	2	1	2	0,14	0.4	2,29		0,28	0,64					
10	Зубофрезерний в-т.	1	7	7	0,14	0.4	2,29		0,98	2,24					
11	Вертикально-фрезерний в-т.	1	3,53	3,53	0,14	0.4	2,29		0,49	1,12					
12	Продольно-стругальний в-т.	2	16,2	32,4	0,14	0.4	2,29		4,5	10,3					
13	Токарно-гвинторізний в-т.	5	10	50	0,14	0.4	2,29		7	16					
14	Зварювальний агрегат	6	9,7	58,2	0,14	0.4	2,29		8,1	18,5					
Сума		-	-	201,8	0,16	-	-	21	33	65,7	1,59	52,4	65,7	84	129

Таблиця 4. Розрахунок для окремих груп споживачів

№ п/п	Найменування	Кіл ькіс ть	Р, кВт		К _В	cos φ	tg φ	η _с	Р _{см} , кВт	Q _{см} , квар	К _М	Р _Р , кВт	Q _Р , квар	S _Р , кВ·А	I _Р , А
			Р _{вст}	Р _{ном}											
1	Молот	1	10	10	0,14	0,4	2,29		1,4	3,2					
2	Вентилятор	2	4,5	9	0,65	0,8	0,75		5,8	4,3					
3	Вертикально-свердлувальний в-т.	1	30	30	0,14	0,4	2,29		4,2	9,6					
4	Стенд для випробовування	2	20	40	0,65	0,8	0,75		26	19,5					
5	Вентилятор	1	4,5	4,5	0,65	0,8	0,75		2,9	2,1					
6	Вертикально-свердлувальний в-т.	1	10	10	0,14	0,4	2,29		1,4	3,2					
7	Ручний прес	1	4,5	4,5	0,14	0,4	2,29		0,63	1,4					
8	Плоскошліфувальний в-т.	2	12,65	25,3	0,14	0,4	2,29		3,5	8					
9	Трубовідрізний в-т.	1	4,5	4,5	0,14	0,4	2,29		0,63	1,44					
10	Радіально-свердлувальний в-т.	3	4,5	13,5	0,14	0,4	2,29		1,89	4,3					
11	Токарно-гвинторізний в-т.	4	7	28	0,14	0,4	2,29		3,9	8,9					
12	Вертикально-свердлувальний в-т.	2	4,5	9	0,14	0,4	2,29		1,26	2,8					
13	Стенд для збірки	1	4,5	4,5	0,65	0,8	0,75		2,9	2,1					
14	Карусельний в-т.	1	2,8	2,8	0,14	0,4	2,29		0,39	0,89					
15	Вертикально-свердлувальний в-т.	4	4,5	18	0,14	0,4	2,29		2,5	5,7					
16	Перетворювальний апарат	1	7	7	0,8	0,9	0,48		5,6	2,6					
17	Токарно-гвинторізний в-т.	3	4,5	13,5	0,14	0,4	2,29		1,8	4,1					
18	Верстак	4	4,5	18	0,14	0,4	2,29		2,5	5,7					
19	Розмотувальна плита	1	2,8	2,8	0,14	0,4	2,29		0,39	0,89					

20	Горизонтально-фрезерний в-т.	1	6,2	6,2	0,14	0,4	2,29		0,86	1,96					
21	Точило	2	0,6	1,2	0,14	0,4	2,29		0,16	0,36					
22	Горизонтально-розточний в-т.	2	7,5	15	0,14	0,4	2,29		2,1	4,8					
	<i>Сума</i>	----	----	307,3	0,23	-----	-----	31,5	72,7	97,8	1,29	93,7	97,8	135,4	208,3

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:

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

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

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

$K_{\text{в}}$ - коефіцієнт використання для пресу холодного видавлювання

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

$$I_{\text{ном}}^{\text{макс}} = \frac{P_{\text{ном}}^{\text{макс}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{нои}} \cdot \cos \varphi_{\text{ном}} \cdot \eta_{\text{ном}}}$$

$$I_{\text{ном}}^{\text{мах}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,5 \cdot 0,95} = 96 \text{ A}$$

Пусковий струм:

$$I_{\text{п}}^{\text{мах}} = 5 \cdot I_{\text{ном}}^{\text{мах}} = 5 \cdot 96 = 480 \text{ A}$$

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

$$I_{\text{р}}^{\text{макс}} = \frac{P_{\text{р}}^{\text{макс}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{нои}} \cdot \cos \varphi_{\text{ном}} \cdot \eta_{\text{ном}}} = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,5 \cdot 0,8} = 114,4$$

Тоді, піковий струм для СП1:

$$I_{\text{пik}} = I_{\text{п}}^{\text{мах}} + (\tilde{I}_{\text{р}} - K_{\text{в}} \cdot I_{\text{ном}}^{\text{мах}}) = 480 + (114 - 0,14 \cdot 96) = 578 \text{ A}$$

Інші результати розрахунків занесемо у таблицю 4

Таблиця 5

Група	$S_{\text{р1}}$, кВА	$I_{\text{р}}$	$I_{\text{пik}}$
ШПА1	84	129	645
ШПА 2	135,4	208,3	578

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 цеху $H = 7$ м
- довжина x ширина 84 x 50
- 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 – $\rho_c = 0,5$; $\rho_s = 0,3$; $\rho_p = 0,1$. За таб. 5.1[8]

Знаходимо розрахункову висоту світильників:

$$H_p = H - h_c - h_p$$

$$H_p = 7 \text{ м.}$$

За формулою вираховуємо індекс приміщення:

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

За формулою знаходимо необхідну кількість світильників в приміщенні

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

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:

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

$$Q_p = P_p \cdot \tan \varphi = 2430 \cdot 1,441 = 3501 \text{ вар}$$

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.
Електроремонтний цех	84х50	300	5,4	162	2430
Приміщення №1	10х14	300	1,4	6	90
Приміщення №2	10х14	300	1,4	6	90
Приміщення №3	10х7	300	1,6	5	75
Приміщення №4	10х14	300	1,4	6	90

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.

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

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

Фактична освітленість буде

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

Виконання аварійного освітлення показано в таблиці 6:

Приміщення	Виконання	Чергування фаз
Група 1 (верстатне відділення)	11 ламп	А
Група 2	11 ламп	В

Встановлена потужність аварійного освітлення $P_v = 22 \cdot 15 = 330$ Вт;

3. Побудова графіків електричних навантажень цеху.

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

Таблиця 6. Добове навантаження цеху.

Ступінь	$P_p, \%$	$P_p, \text{кВт}$	$T_{\text{ступ.с}}, \text{ч}$	$T_{\text{ступ.г}}, \text{ч}$	$P_p * T_{\text{ступ}}$
P1	100	146,1	3	1095	438,3
P2	95	138,7	2	730	277,4
P3	90	131,4	2	730	262,8
P4	84	122,2	2	730	244,4
P5	80	116,8	3	1095	350,4
P6	75	109,5	1	365	109,5
P7	70	102,2	1	365	102,2
P8	65	94,9	1	365	94,9
P9	50	73	2	730	146
P10	33	48,2	7	2555	337,4
Сума	--	1083	-	8760	2363,3

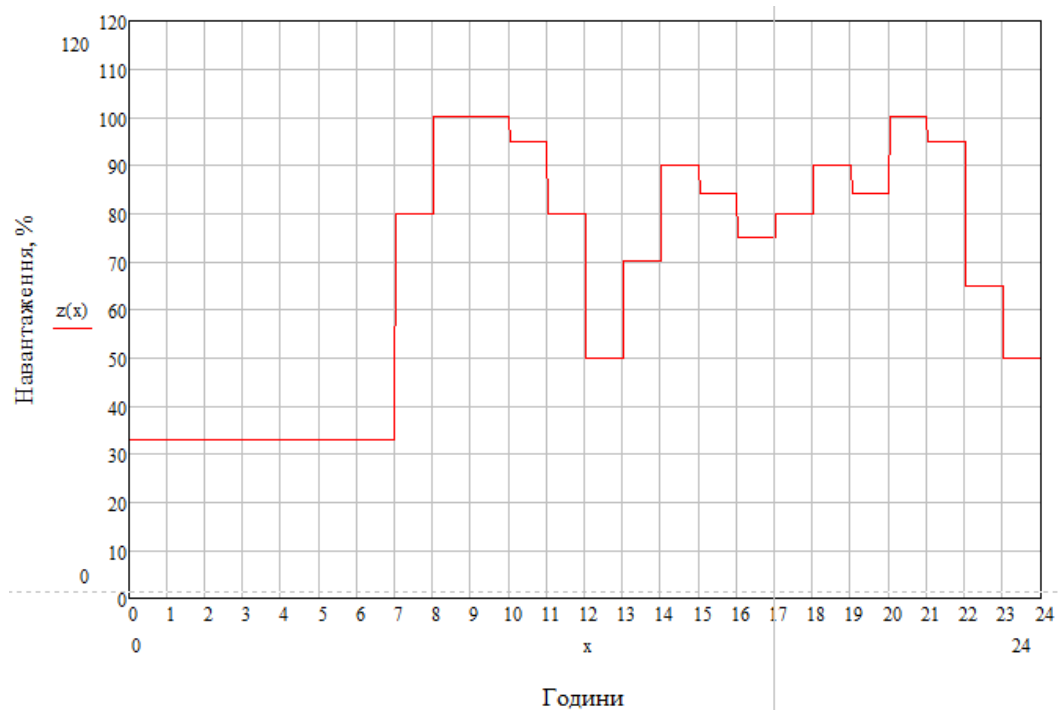


Рисунок 2 . Добовий графік навантаження

Побудуємо річний графік навантаження

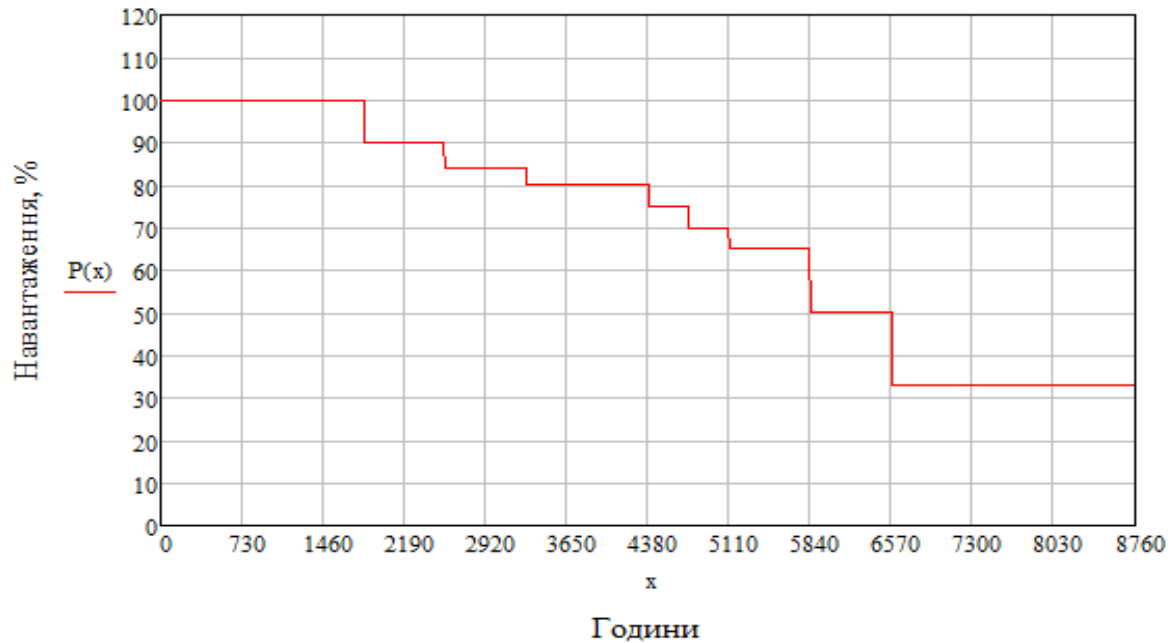


Рисунок 3.. Річний графік навантаження

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

$$P_{cp} = \frac{\sum P_{p\%} T_{iccty.c}}{24} * \frac{P_p}{100};$$

де $T_{iccty.c}$ – час дії кожного ступеня, за добу, ч;

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

P_p – розрахункова потужність, кВт.

$$P_{cp} = \frac{100 \cdot 3 + 95 \cdot 2 + 90 \cdot 2 + 84 \cdot 2 + 80 \cdot 3 + 75 \cdot 1 + 70 \cdot 1 + 65 \cdot 1 + 50 \cdot 2 + 33 \cdot 7}{24} * \frac{146,1}{100} = 98,5 \text{ кВт}$$

Коефіцієнт попиту

$$K_{\text{поп}} = P_{cp} / P_p = 98,5 / 146,1 = 0,67$$

Використання активної потужності за рік:

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

4. Вибір напруги і електричних схем внутрішнього електропостачання цеху.

Вибір напруги

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

Механічний цех не має високовольних 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. Число трансформаторів, що приєднуються до однієї магістралі, може бути орієнтовно в межах 2-3 при потужності трансформаторів 1000..1600кВ*А та 4 – 8 при потужності 250..680 кВ*А. 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. Комплектні 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 комплектні 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 компенсуючи пристроїв в низьковольтних мережах.

Цех 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.

$Q_k = 210$ кВар, так як $Q_{\phi} = 207$ 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:

$$Q_{\Pi} = Q_T \cdot n_T + \sum Q_p$$

Де Q_p – розрахункова потужність цеху;

Q_T – втрати трансформатора;

n_T – кількість трансформаторів.

$$\sum Q_p = Q_p + Q_p^0 = 163.5 + 3.5 = 167 \text{ кВар}$$

$$Q_{\Pi} = 20 \cdot 2 + 167 = 207 \text{ кВар.}$$

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

$$N = \frac{207}{210} = 0.9 \approx 1$$

Де N - кількість компенсуючих пристроїв.

$$Q_{\text{нп}}^s = N \cdot Q_{\text{нп}} = 1 \cdot 210 = 210 \text{ кВар}$$

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

Виходячи з результатів розрахунків обираємо конденсаторну установку типу УКРП-0,4-210-20УЗ.

Враховуючи те, що трансформаторна підстанція розташована біля цеху, немає можливості оптимально і економічно вигідно розташувати компенсуючі пристрої. Отже, 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 цехових трансформаторних підстанцій (ТП).

Число та потужність цехового трансформатора вибирають виходячи з отриманих даних із розрахунку навантажень цеху 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 $K_z \leq 0,75$.

Умова:

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

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 цеху переважають приймачі II категорії, то доцільно вибрати 2 трансформатори для установки на цехову ТП.

2). Номінальну потужність трансформаторів визначаємо за умовою:

$$S_T \geq \frac{S_p}{2 \cdot \beta_T}$$

$$S_T \geq 219/2 \cdot 0,8 = 136,8$$

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 160кВА.

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

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

$$K_{ав.п.} = S_p / S_{ном.тр} = 219/160 = 1,3$$

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:

$$S_p / S_H \cdot 2 = 219/160 \cdot 2 = 0,68$$

Відокремимо два варіанти потужності трансформаторів:

Перший – два трансформатори потужністю 160кВ·А;

Другий – два трансформатори потужністю 100кВ·А.

У нормальному режимі роботи обидва варіанти прийнятні.

Аварійні режими.

Перший варіант. У разі вимкнення одного з трансформаторів потужністю 160 кВ·А той, що залишився у роботі, забезпечуватиме потужність

$$1,4S_{\text{ном}} = 1,4 \cdot 160 = 224 \text{ кВ} \cdot \text{А},$$

тобто робота підприємства не порушиться.

Другий варіант. У разі вимкнення одного з трансформаторів потужністю 100 кВ·А той, що залишився у роботі забезпечуватиме тільки частину потужності

$$1,4 \cdot 100 = 140 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

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

$$0,8S_p = 219 \cdot 0,8 = 1,75$$

Отже, нам підходять трансформатори - ТМ-160/35 , ТМ-100/3

Вибір схеми та розрахунок цехової мережі

7.1. Розрахунок силової мережі

Вибір шинопроводу та кабельної лінії

В зв'язку з конструкцією цеху, та розміщенням верстатів об'єктивно буде поділити на дві групи. Для кожної групи вибираємо шино провід за даними таб.3

1 група ШРА 73 130 А

2 група ШРА73 210 А

Вибір автоматичних вимикачів

Вибір апаратів захисту від СП до електроприймачів

Умови і вибір автоматичного вимикача наведені в таблиці 7.

Таблиця 7. Вибір автоматичних вимикачів

Паспорт	Умова вибору	Факт	Одиниці
380	$U_{\text{ном}}^A \geq U_{\text{ном}}^M$	380	В
14	$I_{\text{ном}}^P \geq I_H$	13,2	А
20	$I_{\text{ном}}^a \geq I_{\text{ном}}^P$	14	А
250 А	$I_{\text{спр}} \geq 1,25 \cdot I_{\text{пик}}$	82	А

У якості апаратів захисту вибираємо автоматичні вимикачі. Для прикладу виберемо АВ в приєднанні *круглошліфувального верстату*.

Визначаємо номінальний струм

$$I_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{7}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85 \cdot 0,95} = 13,2 \text{ А}$$

Отже, вибираємо [ABB SH203 B25/3](#) $I_{\text{ном}}^a = 14 \text{ А}$

Результати всіх розрахунків зводимо в табл. 8.

Таблиця 8. Вибір автоматичних вимикачів силової мережі

№	Найменування	Кількість	Електроприймач			$1,25 \cdot I_{\text{п}}$	Автоматичний вимикач		
			$P_{\text{ном}}, \text{кВт}$	$I_{\text{ном}}, \text{А}$	$\cos \varphi$ η		$I_{\text{ном}}^P \text{А}$	$I_{\text{ном}}^a \text{А}$	Тип
1	КШВ	2	7	13,2	0,85/ 0,95	82	14	20	Abb SH 203B25/1
2	ВФВ	1	6,32	11,9	0,85/ 0,95	74	12	20	Abb SH 203B25/3
3	ПСВ	4	2,8	5,2	0,85/ 0,95	32,5	6	16	Abb SH 203B25/3
4	СдЗ	1	0,6	1,1	0,85/ 0,95	6,8	2	16	Abb SH 203B25/3
5	Точило	5	0,6	1,1	0,85/ 0,95	6,8	2	16	Abb SH 203B25/3
6	ВСВ	3	0,6	1,1	0,85/ 0,95	6,8	2	16	Abb SH 203B25/3
7	В-р	2	4,5	8,4	0,85/ 0,95	52	9	16	Abb SH 203B25/3
8	Дв	2	2,8	5,2	0,85/ 0,95	32	6	16	Abb SH 203B25/3
9	РНВ	2	1	1,8	0,85/ 0,95	11,2	2	16	Abb SH 203B25/3

10	ЗФВ	1	7	13,2	0,85/ 0,95	82	14	20	Abb SH 203B25/3
11	ВФВ	1	3,53	6,6	0,85/ 0,95	41,2	7	16	Abb SH 203B25/3
12	ПСВ	2	16,2	30,5	0,85/ 0,95	190	32	36	Abb SH 203B25/3
13	ТГВ	5	10	18	0,85/ 0,95	112	20	40	Abb SH 203B25/3
14	ЗВА	6	9,7	18,3	0,85/ 0,95	114	20	40	Abb SH 203B25/3
15	Молот	1	10	18	0,85/ 0,95	112	20	40	Abb SH 203B25/3
16	В-р	2	4,5	8,4	0,85/ 0,95	52	9	16	Abb SH 203B25/3
17	ВСВ	1	30	56,6	0,85/ 0,95	353	63	63	Abb SH 203B25/3

Продовження табл.8

№	Найменування	Кіль кість	Електроприймач			$1,25 \cdot I_{\Pi}$	Автоматичний вимикач		
			$P_{\text{НОМ}}$, кВт	$I_{\text{НОМ}}$, А	$\cos\varphi$ η		$I_{\text{НОМ}}^p$ А	$I_{\text{НОМ}}^a$ А	Тип
18	СДВ	2	20	37,7	0,85/ 0,95	235	40	63	Abb SH 203B25/1
19	В-р	1	4,5	8,4	0,85/ 0,95	52	9	16	Abb SH 203B25/3
20	ВСВ	1	10	18	0,85/ 0,95	112	20	40	Abb SH 203B25/3
21	РП	1	4,5	8,4	0,85/ 0,95	52	9	16	Abb SH 203B25/3
22	ПШВ	2	12,65	23,8	0,85/ 0,95	148	25	63	Abb SH 203B25/3
23	ТВ	1	4,5	8,4	0,85/ 0,95	52	9	16	Abb SH 203B25/3
24	РСВ	3	4,5	8,4	0,85/ 0,95	52	9	16	Abb SH 203B25/3
25	ТГВ	4	7	13,2	0,85/ 0,95	82,5	14	20	Abb SH 203B25/3
26	ВСВ	2	4,5	8,4	0,85/ 0,95	52	9	16	Abb SH 203B25/3
27	СДЗ	1	4,5	8,4	0,85/ 0,95	52	9	16	Abb SH 203B25/3
28	КВ	1	2,8	5,2	0,85/ 0,95	32	6	16	Abb SH 203B25/3
29	ВСВ	4	4,5	8,4	0,85/ 0,95	52	9	16	Abb SH 203B25/3
30	ПА	1	7	13,2	0,85/ 0,95	82,54	14	20	Abb SH 203B25/3
31	ТГВ	3	4,5	8,4	0,85/ 0,95	52	9	16	Abb SH 203B25/3
32	Верстаки	4	4,5	8,4	0,85/ 0,95	52	9	16	Abb SH 203B25/3

33	РП	1	2,8	5,2	0,85/ 0,95	32	6	16	Abb SH 203B25/3
34	ГФВ	1	6,2	11,6	0,85/ 0,95	74	12	16	Abb SH 203B25/3

35	Точило	2	0,6	1,1	0,85/ 0,95	6,8	2	16	Abb SH 203B25/3
36	ГРВ	2	7,5	14,1	0,85/ 0,95	88,1	15	25	Abb SH 203B25/3

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 вводі 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.
4. 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 ^{сп} _р , А	Тип СП	п·I ^{ном} _А	I ^{сп} _{ном} , А
1	СП	6	100	СПМ75-4	600	100

ВИБІР ПРОВІДНИКІВ ВІД ШРА та СП ДО ЕЛЕКТРОПРИЙМАЧІВ.

Електроенергія в цеху 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:

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

2. за умовою відповідності максимального струмового захисту апаратові:

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

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 *круглошліфувального верстату*.

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

$$1) I_{пр} = 15 \text{ A} > \frac{I_{розр}}{K_{\pi}} = 15 \text{ A}$$

2) $I_3 = 14\text{A}$, де I_3 - струм апарату захисту

$$I_{\text{пр}} = 15\text{ A} = I_3 \frac{K_3}{K_{\text{п}}} = 14\text{ A}$$

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

Таблиця 10. Вибір провідників

№	Найменування	Кількість	Електроприймач			Провід ПВ-500		
			$P_{\text{НОМ}}, \text{кВт}$	$I_{\text{пр}}, \text{A}$	$I_{\text{ав. ном}}, \text{A}$	$I_{\text{доп}}, \text{A}$	$S_{\text{ст}}, \text{мм}^2$	$d_{\text{ж}}, \text{мм}^2$
1	КШВ	2	7	13,2	14	15	2	4
2	ВФВ	1	6,32	11,9	12	15	2	4
3	ПСВ	4	2,8	5,2	6	10	2	4
4	СдЗ	1	0,6	1,1	2	10	2	4
5	Точило	5	0,6	1,1	2	10	2	4
6	ВСВ	3	0,6	1,1	2	10	2	4
7	В-р	2	4,5	8,4	9	10	2	4
8	Дв	2	2,8	5,2	6	10	2	4
9	РНВ	2	1	1,8	2	10	2	4
10	ЗФВ	1	7	13,2	14	15	2	4
11	ВФВ	1	3,53	6,6	7	10	2	4
12	ПСВ	2	16,2	30,5	32	32	10	16
13	ТГВ	5	10	18	20	23	4	6,2
14	ЗВА	6	9,7	18,3	20	23	4	6,2
15	Молот	1	10	18	20	23	4	6,2
16	В-р	2	4,5	8,4	9	10	2	4

Продовження табл.10

№	Найменування	Кількість	Електроприймач			Провід ПВ-500		
			$P_{\text{НОМ}}, \text{кВт}$	$I_{\text{пр}}, \text{A}$	$I_{\text{ав. ном}}, \text{A}$	$I_{\text{доп}}, \text{A}$	$S_{\text{ст}}, \text{мм}^2$	$d_{\text{ж}}, \text{мм}^2$
17	ВСВ	1	30	56,6	63	65	16	32
18	СдВ	2	20	37,7	63	50	16	32
19	В-р	1	4,5	8,4	16	10	2	4
20	ВСВ	1	10	18	40	23	4	6,2
21	РП	1	4,5	8,4	16	10	2	4

22	ПШВ	2	12,65	23,8	63	25	4	6,3
23	ТВ	1	4,5	8,4	16	10	2	4
24	РСВ	3	4,5	8,4	16	10	2	4
25	ТГВ	4	7	13,2	20	15	2	4
26	ВСВ	2	4,5	8,4	16	10	2	4
27	СДЗ	1	4,5	8,4	16	10	2	4
28	КВ	1	2,8	5,2	16	10	2	4
29	ВСВ	4	4,5	8,4	16	10	2	4
30	ПА	1	7	13,2	20	15	2	4
31	ТГВ	3	4,5	8,4	16	10	2	4
32	Верстаки	4	4,5	8,4	16	10	2	4
33	РП	1	2,8	5,2	16	10	2	4
34	ГФВ	1	6,2	11,6	16	15	2	4
35	Точило	2	0,6	1,1	16	10	2	4
36	ГРВ	2	7,5	14,1	25	15	2	4

Вибір провідників освітлювальної мережі цеху

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)	162 лампи	А	39,3	ШОС4-63	SH-203 50А
Група 2	23 ламп	В	14,1	ШОС4-25	SH-203 16А

Використовуємо трифазну мережу з нульовим проводом. Найбільш завантажена фаза А (4х2= 8 ламп), отже вибираємо провідник за нею:

$$I_p = \frac{n \cdot P_{уст} \cdot 1,1 \cdot 1,4}{U_n \cdot \cos \varphi}$$

де n - кількість ламп,

$P_{уст}$ - установлена 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 шино провід 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 4х2мм ²	SH-203 10А
Група 2	11 лампи	В	8,4	АПВ-500 4х2мм 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:

$$S_{ном} = 160 \text{ кВ}\cdot\text{А};$$

$$\Delta P_x = 0,46 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_k = 2,65 \text{ кВт};$$

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

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

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

$$\Delta Q_x = S_{ном} \frac{I_x}{100} = 160 \frac{2}{100} = 20 \text{ кВар}$$

$$\Delta Q_k = S_{ном} \frac{U_k}{100} = 160 \frac{4,5}{100} = 45 \text{ кВар}$$

$$\Delta P_x' = \Delta P_x + K_e \cdot \Delta Q_x = 0,46 + 0,05 \cdot 20 = 1,46 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_k' = \Delta P_k + K_e \cdot \Delta Q_k = 2,65 + 0,05 \cdot 45 = 4,9 \text{ кВт}$$

Зведені втрати потужності водному трансформаторі

$$\Delta P'_{1000} = \Delta P_x' + \beta^2 \cdot \Delta P_k' = 1,46 + \beta^2 \cdot 3,01$$

У двох трансформаторах

$$\Delta P'_{2-1000} = 2,92 + \beta^2 \cdot 6,02$$

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

Другий варіант.

Паспортні дані трансформатора :

$$S_{ном} = 100 \text{ кВ}\cdot\text{А};$$

$$\Delta P_x = 0,36 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_k = 1,97 \text{ кВт};$$

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

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

Складемо вираз для визначення втрат потужності у трансформаторах:

$$\Delta Q_x = S_{ном} \frac{I_x}{100} = 100 \frac{2,6}{100} = 23,4 \text{ кВар}$$

$$\Delta Q_k = S_{ном} \frac{U_k}{100} = 100 \frac{4,5}{100} = 40,5 \text{ кВар}$$

$$\Delta P_x' = \Delta P_x + K_e \cdot \Delta Q_x = 0,36 + 0,05 \cdot 23,4 = 1,53 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_k = \Delta P_k + K_e \cdot \Delta Q_k = 1,9 + 0,05 \cdot 40,5 = 3,9 \text{ кВт}$$

Визначаємо навантаження, при якому доцільно вимикати один трансформатор.

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

Перший варіант

$$S_x = 160 \sqrt{2 \cdot \frac{1,46}{4,9}} = 771 \text{ кВа}$$

Другий варіант

$$S_x = 100 \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{1,53}{3,9}} = 797 \text{ кВа}$$

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					$\Delta W_{160} = 16859,35 \text{ кВт} \cdot \text{год}$	

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					$\Delta W_{100} = 20633,45 \text{ кВт}\cdot\text{год}$	

Капітальні вкладення.

Перший варіант:

$$K_1 = 2 \cdot 288920 = 57784 \text{ грн.}$$

Другий варіант:

$$K_2 = 2 \cdot 22176 = 44352 \text{ грн.}$$

Перший варіант.

Амортизаційні витрати

$$C_a(160) = 0,063 \cdot 57784 = 3640,4 \text{ грн.}$$

Вартість втрат електроенергії при $C_a = 1,3 \text{ грн/кВт}\cdot\text{год}$

$$C_b(160) = 1,3 \cdot 16589,35 = 21917,155 \text{ грн.}$$

Сумарні експлуатаційні витрати

$$C_{e1} = 3640,4 + 21917,155 = 25557,555 \text{ грн.}$$

Другий варіант:

$$C_a(100) = 0,063 \cdot 44352 = 2794,2 \text{ грн.}$$

$$C_b(100) = 1,3 \cdot 20633,45 = 26823,485 \text{ грн.}$$

$$C_{eII} = 2794,2 + 26823,485 = 29617,685 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових інвестицій

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

Отже, економічнішим є перший варіант (ТМ-160).

8. Розрахунок струмів короткого замикання та вибір високовольтного обладнання

8.1. Розрахунок струмів короткого замикання

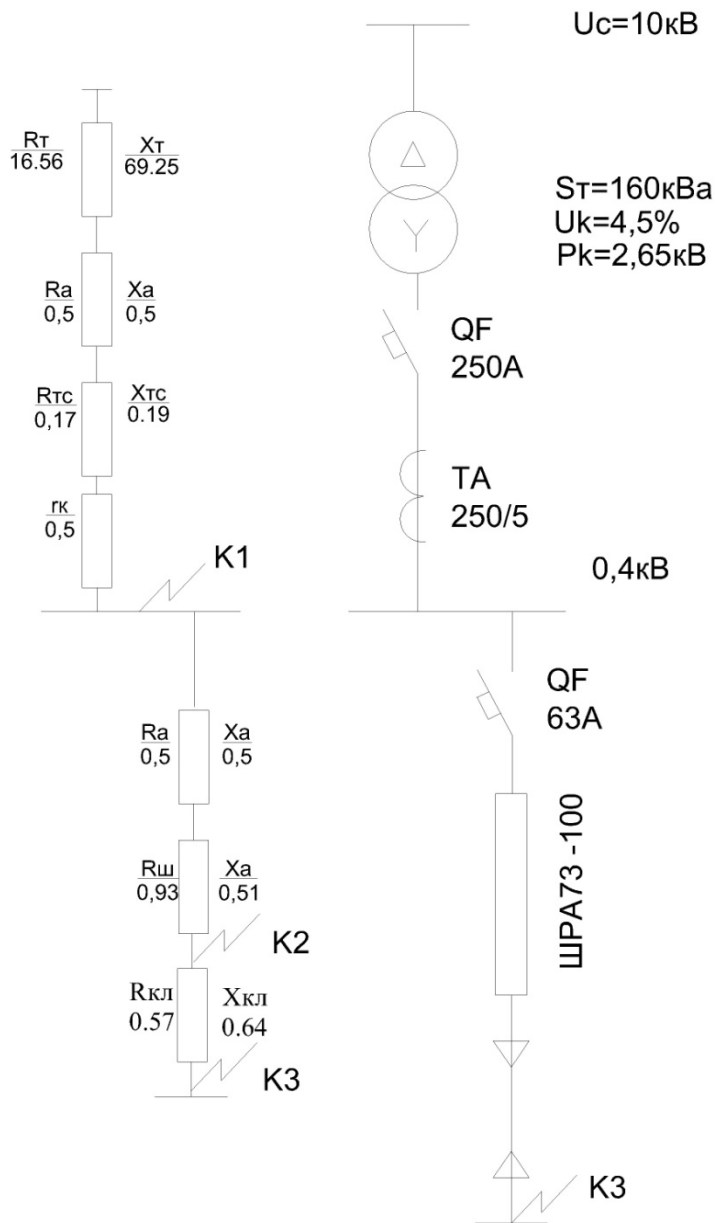


Схема до розрахунків струмів КЗ та еквівалентна схема заміщення в мережі 0,4 кВ

1. Приводимо опір системи електропостачання вищої напруги до напруги 0,4 кВ: $X_c = 0$
2. Визначаємо опори цехового трансформатора

$$x_m = \sqrt{\left(\frac{U_k}{100}\right)^2 - \left(\frac{\Delta P_k}{S_{НОМ}}\right)^2} \cdot \frac{U_H^2}{S_{НОМ}} \cdot 10^6 = \sqrt{\left(\frac{4.5}{100}\right)^2 - \left(\frac{2.65}{160}\right)^2} \cdot \frac{0.4^2}{160} \cdot 10^6$$

$$= 69.25 \text{ мОм}$$

$$r_m = \frac{U_H^2}{S_{НОМ}^2} \cdot \Delta P_K 10^6 = \frac{0.4^2}{160^2} * 2.65 \cdot 10^6 = 16.56$$

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

$$r_K = r_a + r_{Tp} + r_{Tc} + r_K = 16,56 + 0,5 + 0,17 + 0,5 = 17,73 \text{ мОм}$$

$$x_K = x_a + x_{Tp} + x_{Tc} = 65,95 + 0,5 + 0,17 = 66,64$$

$$Z_K = \sqrt{r_K^2 + x_K^2} = 68,96$$

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 К3

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

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

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

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 (таблиця 15)

Таблиця 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:

$$I_{номВН} = P_p / \sqrt{3} * U_{номВН} = 146 / \sqrt{3} * 35 = 2,2 \text{ A.}$$

В якості сприймаючого пристрою застосуємо реле струму РТ- 40.

Струм спрацювання миттєвої відсічки

$$I_{C.3.} = k_B \cdot I_{K9}^1 = 1,9 * 39,7 = 75,43 \text{ A,}$$

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

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

Струм спрацювання реле:

$$I_{C.P.} = \frac{k_{CX} \cdot I_{C.3.}}{K_{ТА}} = \frac{1 \cdot 75,43}{25/5} = 15 \text{ A}$$

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

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

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

Коефіцієнт чутливості:

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

Розрахунок максимального струмового захисту.

Струм спрацювання МСЗ визначаємо за формулою:

$$I_{C.3.} = \frac{k_H \cdot (k_{CЗП.} \cdot I_{НОМ} + I_{НОМ})}{k_{ЗВ}} = \frac{1,3 * (1,5 * 2,2 + 2,2)}{0,85} = 86,4 \text{ A}$$

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

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

Струм спрацювання реле:

$$I_{C.P.} = \frac{I_{C.3.} \cdot K_{CX.}}{k_{TC}} = \frac{75,43 \cdot 1}{25/5} = 15 A$$

Коефіцієнт чутливості:

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

Захист від перевантажень

Струм спрацювання сигналізації:

$$I_{CC} = \frac{K_{ВД} \cdot K_{сзн}}{K_{II}} \cdot I_{MAX} = \frac{1,05 \cdot 1,35}{0,85} \cdot 3,09 = 5,15 A.$$

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

Струм спрацювання реле:

$$I_{CP} = \frac{I_{CC} \cdot K_{CX}}{K_{T,TC}} = \frac{5,15 \cdot 1}{25/5} = 1,03 A.$$

Час спрацювання сигналізації:

$$t_{cc} = t_{сз}^{MC3} + \Delta t = 2 + 0,4 = 2,4 \text{ с},$$

де $\Delta t = 0,4$ с-ступінь селективності.

Струм спрацювання		Коефіцієнт	Час спрацювання захисту
Захисту	реле		
I _{сз}	I _{сп}	K _ч	t _{сз}
A	A	-	с
Відсічка			
75,43	15	40	-
Максимальний струмовий захист(MC3)			

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.

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 двообмоточні 6-10/0,4-	Амперметр, лічильник активної енергії

0,69 кВ, що живлять одного споживача.	
---------------------------------------	--

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

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.

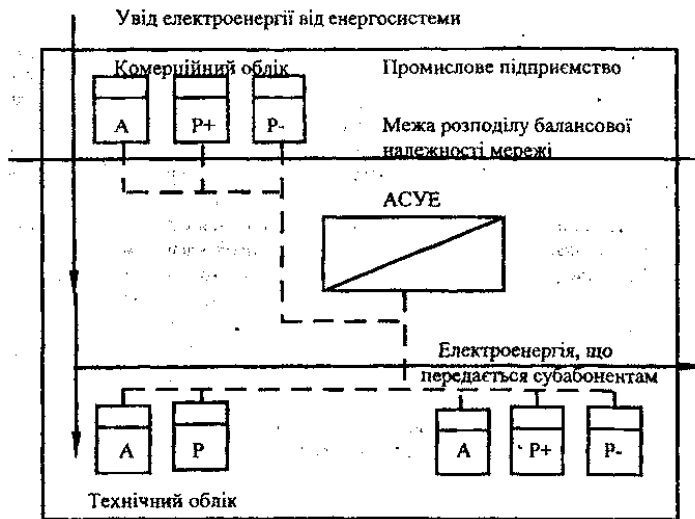
10.2. Вибір комплексних систем обліку та контролю електроспоживання, багатофункціональних електронних лічильників і т.д.

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. 7.2.



- 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
Діапазон вимірювання струмів : —для лічильників трансформаторного вклю-чення , може бути з ряду $I_{НОМ}$: 1 А 5А 10А 1 – для лічильників прямого включення $I_{НОМ} = 40 \text{ А}$.	0.5 мА – 24 А 2.5 мА – 24 А 5мА – 24 А 20 мА – 150 А
Робоча напруга	80 – 456 В
Діапазон частот мережі	47.5 – 52.5 Гц
Робочий діапазон температур	

	$-40^0C + 60^0C$
Вологість	0 – 95 %
Клас точності	0.2 та 0.5
Потужність , яка споживається кожним паралельним ланцюгом	менше 0.1 Вт
Потужність , яка споживається до живлення	3.6 ВА
Опір кожного послідовного ланцюга	$0.5 \cdot 10^{-3} \Omega$
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. Машини 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 повздовжньої компенсації

2. Синхронні генератори с АРВ

3.Роздільне живлення навантажень (статичної і різко змінної).

11.3. Перевірка цехової мережі на допустиме відхилення напруги.

Довжина кабельних ліній $l = 1$ км

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\sum Q_p}{\sum P_p}$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{163,5}{146} = 1;$$

$$\cos\varphi = \cos(\operatorname{arctg}(\operatorname{tg}\varphi))$$

$$\cos\varphi = \cos(\operatorname{arctg}(\operatorname{tg}\varphi)) = \cos(\operatorname{arctg}(1)) = 0,71$$

$$\sin\varphi = \sin(\operatorname{arctg}(\operatorname{tg}\varphi))$$

$$\sin\varphi = \sin(\operatorname{arctg}(\operatorname{tg}\varphi)) = \sin(\operatorname{arctg}(1)) = 0,71$$

Опори шинопровода:

$$r_0 = 0,031 \text{ Ом/км}; \quad x_0 = 0,017 \text{ Ом/км}$$

Втрати напруги:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_p \cdot l \cdot (\cos\varphi \cdot r_0 + \sin\varphi \cdot x_0)$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 337 \cdot 1 \cdot (0,71 \cdot 0,031 + 0,71 \cdot 0,017) = 14,4 \text{ В}$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{1291 \cdot 380}{100} = 3,7\% < 5$$

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.

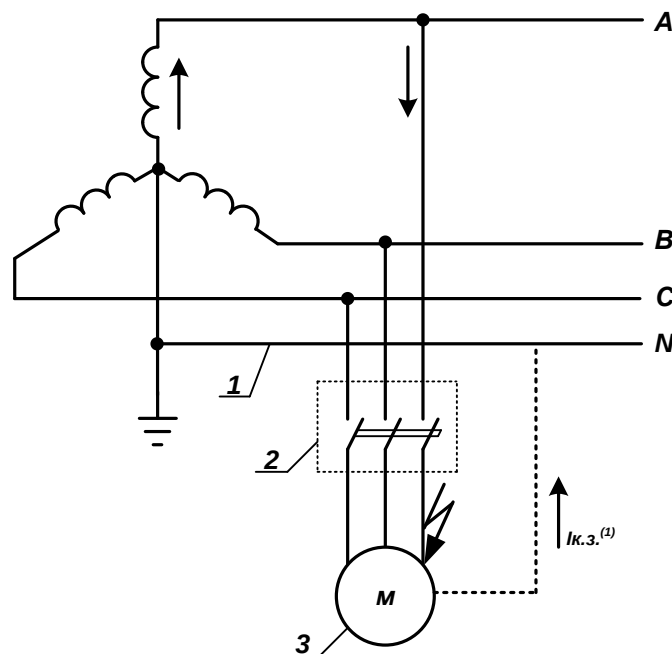
При конструюванні цехової ТП для кожної живлячої лінії, вказаної на схемі електропостачання, повинна бути передбачена відповідна шафа з автоматичним вимикачем. Номера шаф на схемі електропостачання повинні відповідати номерам на виді спереду креслення конструктивного виконання цехової ТП. При дворядному 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 сталі 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:

$$n = R_{0.\text{пр}}/\eta R_3;$$

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 $\Psi^2=1,36$;

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

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

$$R_{0.\text{пр.}} = 0,00227p;$$

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

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- $5 \times 2,5 = 12,5\text{м}$, горизонтальних:
 $4 \times 2,5 = 10\text{м}$.

Розділ 13. Охорона праці

В данному дипломному проекті розглядається розробка СЕП електроремонтного цеху АТ «Черкаський автобус»

Електричне обладнання, що встановлене на виробничих підприємствах, є потенційно небезпечним для працюючих, оскільки органи відчуття людини не можуть на віддалі виявити електричну напругу. Електричний удар може призвести до смертельного наслідку. Щоб запобігти небезпеці ураження струмом людей, які працюють на установках напругою до 1000В і вище, необхідно здійснювати заземлюючі пристрої і заземляти металічні частини електрообладнання і установок. Заземлюючі пристрої повинні задовольняти вимоги, обумовлені режимом роботи мереж і захисту від перенапруг.

При технічній експлуатації електроустаткування промислових підприємств електротравми можуть виникати з таких причин:

- дотик безпосередній до струмопровідних частин електроустановок, які діють під напругою.

- дотик до металевих конструктивних частин електроустановок, які не повинні знаходитися під напругою, але на корпусах, кожухах і огорожувальних пристроях може з'явитися напруга в результаті електричного пробоя чи природного старіння ізоляції електроустановок, а також при замиканні оголених проводів через обрив і падіння на конструктивні частини електроустановок і при відсутності захисного заземлення, ці причини складають близько 22 % усіх травм;

- дотик інструментом і предметами, що мають малий опір, до ізоляції, до струмопровідних частин, а також до неметалевих частин електроустановок, які виявились під напругою через заводські дефекти в конструкції, під час монтажу і виготовлення. На ці причини припадає 14 % електротравм;

- дотик до стін, підлог, будівельних конструкцій, які виявились під кроковою напругою. Крокова напруга виникає при розтіканні електричного струму від трубопроводів, будівельних конструкцій, рейкових шляхів, на які перейшов електричний струм в результаті падіння проводів чи погіршення ізоляції. Такі причини складають 2-3 %;

Напруга дотику та кроку

Безпосередніми причинами ураження людей електричним струмом є наступні:

– дотик до неізольованих струмоведучих частин електроустановок, які знаходяться під напругою, або до ізольованих при фактично пошкодженій ізоляції;

– дотик до неструмовідних частин електроустановок або до електрично зв'язаних з ними металоконструкцій які опинилися під напругою;

– дія напруги кроку;

– ураження через електричну дугу.

Тяжкість ураження людини у всіх перерахованих вище випадках визначається величиною струму, що проходить через її тіло. Величина струму через людину, в свою чергу, залежить від напруги під яку потрапляє людина, від опору тіла людини, від опору ізоляції фазних

проводів відносно землі, від ємнісної складової мережі а також від конструкційних особливостей мережі живлення.

В реальній лінії електропередач (повітряній чи кабельній) опір ізоляції проводів відносно землі (гіз) розподіляється по всій довжині ліній електропередач – опорні, підвісні, натяжні ізолятори, ізоляція кабелю. Чим більше протяжність лінії електропередач, тим менший загальний опір ізоляції проводів відносно землі. Необхідний опір ізоляції регламентується чинними нормативами і відповідно до ПУЕ має бути щонайменше 0,5 МОм (1 кОм на вольт напруги). Ізоляція струмопровідних ліній електропередач виконується з діелектриків, питомий опір яких внаслідок старіння ізоляції з часом, частого зволоження, забруднення, нагрівання, дії агресивного середовища тощо знижується.

Кожна ділянка лінії електропередач, що знаходиться під напругою, крім опору ізоляції має певну ємність відносно землі. Ємнісна складова струму (С) через людину у разі потрапляння під напругу в розгалужених мережах може досягати небезпечних для людини значень. Наслідки ураження людини електричним струмом у випадку дотику її до металоконструкцій, які опинилися під напругою залежать від конструкційних особливостей мережі живлення, а саме, від кількості фаз і режиму нейтралі – ізольованої чи глухозаземленої. Дотик може бути одно- або двополюсним у однофазних мережах або у мережах постійного струму та одно- або двофазним у трифазних мережах.

Однофазна мережа, ізольована від землі.

В однофазній мережі, ізольованій від землі, за непошкодженої ізоляції (рисунок 10) величина струму через тіло людини практично не залежить від опору тіла людини і визначається опором ізоляції проводу до якого доторкнулась людина відносно землі. Знехтувавши ємнісною

складовою струму через людину ($C_1 = C_2 = 0$), та за умови, що $r_1 = r_2 = r_{із}$ величину струму через людину можна визначена як:

$$I_{л} = \frac{U}{2R_{л}} + r, A \quad (13.1)$$

де U – напруга мережі, В; $R_{л}$ – опір людини ($R_{л} = R_{тіла} + R_{взуття} + R_{підлоги}$), Ом; $r_{із}$ – опір ізоляції проводів 1 і 2 відносно землі, Ом.

В знаменнику $R_{л}$ при розрахунку струму через людину за несприятливих умов (відсутності ізолюючого взуття, підлоги) приймають як $R_{тіла}$ в межах 103 Ом, а $r_{із}$ відповідно до чинних нормативів на декілька порядків більше.

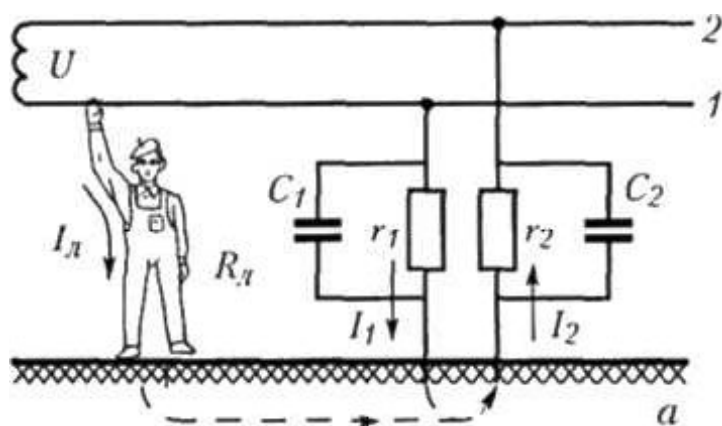


Рисунок 13.1 – Принципова схема включення людини під напругу в однофазній мережі ізольованій від землі в нормальному режимі роботи

У разі двополюсного дотику, струм через людину визначається за наступною формулою

$$I_{л} = \frac{U}{R_{т}}, A \quad (13.2)$$

де U – напруга мережі, В; $R_{т}$ – опір тіла людини, Ом ; $R_{т} = 1000$ Ом.

Трифазна мережа, ізольована від землі. У разі дотику людини до фазного проводу трифазної мережі, ізольованої від землі виникає мережа

замикання на землю, більш розгалужена, ніж в однофазній. Основні елементи цієї мережі: “фазний провід С” – “людина паралельно з опором ізоляції цього проводу відносно землі r_C ” – “земля” – “опори ізоляції проводів А і В відносно землі r_A і r_B ” – “фазні проводи А і В” (рисунок 11 а).

До цієї мережі прикладена лінійна напруга U_L , а не фазна U_ϕ , як у однофазній мережі. Оскільки $U_L = \sqrt{3} \times U_\phi$, то в трифазній мережі за інших рівних факторів величина струму замикання на землю, як і величина струму, що проходить через людину при її дотику до фазного проводу, має бути більшою.

За рівності опорів ізоляції ($r_A = r_B = r_C = r_{iz}$) і ємностей ($C_A = C_B = C_C = C$) струм, що проходить через людину, визначиться виразом:

$$I_L = \frac{U_\phi}{R_L \sqrt{1 + \frac{r_{iz}(r_{iz} + 6R_L)}{9R_L(1 + r_{iz}^2 \cdot \omega^2 \cdot C^2)}}}, A \quad (13.3)$$

де U_ϕ – фазна напруга мережі, В; R_L – опір людини, Ом; r_{iz} – опір ізоляції проводів А, В і С відносно землі, Ом, ω – кутова частота мережі, Гц ($\omega = 2\pi f$, де $f = 50$ Гц – частота промислового струму); C – ємність проводів відносно землі, Ф.

У випадку відсутності ємнісної складової струму, тобто коли $C_A = C_B = C_C = 0$ (що досить ймовірно для нерозгалужених повітряних мереж), за умови $r_A = r_B = r_C = r_{iz}$, величина струму, що проходить через людину, визначиться виразом

$$I_L = \frac{3U_\phi}{3R_L + r}, A \quad (13.4)$$

де $U_{\text{ф}}$ – фазна напруга мережі, В; $R_{\text{л}}$ – опір людини, Ом; $r_{\text{із}}$ – опір ізоляції проводів А, В і С відносно землі, Ом.

Порівнюючи вираз (39) для величини струму, що проходить через людину, в нормальному режимі роботи електроустановки в однофазній мережі і вираз (42), бачимо, що в трифазній мережі $I_{\text{л}}$ практично, в три рази більше.

У випадку однофазного дотику людини в аварійному режимі роботи мережі з ізольованою нейтраллю, тобто, коли один із фазних проводів замкнутий на землю (рисунок 11 б), струм через людину визначається за формулою:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{л}}}{R_{\text{Т}}}, \text{ А} \quad (13.5)$$

де $U_{\text{л}}$ – лінійна напруга мережі, В; $R_{\text{Т}}$ – опір тіла людини.

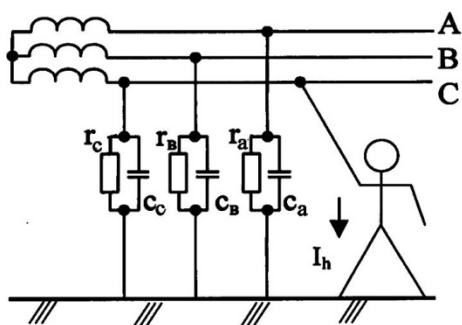


Рис. 13.2

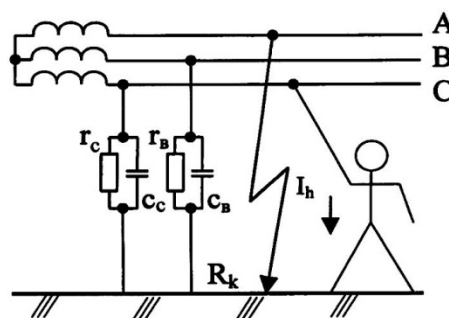


Рис. 13.3

Рис. 13.2 – нормальний режим роботи мережі (відсутність замикань на землю фазних проводів);

Рис.13.3 – аварійний режим роботи мережі

Рисунок – 11 Схема включення людини під напругу у випадку однофазного дотику в мережі з ізольованою нейтраллю

Трифазна чотирипровідна мережа з глухозаземленою нейтраллю. Нейтраль вторинної обмотки трансформатора, від якого живиться така мережа, заземлена через $R_0 \ll R_{\text{л}}$. У випадку дотику людини до фазного проводу С утворюється мережа струму “фазний провід С – людина – земля – R_0 – фазний провід С”, в якій всі елементи з’єднані послідовно.

Струм через людину у випадку однофазного дотику до фазного проводу за непошкодженої ізоляції інших фазних проводів (рисунок 12 а) визначиться виразом:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{ф}}}{(R_{\text{л}} + R_0)}, \text{ А} \quad (13.6)$$

де R_0 – опір заземлення, Ом.

У цій мережі найбільший опір має елемент “людина” – 1000 Ом. Опір інших елементів проходженню струму знаходиться в межах 10 Ом. Тому можна вважати, що людина попадає, практично, під фазну напругу ($U_{\text{дон}} = U_{\text{ф}}$) а величина струму залежить, в основному, від $R_{\text{л}}$.

Тому величина струму через людину у випадку її однофазного дотику до неізольованих струмовідних частин, які знаходяться під напругою, в мережах із глухозаземленою нейтраллю має бути на два порядки більшою, ніж в мережах, ізольованих від землі за нормального стану ізоляції.

В аварійному режимі роботи мережі із глухозаземленою нейтраллю (рисунок 12 б), струм через людину у випадку її однофазного дотику визначиться за формулою:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{т}}}, \text{ А} \quad (13.7)$$

де $U_{\text{ф}}$ – фазна напруга мережі, В; $R_{\text{т}}$ – опір тіла людини.

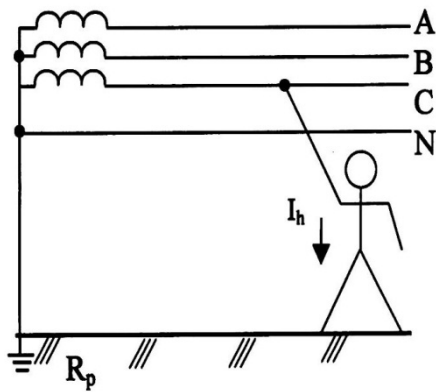


Рис.13.4

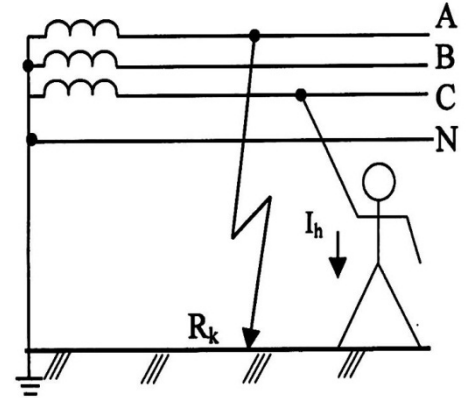


Рис.13.5

Рис.13.4 – нормальний режим роботи мережі (відсутність замикань на землю фазних проводів);

Рис.13.5 – аварійний режим роботи мережі

Рисунок 13.4-13.5 – Схема включення людини під напругу у випадку однофазного дотику в трифазній чотирипровідній мережі з глухозаземленою нейтраллю

У випадку двофазного дотику людини незалежно від режиму нейтралі трансформатора (рисунок 13) основна частина струму проходить шляхом «рука-рука».

Величина струму, який пройде через людину визначиться виразом:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{л}}}{R_{\text{т}}}, \text{ А} \quad (13.8)$$

де $U_{\text{ф}}$ – фазна лінійна мережі, В; $R_{\text{т}}$ – опір тіла людини.

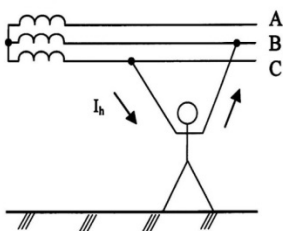


Рис.13.6

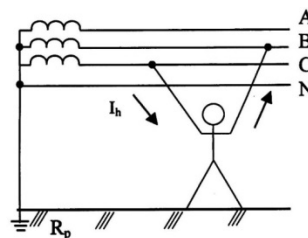


Рис.13.7

Рис.13.6 – мережа з ізолюованою нейтраллю; Рис.13.7 – мережа з глухозаземленою нейтраллю

Рисунок 13.6-13.7 – Схема включення людини під напругу у випадку двофазного дотику в трифазній чотирипровідній мережі з глухозаземленою нейтраллю

На виробництві і в побуті найчастіше застосовуються мережі із глухозаземленою нейтраллю. І тільки в гірничодобувній промисловості і на торфорозробках, відповідно до вимог електробезпеки, обов'язковим є застосування мереж, ізолюованих від землі.

Такий підхід до вибору режиму нейтралі електричної мережі обумовлений такими обставинами:

- в умовах виробничих підприємств, громадських установ, житлового сектора і т. ін. забезпечення необхідного опору ізоляції у випадку застосування мереж, ізолюованих від землі, пов'язано з певними технічними і економічними проблемами;

- в мережах із глухозаземленою нейтраллю можливо забезпечити більш ефективний захист у випадку пошкодження ізоляції і переході напруги на неструмовідні частини електроустановок.

Напруга дотику. Дотик людини до корпусу ушкодженого обладнання або до корпусу обладнання, з'єднаного з ушкодженим загальним колом заземлення, зумовлює потрапляння людини під напругу дотику. Напруга дотику – це напруга між двома точками кола електричного струму, яких одночасно торкається людина, і дорівнює різниці потенціалів корпусу і точок поверхні ґрунту, де знаходяться ноги людини:

$$U_{\text{дот}} = \varphi_k - \varphi_x, \quad (13.9)$$

де φ_k – потенціал корпусу електроустановки, якої торкається людина; φ_x – потенціал в точці на поверхні ґрунту, де знаходяться ноги людини.

Напруга дотику, на відміну від напруги кроку, збільшується при віддаленні від заземлювача і за межами зони розтікання струму вона дорівнює напрузі на корпусі обладнання відносно землі. Захист від напруги дотику – вирівнювання потенціалів (встановлення електропровідної підлоги).

Таким чином, згідно з зазначеним вище, до основних факторів, які впливають на тяжкість ураження електричним струмом (на ІЛ) при попаданні людини під напругу, можна віднести:

- величину напруги мережі живлення, U , V ;
- величину напруги дотику $U_{\text{дот}}$, V ;
- конструкційні особливості мережі живлення – кількість фаз і режим нейтралі;

– величину опору і стан ізоляції – перш за все в мережах живлення, ізольованих від землі;

– протяжність і розгалуженість мережі живлення, які впливають на гіз і ємність відносно землі.

Повітряна лінія електропередачі або повітряна лінія електропередавання (ПЛ) — лінія для передавання електричної енергії по проводах, підвішених у повітрі до опор за допомогою ізоляторів та спеціальної арматури. Є однією з основних ланок енергетичної системи, яка призначена для передавання та розподілу електричної енергії напругою до і понад 1 кВ без зміни її параметрів.

Повітряними лініями електропередачі також передають інформацію за допомогою високочастотних сигналів або ВОЛП. Вони використовуються для диспетчерського керування, передавання телеметричних даних, сигналів релейного захисту та протиаварійної автоматики.

ПЛ складається з таких основних конструктивних елементів:

1. Проводів різних конструкцій та перерізів, якими передається електричний струм.
2. Грозозахисних тросів, які захищають лінії від грозових розрядів.
3. Опор різних типів — для підвішування проводів та грозозахисних тросів.
4. Ізоляторів або гірлянд ізоляторів для ізоляції проводів від заземлених частин опори.
5. Лінійної арматури, яка служить для кріплення проводів і тросів до ізоляторів та опор, а також для з'єднання проводів і тросів.

Заземлювальних пристроїв та розрядників, які забезпечують відведення струмів блискавки у землю.

Для повітряної лінії електропередачі використовують неізольовані або захищені полімерною ізоляцією багатожильні алюмінієві або сталюалюмінієві проводи з антикорозійним заповненням або без нього, рідше — одно- чи багатожильні сталеві проводи.

Над повітряними лініями електропередачі напругою 50 кВ (в окремих випадках -- 35 кВ) і вище для захисту від ударів блискавки підвішують заземлені троси зі сталевих або сталевалюмінієвих проводів. Разом з цими тросами чи вмонтованими у них можуть прокладатись волоконно-оптичні лінії зв'язку.

Опори повітряних ліній електропередачі — дерев'яні, залізобетонні, металеві або композитні. Опори можуть встановлюватись безпосередньо у ґрунт або на фундаментах.

Залежно від призначення та способу кріплення ізоляторів до опор розрізняють підвісні ізолятори, які використовують на лініях напругою 35 кВ та більше, і штирові, які застосовують на лініях до 35 кВ. Конструкція підвісних ізоляторів дає змогу складати з окремих ізоляторів гірлянди необхідної довжини залежно від напруги лінії. Штирові ізолятори розраховують лише на одну з електричних напруг лінії, тому лініям різних напруг відповідають різні типи штирових ізоляторів.

До лінійної арматури належать металеві деталі, які використовують для кріплення проводів і тросів до гірлянд ізоляторів і кріплення гірлянд до опор, з'єднання проводів і тросів, підтримування проводів на певній відстані один від одного при розщепленні фаз. За призначенням арматура поділяється на натяжні та підтримні затискачі, з'єднувачі, зчіпні деталі, дистанційні розпірки, захисні кільця і роги та віброгасники.

Повітряні лінії електропередачі поділяються на ПЛ напругою до 1000 В — низьковольтні і понад 1000 В (3, 6, 10, 35 кВ і т. д.) — високовольтні.

Протяжність повітряних ліній електропередачі напругою до 1 кВ (низька напруга) зазвичай становить 1...2 км і призначені вони для передачі й розподілу електроенергії на невеликі відстані всередині міст, селищ та сіл до введів у будинки або на підприємства. У містах при виконанні таких ліній перевагу віддають кабельним лініям електропередачі.

Лінії напругою 2...110 кВ (середня напруга) використовують для передачі електроенергії від районних підстанцій до населених пунктів і підприємств, що розміщені на відстані 10...20 км.

Лінії напругою 110...330 кВ (висока напруга), а інколи і 500 кВ призначені для передачі великих потужностей між електричними станціями і великими районними підстанціями для електропостачання великих міст або економічних районів на відстані від 30 до 600 км.

Лінії з надвисокою напругою 500 кВ використовують для передачі потужності до 1 млн кВт і служать для забезпечення зв'язку різних енергетичних систем, які розміщені на відстані до 1200 км. Лінії напругою 750 кВ служать для передачі потужності 2...2,5 млн кВт на відстань до 2000 км.

Лінія електропередач характеризується індуктивністю і ємністю. Ємнісна потужність є пропорційною до квадрату напруги, і не залежить від потужності, що передається лінією. Індуктивна ж потужність лінії є пропорційною до квадрату струму, а значить, і потужності лінії. За певного навантаження індуктивна і ємнісна потужності лінії стають однаковими, і вони компенсують одна одну. Лінія стає «ідеальною», тобто споживає стільки реактивної потужності, скільки її виробляє. Така потужність називається натуральною потужністю. Вона визначається лише погонними індуктивністю та ємністю, і не залежить від довжини лінії. За величиною натуральної потужності можна орієнтовно судити про пропускну спроможність лінії електропередачі. При передачі такої потужності на лінії мають місце мінімальні втрати потужності, тобто режим її роботи є оптимальним. При розщепленні фаз, за рахунок зменшення індуктивного опору і збільшення ємнісної провідності лінії, натуральна потужність зростає. При збільшенні відстані між проводами натуральна потужність зменшується, і навпаки, для підвищення натуральної потужності необхідно зменшувати відстань між проводами.

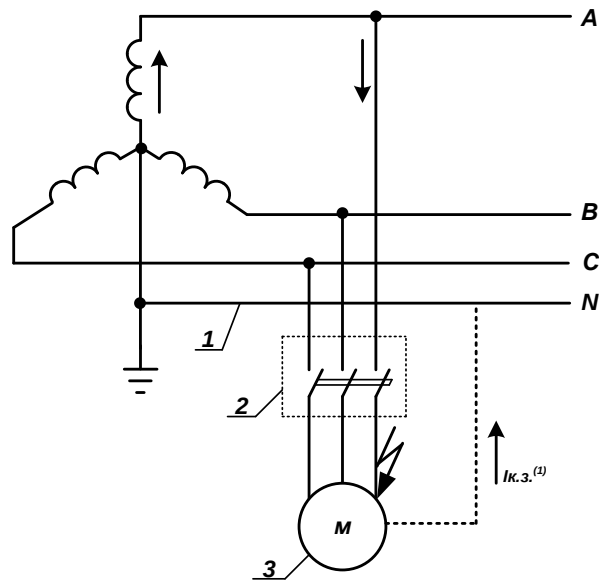
Під пропускною спроможністю лінії електропередачі розуміється найбільша активна потужність трьох фаз електропередачі, яку можна передати в тривалому усталеному режимі з урахуванням режимно-технічних обмежень. Найбільша передана активна потужність електропередачі обмежена умовами статичної стійкості генераторів електричних станцій, передавальною і приймальною частини електроенергетичної системи, і допустимою потужністю по нагріванню проводів лінії з допустимим струмом. З практики експлуатації електроенергетичних систем випливає, що пропускна здатність електропередач напругою 500 кВ і вище зазвичай визначається фактором статичної стійкості, для електропередач 220—330 кВ обмеження можуть наступати як за умовою стійкості, так і за допустимим нагрівом, 110 кВ і нижче — лише по нагріванню.

Розрахунок заземлюючого пристрою

Завдання: Розрахувати заземлюючий пристрій для нульової точки трансформатора потужністю 60 кВА і напругою 6000/380 В у чотирьох провідній трифазній мережі з глухозаземленою нейтраллю. Заземлювач виконати з сталевих труб.

Захисним зануленням в електроустановках до 10000В 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 10000В з глухо заземленою нейтраллю, 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 сталі водопровідні труби, труби артезіанських скважин, сталеві броні та 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, виміряний питомий опір в червні місяці був $0,4 \times 10^4$ Ом см;

Розрахунковий питомий опір:

$$\rho = \rho_{\text{вим.}} \Psi;$$

З дов. табл. приймаємо $\Psi=1,2$;

$$\rho = 0,4 \times 10^4 \times 1,2 = 0,544 \times 10^4 \text{ Ом см};$$

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

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

$$R_{o.pr.}=0,00227 \times 0,544 \times 10^4 = 12,30 \text{ м};$$

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 $5 \times 2,5 = 12,5 \text{ м}$, горизонтальних: $4 \times 2,5 = 10 \text{ м}$.

Розділ 14. Індивідуальне завдання

«Використання програмного забезпечення для автоматизованого проектування»

Програмне забезпечення- це сукупність програм системи оброблення інформації та програмних документів, необхідних для експлуатації цих програм.

Розрізняють системне програмне забезпечення (зокрема, операційна система, транслятори, редактори, графічний інтерфейс користувача); прикладне програмне забезпечення, що використовується для виконання конкретних завдань, наприклад, статистичне програмне забезпечення; інструментальне програмне забезпечення (комп'ютерні програми, призначені для проектування, розробки, адміністрування і супроводження системного та прикладного програмного забезпечення).

Виконання програмного забезпечення комп'ютером полягає у маніпулюванні інформацією та керуванні апаратними компонентами комп'ютера. Наприклад, типовим для персональних комп'ютерів є відтворення інформації на екран та отримання її з клавіатури.

Програмне забезпечення (software) та апаратне забезпечення (hardware) — це два комплементарні компоненти комп'ютера, причому межа між ними нечітка: деякі фрагменти програмного забезпечення на практиці реалізуються суто апаратурою мікросхем комп'ютера, а програмне забезпечення, своєю чергою, здатне виконувати (емулювати) функції електронної апаратури. По суті, призначення програмного забезпечення полягає в керуванні як самим комп'ютером, так і іншими програмами та маніпулюванні інформацією.

Комплекс програм, які забезпечують управління компонентами комп'ютерної системи, такими як процесор, оперативна пам'ять, пристрої введення-виведення, мережеве обладнання, виступаючи як «міжшаровий інтерфейс», з одного боку якого — апаратура, а з іншого — додатки користувача. На відміну від прикладного програмного забезпечення, системне не вирішує конкретні практичні завдання, а лише забезпечує роботу інших програм, надаючи їм сервісні функції, абстрагуючи деталі апаратної та мікропрограмної реалізації обчислювальної системи, керує апаратними ресурсами обчислювальної системи. Віднесення того чи іншого програмного забезпечення до системного є умовним, і залежить від угод, використовуваних у конкретному контексті. Як правило, до системного програмного забезпечення відносяться операційні системи, широкий клас сполучного програмного забезпечення.

Розрізняють системне, інструментальне та прикладне програмне забезпечення.

Системне програмне забезпечення призначено для обслуговування власних потреб комп'ютера — забезпечення його працездатності та виконання його внутрішніх функцій, а також для створення передумов для виконання прикладного програмного забезпечення. Типовим прикладом системного програмного забезпечення є операційна система.

Інструментальне програмне забезпечення — засоби для автоматизації процесу розробки нових програм і їх супроводу за допомогою мови програмування.

Прикладне програмне забезпечення, призначено для розв'язання задач користувача. Наприклад: редактори тексту, електронні таблиці, бази даних тощо.

Програмне забезпечення можна розділити на корисне і шкідливе. Корисне програмне забезпечення створюється для виконання завдань, що відповідають побажанням користувача комп'ютера. Основна мета шкідливого програмного забезпечення — виконувати операції, які є небажаними для користувача, часто із завданням прихованої чи явної шкоди. Прикладом шкідливого програмного забезпечення є комп'ютерні віруси.

Порівняння існуючого програмно забезпечення для проектування електромереж

Програми для порівняння:

- 1. sPlan**
- 2. КОМПАС-Электрик**
- 3. Eagle (Easily Applicable Graphical Layout Editor)**
- 4. AutoCAD Electrician**
- 5. EnergyCS**

sPlan

Плюси:

- Ця багатофункціональна і проста програма використовується для моделювання схем розводки електропроводки і трасування електронних плат.
- sPlan зручно використовувати. Потрібний елемент досить перемістити мишкою з панелі інструментів зліва в робочу область. Клацнувши правою клав'шею миші на елементі можна вказати необхідні властивості. Програмний пакет включає безліч готових бібліотек електронних компонентів, а також має функцію додавання своїх шаблонів. Створену схему можна зберегти або роздрукувати на принтері. У новій редакції програми додана функція друку великих форматів на звичайному принтері - програма автоматично розбиває креслення для друку на форматі A4.

Мінуси:

- Неофіційні версії даної програми не існує а всі інші хто «надає» цю програму у використання скоріш за все шахраї.

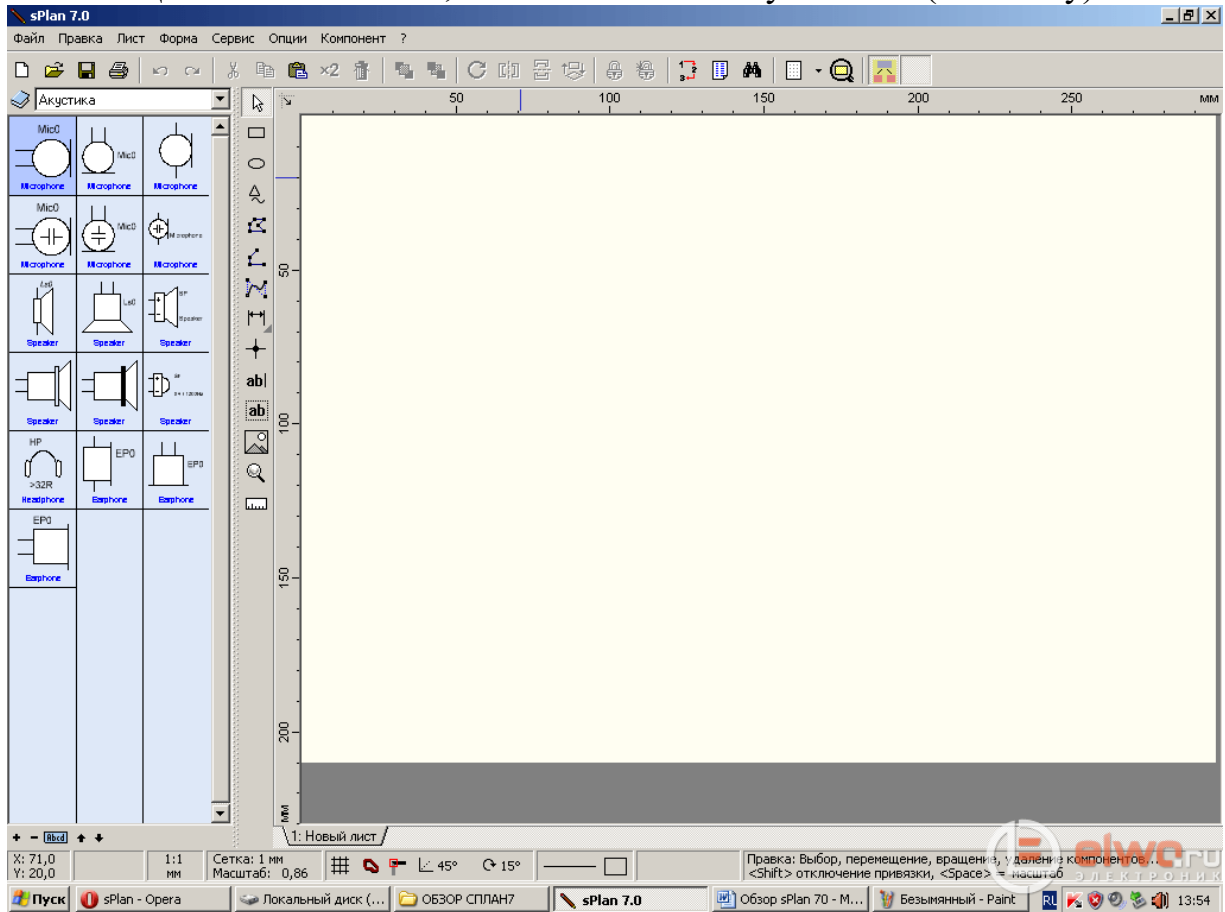
Інформація для початкового користування :

Новий проект. Перше, що ви побачите, буде вікно з чистим «листом паперу» і віконцем вибору компонента зліва Щоб намалювати схему ви просто берете і перетаскуєте компонент схеми зліва на лист справа. Щоб з'єднати ці компоненти, виберете в стовпці, яка знаходиться межу компонентами і листом функцію «лінія» (6-я зверху) - і з'єднувати. Якщо вам потрібно збільшити схему, то виберете в стовпці функцію «масштаб» (2-я знизу) - і

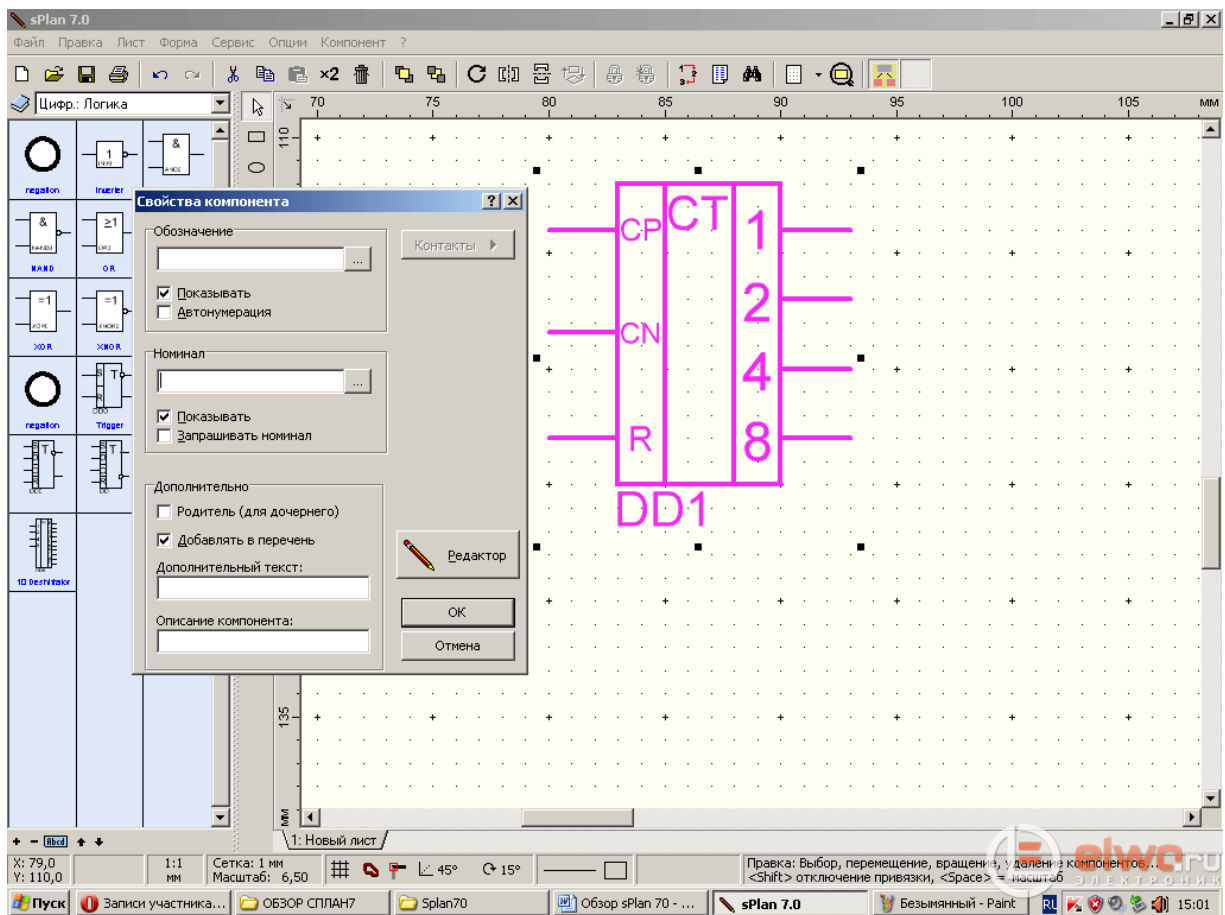
натисніть на лист - права клавіша мишки - збільшення, ліва клавіша - зменшення.

Щоб позначити місце з'єднання компонента, натисніть на стовпчику «вузол» (6-я знизу) - і натискайте правою клавішею на місце, де треба позначити.

Щоб вставити текст, натисніть на кнопку «текст» (5-я знизу).



Створення компонента. У вшитой в Splan-7 бібліотеці не така велика кількість компонентів - наприклад, геть відсутні лічильники і дешифратори - але є можливість створення свого компонента. Для цього потрібно просто намалювати компонент, позначити його, виділити його мишкою, і в меню «Компонент» (нагорі другий праворуч) вибрати пункт «Створити компонент з виділеного ...» - з'явиться віконце «Властивості компонента», де ви можете донастроїть свій компонент.



Після цього в меню «Компонент» (нагорі другий праворуч) вибрати пункт «Копіювати компонент (и) в бібліотеку ...». От і все.

Збереження і Експорт документа. Щоб зберегти документ, натисніть на значок у вигляді флорпідискети, виберіть місце збереження і натисніть ОК.

Документ зберігається в форматі «*.spl7» Щоб експортувати схему в зображення, натисніть на верхньому меню: Файл / Експорт ...

З розвитком електронної промисловості збільшувалася потреба в швидкому проектуванні і кресленні різних електронних схем. Ця проблема виникала в усіх сферах радіоелектроніки. З досягненням нових можливостей програмного забезпечення комп'ютерів на початку століття з'явилася програма SPLAN. Новий продукт був розроблений німецькою фірмою АВАКОМ. Програма SPLAN (ПС) постійно оновлюється і вдосконалюється.

Зверніть увагу! В даний час споживачі використовують оновлену версію - SPLAN 7.0.

КОМПАС-Электрик

Плюси:

- Ця програма до програми Компас-3D або КОМПАС-Графік, розроблене для проектування електричних схем різної складності. Програма широко використовується професійними електриками на території країн СНД. Вона містить великі бібліотеки електронних компонентів з урахуванням вимог ЕСКД і ГОСТів. Також можна завантажувати свої шаблони елементів.
- Додаток складається з двох компонентів: бази даних і редактора схем і звітів.
- Крім схем, є можливість створювати специфікації і таблиці.
- Програма російською мовою.
- Щоб дізнатися більше про виконання разових робіт можна скачати безкоштовну демо-версію, де показується це програма тільки в загальному вигляді, функціонуючі можливості в даній програмі також не можливо використати, до цього всього присутня можливість друкувати зроблені проекти в даній програмі.

Мінуси:

- Випускається на платній основі.

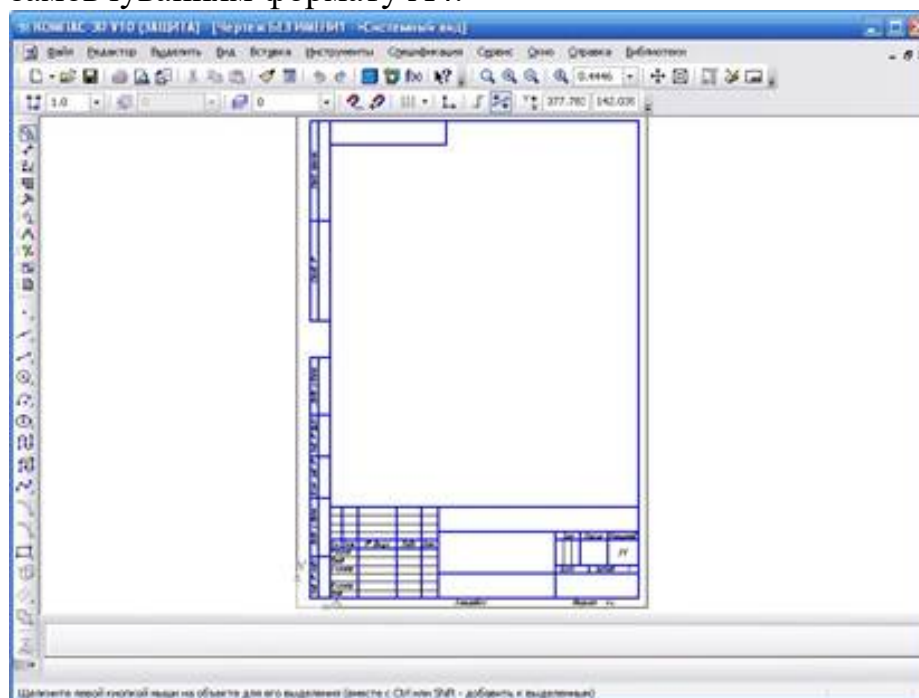
Інформація для початкового користування :

Запуск і налаштування програми.

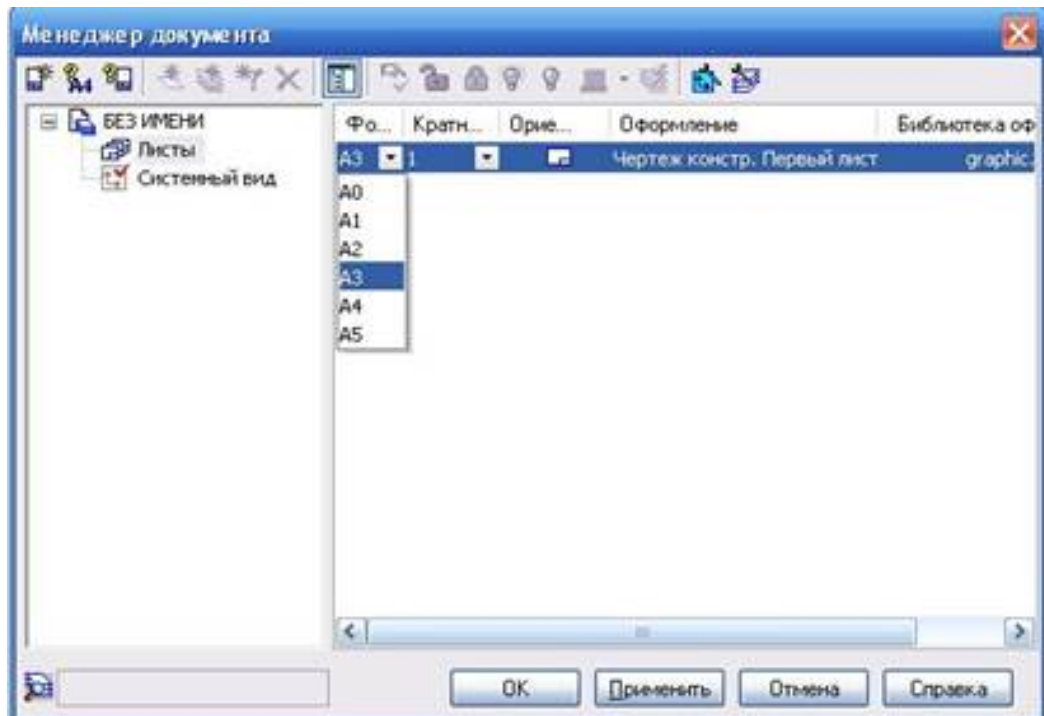
Після того як встановили програму, запусимо її, вийде вікно вітання, а потім наступне вікно, де нам потрібно буде вибрати тип документа, в якому і будемо працювати:



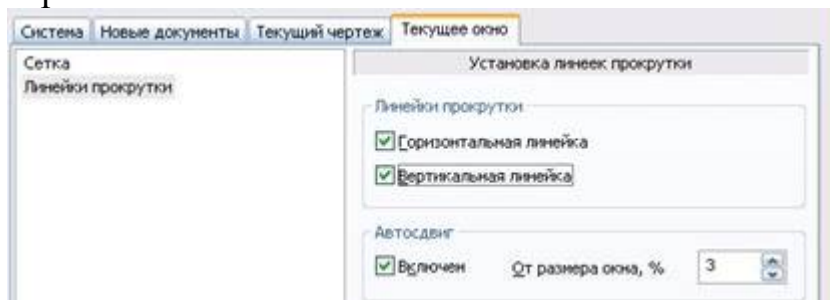
Вибираємо створити "Креслення", відкриється документ за замовчуванням формату А4.



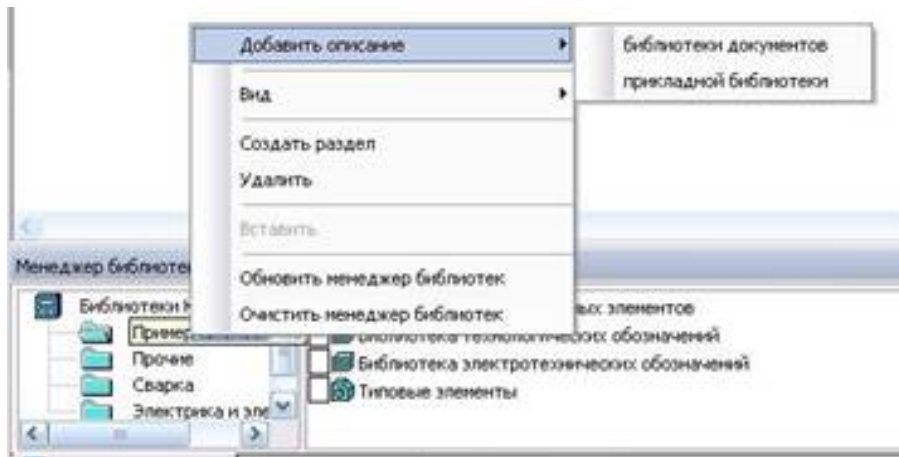
Якщо схема, яку Ви будете малювати об'ємна, то краще поміняти формат аркуша, скажімо на А3 і лист розташувати горизонтально. Для цього йдемо в меню СЕРВИС -> МЕНЕДЖЕР ДОКУМЕНТА, міняємо настройки, потім зберігаємо і закриваємо віконце.



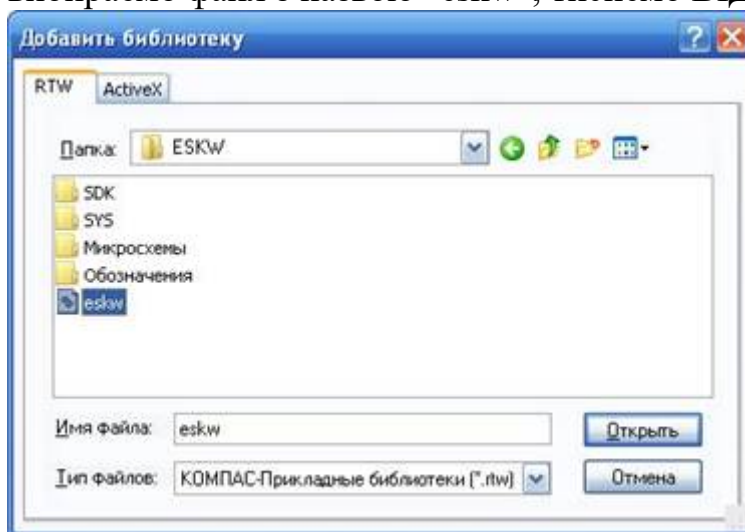
Для комфортної роботи, раджу зробити ще такі настройки, заходимо в меню СЕРВИС -> ПАРАМЕТРИ -> ПОТОЧНЕ ВІКНО -> лінійки прокручування. Ставимо галочки на горизонтальній і вертикальній лінійках:



Далі, завантажуюємо бібліотеку ESKW, качаємо архів в кінці статті, розпаковуємо, і копіюємо її в корінь папки, куди встановлена програма КОМПАС. Потім тиснемо СЕРВИС -> МЕНЕДЖЕР БІБЛІОТЕК, на нижній частині програми з'являться стовпці, на одній з папок натискаємо праву кнопку миші і вибираємо ДОДАТИ ОПИС -> ПРИКЛАДНОЇ БІБЛІОТЕКИ.



У віконці, що з'явилося, знаходимо папку ESKW, яку Ви розпакували і скопіювали в корінь папки з програмою, заходимо в цю папку і вибираємо файл з назвою "eskw", тиснемо ВІДКРИТИ.



У списку бібліотек внизу програми з'явиться нова бібліотека, ставимо галочку на ній і відкриваємо цю бібліотеку, при запуску бібліотеки вийде повідомлення, не читаючи її натискаємо ОК.

Вийде ось таке віконце, де ми і буде вибирати потрібні нам радіодеталі: резистори, конденсатори, діоди та ін. Це віконце не закриваємо, можна просто згорнути.

На цьому настройка і підготовка програми до роботи завершені, тепер можна приступати до малювання схеми.

Eagle (Easily Applicable Graphical Layout Editor)

Плюси:

- Це пакет програм для складання принципових електричних схем і трасування друкованих плат.
- Додаток включає в себе три основних компоненти:
 - Schematic Module - дозволяє створювати електронних схем з використанням стандартних елементів;
 - Layout Editor - допомагає користувачеві вручну створювати креслення друкованих плат;
 - Autorouter - призначений для автоматичного трасування друкованих плат.

Мінуси:

- Пакет додатків випускається на англійській мові. В інтернеті можна знайти русифікатори і доповнення до програми, але це не гарантує коректної роботи програми в подальшому.
- Програма випускається на платній основі, але є також безкоштовна програма з деякими обмеженнями. Для використання в побуті цілком буде досить установки безкоштовної версії.
- Використання даної програми для проектування масштабних електромереж не можлива так як є обмеження.
- Використання даної програми для навчання не можливо так як поданий матеріал, не відповідає всьому функціоналу.

Інформація для початкового користування :

Якщо ви маєте змогу для придбання даної програми вітаю вас. Так як сам не мав можливості придбати її, в мене тільки початкові можливості проектування в даній програмі. Для створення нового файлу чи проекту необхідно проробити всі ті ж самі дії як і в попередніх програмах. Але є приклад роботи в цій програмі наведений в загальній схемі роботи всіх запропонованих програм.

AutoCAD Electrician

Плюси:

- Ця програма до однієї з популярних креслярських програм AutoCAD. Ця програма має велику кількість вбудованих бібліотек і функцій. Є можливість створювати відразу кілька проектів зі спільним доступом різних користувачів. Для коректної роботи потрібно виконати безліч налаштувань, але це в подальшому значно полегшує роботу.
- Унікальна особливість додатка полягає в наявності інтелектуальної системи, яка може аналізувати проект, відстежувати можливі помилки проектувальника і виправляти їх.

Мінуси :

- Програма досить дорога і складна, тому використовується в основному професійними електриками.
- Для ознайомлення з додатком надається безкоштовна демо-версія всього на 30 днів.
- Даний період часу не є повноцінним для повного вивчення та вільного володіння програмою і проектування.
- Дана програма важка для саморозвитку потрібний кваліфікований спеціаліст який допоможе розібратися та навчить правильно користуватися даною програмою.

Інформація для початкового користування :

Якщо ви мали можливість працювати з програмою AutoCAD студенському вигляді, то труднощів для правильного проектування електро схем чи чогось іншого у вас не буде. По-перше у вас повинен бути створений шаблон в якому як ви повинні знати наведені стандарти ліній їх кольорів та розміток і поміток, з яких в майбутньому і буде ваше

креслення, насправді ця програма дуже легка у використанні, тільки у тому випадку якщо ви користувалися АВТОКАДОМ для студентів, та складність роботи в даній програмі тільки через те, що дана програма є платною і користуватися нею у повній мірі не можливо.

EnergyCS

Плюси :

- Програмний комплекс EnergyCS Електрика призначений для виконання електротехнічних розрахунків при проектуванні і експлуатації розподільних мереж змінного струму і постійного струму з живленням від акумуляторних батарей.
- Всі розрахунки в програмному комплексі EnergyCS Електрика виконуються за допомогою розрахункової моделі електричної мережі, яка відображає конфігурацію схеми і основні властивості її об'єктів (кабельних і повітряних ліній, трансформаторів, комутаційних апаратів, електроприймачів і т.д.).

Мінуси:

- Дана програма також являється платною.
- компанія яка розробила дану програму не надає безкоштовний доступ на декілька місяців для ознайомлення.
- Цю програму не можливо скачати на тестовий період або на тимчасовий навіть деякі університети не в змозі оплачувати щомісячно її.
- Дана програма важка в освоєнні користуванні, потрібно декілька уроків від професіонала або від людини яка вміє нею користуватись.

Інформація для початкового користування :

Так як об'єм для вивчення правильного користування даною програмою великий і так само ви зможете попрактикуватись тільки у

платній версії проектування в даній програмі звичайному студенту не може. Я залишаю силку на повний курс вивчення роботи в цій програмі.

https://www.energycs.ru/assets/files/energycs-tkz_user_guide.pdf

Висновок:

Якщо ви враховували вищезазначене відповідно до переліку наданих програм у то можна зробити висновок, що програма S-plan найбільше підходить для проектування електросистеми в автоматизованому цеху АТ «ЧЕРКАСЬКИЙ АВТОБУС»

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.