

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут (факультет) ННІТІ ім.акад.І.С.Гулого  
Кафедра Електропостачання та електроменеджменту

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

\_\_\_\_\_ Блаженко С.І. \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Балюта С.М. \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

**Кваліфікаційна робота**

**на здобуття освітнього ступеня бакалавра**

з спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Електротехніка та електротехнології»

на тему: «Розробка системи електропостачання цеху телефонних кабелів підприємства по виробництву кабельної продукції з аналізом показників якості електричної енергії виробленої на сонячній електростанції»

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

\_\_\_\_\_ Корнієнко Владислав Ігорович \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ Мартинюк Олександр Васильович \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_ Сірик А.О. \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_ Шевченко В.В. \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

(підпис)

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

Здобувач \_\_\_\_\_

(підпис)

Київ – 2020 р.

Національний університет харчових технологій

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім акад І.С. Гулого  
Кафедра Електропостачання та енергоменеджменту  
Освітній ступінь бакалавр  
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
Освітньо-професійна програма «Електротехніка та електротехнології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри ЕПЕМ**

/Балюта С.М./

« 08 » квітня 2020 р.

**З А В Д А Н Н Я**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) ЗДОБУВАЧА**

Корнієнку Владиславу Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) «Розробка системи електропостачання цеху телефонних кабелів підприємства по виробництву кабельної продукції з аналізом показників якості електричної енергії виробленої на сонячній електростанції»

керівник проекту (роботи) Мартинюк О.В.

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 08 » 04.2020 р. № 260- кс

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 03 червня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) \_\_\_\_\_

Характеристики споживачів цеху; генплан споживачів в цеху; характеристика високовольтних двигунів; струм КЗ на РПВН; графік реактивної потужності

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Розрахунок навантаження цеху телефонних кабелів; компенсація реактивної потужності; вибір схеми внутрішнього електропостачання цеху; розрахунок струмів КЗ та вибір електричних апаратів; якість електричної енергії.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

План розташування електричного обладнання цеху телефонних кабелів;однолінійна схема електропостачання цеху телефонних кабелів;конструкція цехової трансформаторної підстанції;спеціальна частина

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
6	Сірик А.О.	8.05.2020	16.05.2020

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 8 квітня 2020 року \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів виконання кваліфікаційного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Отримання завдання на дипломне проектування	08.04.2020 р	
2	Розрахунок навантаження цеху телефонних кабелів	18.04.2020р	
3	Компенсація реактивної потужності	22.04.2020р	
4	Вибір схеми внутрішнього електропостачання цеху	28.04.2020р	
5	Розрахунок струмів короткого замикання та вибір електричних апаратів	02.05.2020р	
6	Якість електричної енергії	09.05.2020р	
7	Електричне освітлення	15.05.2020р	
8	Спецпитання	21.05.2020р	
9	Охорона праці	23.05.2020р	
10	Оформлення пояснювальної записки	25.05.2020р	
11	Оформлення графічної частини проекту	30.05.2020р	
12	Подання готової роботи для перевірки на плагіат	3.06.2020	

Здобувач

\_\_\_\_\_ (підпис)

Корнієнко В.І.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Мартинюк О.В.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## Анотація

Корнієнко В.І. Розробка системи електропостачання цеху телефонних кабелів підприємства по виробництву кабельної продукції з аналізом показників якості електричної енергії виробленої на сонячній електростанції

Дипломний проект на здобуття ступеня бакалавра за напрямом 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”. Національний університет харчових технологій, Київ, 2020. Пояснювальна записка складається зі вступу, восьми розділів, висновку та списку використаної літератури. Загальний обсяг пояснювальної записки становить 175 стор.

Метою роботи є проектування загальної схеми електропостачання, розрахунок електричних навантажень цехових електроприймачів, вибір елементів та розрахунок цехової мережі, розрахунок освітлювальної мережі телефонного цеху, аналіз показників якості електричної енергії виробленої на сонячній електростанції

У дипломному проекті розроблено: загальна схема цеху телефонних кабелів, схема електропостачання телефонних кабелів, схема освітлювальної мережі телефонних кабелів. Проаналізовано показники якості електричної енергії виробленої на сонячній електростанції

ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ; ВИРОБНИЧИЙ ЦЕХ; ТРАНСФОРМАТОР;  
НАПРУГА; СТРУМ

					ДП2020 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Annotation

Kornienko VI Development of the power supply system of the telephone cable shop of the enterprise for the production of cable products with the analysis of the indicators of the quality of electric energy produced at the solar power plant

Diploma project for a bachelor's degree in 141 "Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics". National University of Food Technologies, Kyiv, 2020. The explanatory note consists of an introduction, eight chapters, a conclusion and a list of references. The total volume of the explanatory note is 175 pages.

The purpose of the work is to design the general scheme of power supply, calculation of electrical loads of shop electrical receivers, selection of elements and calculation of shop network, calculation of lighting network of telephone shop, analysis of quality indicators of electricity produced at solar power plant

In the diploma project the following is developed: the general scheme of shop of telephone cables, the scheme of power supply of telephone cables, the scheme of a lighting network of telephone cables. The indicators of the quality of electric energy produced at the solar power plant are analyzed

ELECTRICITY; PRODUCTION PLANT; TRANSFORMER; VOLTAGE;  
CURRENT

					<i>ДП2020 141</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Аннотация

Корниенко В.И. Разработка системы электроснабжения цеха телефонных кабелей предприятия по производству кабельной продукции с анализом показателей качества электрической энергии произведенной на солнечной электростанции

Дипломный проект на соискание степени бакалавра по направлению 141 "Электроэнергетика, электротехника и электромеханика". Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2020. Пояснительная записка состоит из введения, восьми глав, заключения и списка использованной литературы. Общий объем пояснительной записки составляет 175 стр.

Целью работы является проектирование общей схемы электроснабжения, расчет электрических нагрузок цеховых электроприемников, выбор элементов и расчет цеховой сети, расчет осветительной сети телефонной цеха, анализ показателей качества электрической энергии произведенной на солнечной электростанции

В дипломном проекте разработаны: общая схема цеха телефонных кабелей, схема электроснабжения телефонных кабелей, схема осветительной сети телефонных кабелей. Проанализированы показатели качества электрической энергии произведенной на солнечной электростанции.

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ; ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕХ; ТРАНСФОРМАТОР; НАПРЯЖЕНИЕ; ТОК

					<i>ДП2020 141</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Зміст

Вступ.....	7
Завдання.....	8-10
1.Розрахунок навантаження цеху телефонних кабелів.....	11
1.1.Розрахунок силового навантаження цеху.....	11-13
1.2.Розрахунок пікового струму й потужності групи споживачів силового навантаження.....	14-15
1.3.Розрахунок освітлювального навантаження.....	16
1.4.Розрахунок повного навантаження цеху.....	17
2.Компенсація реактивної потужності.....	18
2.1.Розрахунок необхідної потужності й кількості КУ для повної компенсації.....	19
2.2.Опис і характеристика вибраної КУ.....	20-23
2.3.Розрахунок фактичного коефіцієнта потужності.....	24
3.Вибір схеми внутрішнього електропостачання цеху.....	25-28
3.1.Вибір типу та розміщення цехової підстанції.....	29
3.2.Вибір кількості й потужності трансформаторів.....	30-34
3.2.1.Обґрунтування економічно доцільного режиму роботи трансформаторів.....	32

					<i>ДП 2020 141</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Зміст</b>			
Розроб.		Корнієнко В.І.						
Перевір.		Мартинюк.О.В						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Балюта С.М.			Літ.	Арк.	Аркушів	
ННІТІ ім.акад. І.С Гулого								
ЕЛ – 4 - 4								

3.2.2. Техніко – економічний розрахунок встановлених трансформаторів.....	32-34
3.3. Вибір кількості, типу та розташування розподільчих пристроїв.....	35-37
3.4. Вибір трас та способів прокладання низьковольтних кабельних ліній.....	48-55
3.5. Вибір марки і перерізу проводів низьковольтних кабельних ліній (шинопроводів).....	56-70
4. Розрахунок струмів короткого замикання та вибір електричних апаратів.....	71-72
4.1. Розрахунок струмів короткого замикання у низьковольтній розподільчій мережі.....	73-82
4.2. Вибір автоматичних вимикачів в РП – 0,38 кВ і розподільчих щитах.....	83-109
4.3. Вибір електричних апаратів РП – 6 кВ.....	110-120
4.4. Вибір трансформаторів струму для приладів контролю і обліку.....	121-131
5. Якість електричної енергії.....	132-135
6. Електричне освітлення.....	136-148
7. Спеціальна розділ.....	149-162
8. Охорона праці.....	163-171
Висновок.....	172-173
Список використаної літератури.....	174-175

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## Вступ

Проектування системи електропостачання цехів промислових підприємств

є складною і в той же час відповідальною задачею . Кожне прийняте проектне рішення безпосередньо впливає на об'єм і трудомісткість електромонтажних робіт , безпечність та зручність експлуатації як низьковольтних та і високовольтних електротехнічних установок системи електропостачання цеху.

Основна вимога , яка висувається до спроектованої системи електропостачання цеху – надійність електропостачання споживачів . Надійність електропостачання необхідно забезпечувати шляхом вибору найбільш досконалих електричних апаратів , кабельно – провідникової продукції , силових та вимірювальних трансформаторів , відповідністю розрахованих параметрів навантажень в нормальних і аварійних режимах номінальним ( паспортним ) навантаженням цих елементів , використанням резервування залежно від категорії надійності електроприймачів , пристроїв РЗА ( релейного захисту та автоматики ) .

Під час проектування обов'язково повинен проводитись детальний порівняльний аналіз економічності різних проектних рішень , так як спорудження електричних мереж та підстанцій завжди пов'язане зі значними матеріальними затратами . Тому проектувальник повинен вміти проектувати систему електропостачання з мінімально можливими для неї затратами , при цьому зберігаючи її надійність і безперебійність під час експлуатації .

					<i>ДП 2020 141</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>Вступ</b>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>	Корнієнко В.І.						7	
<i>Перевір.</i>	Мартинюк.О.В					ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
<i>Реценз.</i>						ЕЛ – 4 - 4		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>	Балюта С.М.							

## Завдання на виконання дипломного проєкту

Завданням даного дипломного проєкту є розробка системи електропостачання цеху телефонних кабелів підприємства по виробництву кабельної продукції .

Вихідні дані для розрахунку й розробки системи електропостачання цеху телефонних кабелів наведені нижче в табл.1 – 4 і рис.1 .

Номер на генплані	Назва електроприймача	Кількість n , шт	Встановлена потужність , кВт	Коефіцієнт використання , $K_B$	$\cos\varphi/tg\varphi$	Примітки
1 - 6	Вентилятор	6	19	0.65	0.8/0.75	
7 - 14	Кран - балка	8	9	0.1	0.5/1.73	ПВ = 25 %
15 - 23	Кабельні барабани моторні	9	39	0.24	0.65/1.17	
24 - 25	Випробувальна станція	2	24	0.5	0.8/1.02	
26	Прес	1	21	0.17	0.65/1.17	
27 - 36	Вентилятор	10	15	0.65	0.8/0.75	
37	Компресор	1	10	0.7	0.8/0.75	
38 – 41 ,46 - 47	Кромкообрізний станок	6	19	0.17	0.65/1.17	
42	Прес	1	15	0.17	0.65/1.17	
43	Лінія скручування	1	5.5	0.75	0.75/1.17	
44 - 45	Лінія грубого волочіння	2	48	0.45	0.87/0.57	
48 - 52	Насос	5	8.5	0.7	0.8/0.75	
53	Лінія скручування	1	6.5	0.75	0.75/1.17	
54 - 56	Перемоточний станок	3	17	0.2	0.65/1.17	
57 - 60	Кромкообрізний станок	4	19	0.17	0.65/1.17	
61 - 62	Шлангова лінія	2	9	0.4	0.65/1.17	
63 – 64	Горизонтально – ізолювальна машина	2	48	0.2	0.65/1.17	
65 - 67	Станок фрезерний	3	19	0.14	0.5/1.73	
68 - 70	Станок стругальний	3	21	0.17	0.65/1.17	
71	Машина грубого волочіння	1	144	0.24	0.65/1.17	
72	Лінія бронювання	1	48	0.4	0.65/1.17	
73	Лінія ізолювання	1	42	0.4	0.65/1.17	
74	Машина волочення сталевого дроту	1	145	0.24	0.65/1.17	

Табл.1

					<b>ДП 2020 141</b>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Завдання ДП</b>		
Розроб.		Корнієнко В.І.					
Перевір.		Мартинюк.О.В					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Балюта С.М.			Літ.	Арк.	Аркушів
							8
						<b>ННІТІ ім.акад. І.С Гулого</b>	
						<b>ЕЛ – 4 - 4</b>	

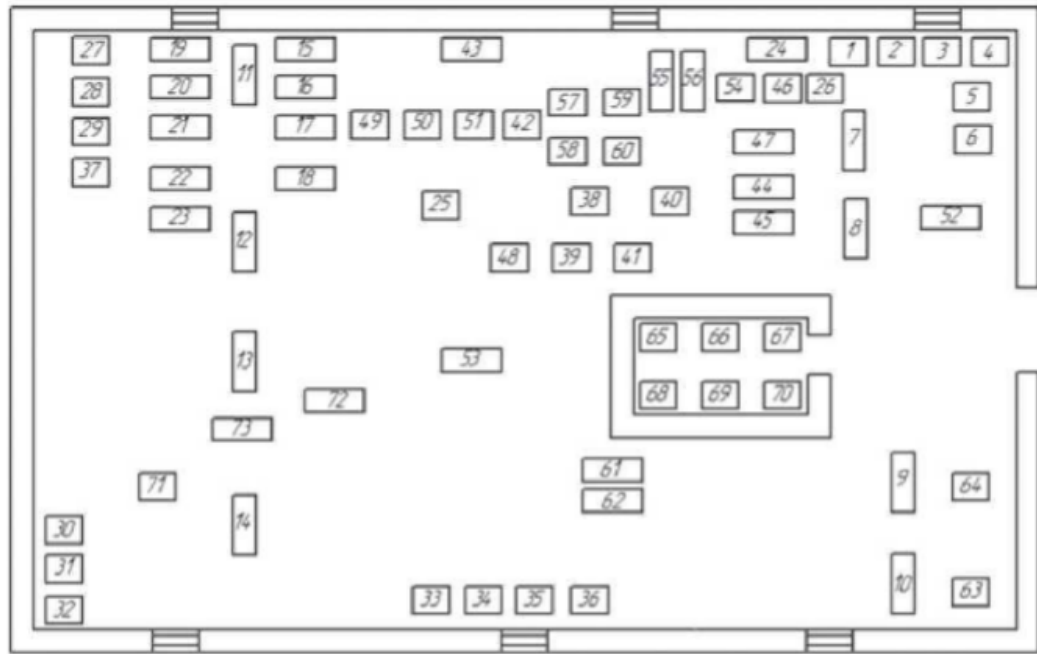


Рис.1 Генплан цеху телефонних кабелів

t , год	$\frac{Q_t}{Q_H} * 100 , \%$
0 - 3	10
3 - 6	20
6 - 9	30
9 - 12	40
12 - 15	100
15 - 18	10
18 - 21	20
21 - 24	30
$\cos\varphi_H$	0,97

Табл.2 Добовий графік реактивної потужності

Матеріал проводу живлення електроприймачів 380 В	Cu
Категорійність електроспоживачів	1

Табл.3 Технічні вимоги до електроприймачів цеху

Номінальна потужність	800
Тип електродвигуна	СД
Кількість електродвигунів	2
Номінальна напруга	6
Коефіцієнт завантаження	0.7
Віддаль до РП ВН ,м	350

Табл.4 Технічні параметри високовольтних електроприймачів підприємства

Додаткові вихідні дані :

час використання найбільшого навантаження ТНБ =3500 год ;

струм трифазного короткого замикання з боку ВН цехової ТП ІКЗ = 9 кА

;

площа цеху : А x В x h = 72 x 56 x 7 .

# 1. Розрахунок навантаження цеху телефонних кабелів

## 1.1. Розрахунок силового навантаження цеху

Даний розрахунок виконаю за методом впорядкованих діаграм використовуючі дані наведені в табл.1 .

Згідно з цією методикою ( нормативною ) ,наші ЕП потрібно розділити за графіками роботи на постійних і змінних . Однак , виходячи з умови завдання на ДП , ми не маємо жодної інформації про умови роботи обладнання , технологію виробництва кабельно – провідникової продукції і режим роботи нашого цеху і конкретно кожного окремо ЕП , то згідно з рекомендаціями по розрахунку навантаження цеху за даною методикою , ми всі електроприймачі відносимо до однієї загальної групи – електроприймачі зі змінним графіком навантаження.

Разом – 74 електроприймача цеху .

Для початку , розрахуємо номінальні потужності споживачів цеху :

$$P_{\text{ном.}i} = n_i * P_{\text{вст.}i}$$

Для прикладу розрахуємо для споживача  $P_{\text{ном}1-6}$  «Вентилятор» :

$$P_{\text{ном.}1-6} = n_{1-6} * P_{\text{вст.}1-6} = 6 * 19 = 114 \text{ кВт.}$$

Після розрахунку всіх номінальних потужностей електроприймачів зі змінним навантаженням , розрахуємо сумарне номінальне навантаження:

$$P_{\text{ном}} = \sum P_{\text{ном.}i} = 1785.5 \text{ кВт.}$$

Розраховуємо середню активну потужність за найбільш завантажену зміну  $P_{\text{см}}$  :

$$P_{\text{см.}i} = K_{\text{в.}i} * P_{\text{ном.}i}$$

Для прикладу розрахуємо для споживача  $P_{\text{ном}1-6}$  «Вентилятор» :

$$P_{\text{см.}1-6} = K_{\text{в.}1-6} * P_{\text{ном.}1-6} = 0.65 * 114 = 74.1 \text{ кВт.}$$

					<i>ДП 2020 141</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Корнієнко В.І.			<b>Розрахунок навантаження цеху телефонних кабелів</b>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Мартинюк.О.В					11	
<i>Реценз.</i>						<b>ННІТІ ім.акад. І.С Гулого</b>		
<i>Н. Контр.</i>						<b>ЕЛ – 4 - 4</b>		
<i>Затверд.</i>		Балюта С.М.						



Тепер у нас є всі дані щоб розрахувати активну розрахункову потужність електроприймачів зі змінним графіком навантаження  $P_p$  :

$$P_{p.сил} = K_M * P_{см} = 1.208 * 600.61 = 725.54 \text{ кВт.}$$

Розрахункова реактивна потужність електроприймачів  $Q_p$  зі змінним графіком навантаження :

$$\text{якщо } n_e \leq 10, \text{ то } Q_{p.сил.} = 1.1 Q_{см};$$

$$n_e > 10, \text{ то } Q_p = Q_{см};$$

$$Q_{p.сил.} = Q_{см} = 581.16 \text{ квар.}$$

Розрахуємо  $S_{p.сил}$  ( силове ) так як в нас є всі дані для цього :

$$S_{p.сил.} = \sqrt{P_{p.сил.}^2 + Q_{p.сил.}^2} = \sqrt{725.54^2 + 581.16^2} = 929.6 \text{ кВ * А.}$$

Згідно з отриманим значенням  $S_{p.сил}$  розрахуємо значення струму  $I_{p.сил}$ :

$$I_{p.сил} = \frac{S_{p.сил}}{\sqrt{3} * U_{ном}} = \frac{929.6}{\sqrt{3} * 0.38} = 1412,4 \text{ А.}$$

## 1.2. Розрахунок пікового струму й потужності

### групи споживачів силового навантаження

Розрахунок пікового струму електроприймачів із змінним графіком навантаження виконується за правилом , при якому найпотужніший двигун із групи цих ЕП запускається , а інші працюють в номінальному режимі .

Розрахунок пікового струму ЕП за змінним графіком виконується за наступною формулою :

$$I_{\text{пik}}^{\sim} = i_{\text{пуск}}^{\text{max}} + (I_{\text{роз}}^{\sim} - K_B * I_{\text{ном.і.}}^{\text{max}}),$$

де  $i_{\text{пуск}}^{\text{max}}$  – пусковий струм найпотужнішого двигуна із групи ЕП ;

$I_{\text{р.с.ил}}$  – розрахунковий струм силового навантаження всієї групи ЕП ;

$K_{B.i.}$  – коефіцієнт використання і-го найпотужнішого двигуна із групи ЕП ;

$I_{\text{ном.і.}}^{\text{max}}$  – номінальний струм і-го найпотужнішого двигуна із групи ЕП.

Тобто , як ми можемо спостерігати з вищенаведеної формули , нам потрібно розрахувати значення  $i_{\text{пуск}}^{\text{max}}$  ,  $I_{\text{ном.і.}}^{\text{max}}$  .

Виконаємо розрахунок  $I_{\text{ном.і.}}^{\text{max}}$  :

$$I_{\text{ном.і.}}^{\text{max}} = \frac{P_{\text{ном}}^{\text{max}}}{\sqrt{3} * U_{\text{ном.мер.}} * \cos\varphi * \eta_{\text{ном.дв.}}} = \frac{145}{\sqrt{3} * 0.38 * 0.65 * 0.75} = 451.91 ,$$

$\cos\varphi = 0.65$  – згідно з табл.1 ;

$\eta_{\text{ном.дв.}} = 0.75$  – вибиралось мінімальне значення ККД для запасу , при виборі АЗ ( апарату захисту ) і КЛ ( кабельної лінії ) за струмом ЕП.

Виконаємо розрахунок  $i_{\text{пуск}}^{\text{max}}$

$$i_{\text{пуск}}^{\text{max}} = K_{\text{пуск}} * I_{\text{ном.і.}}^{\text{max}} = 5 * 451.91 = 2\,259.6 \text{ А},$$

де  $K_{\text{пуск}}$  – кратність пускового струму для асинхронного електродвигуна.

					<i>ДП 2020 141</i>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Корнієнко В.І.			Лит.	Арк.	Архивів
Перевір.		Мартинюк.О.В				14	
Реценз.					ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
Н. Контр.					ЕЛ – 4 - 4		
Затверд.		Балюта С.М.					
Розрахунок пікових струмів й потужності групи споживачів силового навантаження							

Згідно з вищерозрахованими значеннями , знайдемо значення  $I_{\text{пік}}^{\sim}$  :

$$I_{\text{пік}}^{\sim} = i_{\text{пуск}}^{\text{max}} + (I_{\text{роз}}^{\sim} - K_B * I_{\text{ном.і.}}^{\text{max}}) = 2\,259.6 + (1412,4 - 0.24 * 451.91) = 3563.5 \text{ A.}$$

Виконаємо розрахунок значення пікової потужності групи ЕП , що працюють за змінним графіком навантаження :

$$S_{\text{пік}}^{\sim} = \sqrt{3} * U_{\text{ном.мер.}} * I_{\text{пік}}^{\sim} = \sqrt{3} * 0.38 * 3563.5 = 2345.4 \text{ кВ} * \text{A.}$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

### 1.3. Розрахунок освітлювального навантаження цеху

Розрахунок освітлювального навантаження , на мою думку , слід виконати за методом питомої щільності навантаження .

Щоб виконати розрахунок нам потрібно наше приміщення ( в даному випадку цех телефонних кабелів ) охарактеризувати , тобто визначити розряд роботи за точністю , визначити згідно з ДБН В.2.5-28-2006 нормовану освітленість  $E_n$  , підібрати систему освітлення , джерело світла ( його тип ) , освітлювальну арматуру , і відштовхуючись від цих даних ( джерела світла ) вибрати коефіцієнт запасу . Але на даному етапі розрахунку нам достатньо лише знати площу нашого цеху і тип приміщення.

Сумарна активна потужність , яка витрачається на живлення освітлювальних установок :

$$P_{p.осв.} = P_{осв.}^{пит} * F = 16 * (72 * 56) = 16 * 4032 = 64 512 \text{ Вт} = 60.512 \text{ кВт},$$

де  $P_{осв.}^{пит} = 16 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$  – питома густина освітлювального навантаження для виробничого приміщення ;

$$F = a * b = 72 * 56 = 4032 \text{ м}^2 - \text{ площа цеху .}$$

$$Q_{p.осв.} = P_{p.осв.} * tg\varphi = 60,512 * 0.2 = 12.1 \text{ квар} ,$$

$cos\varphi = 0.98$  – для LED – ламп ( так як в перспективі вони плануються встановлюватися ) ,  $tg\varphi = arccos(0.98) = 0.2$ .

Повна потужність , яка витрачається на ОУ ( освітлювальні установки ) :

$$S_{p.осв.} = \sqrt{P_{p.осв.}^2 + Q_{p.осв.}^2} = \sqrt{60.512^2 + 12.1^2} = 61.71 \text{ кВ} * \text{А} .$$

Струм , який витрачається на ОУ :

$$I_{p.осв.} = \frac{S_{p.осв.}}{\sqrt{3} * U_{ном}} = \frac{61.71}{\sqrt{3} * 0.38} = 93.76 \text{ А} .$$

					<i>ДП 2020 141</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Корнієнко В.І.			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архивів</i>
<i>Перевір.</i>		Мартинюк.О.В				16	
<i>Реценз.</i>					ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
<i>Н. Контр.</i>					ЕЛ – 4 - 4		
<i>Затверд.</i>		Балюта С.М.					

### 1.4. Розрахунок повного навантаження цеху

Після отримання розрахункових даних по  $S_{p.сил.}$  і  $S_{p.осв.}$  розрахуємо повне навантаження цеху  $S_{p.ц.}$  :

$$S_{p.ц.} = S_{p.сил.} + S_{p.осв.} = 929,6 + 61,71 = 991,31 \text{ кВ} * \text{А.}$$

Розрахуємо значення повного струму цеху :

$$I_{p.ц.} = I_{p.сил.} + I_{p.осв.} = 1412,4 + 93,76 = 1506,16 \text{ А.}$$

Отримані значення занесемо в табл.6.

Тип навантаження	$P_p, \text{кВт}$	$Q_p, \text{квар}$	$S_p, \text{кВ} * \text{А}$	$I_p, \text{А}$
Силове	725.54	581.16	929.6	1412.4
Освітлювальне	60.512	12.1	61.71	93.76
Цехове	786.05	593.26	991.31	1506.16

Табл.6

					<i>ДП 2020 141</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Корнієнко В.І.			<b>Розрахунок повного навантаження цеху</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Мартинюк.О.В					17	
<i>Реценз.</i>						<b>ННІТІ ім.акад. І.С Гулого</b>		
<i>Н. Контр.</i>						<b>ЕЛ – 4 - 4</b>		
<i>Затверд.</i>		Балюта С.М.						

## 2. Компенсація реактивної потужності

Компенсація реактивної потужності виконується за для того , щоб зменшити втрати активної потужності ( за допомогою збільшення  $\cos\varphi$  ).

Реактивна потужність у мережах промислових підприємств має наступний розподіл у % : АД (асинхронні двигуни ) – 70% , трансформатори – 20 % , освітлення та інші ЕП – 10 % .

Для ЕП відносно невеликої потужності , що приєднуються до мереж 6 – 10 кВ , економічно вигідним рішенням є повна компенсація реактивної потужності в мережі до 1 кВ.

Нерегульовані КУ ( конденсаторні установки ) в низьковольтних мережах потрібно розміщувати у цехах , групових РП ( розподільчих пунктах ) за умови , якщо навколишнє середовище допускає таке виконання .

Місце установки конденсаторних батарей в низьковольтних мережах вибирають виходячи з того , де потрібно регулювати значення напруги чи реактивної потужності .

Не рекомендується встановлювати КБ ( конденсаторні батареї ) на стороні 6 – 10 кВ ЦТП ( цехової трансформаторної підстанції ) .

					<i>ДП 2020 141</i>					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>						
<i>Розроб.</i>		Корнієнко В.І.			Розрахунок компенсації реактивної потужності			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Мартинюк.О.В						18		
<i>Реценз.</i>								ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
<i>Н. Контр.</i>								ЕЛ – 4 - 4		
<i>Затверд.</i>		Балюта С.М.								

## 2.1. Розрахунок необхідної потужності й кількості КУ для повної компенсації

Загальна формула для визначення  $Q_{\text{КУ}}$  :

$$Q_{\text{КУ}} = Q_{\text{р.ц.}} - Q_{\text{е1}},$$

$Q_{\text{р.ц.}}$  – повна розрахункова реактивна потужність цеху ;

$Q_{\text{е1}}$  – реактивна потужність , яку в режимі максимуму навантаження має змогу передати енергосистема в мережу споживача.

$Q_{\text{е1}} = 0$  , приймається рівним 0 в тому випадку , коли цех знаходиться на стадії проектування , і наперед невідомо значення реактивної потужності , яку енергосистема зможе передати.

Тому , наша формула приймає наступного вигляду :

$$Q_{\text{КУ}} = Q_{\text{р.ц.}} - 0 = 593.26 - 0 = 593,26 \text{ квар.}$$

Згідно з отриманим значення  $Q_{\text{КУ}} = 593.26$  квар , я обираю для компенсації реактивної потужності 1 конденсаторну установку регульовану багатоступнічату типу УКМ58 – 0,4 – 600 – 50 УЗ.

$$Q_{\Sigma \text{КУ}} = 1 * 600 = 600 \text{ квар.}$$

Перевіримо за умовою повної компенсації реактивної потужності :

$$Q_{\Sigma \text{КУ}} \geq Q_{\text{р.ц.}}$$

$$Q_{\Sigma \text{КУ}} = 600 \text{ квар} > Q_{\text{р.ц.}} = 593.26 \text{ квар}$$

тобто умова повної компенсації виконується .

Оберемо АВ який захищатиме нашу КУ :

$$I_{\text{НОМ.КУ}} = 864 \text{ А,}$$

$$I_{\text{НОМ.АВ}} = 1000 \text{ А} > I_{\text{НОМ.КУ}} = 864 \text{ А,}$$

Обираю АВ типу ВА5641.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## 2.2 Опис і характеристика вибраної конденсаторної установки

УМК58 – 0.4 – 600 – 50 УЗ :

УК – установка конденсаторна ;

М – з автоматичним регулюванням реактивної потужності ;

58 – конструктивне виконання ;

0,4 – номінальна напруга , на яку встановлюється КУ ,кВ ;

600 – номінальна потужність , квар ;

50 – потужність ступеня регулювання ( загалом 12 ступенів регулювання )  
 , квар ;

У – для помірного клімату ;

З – монтаж у закритому приміщенні .

Так як дана КУ є автоматично регульованою , то в ній вже заданий закон регулювання .

В даній КУ використовується регулятор реактивної потужності LOVATO DCRL 8 , який має 8 вбудованих релейних виходів ( 144 x 144 мм ) , з можливістю розширення до 14 ступенів . Має широкий спектр напруги живлення (100 – 440 В змінного струму ) , захищає конденсатор від перевантаження по струму ввід з регульованим значенням номінального струму ( 1 – 5 А ) , працює в діапазоні частот 45 - 66 Гц , потужність споживання 3 Вт – 8.5 В\*А.

УКМ 58 використовує трифазні конденсатори з'єднані у трикутник .

Конденсаторна установка УКМ58 – 0.4-600-50УЗ складається з наступних елементів :

ввідний апарат – автоматичний вимикач ;

					<i>ДП 2020 141</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Корнієнко В.І.			<b>Опис і характеристика вибраної конденсаторної установки</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Мартинюк.О.В					20	
<i>Реценз.</i>						<b>ННІТІ ім.акад. І.С Гулого</b>		
<i>Н. Контр.</i>						<b>ЕЛ – 4 - 4</b>		
<i>Затверд.</i>		Балюта С.М.						

запобіжник , з великою вимикаючою здатністю , підключений до системи шин ;

контактори , які адаптовані до роботи з конденсаторами ;

розрядні резистори ;

силові конденсатори RTR ENERGIA (Испанія) з малими втратами ;

контролери реактивної потужності LOVATO DCRL 8 ;

клеми для нейтральних і фазних провідників ;

металева шафа , в якій встановлені всі вищеперераховані компоненти.

Технічні характеристики конденсатора УКМ58 – 0.4 – 600 – 50 УЗ.

Номінальна напруга , В	400
Номінальний струм , А	864
Номінальна частота , Гц	50
Номінальна потужність , квар	600
Кількість та потужність ступенів , квар	12 x 50
Втрати в діелектрику , Вт/квар	<0.2
Втрати в конденсаторах , Вт/квар	<0.3
Максимальна напруга	1.1U <sub>н</sub>
Допустиме перевантаження по струму	1.3I <sub>н</sub>
Розрядні резистори	по два на кожний конденсатор
Регулятор	LOVATO DCRL 8
Конденсатори косинусні	RTR ENERGIA
Розміри ( ВхШхД) , мм	1550x1100x410
Вага , кг	210
Діапазон температур	±50 °С
Ступінь захисту ІР	54
Місце монтажу	всередині приміщення

Табл.7

Нижче наведений добовий графік реактивної потужності .

Графік зміни реактивного навантаження

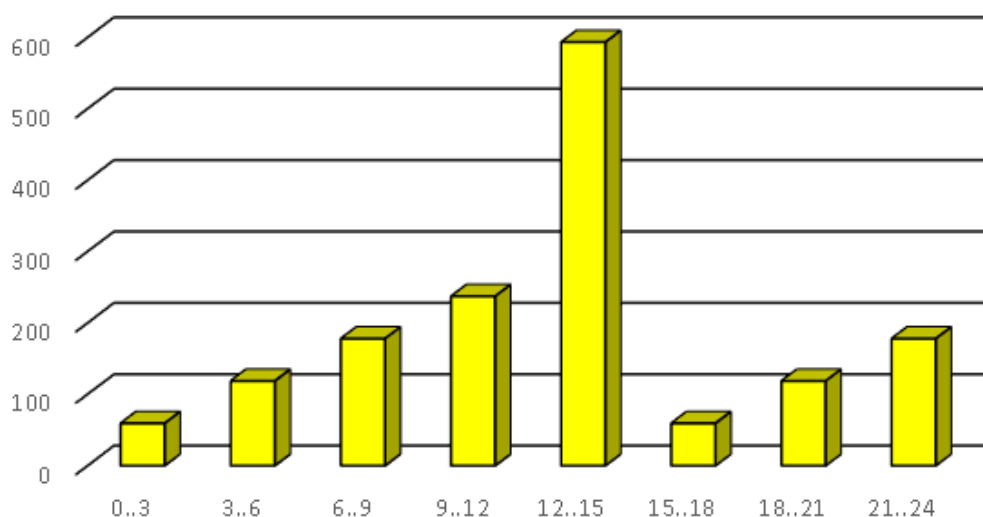


Рис.2

Згідно з добовим графіком реактивного навантаження розпишемо кількість ступенів регулювання в окремо кожний період часу використовуючи дані за табл.2.

t, год	$\frac{Q_t}{Q_n} * 100, \%$	$Q_t, В$
0 - 3	10	59,33
3 - 6	20	118,65
6 - 9	30	177,98
9 - 12	40	237,3
12 - 15	100	593,26
15 - 18	10	59,33
18 - 21	20	118,65
21 - 24	30	177,98

Табл.8

Кількість ступенів відповідно до періоду і величини реактивного навантаження :

- 0..3 – 2 x 50 ( 2 ступені по 50 квар кожен ) ;
- 3..6 – 3 x 50 ( 3 ступені по 50 квар кожен ) ;
- 6..9 – 4 x 50 ( 4 ступені по 50 квар кожен ) ;
- 9..12 – 6 x 50 ( 6 ступенів по 50 квар кожен ) ;
- 12..15 – 12 x 50 ( 12 ступенів по 50 квар кожен ) ;
- 15..18 - 2 x 50 ( 2 ступені по 50 квар кожен ) ;
- 18..21 - 3 x 50 ( 3 ступені по 50 квар кожен ) ;
- 21..24 - 4 x 50 ( 4 ступені по 50 квар кожен ) .

					<i>ДП2020 141</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		23

### 2.3. Розрахунок фактичного коефіцієнта потужності

До встановлення КУ :

$$P_{p.c.} = 786.05 \text{ кВт} ;$$

$$Q_{p.c.} = 593.26 \text{ квар.}$$

Розрахуємо значення  $tg\varphi$  що дізнатись значення  $\cos\varphi$  до встановлення КУ і повної компенсації реактивної потужності :

$$tg\varphi = \frac{Q_{p.c.}}{P_{p.c.}} = \frac{593.26}{786.05} = 0.755$$

Розраховуємо  $\cos\varphi$  ;

$$\cos\varphi = \cos(\arctg(0.755)) = 0.798.$$

Після повної компенсації :

$Q_{p.c.} = 0$  квар , так як  $Q_{\Sigma КУ} = 600$  квар , тобто  $Q_{p.c.} - Q_{\Sigma КУ} = 593.26 - 600 < 0$  .

Отже , згідно нового значення  $Q_{p.c.} = 0$  квар , перерахуємо наш  $\cos\varphi$  і  $tg\varphi$ :

$$tg\varphi = \frac{Q_{p.c.}}{P_{p.c.}} = \frac{0}{786.05} = 0$$

$\cos\varphi = \cos(\arctg(0)) = 1$  , що і потрібно було добитися компенсацією за допомогою УКМ58 – 0.4 -600 – 50 УЗ.

					<i>ДП 2020 141</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Корнієнко В.І.			<b>Розрахунок фактичного коефіцієнта потужності</b>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Мартинюк.О.В					24	
<i>Реценз.</i>						<b>ННІТІ ім.акад. І.С Гулого</b>		
<i>Н. Контр.</i>						<b>ЕЛ – 4 - 4</b>		
<i>Затверд.</i>		Балюта С.М.						

### 3. Вибір схеми внутрішнього електропостачання цеху

Всі споживачі цеху телефонних кабелів , згідно з завдання , отримують живлення напругою 380 В . Але для забезпечення вільного доступу персоналу до мережі живлення для власних потреб , доцільно ще дати можливість використовувати напругу 220 В . Згідно з вищесказаним , перед тим як розраховувати кількість трансформаторів і переріз живлячої лінії від них до РП ( розподільчого пункту ) потрібно правильно підібрати і обґрунтувати вибір системи заземлення електроприймачів і джерела живлення ( в даному випадку устаткування й вторинну обмотку трансформатора ) .

Вибір нам потрібно зробити з наступних систем заземлення :

TN – C ;

TN – S ;

TN – C – S ;

TT ;

IT.

Система TN – C – це система , в якій нейтральний N і захисний PE провідники об'єднанні в один PEN провідник по усій довжині мережі .

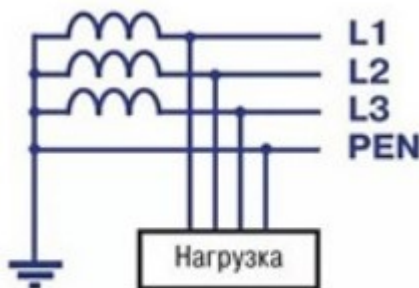


Схема TN-C

					<i>ДП 2020 141</i>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Корнієнко В.І.				Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Мартинюк.О.В					25	
Реценз.					ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
Н. Контр.					ЕЛ – 4 - 4		
Затверд.	Балюта С.М.						

Вибір схеми внутрішнього електропостачання цеху

Рис.3

Система TN – S - це система , в якій нейтральний N і захисний PE провідники розділені на два окремих по усій довжині мережі .

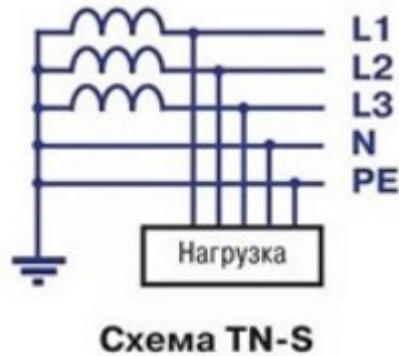


Рис.4

Система TN – C – S – це система , в якій нейтральний N і захисний PE провідники поєднані в один PEN провідник починаючи від мережі , і вже на певній ділянці розділяються на два окремих N і PE провідники.

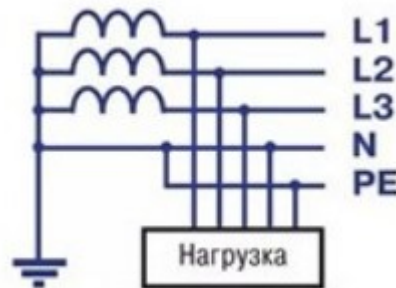


Рис.5

Система TT - система, одну точку струмовідних частин джерела живлення якої заземлено, а відкриті провідні частини електроустановки приєднано до PE-провідника, з'єднаного із заземлювачем, електрично не залежним від заземлювача, до якого приєднано точку струмовідних частин джерела живлення.

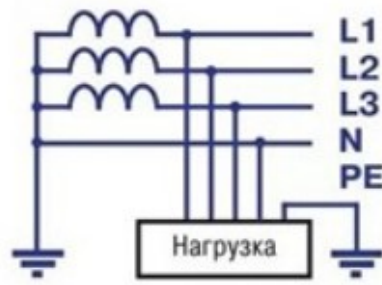


Схема ТТ

Рис.6

Система IT - система, в якій мережу живлення ізольовано від землі або її заземлено через прилади або ( і ) пристрої, що мають великий опір, а відкриті провідні частини електроустановки приєднано до заземленого РЕ-провідника.

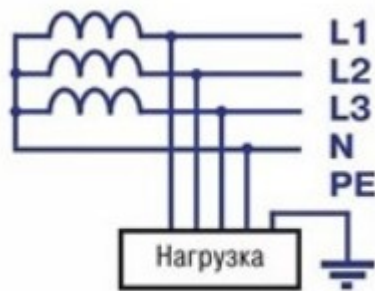


Схема ТІ

Рис.7

Абревіатура системи заземлення розшифровується наступним чином :

перша буква – характеризує заземлення джерела живлення :

Т – нейтраль має безпосередній зв'язок із землею ;

І – нейтраль не має безпосереднього зв'язка із землею , або заземлена через великий опір ;

друга буква – характеризує заземлення електроустановки :

Н – має безпосередній зв'язок з точкою заземлення джерела живлення ;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

T – має безпосередній зв'язок із землею , незалежно від того , чи заземлена нейтраль джерела живлення чи ні .

Обираю систему заземлення TN – C – S тому , що її перевагами є економія провідникового матеріалу на відносно далеких відстаннях від джерела живлення до ЕП , і те що в будь – якому РП чи ВРП ми маємо змогу перейти з системи TN – C до системи TN – S ( тобто до РП приходить 4 жили – L1 , L2 , L3 і PEN , всередині РП ця жила під'єднується до двох шин – шини N і шини PE , і на виході до споживача ми маємо провідники L ,N,PE ( якщо споживач однофазний ) або L1 , L2 , L3 , N і PE ( якщо трифазний ) що дає нам змогу з 380 В зробити 220 В для однофазного електроприймача .

В якості внутрішньої схеми електропостачання цеху , враховуючи розположення електроприймачів , вирішую застосовувати схему змішаної цехової мережі так як вона буде найбільш раціональним вибором .

### 3.1. Вибір типу та розміщення цехової підстанції (ТП, КТП)

Існують такі варіанти розміщення цехових підстанцій ( ТП , КТП ) :

окремо збудована ;

прибудована ТП ;

вбудована ТП ;

внутрішньоцехова ТП.

На мою думку , окремо вбудована ТП буде одним з кращих рішень в даному випадку , моя думка сформована з наступних факторів :

так як категорійність електроприймачів - I , згідно з завданням , то для живлення цеху потрібно встановлювати або дві однострансформаторні підстанції або одну двотрансформаторну , і встановлення всередині цеху ЦТП дає нам змогу економити більше на кабельно – провідниковій продукції.

Ще одним варіанто є виконання ТП в вигляді «прибудованої» до цеху , це теж дуже непоганий варіант , так як ми економимо на кабельно - провідниковій продукції і тим самим не втрачаємо напругу при її передачі. Недоліком є те , що можливе погіршення вигляду корпусу цеху .

Тому я обираю варіант – розміщення вбудованої в цеху телефонних кабелів двотрансформаторної 2КТПП .

					<i>ДП 2020 141</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Корнієнко В.І.			Вибір типу та розміщення цехової підстанції (ТП, КТП)	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Мартинюк.О.В					29	
<i>Реценз.</i>						ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
<i>Н. Контр.</i>						ЕЛ – 4 - 4		
<i>Затверд.</i>		Балюта С.М.						

### 3.2. Вибір кількості й потужності трансформаторів

Для того щоб вибрати кількість трансформаторів , що будуть живити мережу цеху , потрібно знати категорію надійності споживачів . В моєму випадку це – I . Тобто , повинно бути встановлено два трансформатори в трансформаторній підстанції .

Для споживачів I – ої категорії розрахуємо бажану потужність трансформатора :

$$S_{\text{тр баж}} = \frac{S_p}{\beta_T}$$

$\beta_T = 0.75$  – коефіцієнт завантаження для I-ої категорії електроприймачів.

Оскільки до цього , ми розраховували КУ і повністю компенсували  $Q_{p.c.} = 0$  квар , то приймаємо :

$$S_{p.c.} \approx P_{p.c.} = 786.05 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Розрахуємо бажану потужність трансформатора двотрансформаторної ТП для споживачів I-ої категорії надійності :

$$S_{\text{тр баж}} = \frac{P_{p.c.}}{\beta_T} = \frac{786.05}{0.75} = 1048,07 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Згідно з розрахованим значенням  $S_{\text{тр баж}}$  обираємо номінальну потужність трансформатора :

$$S_{\text{тр ном}} = 1600 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

$$S_{\text{ном тр}} \geq S_{\text{тр баж}}$$

$$S_{\text{тр ном}} = 1600 \text{ кВ} \cdot \text{А} > S_{\text{тр баж}} = 1048.07 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Тому , для встановлення в **2КТШ** я обираю два трансформатори типу **ТМЗ -1600/6**.

					<i>ДП 2020 141</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Корнієнко В.І.			Вибір кількості й потужності трансформаторів	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Мартинюк.О.В					30	
<i>Реценз.</i>						ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
<i>Н. Контр.</i>						ЕЛ – 4 - 4		
<i>Затверд.</i>		Балюта С.М.						

Розрахуємо сумарну потужність трансформаторів 2КТПП :

$$S_{\Sigma \text{тр ном}} = n * S_{\text{тр ном}} = 2 * 1600 = 3200 \text{ кВ} * \text{А}.$$

Перевіримо завантаження трансформаторів в нормальному і аварійному (коли в роботі залишається лише один трансформатор ) режимах роботи :

$$\beta_{\text{т.норм}} = \frac{S_p}{n * S_{\text{тр ном}}} = \frac{786.05}{2 * 1600} = 0,246$$

$$\beta_{\text{т.ав}} = \frac{S_p}{n * S_{\text{тр ном}}} = \frac{786.05}{1 * 1600} = 0,491.$$

Згідно з отриманими значення  $\beta_{\text{т.норм}}$  та  $\beta_{\text{т.ав}}$  , трансформатори 2КТПП завантаженні в нормальному й аварійних режимах роботи в межах допустимих норм але вони залишаються недовантаженими в обох режимах, що теж погано й не бажано , тому я пропоную переглянути ще один варіант трансформаторів що будуть встановленні на 2КТПП – це **ТМЗ – 1000/6** .

Розрахуємо сумарну потужність трансформаторів 2КТПП :

$$S_{\Sigma \text{тр ном}} = n * S_{\text{тр ном}} = 2 * 1000 = 2000 \text{ кВ} * \text{А}.$$

Перевіримо завантаження трансформаторів в нормальному і аварійному (коли в роботі залишається лише один трансформатор ) режимах роботи :

$$\beta_{\text{т.норм}} = \frac{S_p}{n * S_{\text{тр ном}}} = \frac{786.05}{2 * 1000} = 0,393$$

$$\beta_{\text{т.ав}} = \frac{S_p}{n * S_{\text{тр ном}}} = \frac{786.05}{1 * 1000} = 0,786.$$

Згідно з отриманими значення  $\beta_{\text{т.норм}}$  та  $\beta_{\text{т.ав}}$  , в нормальному режимі роботи й в аварійному режимі роботи значення коефіцієнтів завантаження також знаходиться в межах допустимих норм і вони вже завантаженні ближче до номінального значення і тому цей варіант є більш привабливим . В аварійному режимі , при відключенні одного з трансформаторів 2КТПП , один трансформатор що залишився в роботі повністю покриває навантаження цеху з коефіцієнтом завантаження  $\beta_{\text{т.ав}} = 0,786$  , що допускається .

Для встановлення в цеху обираю 2КТПП з трансформаторами типу ТМЗ – 1000/6.

Тип	$S_{\text{ном.тр.}}, \text{кВ}\cdot\text{А}$	$U_{\text{ном.тр.}}, \text{кВ}$		Втрати, кВт		$U_{\text{к.}}, \%$	$I_{\text{х.}}, \%$
		ВН	НН	$P_{\text{х}}$	$P_{\text{к}}$		
ТМЗ – 1000/6	1000	6	0.4	2.45	12.2	5.5	1.4

Табл.9

### 3.2.1. Обґрунтування економічно доцільного режиму роботи трансформаторів

Розрахуємо втрати реактивної потужності в трансформаторі ТМЗ – 1000/6:

$$\Delta Q_{\text{х}} = S_{\text{ном.тр.}} \cdot \frac{I_{\text{х}}}{100} = 1000 \cdot \frac{1.4}{100} = 14 \text{ квар};$$

$$\Delta Q_{\text{к}} = S_{\text{ном.тр.}} \cdot \frac{U_{\text{к}}}{100} = 1000 \cdot \frac{5.5}{100} = 55 \text{ квар}.$$

Виконаємо аналогічний розрахунок втрат активної потужності трансформатора :

$$\Delta P_{\text{х.}}^{\cdot} = \Delta P_{\text{х}} + k_e \cdot \Delta Q_{\text{х}} = 2.45 + 0.05 \cdot 14 = 2.52 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_{\text{к.}}^{\cdot} = \Delta P_{\text{к}} + k_e \cdot \Delta Q_{\text{к}} = 12.2 + 0.05 \cdot 55 = 14.95 \text{ кВт},$$

де  $k_e$  – економічний еквівалент реактивної потужності.

Виконаємо розрахунок зведених втрат потужності в одному трансформаторі :

$$\Delta P_{1000}^{\cdot} = \Delta P_{\text{х.}}^{\cdot} + \beta \cdot \Delta P_{\text{к.}}^{\cdot} = 2.52 + 0.393 \cdot 14.95 = 8.4 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_{2 \cdot 1000}^{\cdot} = 2 \cdot \Delta P_{\text{х.}}^{\cdot} + 2 \cdot \beta \cdot \Delta P_{\text{к.}}^{\cdot} = 2 \cdot 2.52 + 2 \cdot 0.786 \cdot 14.95 = 28.54 \text{ кВт};$$

### 3.2.2. Техніко – економічний розрахунок встановлених трансформаторів

Необхідно розрахувати втрати електроенергії в паралельно працюючих трансформаторах типу ТМЗ – 1000/6:

$$\Delta W = n * (P_x + P_k * K_{\text{наб}}) * 8760 = 2 * (2.45 + 12.2 * 0.65) * 8760 \\ = 181857.6 \text{ кВт/год,}$$

де  $K_{\text{наб}}$  – коефіцієнт навантаження, для споживачів I-ої категорії надійності електропостачання приймається рівним  $K_{\text{наб}} = 0.65$ .

Далі, потрібно розрахувати значення вартості втрат в трансформаторах:

$$B_e = C_e \cdot \Delta W \cdot 10^{-2};$$

де  $C_e = 220 \frac{\text{коп}}{\text{кВт*год}}$  – вартість електроенергії для даного споживача в електричній системі;

$$B_e = C_e \cdot \Delta W \cdot 10^{-2} = 220 * 181857.6 * 10^{-2} = 400086.72 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

На основі отриманих розрахункових даних по значенню річних витрат і витрат на трансформатор, може розрахувати приведені затрати по нашим трансформаторам:

$$Z = p \cdot k + (E_{\text{пр}} + E_a) \cdot k + B_e \\ = 0.1 * 280000 + (0.03 + 0.063) * 280000 + 400086.72 \\ = 403690.72 \frac{\text{грн}}{\text{рік}},$$

де  $k$  – одноразові капітальні вкладення, грн;

$E_{\text{пр}}$  – коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт та обслуговування;

$E_a$  – коефіцієнт відрахувань на амортизацію;

$B_e$  – вартість втрат електроенергії в трансформаторі, грн./рік.

Вищеперераховані значення підсумуємо в табл.10.

№	Тип трансформаторів ЦТП та їх кількість	2 x ТМЗ – 1000/6
	Складові річних витрат	Сумарно
1	Капіталовкладення з урахуванням нормативного коефіцієнта ефективності рК	28 000 грн
2	Відрахування на поточний ремонт та обслуговування $E_{\text{пр}}K$	8 400 грн
3	Відрахування на амортизацію $E_aK$	17 640 грн

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

4	Втрати електроенергії $\Delta W$ , кВт*год	181857.6 кВт/год
5	Вартість втрат електроенергії $B_e$	400086,72 $\frac{\text{грн}}{\text{рік}}$
6	Приведені затрати	403690.72 $\frac{\text{грн}}{\text{рік}}$

Табл.10

З цієї таблиці робимо висновок – витрати на обслуговування трансформаторів ЦТП є відносно малими і складають 13,51 % від втрат в самому трансформаторі, що є доволі великими.

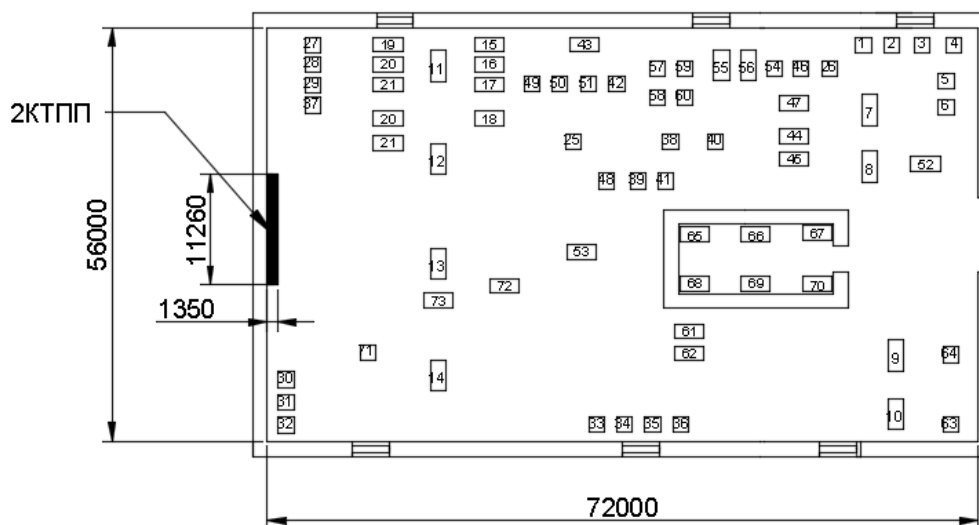


Рис.8 Розміщення 2КТТП – 1000/6/0.4 У1.

### 3.3. Вибір кількості, типу та розташування розподільчих пристроїв

Вибір , тип та кількість РП і СП будемо здійснювати відштовхуючись від розміщення ЕП ( електроприймачів ) , їх типу і умови роботи.

Розподіл електроенергії в цеху ми будемо виконувати за допомогою панелей розподільних щитів типу ЩО99 УЗ , та від РП типу ЩО99 УЗ до СП ( силових пунктів) типу СПА – 77 ( вибір впав саме на СП типу СПА тому , що СП типу СПМ обладнуються плавкими запобіжниками які захищають лише від коротких замикань , а від перевантаження не захищають ) .

На кресленні зображено попереднє розміщення і приєднання СП до РП , і РП до відповідного трансформатора .

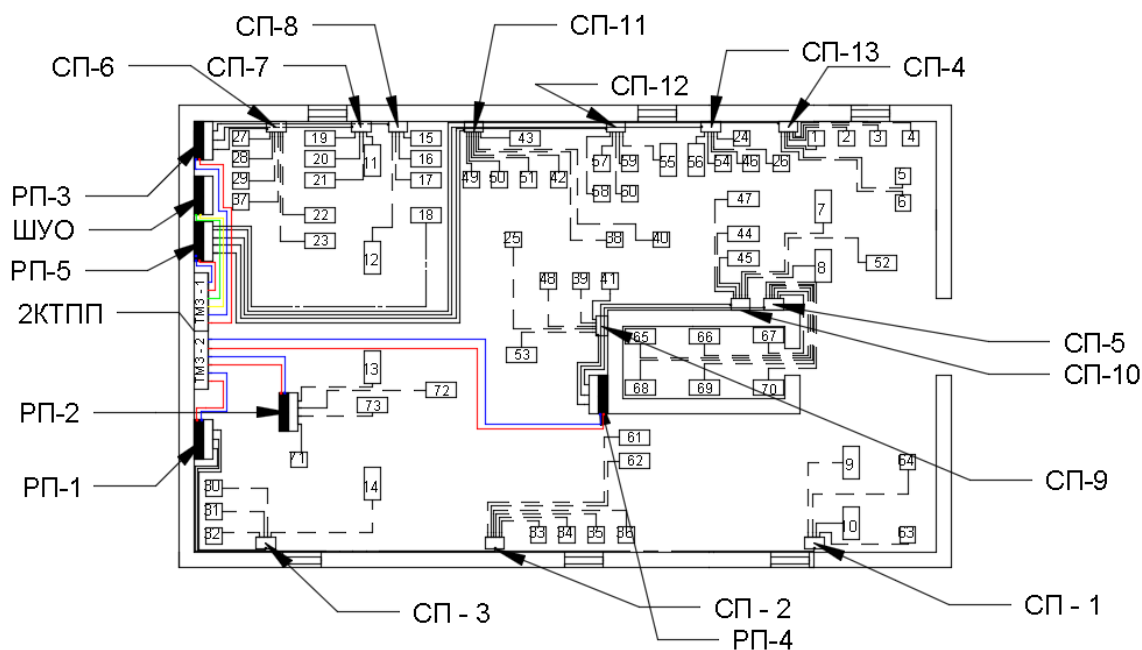


Рис.9.Попереднє розміщення і приєднання внутрішньої мережі цеху

					ДП 2020 141			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Корнієнко В.І.				Вибір кількості, типу та розташування розподільчих пристроїв	Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Мартинюк.О.В						35	
Реценз.						ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
Н. Контр.						ЕЛ – 4 - 4		
Затверд.	Балюта С.М.							

- Приєднання від СП до ЕП
- Приєднання від РП до СП
- Приєднання від ТП до РП робочого живлення
- Приєднання від ТП до РП аварійного живлення
- Приєднання від ТП до ЩУО робочого живлення
- Приєднання від ТП до ЩУО аварійного живлення

Рис.5.Коротке пояснення ліній зв'язку

Параметри СП – 1 і приєднаних до нього ЕП :

№ СП	Тип СП	$I_{\text{ном.руб.}}, \text{А}$	Тип АВ	$I_{\text{ном.ав.}}, \text{А}$	Приєднанн і ЕП	$I_{\text{ном.ЕП}}, \text{А}$	$I_{\text{ном.розч}}, \text{А}$	Приєднаних	Резерв
СП-1	СПА77 – 8УЗ	400	А3716Б	160	9	34.18	40	4	2
					10	34.18	40		
					63	140.25	160		
					64	140.25	160		

Табл.11

В даний СПА77 – 8УЗ комплектується 8 АВ на  $I_{\text{ном.ав}} = 160 \text{ А}$  , але враховуючи кількість приєднань – 4 , ми заделегідь укомплектуємо СП 6-ма АВ даного типу , 2 з яких будуть резервними.

Параметри СП – 2 і приєднаних до нього ЕП :

№ СП	Тип СП	$I_{\text{ном.руб.}}, \text{А}$	Тип АВ	$I_{\text{ном.ав.}}, \text{А}$	Приєднанн і ЕП	$I_{\text{ном.ЕП}}, \text{А}$	$I_{\text{ном.розч}}, \text{А}$	Приєднаних	Резерв
СП-2	СПА77 – 5УЗ	400	АЕ2046	63	33	35.61	40	6	2
					34	35.61	40		
					35	35.61	40		
					36	35.61	40		
					61	26.3	32		
					62	26.3	32		

Табл.12

Параметри СП – 3 і приєднаних до нього ЕП :

№ СП	Тип СП	I <sub>ном.руб,А</sub>	Тип АВ	I <sub>ном.ав, А</sub>	Приєднанні ЕП	I <sub>ном.ЕП, А</sub>	I <sub>ном.розч, А</sub>	Приєднаних	Резерв
СП-3	СПА77 – 1У3	250	АЕ2046	63	30	35.61	40	4	1
					31	35.61	40		
					32	35.61	40		
					14	34.18	40		

Табл.13

Параметри СП - 4 і приєднаних до нього ЕП :

№ СП	Тип СП	I <sub>ном.руб,А</sub>	Тип АВ	I <sub>ном.ав, А</sub>	Приєднанні ЕП	I <sub>ном.ЕП, А</sub>	I <sub>ном.розч, А</sub>	Приєднаних	Резерв
СП-4	СПА77 – 5У3	400	АЕ2046	63	1	45.11	50	6	2
					2	45.11	50		
					3	45.11	50		
					4	45.11	50		
					5	45.11	50		
					6	45.11	50		

Табл.14

Параметри СП - 5 і приєднаних до нього ЕП :

№ СП	Тип СП	I <sub>ном.руб,А</sub>	Тип АВ	I <sub>ном.ав, А</sub>	Приєднанні ЕП	I <sub>ном.ЕП, А</sub>	I <sub>ном.розч, А</sub>	Приєднаних	Резерв
СП-5	СПА77 – 7У3	400	АЕ2056	100	65	72.17	80	6	2
					66	72.17	80		
					67	72.17	80		
					68	61.36	63		
					69	61.36	63		

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

					70	61.36	63		
--	--	--	--	--	----	-------	----	--	--

Табл.15

Параметри СП - 6 і приєднаних до нього ЕП :

№ СП	Тип СП	$I_{\text{ном.руб,А}}$	Тип АВ	$I_{\text{ном.ав, А}}$	Приєднанн і ЕП	$I_{\text{ном.ЕП, А}}$	$I_{\text{ном.розч, А}}$	Приєднанних	Резерв
СП-6	СПА77 – 8УЗ	400	А3716Б АЕ2046М	160 63	22	113.95	125	6	2
					23	113.95	125		
					27	35.61	40		
					28	35.61	40		
					29	35.61	40		
					37	23.74	25		

Табл.16

Параметри СП - 7 і приєднаних до нього ЕП :

№ СП	Тип СП	$I_{\text{ном.руб,А}}$	Тип АВ	$I_{\text{ном.ав, А}}$	Приєднанн і ЕП	$I_{\text{ном.ЕП, А}}$	$I_{\text{ном.розч, А}}$	Приєднанних	Резерв
СП-7	СПА77 – 8УЗ	400	А3716Б	160	19	113.95	125	4	2
					20	113.95	125		
					21	113.95	125		
					11	34.18	40		

Табл.17

В даний СПА77 – 8УЗ комплектується 8 АВ на  $I_{\text{ном.ав}} = 160 \text{ А}$  , але враховуючи кількість приєднань – 4 , ми заделегідь укомплектуємо СП 6-ма АВ даного типу , 2 з яких будуть резервними .

Параметри СП - 8 і приєднаних до нього ЕП :

№ СП	Тип СП	$I_{\text{ном.руб,А}}$	Тип АВ	$I_{\text{ном.ав, А}}$	Приєднанн і ЕП	$I_{\text{ном.ЕП, А}}$	$I_{\text{ном.розч, А}}$	Приєднанних	Резерв
СП-8	СПА77 – 8УЗ	400	А3716Б	160	15	113.95	125	4	2

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

					16	113.9 5	125		
					17	113.9 5	125		
					12	34.18	40		

Табл.18

В даний СПА77 – 8УЗ комплектується 8 АВ на  $I_{ном.ав} = 160 А$  , але враховуючи кількість приєднань – 4 , ми заделегідь укомплектуємо СП 6-ма АВ даного типу , 2 з яких будуть резервними .

Параметри СП - 9 і приєднаних до нього ЕП :

№ СП	Тип СП	$I_{ном.руб}, А$	Тип АВ	$I_{ном.ав}, А$	Приєднанн і ЕП	$I_{ном.ЕП}, А$	$I_{ном.розч}, А$	Приєднан их	Резерв
СП-9	СПА77 – 3УЗ	250	А3716Б АЕ2046М	100 63	25	56.98	63	5	1
					39	55.5	63		
					41	55.5	63		
					48	20.18	25		
					53	16.46	20		

Табл.19

Параметри СП - 10 і приєднаних до нього ЕП :

№ СП	Тип СП	$I_{ном.руб}, А$	Тип АВ	$I_{ном.ав}, А$	Приєднанн і ЕП	$I_{ном.ЕП}, А$	$I_{ном.розч}, А$	Приєднан их	Резерв
СП-10	СПА77 – 8УЗ	400	А3716Б АЕ2046М	160 63	7	34.18	40	6	2
					8	34.18	40		
					52	20.18	25		
					47	55.5	63		
					44	104.7 2	125		
					45	104.7 2	125		

Табл.20

Параметри СП - 11 і приєднаних до нього ЕП :

									Арк.
									39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

№ СП	Тип СП	$I_{\text{ном.руб,А}}$	Тип АВ	$I_{\text{ном.ав,А}}$	Приєднанн і ЕП	$I_{\text{ном.ЕП,А}}$	$I_{\text{ном.розч,А}}$	Приєднаних	Резерв
СП-11	СПА77 – 5УЗ	400	А3716Б АЕ2046М	160 63	42	43.83	50	7	1
					43	13.93	16		
					49	20.18	25		
					50	20.18	25		
					51	20.18	25		
					38	55.5	63		
					40	55.5	63		

Табл.21

Параметри СП - 12 і приєднаних до нього ЕП :

№ СП	Тип СП	$I_{\text{ном.руб,А}}$	Тип АВ	$I_{\text{ном.ав,А}}$	Приєднанн і ЕП	$I_{\text{ном.ЕП,А}}$	$I_{\text{ном.розч,А}}$	Приєднаних	Резерв
СП-12	СПА77 – 5УЗ	400	АЕ2046	63	55	49.67	50	5	1
					57	55.5	63		
					58	55.5	63		
					59	55.5	63		
					60	55.5	63		

Табл.22

В даний СПА77 – 5УЗ комплектується 8 АВ на  $I_{\text{ном.ав}} = 63 \text{ А}$  , але враховуючи кількість приєднань – 4 , ми заделегідь укомплектуємо СП 6-ма АВ даного типу , 2 з яких будуть резервними .

Параметри СП - 13 і приєднаних до нього ЕП :

№ СП	Тип СП	$I_{\text{ном.руб,А}}$	Тип АВ	$I_{\text{ном.ав,А}}$	Приєднанн і ЕП	$I_{\text{ном.ЕП,А}}$	$I_{\text{ном.розч,А}}$	Приєднаних	Резерв
СП-13	СПА77 – 5УЗ	400	АЕ2046	63	56	49.67	50	5	1
					24	56.98	63		

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

					54	49.67	50		
					46	55.5	63		
					26	61.36	63		

Табл.23

В даний СПА77 – 5УЗ комплектується 8 АВ на  $I_{ном.ав} = 63 А$  , але враховуючи кількість приєднань – 4 , ми заделегідь укомплектуємо СП 6-ма АВ даного типу , 2 з яких будуть резервними .

Згідно з обраними СП , вибираємо для встановлення шафи РП типу ЩО99 УЗ які складаються з панелей ( тобто набору щитів ) .

**Для РП – 1 :**

2 ввідні панелі – ЩО 99 – 2102 УЗ

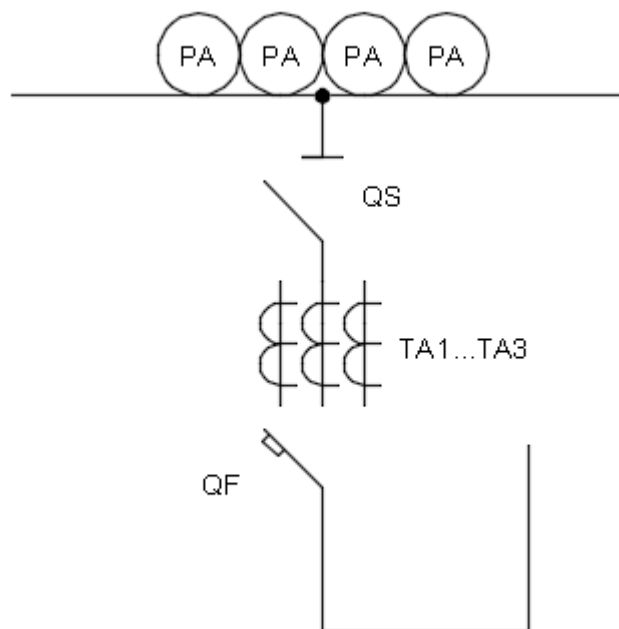


Рис.10

2 розподільні панелі ( панель відхідних ліній) – ЩО 99 – 2309 УЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

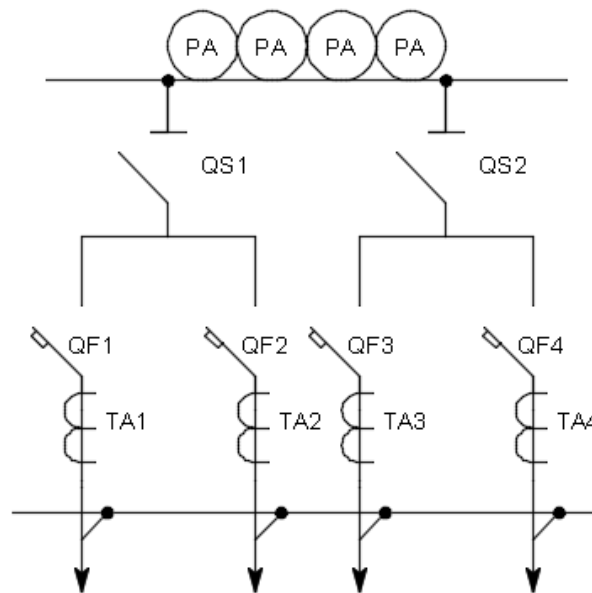


Рис.11

1 секційна панель з АВР – ЩО 99 – 2201 У3

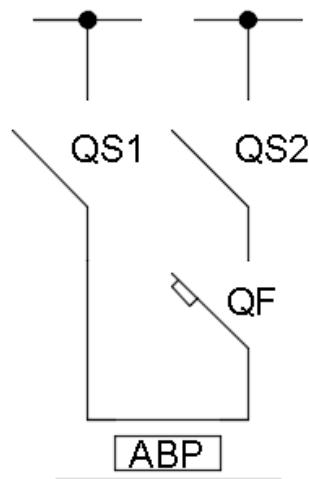


Рис.12

Тип панелі РП	Кількість панелей	Номінальний струм рубильника, А	Номінальний струм вимикача, А	Електроприймачі відхідних ліній	Номінальний струм АВ відхідних ліній, А
Ввідна	2	1000	1000	-	-
Розподільна	1	630	630	СП - 1	400

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

				СП - 2	200
				СП - 3	125
Секційна	1	1000	1000	-	-

Табл.24

**Для РП – 2 :**

2 ввідні панелі – ЩО 99 – 2102 УЗ (рис.10) ;

2 розподільні панелі – ЩО 99 – 2309 УЗ (рис.11) ;

1 секційна панель з АВР - ЩО 99 – 2201 УЗ (рис.12 ).

Тип панелі РП	Кількість панелей	Номінальний струм рубильника , А	Номінальний струм вимикача, А	Електроприймачі відхідних ліній	Номінальний струм АВ відхідних ліній , А
Ввідна	2	1000	1000	-	-
Розподільна	1	630	-	71	500
				72	160
				73	125
				13	40
Секційна	1	1000	1000	-	-

Табл.25

**Для РП – 3 :**

2 ввідні панелі ЩО 99 – 2101 УЗ (рис . 10) ;

2 розподільні панелі ЩО 99 – 2308 УЗ

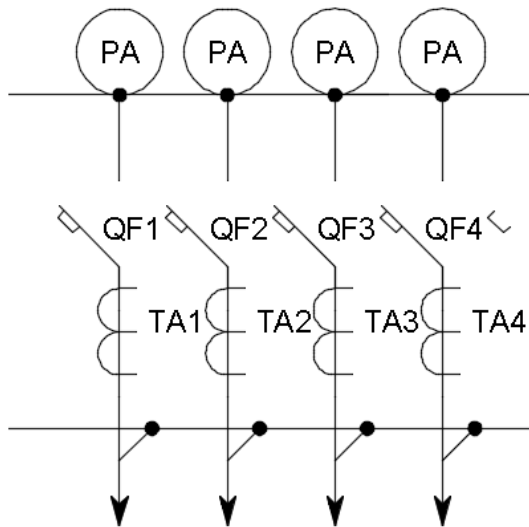


Рис.13

1 секційна панель з АВР ЩО 99 – 2204 УЗ (рис.12).

Тип панелі РП	Кількість панелей	Номінальний струм рубильника, А	Номінальний струм вимикача, А	Електроприймачі відхідних ліній	Номінальний струм АВ відхідних ліній, А
Ввідна	2	1600	1600	-	-
Розподільна	1	-	-	СП – 6	400
				СП – 7	400
				СП - 8	400
Секційна	1	1600	1600	-	-

Табл.26

Для РП – 4 :

2 ввідні панелі ЩО 99 – 2102 УЗ (рис.10) ;

2 розподільні панелі ЩО 99 – 2309 УЗ (рис.11) ;

1 секційна панель з АВР - ЩО 99 – 2201 УЗ (рис.12 ).

Тип панелі РП	Кількість панелей	Номінальний струм рубильника, А	Номінальний струм вимикача, А	Електроприймачі відхідних ліній	Номінальний струм АВ відхідних ліній, А
Ввідна	2	1000	1000	-	-
Розподільна	1	630	-	СП – 5	500

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

				СП – 9	250
				СП - 10	400
Секційна	1	1000	1000	-	-

Табл.27

**Для РП – 5 :**

2 ввідні панелі ЩО 99 – 2101 УЗ (рис . 10) ;

4 розподільні панелі ЩО 99 – 2307 УЗ

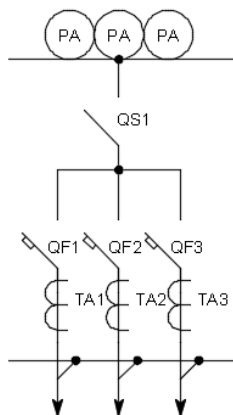


Рис.14

1 секційна панель з АВР ЩО 99 – 2204 УЗ (рис.12).

Тип панелі РП	Кількість панелей	Номінальний струм рубильника , А	Номінальний струм вимикача, А	Електроприймачі відхідних ліній	Номінальний струм АВ відхідних ліній , А
Ввідна	2	1600	1600	-	-
				-	-
Розподільна	2	630	-	СП – 4	320
				СП – 11	250
				СП - 12	320
				18	125
				СП - 13	320
Секційна	1	1600	1600	-	-

Табл.28

**Вибір шафи управління освітленням ( ШУО) , його тип та необхідна кількість.**

									Арк.
									45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП2020 141				

Виходячи з попередньо розрахованих даних розрахунку освітлювального навантаження за методом коефіцієнта питомого освітлення , вибирає тип ЩУО користуючись такими значеннями :

$$S_{p.осв.} = 61.71 \text{ кВ} * \text{А} ;$$

$$I_{p.осв.} = 93.76 \text{ А.}$$

$$U_{ном} = 0.38 \text{ кВ.}$$

Так як , на шинах 2КТПП ми компенсуємо всю реактивну потужність , то перерахуємо значення  $S_{p.осв.}$  , прийнявши , що  $Q_{p.осв.} = 0$  :

$$S_{p.осв.} = P_{p.осв.} = 60.512 \text{ кВ} * \text{А}$$

Нове значення струму на споживання ОУ :

$$I_{p.осв.} = \frac{S_{p.осв.}}{\sqrt{3} * U_{ном}} = \frac{60.512}{\sqrt{3} * 0.38} = 91.94 \text{ А.}$$

Обираю для управління освітленням в цеху один шкаф управління освітленням типу ШУО – 100 – 24 – 31 У3 , який розшифровується наступним чином :

ШУО – шкаф управління освітленням ;

100 – номінальний струм шкафа , А ;

24 – режим управління ( таймер + фотореле ) ;

31 – ступінь захисту ( IP ) ;

У – помірний ;

3 – встановлення в приміщенні.

Дані шкафа наведені в таблиці 29 нижче.

Тип шкафа	Номінальний струм шкафа , А	Кількість відхідних ліній	Тип комутаційних апаратів	Габарити , мм			Вага , кг
				Висота	Довжина	Ширина	

ШУО – 100 – 24 – 31 УЗ	100	6 x ППН - 33	ПМА 5100	1400	600	300	12
------------------------------	-----	-----------------	----------	------	-----	-----	----

Табл.29

					<i>ДП2020 141</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		47

### 3.4. Вибір трас та способів прокладання

#### низьковольтних кабельних ліній

Вибір траси та способу прокладення низьковольтних кабельних ліній залежить від умов оточуючого середовища , типу приміщення , його геометричних розмірів , кількості та потужності електроприймачів , типу ( рухомі , нерухомі ) , їх розміщення в цьому приміщення ( рядне , поодинокі , чи групове ) , окремими вимогами до способу прокладення .

В промисловості найбільшого поширення здобули такі типи прокладання трас кабельних ліній :

прокладення кабельних ліній по лотку ;

прокладення кабельних ліній в коробі ( те саме що і лоток , тіки на відміну від лотка , короб наглухо закривається з усіх 4-ох сторін , в той час як лоток закритий лише з 3 – ох сторін ( тому лоток і вважають прокладкою «у повітрі» ) ;

прокладення шинопроводу ( найменш трудомістка прокладка , яка притому надає більшої естетики проєктованій мережі ) ;

тросова прокладка ( кабель підвішується до натягнутого троса між прольотами ) .

Також , ще є прокладка кабелю на скобах , але вона не ефективна і має недостатню надійність і міцність при значних перерізах кабелів .

Тому виходячи з даних розміщення 2КТПП , РП , СП , ШУО і ЕП , я прийняв рішення використати наступні типи прокладання кабельних трас :

по лотку ; шинопроводом ; в сталевих трубах в бетонній підлозі

					<i>ДП 2020 141</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Корнієнко В.І.			Вибір трас та способів прокладання низьковольтних кабельних ліній	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Мартинюк.О.В					48	
<i>Реценз.</i>						ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
<i>Н. Контр.</i>						ЕЛ – 4 - 4		
<i>Затверд.</i>		Балюта С.М.						

Нижче наведена таблиця характеристик трас від РП до СП :

Початок лінії	Кінець лінії	Спосіб прокладки траси	Довжина траси , м	Назва лінії	Примітки
РП - 1	СП - 1	Лоток	84	Л1 - 1	
	СП - 2		53	Л1 - 2	
	СП - 3		31	Л1 - 3	
РП - 2	13	В трубі , в підлозі	13	Л2 – 13Е	
	71		8	Л2 – 71Е	
	72		19	Л2 – 72Е	
	73		12	Л2 – 73Е	
РП - 3	СП - 8	Лоток	27	Л3 - 8	
	СП - 7		24	Л3 – 7	
	СП - 6		15	Л3 - 6	
РП - 4	СП - 5	Лоток	38	Л4 – 5	
	СП - 9		18	Л4 – 9	
	СП - 10		35	Л4 - 10	
РП - 5	СП – 4	В трубі , в підлозі	98	Л5 – 4	
	СП – 13		90	Л5 – 13	

	СП – 12		80	Л5 – 12	
	СП - 11		65	Л5 - 11	
	18		46	Л5 – 18Е	

Табл.30

Нижче наведена таблиця характеристик трас від СП до електроприймачів цеху телефонних кабелів :

Початок лінії	Кінець лінії	Спосіб прокладки траси	Довжина траси , м	Назва лінії	Примітки
СП - 1	9	В трубі , в підлозі	17	Л1 – 9Е	
	10		9	Л1 – 10Е	
	63		15	Л1 – 63Е	
	64		22	Л1 – 64Е	
СП - 2	33	В трубі , в підлозі	11	Л2 – 33Е	
	34		15	Л2 – 34Е	
	35		19	Л2 – 35Е	
	36		23	Л2 – 36Е	
	61		30	Л2 – 61Е	
	62		27	Л2 – 62Е	
СП - 3	14	В трубі , в підлозі	18	Л3 – 14Е	
	30		15	Л3 – 30Е	
	31		11	Л3 – 31Е	
	32		8	Л3 – 32Е	
СП - 4	1	В трубі , в підлозі	10	Л4 – 1Е	
	2		12	Л4 – 2Е	
	3		16	Л4 – 3Е	
	4		19	Л4 – 4Е	
	5		23	Л4 – 5Е	

	6		24	Л4 – 6Е	
СП - 5	65	В трубі , в підлозі	35	Л5 – 65Е	
	66		29	Л5 – 66Е	
	67		23	Л5 – 67Е	
	68		28	Л5 – 68Е	
	69		34	Л5 – 69Е	
	70		40	Л5 – 70Е	
СП - 6	22	В трубі , в підлозі	17	Л6 – 22Е	
	23		20	Л6 – 23Е	
	27		7	Л6 – 27Е	
	28		10	Л6 – 28Е	
	29		13	Л6 – 29Е	
	37		16	Л6 – 37Е	
СП - 7	11	В трубі , в підлозі	6	Л7 – 11Е	
	19		6	Л7 – 19Е	
	20		10	Л7 – 20Е	
	21		13	Л7 – 21Е	
СП - 11	38	В трубі , в підлозі	30	Л11 – 38Е	
	40		35	Л11 – 40Е	
	42		17	Л11 – 42Е	
	43		8	Л11 – 43Е	
	49		10	Л11 – 49Е	
	50		12	Л11 – 50Е	
	51		15	Л11 – 51Е	
СП - 9	25	В трубі , в підлозі	23	Л9 – 25Е	
	39		10	Л9 – 39Е	
	41		10	Л9 – 41Е	
	48		14	Л9 – 48Е	
	53		13	Л9 – 53Е	
СП - 10	7	В трубі , в підлозі	22	Л10 – 7Е	
	8		15	Л10 – 8Е	

	44		16	Л10 – 44Е	
	45		12	Л10 – 45Е	
	47		20	Л10 – 47Е	
	52		27	Л10 – 52Е	
СП - 8	12	В трубі , в підлозі	20	Л8 – 12Е	
	15		5	Л8 – 15Е	
	16		9	Л8 – 16Е	
	17		12	Л8 – 17Е	
СП - 12	55	В трубі , в підлозі	11	Л12 – 55Е	
	57		8	Л12 – 57Е	
	58		15	Л12 – 58Е	
	59		8	Л12 – 59Е	
	60		12	Л12 – 60Е	
СП - 13	24	В трубі , в підлозі	6	Л13 – 24Е	
	26		14	Л13 – 26Е	
	46		11	Л13 – 46Е	
	54		9	Л13 – 54Е	
	56		6	Л13 – 56Е	

Табл.31

Нижче наведена таблиця характеристик трас від 2КТПП до РП цеху телефонних кабелів :

Початок лінії	Кінець лінії	Спосіб прокладки траси	Довжина траси , м	Назва лінії	Примітки
ТМЗ - 1	РП – 3	Шинопровід магістральний	29.5	Л1 - 3Р	
			30.5	Л1 – 3А	В разі спраювання АВР
	РП – 5		4.75	Л1 – 5Р	
	4.75		Л1 – 5А	В разі	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

					спраювання АВР	
	ШУО		18.8	Л1 – ОР		
			19.8	Л1 - ОА	В разі спраювання АВР	
ТМЗ - 2	РП - 1	Шинопровід магістральний	9.5	Л2 – 1Р		
			9.5	Л2 – 1А	В разі спраювання АВР	
	РП - 2		16	Л2 – 2Р		
			15	Л2 – 2А	В разі спраювання АВР	
	РП - 4		Прокладка в сталевій трубі , в бетонній підлозі	55	Л2 – 4Р	
				55	Л2 – 4А	В разі спраювання АВР

Табл.32

На наступному рисунку зображено пояснення до виконання кабельних трас , їх спосіб прокладання й додаткова інформація .



агресивного оточення , яке може впливати на прокладений в трубі кабель впродовж всього періоду його експлуатації.

Примітки й уточнення до прокладки кабелів по лотках.

Лотки прикріплюються до стін цеху за допомогою спеціальних кронштейнів , які кріпляться дюбелями розпірними до стіни , а лоток лежить на кронштейні і безпосередньо закріплений до нього болтовими з'єднаннями . Висота лотка вказана на кресленні і залишається на одному рівні від його початку і до кінця , тобто без перепадів висоти (  $h=4000$  – означає , висота лотка від рівня полу 4000 мм ) . Розміри лотка будуть визначенні після вибору провідників і їх кількості.

Примітки й уточнення до прокладки шинопроводів.

Для прокладки використовується лише магістральний шинопровід типу ШМА . Шинопровід розташований на висоті , вказаній від полу до місця його встановлення . Кріпиться він за допомогою кронштейнів до нижнього поясу ферм з опуском на вказану висоту . Висота шинопроводу залишається постійною , впродовж всієї відстані від ТП до РП ( перепади висоти відсутні ) , окрім в місцях приєднання до ТП і РП , там використовується кутові і ввідні секції шинопроводу . Також , можливе використання секцій регулювання довжини , для зміни довжини шинопроводу безпосередньо при його монтажі . Номінальний струм та тип шинопроводу буде уточнений при розрахунку навантаження відповідного РП.

Так як при прокладці ми використовуємо шинопроводи , то в приміщення обов'язково повинна бути спроектована і присутня система автоматичного пожежогасіння .

					ДП2020 141	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.5. Вибір марки і перерізу проводів низьковольтних кабельних ліній (шинопроводів)

Згідно з завданням , провідниковим матеріалом повинна бути мідь , кількість годин використання максимуму навантаження ТНБ =3500 год .

Вибір перерізу кабелів і шинопроводів будемо виконувати на основі наступних даних :

номінальний струм апарату захисту до одиничного електроспоживача ( при виборі марки і перерізу кабеля від СП до ЕП ) ;

розрахунковий струм СП ( при виборі перерізу і марки від РП до груп СП ) ;

розрахунковий струм апарату захисту РП ;

розрахунковий струм РП ( при виборі перерізу і марки кабелів або шинопроводів , від ТП до РП ) .

Тобто , спочатку ми знаходимо розрахункову потужність групи ЕП  $S_p$ , потім розрахунковий струм цієї ж групи  $I_p$ , згідно з цим струмом вибираємо номінальний струм розчіплювача апарату захисту  $I_{розч. ном}$  , і вже за цим значення струму обираємо переріз провідника .

Тип та марка кабелю і шинопроводу буде обиратися в залежності від умов прокладання і характеру ЕП .

Для початку , розрахуємо переріз шин до яких під'єднуються , вхідні і відхідні лінії в шафах РП НН , РП і СП .

Приклад розрахунку виконаємо для РП – 1 .

					<i>ДП 2020 141</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Корнієнко В.І.			Вибір марки і перерізу проводів низьковольтних кабельних ліній (шинопроводів).	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Мартинюк.О.В					56	
Реценз.						ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
Н. Контр.						ЕЛ – 4 - 4		
Затверд.		Балюта С.М.						

РП – 1 живить СП – 1 , СП – 2 , СП -3 , тому ми розрахуємо спочатку їх значення розрахункових струмів і потужностей .

Для прикладу розрахуємо для СП – 1.

Від СП – 1 отримують живлення такі ЕП :

$$P_9 = 9 \text{ кВт};$$

$$P_{10} = 9 \text{ кВт};$$

$$P_{63} = 48 \text{ кВт};$$

$$P_{64} = 48 \text{ кВт}.$$

Розрахуємо сумарну номінальну потужність цих споживачів :

$$P_{\text{НОМ}} = \sum P_{\text{НОМ.}i} = P_9 + P_{10} + P_{63} + P_{64} = 9 + 9 + 48 + 48 = 114 \text{ кВт}.$$

Розрахуємо значення  $P_{\text{см.}i}$ :

$$P_{\text{см.}i} = K_{\text{в.}i} * P_{\text{НОМ.}i}.$$

$$P_{\text{см.}9} = K_{\text{в.}9} * P_{\text{НОМ.}9} = 0.1 * 9 = 0.9 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{см.}10} = K_{\text{в.}10} * P_{\text{НОМ.}10} = 0.1 * 9 = 0.9 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{см.}63} = K_{\text{в.}63} * P_{\text{НОМ.}63} = 0.2 * 48 = 9.6 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{см.}64} = K_{\text{в.}64} * P_{\text{НОМ.}64} = 0.2 * 48 = 9.6 \text{ кВт};$$

Підрахуємо значення сумарної середньої активної потужності за найбільш завантажену зміну :

$$P_{\text{см}} = \sum P_{\text{см.}i} = P_9 + P_{10} + P_{63} + P_{64} = 0.9 + 0.9 + 9.6 + 9.6 = 21 \text{ кВт}.$$

Розрахуємо значення  $Q_{\text{см.}i}$ :

$$Q_{\text{см.}i} = P_{\text{см.}i} * \text{tg}\varphi_i$$

$$Q_{\text{см.}9} = P_{\text{см.}9} * \text{tg}\varphi_9 = 0.9 * 1.73 = 1.56 \text{ квар};$$

$$Q_{\text{см.10}} = 1.56 \text{ квар};$$

$$Q_{\text{см.63}} = 11.23 \text{ квар};$$

$$Q_{\text{см.64}} = 11.23 \text{ квар}.$$

Підрахуємо значення сумарної середньої реактивної потужності за найбільш завантажену зміну :

$$Q_{\text{см}} = \sum Q_{\text{см.і}} = Q_9 + Q_{10} + Q_{63} + Q_{64} = 1.56 + 1.56 + 11.23 + 11.23 \\ = 25.58 \text{ квар}.$$

Виконаємо розрахунок групового коефіцієнта використання для СП – 1 :

$$K_B = \frac{P_{\text{см}}}{P_{\text{ном}}} = \frac{21}{114} = 0.184.$$

Проведемо розрахунок ефективної кількості електроприймачів групи СП – 1 :

$$n_e = \frac{(\sum_{i=1}^n P_{\text{ном}i})^2}{\sum_{i=1}^n P_{\text{ном}i}^2 * n} = \frac{114^2}{4740} = 2,73.$$

Знаходимо коефіцієнт максимуму для групи СП – 1 :

$$K_M = f(n_e, K_B)$$

$n_e/K_B$	0.15	0.2
2	4.33	3.39
3	2.89	2.31

Табл.33

Зробивши інтерполяцію , отримаємо  $K_M = 2.82$ .

Знайдемо значення активної розрахункової потужності групи СП – 1:

$$P_{\text{р.СП-1}} = K_M * P_{\text{см}} = 2.82 * 21 = 59.22 \text{ кВт}.$$

Знайдемо значення реактивної розрахункової потужності групи СП – 1:

якщо  $n_e \leq 10$ , то  $Q_{p,СП-1} = 1.1 Q_{см} = 1.1 * 25.58 = 28.14$  квар.

Згідно з отриманими значеннями  $P_{p,СП-1}$  і  $Q_{p,СП-1}$ , знайдемо значення повної потужності споживачів групи СП – 1:

$$S_{p,СП-1} = \sqrt{P_{p,СП-1}^2 + Q_{p,СП-1}^2} = \sqrt{59.22^2 + 28.14^2} = 65.57 \text{ кВ} * \text{А}.$$

Розрахунковий струм групи СП – 1 :

$$I_{p,СП-1} = \frac{S_{p,СП-1}}{\sqrt{3} * U_{ном}} = \frac{65.57}{\sqrt{3} * 0.38} = 99.62 \text{ А}.$$

Відповідні дані заносимо в таблицю нижче і для інших СП.

Назва групи	$S_{p,кВ*А}$	$I_{p, А}$	$I_{ном. розч, А}$	Тип шини	Площа поперечного перерізу	$I_{доп.шини, А}$	К-сть смуг на фазу	Кількість шин
СП – 1	65.57	99.62	400	Мідна , прямокутна	30 х 4	475	1	5
СП – 2	76.82	116.72	400	Мідна , прямокутна	30 х 4	475	1	5
СП - 3	48	72.93	250	Мідна , прямокутна	20 х 3	275	1	5

Табл.34

Примітка . Кількість шин – 5 , тобто по одній шині на фази А , В , С , одна шина для нейтрального провідника N і одна шини для захисного провідника РЕ ,так як від СП до ЕП вже йде система заземлення TN – S .

Згідно вищенаведеної таблиці знаходимо  $S_{p,РП-1}$  і  $I_{p,РП-1}$  :

$$S_{p,РП-1} = \sum S_{p,СПі} = 65.57 + 76.82 + 48 = 190.4 \text{ кВ} * \text{А}.$$

$$I_{p,РП-1} = \frac{S_{p,РП-1}}{\sqrt{3} * 0.38} = \frac{190.4}{\sqrt{3} * 0.38} = 289.28 \text{ А}.$$

Заносимо відповідні дані в таблицю.

Назва групи	$S_{p,кВ*А}$	$I_{p, А}$	$I_{ном. розч, А}$	Тип шини	Площа поперечного перерізу	$I_{доп.шини, А}$	К-сть смуг на фазу	Кількість шин
-------------	--------------	------------	--------------------	----------	----------------------------	-------------------	--------------------	---------------

РП - 1	190.4	289.28	630	Мідна , прямокутна	40 x 5	700	1	5
--------	-------	--------	-----	-----------------------	--------	-----	---	---

Табл.35

Далі всі розрахунки для знаходження площ перечних перерізів шин в СП , РП і ТП заносимо у відповідні таблиці.

Назва групи	$S_p, \text{кВ} \cdot \text{А}$	$I_p, \text{А}$	$I_{\text{ном. розч}}, \text{А}$	Тип шини	Площа поперечного перерізу	$I_{\text{доп. шини}}, \text{А}$	К-сть смуг на фазу	Кількість шин
РП - 2	185.19	281.37	630	Мідна , прямокутна	40 x 5	700	1	5

Табл.36

Назва групи	$S_p, \text{кВ} \cdot \text{А}$	$I_p, \text{А}$	$I_{\text{ном. розч}}, \text{А}$	Тип шини	Площа поперечного перерізу	$I_{\text{доп. шини}}, \text{А}$	К-сть смуг на фазу	Кількість шин
СП - 6	111.29	169.09	400	Мідна , прямокутна	30 x 4	475	1	5
СП - 7	69.02	104.87	400	Мідна , прямокутна	30 x 4	475	1	5
СП - 8	69.02	104.87	400	Мідна , прямокутна	30 x 4	475	1	5

Табл.37

Назва групи	$S_p, \text{кВ} \cdot \text{А}$	$I_p, \text{А}$	$I_{\text{ном. розч}}, \text{А}$	Тип шини	Площа поперечного перерізу	$I_{\text{доп. шини}}, \text{А}$	К-сть смуг на фазу	Кількість шин
РП - 3	249.33	378.82	630	Мідна , прямокутна	40 x 5	700	1	5

Табл.38

Назва групи	$S_p, \text{кВ} \cdot \text{А}$	$I_p, \text{А}$	$I_{\text{ном. розч}}, \text{А}$	Тип шини	Площа поперечного перерізу	$I_{\text{доп. шини}}, \text{А}$	К-сть смуг на фазу	Кількість шин
СП - 9	64.72	98.33	250	Мідна , прямокутна	20 x 3	275	1	5
СП - 10	85.76	130.3	400	Мідна , прямокутна	30 x 4	475	1	5

СП - 5	46.93	71.3	400	Мідна , прямокутна	30 x 4	475	1	5
--------	-------	------	-----	-----------------------	--------	-----	---	---

Табл.39

Назва групи	$S_p, \text{кВ} \cdot \text{А}$	$I_p, \text{А}$	$I_{\text{ном. розч}}, \text{А}$	Тип шини	Площа поперечного перерізу	$I_{\text{доп. шини}}, \text{А}$	К-сть смуг на фазу	Кількість шин
РП - 4	197.41	299.9	630	Мідна , прямокутна	40 x 5	700	1	5

Табл.40

Назва групи	$S_p, \text{кВ} \cdot \text{А}$	$I_p, \text{А}$	$I_{\text{ном. розч}}, \text{А}$	Тип шини	Площа поперечного перерізу	$I_{\text{доп. шини}}, \text{А}$	К-сть смуг на фазу	Кількість шин
СП - 4	114.1	173.36	400	Мідна , прямокутна	30 x 4	475	1	5
СП - 11	61.87	94	400	Мідна , прямокутна	30 x 4	475	1	5
СП - 12	37.6	57.13	400	Мідна , прямокутна	30 x 4	475	1	5
СП - 13	60.3	91.62	400	Мідна , прямокутна	30 x 4	475	1	5

Табл.41

Назва групи	$S_p, \text{кВ} \cdot \text{А}$	$I_p, \text{А}$	$I_{\text{ном. розч}}, \text{А}$	Тип шини	Площа поперечного перерізу	$I_{\text{доп. шини}}, \text{А}$	К-сть смуг на фазу	Кількість шин
РП - 5	273.87	416.1	630	Мідна , прямокутна	40 x 5	700	1	5

Табл.42

Назва групи	$S_p, \text{кВ} \cdot \text{А}$	$I_p, \text{А}$	$I_{\text{ном. розч}}, \text{А}$	Тип шини	Площа поперечного перерізу	$I_{\text{доп. шини}}, \text{А}$	К-сть смуг на фазу	Кількість шин
ШУО	61.71	93.76	100	Мідна , прямокутна	15 x 3	210	1	5

Табл.43

Тепер , після знаходження всіх повних розрахункових потужностей на СП і РП , можемо знаходити переріз шин безпосередньо на 2КТШП :

									Арк.
									61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



				РП - 5	1250
				РП - 5	1250
Ш – 0.4 – Л103	1			ШУО	100
				ШУО	100
Ш – 0.4 – Л318	2	-	-	РП – 1	800
				РП - 1	800
				РП – 2	800
				РП - 2	800
				РП – 4	1000
				РП - 4	1000
Ш – 0.4 – С401	1	2500	2000	-	-

Табл.45

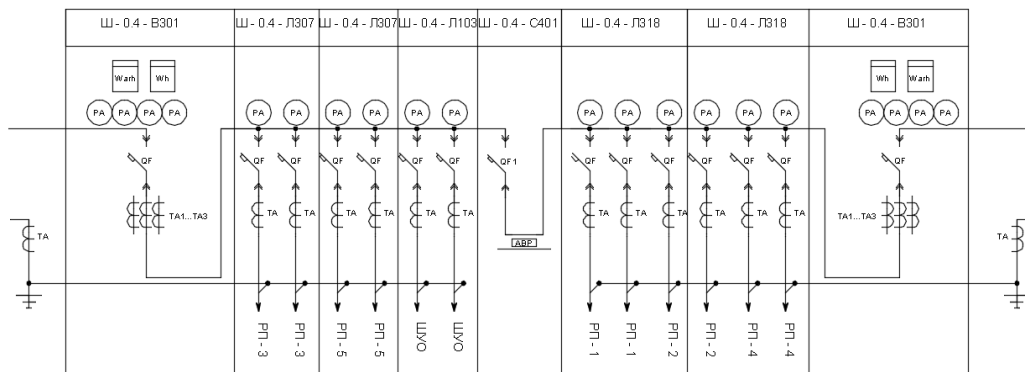


Рис.16 Однолінійна схема двотрансформаторної комплектної підстанції  
2КТПП – 1000/6/0.4 УЗ.

Визначивши номінальні перізи шин в 2КТПП , в РП і СП , можемо визначати номінальні перерізи провідників ( і якщо прокладка трубна , відразу визначаємо діаметр сталльної труби) ліній від СП до РП , від РП до ТП.

Поперечний переріз провідників ( кабелів , шинопроводів ) , визначають по наступним трьома умовам :

$$I_{пр} \geq \frac{I_p}{K_{прок}};$$

$$I_{\text{пр}} \geq \frac{k_3 * I_3}{K_{\text{прок}}}$$

$$\Delta U_{\text{л}} \leq \Delta U_{\text{доп}}$$

де  $K_{\text{прок}}$  – коефіцієнт прокладки ;

$k_3$  - кратність струму для провідника відносно струму АЗ ( апарата захисту ) ;

$I_3$  – струм АЗ ( для АВ – номінальний струм розчеплювача ) ;

$\Delta U_{\text{л}}$  – втрати напруги в лінії ;

$U_{\text{доп}}$  – максимально допустиме значення цих втрат ( 5% ).

Для показового прикладу , визначаємо марку і переріз провідників ЕП до СП – 1 .

Від ЕП №9 до СП -1 ( лінія Л1 – 9Е ).

Для трубної прокладки обираю кабель марки ПВ1 . Має наступне розшифрування буквених позначень :

матеріал жили кабелю – мідь ;

П – провід ;

В– ізоляція із ПВХ ;

1 – клас гнучкості.

Використовується дл прокладання в сталевих трубах .

Розпочинаємо розрахунок і вибір перерізу кабеля.

$$I_{\text{пр}} \geq \frac{I_p}{K_{\text{прок}}} = \frac{34.19}{0.78} = 43.83 \text{ А}$$

					ДП2020 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64



Обераю наступну трубу : стальна водогазопровідна труба звичайна , з умовним проходом - 50 мм .

Всі вищевизначенні величини заносимо в таблицю.

Лінія	$I_p, A$	$I_3, A$	$I_{доп}, A$	Тип , марка	Переріз , мм <sup>2</sup>	$\Delta U_{\%}, \%$	Кількість прокладених в трубі	Умовний діаметр труби , $d_{ум}$
Л1 – 9Е	34.18	40	75	ПВ1	16	0.17	5	50
Л1 – 10Е	34.18	40	75	ПВ1	16	0.09	5	50
Л1 – 63Е	140.25	160	225	ПВ1	95	0.18	5	125
Л1 – 64Е	140.25	160	225	ПВ1	95	0.27	5	125
Л2 - 33Е	35.61	40	75	ПВ1	16	0.69	5	50
Л2 – 34Е	35.61	40	75	ПВ1	16	0.95	5	50
Л2 – 35Е	35.61	40	75	ПВ1	16	1.2	5	50
Л2 – 36Е	35.61	40	75	ПВ1	16	1.45	5	50
Л2 – 61Е	26.3	32	46	ПВ1	8	0.61	5	32
Л2 – 62Е	26.3	32	46	ПВ1	8	0.54	5	32
Л3 – 14Е	34.18	40	75	ПВ1	16	0.19	5	50
Л3 – 30Е	35.61	40	75	ПВ1	16	0.23	5	50
Л3 – 31Е	35.61	40	75	ПВ1	16	0.17	5	50
Л3 – 32Е	35.61	40	75	ПВ1	16	0.12	5	50
Л4 – 1Е	45.11	50	75	ПВ1	16	0.2	5	50
Л4 – 2Е	45.11	50	75	ПВ1	16	0.24	5	50
Л4 – 3Е	45.11	50	75	ПВ1	16	0.33	5	50
Л4 – 4Е	45.11	50	75	ПВ1	16	0.39	5	50
Л4 – 5Е	45.11	50	75	ПВ1	16	0.47	5	50
Л4 – 6Е	45.11	50	75	ПВ1	16	0.49	5	50
Л5 – 65Е	72.12	80	115	ПВ1	35	0.39	5	80
Л5 – 66Е	72.12	80	115	ПВ1	35	0.33	5	80
Л5 – 67Е	72.12	80	115	ПВ1	35	0.26	5	80
Л5 – 68Е	61.36	63	90	ПВ1	25	0.43	5	70
Л5 – 69Е	61.36	63	90	ПВ1	25	0.52	5	70
Л5 – 70Е	61.36	63	90	ПВ1	25	0.62	5	70

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Л6 – 22Е	113.95	125	185	ПВ1	70	0.21	5	100
Л6 – 23Е	113.95	125	185	ПВ1	70	0.24	5	100
Л6 – 27Е	35.61	40	75	ПВ1	16	0.11	5	50
Л6 – 28Е	36.61	40	75	ПВ1	16	0.16	5	50
Л6 – 29Е	35.61	40	75	ПВ1	16	0.21	5	50
Л6 – 37Е	23.74	25	34	ПВ1	5	0.55	5	32
Л7 – 11Е	34.18	40	75	ПВ1	16	0.06	5	50
Л7 – 19Е	113.95	125	185	ПВ1	70	0.07	5	100
Л7 – 20Е	113.95	125	185	ПВ1	70	0.12	5	100
Л7 – 21Е	113.95	125	185	ПВ1	70	0.16	5	100
Л8 – 12Е	34.18	40	75	ПВ1	16	0.21	5	50
Л8 – 15Е	113.95	125	185	ПВ1	70	0.06	5	100
Л8 – 16Е	113.95	125	185	ПВ1	70	0.11	5	100
Л8 – 17Е	113.95	125	185	ПВ1	70	0.15	5	100
Л9 – 25Е	56.98	63	90	ПВ1	25	0.39	5	70
Л9 – 39Е	55.5	63	90	ПВ1	25	0.14	5	70
Л9 – 41Е	55.5	63	90	ПВ1	25	0.14	5	70
Л9 – 48Е	20.18	25	34	ПВ1	5	0.41	5	32
Л9 – 53Е	16.46	20	30	ПВ1	4	0.35	5	32
Л10 – 7Е	34.18	40	75	ПВ1	16	0.23	5	50
Л10 – 8Е	34.18	40	75	ПВ1	16	0.16	5	50
Л10 – 44Е	104.72	125	185	ПВ1	70	0.21	5	100
Л10 – 45Е	104.72	125	185	ПВ1	70	0.16	5	100
Л10 – 47Е	55.5	63	90	ПВ1	25	0.28	5	70
Л10 – 52Е	20.18	25	30	ПВ1	4	0.94	5	32
Л11 – 38Е	55.5	63	90	ПВ1	25	1.04	5	70
Л11 – 40Е	55.5	63	90	ПВ1	25	1.21	5	70
Л11 – 42Е	43.83	50	75	ПВ1	16	0.28	5	50
Л11 – 43Е	13.93	16	25	ПВ1	2.5	0.05	5	32
Л11 – 49Е	20.18	25	34	ПВ1	5	0.06	5	32
Л11 – 50Е	20.18	25	34	ПВ1	5	0.07	5	32
Л11 – 51Е	20.18	25	34	ПВ1	5	0.09	5	32
Л12 – 55Е	49.67	50	75	ПВ1	16	0.21	5	50
Л12 – 57Е	55.5	63	90	ПВ1	25	0.11	5	70

Л12 –58Е	55.5	63	90	ПВ1	25	0.2	5	70
Л12 –59Е	55.5	63	90	ПВ1	25	0.11	5	70
Л12 –60Е	55.5	63	90	ПВ1	25	0.17	5	70
Л13 –24Е	56.98	63	90	ПВ1	25	0.1	5	70
Л13 –26Е	61.36	63	90	ПВ1	25	0.22	5	70
Л13 –46Е	55.5	63	90	ПВ1	25	0.15	5	70
Л13 –54Е	49.67	50	75	ПВ1	16	0.17	5	50
Л13 –56Е	49.67	50	75	ПВ1	16	0.11	5	50
Л1 – 1	348.8	400	520	СШБ	95	2.38	4	80
Л1 – 2	195.04	200	285	СШБ	35	2.15	4	50
Л1 – 3	121.01	125	175	СШБ	16	1.55	4	32
Л2 – 13Е	34.18	40	75	ПВ1	16	0.13	5	50
Л2 – 71Е	420.74	500	675	СШБ	150	0.22	5	150
Л2 – 72Е	140.24	160	225	ПВ1	95	0.23	5	125
Л2 – 73Е	122.72	125	185	ПВ1	70	0.16	5	100
Л3 – 6	382.21	400	520	СШБ	95	0.48	4	80
Л3 – 7	376.03	400	520	СШБ	95	0.75	4	80
Л3 – 8	376.03	400	520	СШБ	95	0.85	4	80
Л4 – 5	400.59	500	675	СШБ	150	0.95	4	150
Л4 – 9	204.62	250	360	СШБ	50	0.55	4	80
Л4 – 10	353.48	400	520	СШБ	95	1.11	4	80
Л5 – 18Е	113.95	125	185	ПВ1	70	0.56	5	100
Л5 – 4	270.66	320	440	СШБ	70	3.16	4	80
Л5 – 11	229.3	250	360	СШБ	50	2.07	4	80
Л5 – 12	271.67	320	440	СШБ	70	2.45	4	80
Л5 – 13	273.18	320	440	СШБ	70	2.63	4	80
Л1 – 3Р	1134.27	1250	1250	ШМА4	8 x 140	0.54	4	-
Л1 – 3А	1134.27	1250	1250	ШМА4	8 x 140	0.55	4	-
Л1 – 5Р	1044.81	1600	1250	ШМА4	8 x 140	0.08	4	-
Л1 – 5А	1044.81	1600	1250	ШМА4	8 x 140	0.08	4	-
Л1 – ОР	93.76	100	100	ШРМ-75	3.55x11.2	0.17	4	-
Л1 – ОА	93.76	100	100	ШРМ-75	3.55x11.2	0.17	4	-
Л2 – 1Р	664.85	800	1000	ШМА -76	8 x 120	0.0002	4	-
Л2 – 1А	664.85	800	1000	ШМА -76	8 x 120	0.0002	4	-

Л2 – 2Р	717.19	800	1000	ШМА -76	8 x 120	0.0004	4	-
Л2 – 2А	717.19	800	1000	ШМА -76	8 x 120	0.0004	4	-
Л2 – 4Р	958.69	1000	1000	СШв	500	1.93	4	4 x 150
Л2 – 4А	958.69	1000	1000	СШв	500	1.93	4	4 x 150

Табл.46

Пояснення до таблиці.

Для прокладання обиралися кабелі ПВ1 і СШв , і шинопроводи ШРМ – 75 , ШМА4 і ШМА – 76 .

Від СП до ЕП прокладалися 5 одножильних кабелів ( так як система заземлення TN – S , L1 L2 L3 N PE ) , марки ПВ1 , тобто наприклад , Л10 – 47Е – прокладений кабель 5 x ПВ1 – 1 x 25.

Від РП до СП прокладалися в трубах кабелі марки СШв ( за винятком РП - 2 , де до РП приєднанні безпосередньо ЕП , до одного з яких йде кабель типу СШв а до трьох інших ПВ1 ) . Тут вже застосована система заземлення TN – С ( L1 L2 L3 PEN ) , тому в трубі прокладено 4 одножильних кабеля однакового перерізу , наприклад , для лінії Л5 – 4 – прокладений кабель 4 x СШв – 1 x 70 .

Від ТП до РП живлення подається через шинопроводи . Винятком служить випадок від ТП – 2 до РП – 4 , де виконано прокладення кабеля в трубах в бетонній підлозі . Це виконано з причин того , що прокладення там шинопроводу буде заважати руху кран – балкам . Тому обрано прокладення окремо кожної жили в окремій трубі ( тобто 4 жили по 300 мм<sup>2</sup> – 4 труби по 150 мм ) .

До рухомих електроприймачів – у нашому випадку кран – балки , живлення приходить до щита , який знаходиться безпосередньо біля ЕП , кабелем 4 x ПВ1 – 1 x  $S_{ст}$  ( $S_{ст}$  – площа поперечного перерізу кабеля ) , в тому щиті вже відбувається перехід з кабеля ПВ1 на кабель марки КГН – 5 x  $S_{ст}$  .

Далі кабель КГН намотується на спеціальні кабельні барабани , які розкручуються чи закручуються в залежності від руху кран – балки .

КГН :

К – силовий кабель ;

Г – гнучкий ;

Н – в якості матеріалу ізоляції використовується найритова резина .

Використовується для живлення мереж рухомих електроприймачів .

Так як в цеху наявні вентилятори , насоси , компресори то необхідно до них підібрати й відповідну апаратуру , тобто КМ – магнітні пускачі , контактори .

Це виконаємо в подальших розрахунках , а щас встановим , що до цех електроприймачів живлення приходять кабелем ПВ-1 , далі здійснюється перехід в щиту безпосередньо біля ЕП , на кабель контрольний КВВГнг – 5 хS<sub>ст</sub> .

КВВГнг :

К – контрольний ;

В – ізоляція з ПВХ ;

В – оболонка з ПВХ ;

Г – відсутній захисний покрив ;

нг – не поширює горіння при груповій прокладці .

					ДП2020 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

#### 4 .Розрахунок струмів короткого замикання

#### та вибір електричних апаратів

Розрахунок струмів короткого замикання проводять після вибору марки і перерізу кабелів , шинопроводів , силових пунктів , розподільчих пунктів . Струмами короткого замиканнями перевіряється надійність і можливість спрацювання і реагування АЗ ( апаратів захисту ) на них , тобто йде перевірка на термічну і динамічну стійкість до струмів короткого замикання . За розрахованими значенням струмів КЗ роблять висновок – потрібен релейний захист чи ні . Тому що , якщо струми КЗ не сильно відрізняються від струмів в нормальних умовах роботи обладнання то релейний захист не використовується , і навпаки .

Розрахунок будемо виконувати для визначених точок цеху , а саме :

на шинах НН 2КТПП 0.4 кВ ;

випадок короткого замикання в РП ;

випадок короткого замикання в СП ;

безпосередньо КЗ до ЕП ( електроприймача ) .

Щоб не робити громіздкі розрахунки , спростимо наш розрахунок до такої умови : розрахунок точки КЗ будемо виконувати для всіх РП і СП , але для найближчого ЕП до СП ( так як з віддаленням від джерела живлення точки КЗ , струм КЗ зменшується , а нам потрібно знати його максимальне значення ) .

Проведемо розрахунки струму трифазного ( для перевірки на стійкість

					<i>ДП 2020 141</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Корнієнко В.І.			Розрахунок струмів короткого замикання та вибір електричних апаратів.	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Мартинюк.О.В					71	
<i>Реценз.</i>						ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
<i>Н. Контр.</i>						ЕЛ – 4 - 4		
<i>Затверд.</i>		Балюта С.М.						

обраного обладнання і провідників ) і однофазного короткого замикання (для перевірки захисного відключення і розрахунків заземлення в мережі напругою 0,4 кВ ).

Під час розрахунків струмів КЗ потрібно враховувати усі опори елементів заміщення . Розрахунки вестимемо в іменованих одиницях .

В реальних умовах , значення струмів однофазного КЗ можуть бути недостатніми для надійного реагування і спрацювання захисної апаратури.

					ДП2020 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

## 4.1. Розрахунок струмів короткого замикання у низьковольтній розподільчій мережі

Складемо схему до розрахунків струмів КЗ цеху телефонних кабелів з наперед проставленими точками КЗ .

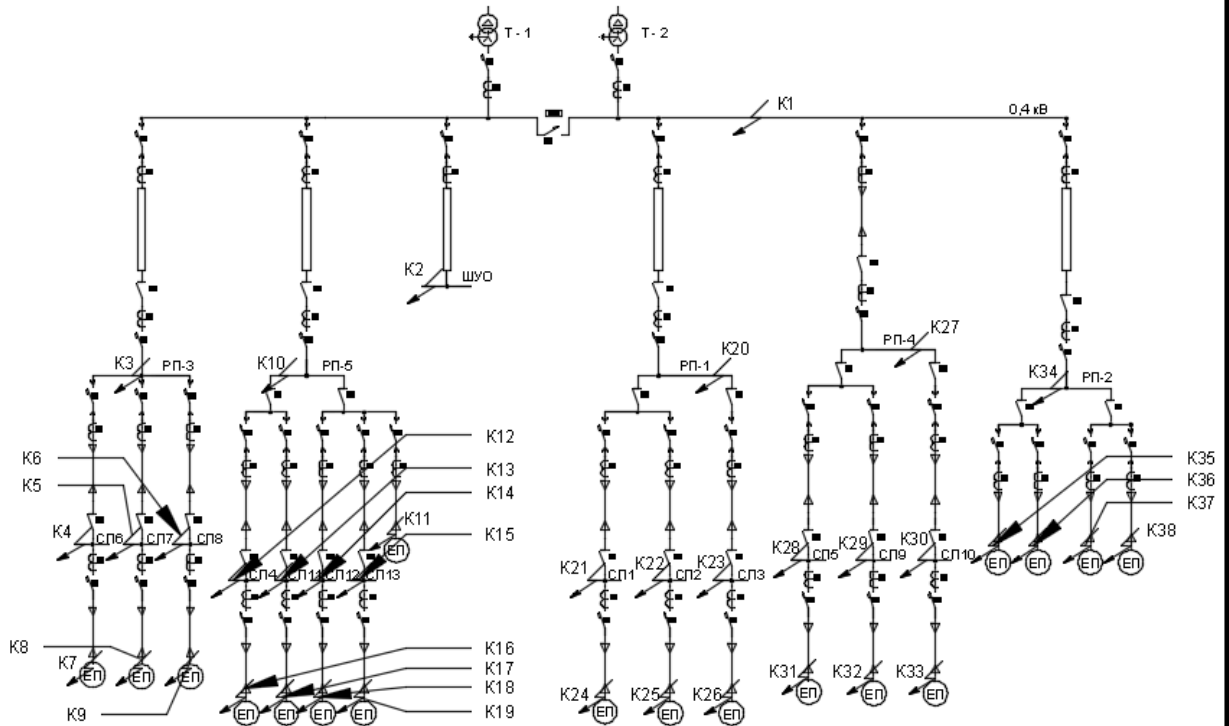


Рис.17 Схема до розрахунків з вибраними точками місць КЗ

Тепер , на основі вищепоказаної схеми , складемо схему заміщення опорів схеми електропостачання цеху телефонних кабелів .

						<i>ДП 2020 141</i>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Корнієнко В.І.				Вибір трас та способів прокладання низьковольтних кабельних ліній	Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Мартинюк.О.В						73	
Реценз.						ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
Н. Контр.						ЕЛ – 4 - 4		
Затверд.	Балюта С.М.							





$$x_0 = 0.242 \text{ мОм.}$$

$$r_{\text{ш}} = r_0 * l = 0.034 * 2 = 0.068 \text{ мОм.}$$

$$x_{\text{ш}} = x_0 * l = 0.242 * 2 = 0.484 \text{ мОм.}$$

Опір контактного з'єднання для мідних провідників приймаємо  $r_{\text{кз}} = 15 \text{ мОм}$ , а  $x_{\text{кз}} \approx 0 \text{ мОм}$ .

Розрахуємо сумарні активні й індуктивні опори до точки КЗ К1 :

$$r_{\Sigma \text{к1}} = r_{\text{т}} + r_{\text{а}} + r_{\text{ТА}} + r_{\text{ш}} + r_{\text{кз}} = 1.76 + 0.95 + 0 + 0.068 + 15 = 17.778 \text{ мОм;}$$

$$x_{\Sigma \text{к1}} = x_{\text{т}} + x_{\text{а}} + x_{\text{ТА}} + x_{\text{ш}} + x_{\text{кз}} = 7.74 + 0.5 + 0 + 0.484 + 0 = 8.724 \text{ мОм.}$$

Повний опір :

$$Z_{\text{к}} = \sqrt{r_{\Sigma \text{к1}}^2 + x_{\Sigma \text{к1}}^2} = \sqrt{17.778^2 + 8.724^2} = 19.8 \text{ мОм.}$$

Розрахуємо значення трифазного струму в точці К1 :

$$I_{\text{к}}^{(3)} = \frac{U_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} * Z_{\text{к}}} = \frac{380}{\sqrt{3} * 19.8} = 11.08 \text{ кА.}$$

Розрахуємо значення ударного струму :

$$T_{\text{а}} = \frac{x_{\text{к}}}{\omega * r_{\text{к}}} = \frac{8.724}{3.14 * 17.778} = 0.00156 \text{ с,}$$

$$K_{\text{уд}} = 1 + e^{-\frac{0.01}{0.00156}} = 1.002 ,$$

$$i_{\text{уд}} = K_{\text{уд}} * \sqrt{2} * I_{\text{к}}^{(3)} = 1.002 * \sqrt{2} * 11.08 = 15.7 \text{ кА.}$$

$\tau_{\text{пв}}$ - розрахунковий час початку розмикання струму КЗ АВ :

$$\tau_{\text{р}} = \tau_{\text{р.з. min}} + \tau_{\text{о.р.}} = 0.01 + 0.02 = 0.03 \text{ с,}$$

$\tau_{\text{о.р.}}$  – час спрацювання автоматичного вимикача .

					<i>ДП2020 141</i>	Арк.
						76
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення аперіодичної складової струму короткого замикання:

$$i_a = \sqrt{2} * I_K^{(3)} * e^{-\frac{\tau_p}{T_a}} = \sqrt{2} * 11.08 * e^{-\frac{0.03}{0.00156}} = 0 \text{ кА.}$$

Визначення теплового імпульсу :

$$B_K = (I_K^{(3)})^2 * (\tau_K + T_a) = 11.08^2 * (0.4 + 0.00156) = 49.3 \text{ кА}^2 * \text{с.}$$

Розрахуємо значення мінімальної площі перерізу провідника термічно стійкого до дії струму КЗ :

$$S_{min} = \frac{\sqrt{B_K}}{C} = \frac{\sqrt{49.3 * 10^6}}{179} = 538,52 \text{ мм}^2,$$

$$\text{де } C = 170 \frac{\text{А} * \text{с}^{1/2}}{\text{мм}^2}.$$

Згідно з отриманим значенням – переріз шин нас задовільняє.

Струм однофазного КЗ визначають за наступною формулою :

$$I_K^{(1)} = \frac{U_{ном}}{\sqrt{3} * (Z_{\Pi} + \frac{Z_T^{(1)}}{3})};$$

де  $Z_{\Pi} = \sqrt{r_{\Pi}^2 + x_{\Pi}^2}$  – повний опір петлі фаза – нуль , включає в себе опір шинопроводів , кабелів , шин , проводів , контактів і апаратів .

Активний опір петлі фаза – нуль :

$$r_{\Pi} = r_T + r_a + r_{TA} + r_{ш} + r_{кз} + r_{ш0} = 1.76 + 0.95 + 0 + 0.068 + 15 + 0.068 = 17.846 \text{ мОм.}$$

Індуктивний опір петлі фаза – нуль :

$$x_{\Pi} = 2 * x_a + 2 * x_{TC} + 2 * x_{ш} = 2 * 0.05 + 2 * 0 + 2 * 0.484 = 1.068 \text{ мОм.}$$

$Z_T^{(1)}$  – з таблиці , вибирається в залежності від потужності трансформатора й схеми з'єднання обмоток ,  $Z_{T1} = 27$  мОм.

Повний опір петлі фаза – нуль :

$$Z_{\Pi} = \sqrt{r_{\Pi}^2 + x_{\Pi}^2} = \sqrt{17.846^2 + 1.068^2} = 17.878 \text{ мОм.}$$

Струм однофазного КЗ в точці К1 :

$$I_{\text{к}}^{(1)} = \frac{U_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} * (Z_{\Pi} + \frac{Z_T^{(1)}}{3})} = \frac{380}{\sqrt{3} * (17.878 + \frac{27}{3})} = 8.59 \text{ кА.}$$

Занесемо отримані значення в таблицю.

Розрахунков а точка КЗ	$Z^{(3)}$ , мОм	$Z^{(1)}$ , мОм	$I^{(3)}$ КЗ, кА	$I^{(1)}$ КЗ, кА	Та, с	$i_{\text{уд}}$ , кА	$K_{\text{уд}}$	$B_{\text{к}}$ , кА <sup>2</sup> * с	$S_{\text{min}}$ , мм <sup>2</sup>
К1	19.8	17.878	11.08	8.59	0.00156	15.7	1.002	49.3	538.52
К2	37.03	35.781	5.93	5.16	0.0009	8.39	1	3.54	159.2
К3	36.34	36.16	6.04	5.11	0.0009	8.54	1	3.67	161.89
К4	55.42	61.61	3.96	3.11	0.0009	5.6	1	1.58	106.31
К5	57.21	67.59	3.84	2.87	0.0009	5.42	1	1.49	103.09
К6	57.15	66.83	3.84	2.89	0.0009	5.43	1	1.49	103.09
К7	78.52	95.96	2.79	2.09	0.0009	3.95	1	0.78	74.9
К8	78.42	96.49	2.8	2.08	0.0009	3.96	1	0.79	75.17
К9	76.2	87.98	2.88	2.27	0.0009	4.07	1	0.84	77.31
К10	35.84	34.58	6.12	6.17	0.0009	8.66	1	3.78	164.3
К11	82.62	107.03	2.66	1.89	0.0009	3.76	1	0.71	71.4
К12	93.31	145.07	2.35	1.42	0.0009	3.33	1	0.56	63.09
К13	95.75	167.98	2.29	1.24	0.0009	3.24	1	0.53	61.48
К14	88.45	130.51	2.48	1.57	0.0009	3.51	1	0.62	66.58
К15	84.4	118.37	2.6	1.72	0.0009	3.68	1	0.68	69.8
К16	136.19	215.55	1.61	0.98	0.0009	2.28	1	0.26	43.22
К17	203.92	344.24	1.08	0.62	0.0009	1.52	1	0.12	28.9
К18	116.56	172.4	1.88	1.21	0.0009	2.66	1	0.34	49.28
К19	122.84	175.35	1.79	1.19	0.0009	2.53	1	0.32	47.95

K20	35.88	34.85	6.11	5	0.0009	8.65	1	3.77	164.15
K21	83.77	116.87	2.62	1.74	0.0009	3.7	1	0.68	69.7
K22	96.06	115.31	2.28	1.76	0.0009	3.23	1	0.53	61.31
K23	104.64	166.18	2.1	1.25	0.0009	2.97	1	0.44	56.29
K24	131.54	193.58	1.67	1.08	0.0009	2.36	1	0.28	44.78
K25	146	198.1	1.5	1.06	0.0009	2.13	1	0.23	40.34
K26	151.26	239.83	1.45	0.88	0.0009	2.05	1	0.21	38.9
K27	38.43	43.22	5.71	4.2	0.0009	8.07	1	3.29	153.26
K28	74.28	89.08	2.95	2.24	0.0009	4.18	1	0.88	79.3
K29	77.08	95.58	2.85	2.1	0.0009	4.03	1	0.82	76.4
K30	76.39	95.34	2.87	2.1	0.0009	4.06	1	0.83	77.1
K31	108.71	149.58	2.02	1.38	0.0009	2.85	1	0.41	54.18
K32	110	146.58	2	1.41	0.0009	2.82	1	0.4	53.5
K33	112.65	138.72	1.95	1.48	0.0009	2.75	1	0.38	52.29
K34	36.08	35.46	6.08	4.93	0.0009	8.6	1	3.73	163.24
K35	103.36	138.04	2.14	1.49	0.0009	3.03	1	0.46	57.54
K36	67.73	69.42	3.24	2.8	0.0009	4.58	1	1.07	87
K37	57.13	64.67	3.84	2.98	0.0009	5.43	1	1.49	103.1
K38	57.46	61.22	3.82	3.12	0.0009	5.4	1	1.47	102.51

Табл.47

На основі виконаних розрахунків відповідних точок короткого замикання , можна виділити лінії , де кабелі не проходять за умовою мінімально допустимого перерізу струму , через вплив струму короткого замикання . Тому для цих ділянок ми збільшимо переріз провідників до відповідного мінімально допустимого значення .

Дані занесемо в таблицю .

Лінія	$I_p, A$	$I_z, A$	$I_{доп}, A$	Тип , марка	Переріз , мм <sup>2</sup>	Кількість прокладених в трубі	Умовний діаметр труби , $d_{ум}$
ЛЗ – 6	382.21	400	595	СШВ	120	4	100

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Л3 – 7	376.03	400	595	СШв	120	4	100
Л3 – 8	376.03	400	595	СШв	120	4	100
Л6 – 22Е	113.95	125	255	ПВ1	95	5	120
Л6 – 23Е	113.95	125	255	ПВ1	95	5	120
Л6 – 27Е	35.61	40	255	ПВ1	95	5	120
Л6 – 28Е	36.61	40	255	ПВ1	95	5	120
Л6 – 29Е	35.61	40	255	ПВ1	95	5	120
Л6 – 37Е	23.74	25	255	ПВ1	95	5	120
Л7 – 11Е	34.18	40	255	ПВ1	95	5	120
Л7 – 19Е	113.95	125	255	ПВ1	95	5	120
Л7 – 20Е	113.95	125	255	ПВ1	95	5	120
Л7 – 21Е	113.95	125	255	ПВ1	95	5	120
Л8 – 12Е	34.18	40	255	ПВ1	95	5	120
Л8 – 15Е	113.95	125	255	ПВ1	95	5	120
Л8 – 16Е	113.95	125	255	ПВ1	95	5	120
Л8 – 17Е	113.95	125	255	ПВ1	95	5	120
Л5 – 18Е	113.95	125	255	ПВ1	95	5	120
Л5 – 11	229.3	250	440	СШв	70	4	80
Л4 – 1Е	45.11	50	150	ПВ1	50	5	100
Л4 – 2Е	45.11	50	150	ПВ1	50	5	100
Л4 – 3Е	45.11	50	150	ПВ1	50	5	100
Л4 – 4Е	45.11	50	150	ПВ1	50	5	100
Л4 – 5Е	45.11	50	150	ПВ1	50	5	100
Л4 – 6Е	45.11	50	150	ПВ1	50	5	100
Л11 – 38Е	55.5	63	115	ПВ1	35	5	80
Л11 – 40Е	55.5	63	115	ПВ1	35	5	80
Л11 – 42Е	43.83	50	115	ПВ1	35	5	80
Л11 – 43Е	13.93	16	115	ПВ1	35	5	80
Л11 – 49Е	20.18	25	115	ПВ1	35	5	80
Л11 – 50Е	20.18	25	115	ПВ1	35	5	80
Л11 – 51Е	20.18	25	115	ПВ1	35	5	80
Л12 – 55Е	49.67	50	150	ПВ1	50	5	100
Л12 – 57Е	55.5	63	150	ПВ1	50	5	100
Л12 – 58Е	55.5	63	150	ПВ1	50	5	100

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Л12 -59Е	55.5	63	150	ПВ1	50	5	100
Л12 -60Е	55.5	63	150	ПВ1	50	5	100
Л13 -24Е	56.98	63	150	ПВ1	50	5	100
Л13 -26Е	61.36	63	150	ПВ1	50	5	100
Л13 -46Е	55.5	63	150	ПВ1	50	5	100
Л13 -54Е	49.67	50	150	ПВ1	50	5	100
Л13 -56Е	49.67	50	150	ПВ1	50	5	100
Л1 - 2	195.04	200	440	СШВ	70	4	80
Л1 - 3	121.01	125	440	СШВ	70	4	80
Л1 - 9Е	34.18	40	150	ПВ1	50	5	100
Л1 - 10Е	34.18	40	150	ПВ1	50	5	100
Л2 - 33Е	35.61	40	150	ПВ1	50	5	100
Л2 - 34Е	35.61	40	150	ПВ1	50	5	100
Л2 - 35Е	35.61	40	150	ПВ1	50	5	100
Л2 - 36Е	35.61	40	150	ПВ1	50	5	100
Л2 - 61Е	26.3	32	150	ПВ1	50	5	100
Л2 - 62Е	26.3	32	150	ПВ1	50	5	100
Л3 - 14Е	34.18	40	150	ПВ1	50	5	100
Л3 - 30Е	35.61	40	150	ПВ1	50	5	100
Л3 - 31Е	35.61	40	150	ПВ1	50	5	100
Л3 - 32Е	35.61	40	150	ПВ1	50	5	100
Л4 - 9	204.62	250	520	СШВ	95	4	80
Л5 - 65Е	72.12	80	185	ПВ1	70	5	100
Л5 - 66Е	72.12	80	185	ПВ1	70	5	100
Л5 - 67Е	72.12	80	185	ПВ1	70	5	100
Л5 - 68Е	61.36	63	185	ПВ1	70	5	100
Л5 - 69Е	61.36	63	185	ПВ1	70	5	100
Л5 - 70Е	61.36	63	185	ПВ1	70	5	100
Л9 - 25Е	56.98	63	185	ПВ1	70	5	100
Л9 - 39Е	55.5	63	185	ПВ1	70	5	100
Л9 - 41Е	55.5	63	185	ПВ1	70	5	100
Л9 - 48Е	20.18	25	185	ПВ1	70	5	100
Л9 - 53Е	16.46	20	185	ПВ1	70	5	100
Л10 - 7Е	34.18	40	185	ПВ1	70	5	100

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Л10 – 8Е	34.18	40	185	ПВ1	70	5	100
Л10 – 47Е	55.5	63	185	ПВ1	70	5	100
Л10 – 52Е	20.18	25	185	ПВ1	70	5	100
Л2 – 13Е	34.18	40	185	ПВ1	70	5	100
Л2 – 72Е	140.24	160	260	ПВ1	120	5	150
Л2 – 73Е	122.72	125	260	ПВ1	120	5	150

Табл.48

Вищескладена таблиця показує вибрані нові перерізи тих провідників , які не пройшли за умовою мінімального перерізу під впливом термічного чинника струму короткого замикання . Можливе також використання попередньо вибраних перерізів кабелів , але тоді вони при першому ж КЗ вийдуть з ладу ( ізоляція втратить свої діелектричні властивості , перегорить , можливий динамічний вплив струму КЗ ) , тому для забезпечення надійності і безперебійності електропостачання слід обрати змінні провідники , тим більше вони дають менше значення спаду напруги із-за збільшення перерізу кожного з провідників .

## 4.2. Вибір автоматичних вимикачів (рубильників, запобіжників) в РП - 0,38 кВ і розподільчих щитах

Попередньо , в процесі розрахунку було обрано силову апаратуру , згідно з якою обиралися провідники . Але після розрахунку значення струмів КЗ , ми перевіримо обрані АЗ ( апарати на захисту ) на термічну й динамічну стійкості до струмів КЗ і можливість цих АЗ відключити їх безвідмовно і без пошкодження самого апарату захисту і його окремих конструктивних складових .

Перевірку будемо виконувати за наступними умовами :

- 1)  $U_{ном} \geq U_{ном.м};$
- 2)  $I_{ном.розч.} \geq I_{ном};$
- 3)  $I_{ном.ав.} \geq I_{ном.розч};$
- 4)  $I_{спрац.} \geq 1.25 * I_{пик};$
- 5)  $I_{к}^{(1)} \geq 3 * I_{спрац.};$
- 6)  $I_{к}^{(3)} \geq I_{тах.вимик.}$
- 7)  $i_{ел.дин.} \geq i_{уд.}$

Так як окремо в РП , окремо в СП окремо на ТП в нас застосовані автоматичні вимикачі різних фірм , номіналів і конструктивний виконань , то ми будемо перевіряти їх окремо по черзі. Результати будуть занесені у відповідні таблиці.

Спочатку перевіримо всі АВ для груп СП.					ДП 2020 141			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вибір автоматичних вимикачів (рубильників, запобіжників) в РП - 0,38 кВ і розподільчих щитах	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Корнієнко В.І.						83
Перевір.		Мартинюк.О.В				ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
Реценз.						ЕЛ – 4 - 4		
Н. Контр.								
Затверд.		Балюта С.М.						



## СП – 2 .

А3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 40 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 35.61 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 40 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 35.61 = 178.05 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 1.76 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.28 \text{ кА}$	>	$I_{\text{мах.вимик.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 3.23 \text{ кА}$

Табл.51

А3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 32 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 26.3 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 32 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 35.61 = 178.05 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 1.76 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.28 \text{ кА}$	>	$I_{\text{мах.вимик.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 3.23 \text{ кА}$

Табл.52

## СП – 3 .

А3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 40 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 35.61 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 40 \text{ А}$

$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 35.61 = 178.05 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 1.25 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.1 \text{ кА}$	>	$I_{\text{max.вимик.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 2.97 \text{ кА}$

Табл.53

## СП – 4.

А3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 50 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 45.11 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 50 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 45.11 = 225.26 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 1.42 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.35 \text{ кА}$	>	$I_{\text{max.вимик.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 3.33 \text{ кА}$

Табл.54

## СП – 5.

А3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 80 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 72.17 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 80 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 72.17 = 360.85 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 2.24 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.95 \text{ кА}$	>	$I_{\text{max.вимик.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 4.18 \text{ кА}$

Табл.55

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

A3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 63 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 61.36 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 63 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 61.36 = 306.8 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 2.24 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.95 \text{ кА}$	>	$I_{\text{max.вимик.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 4.18 \text{ кА}$

Табл.56

## СП – 6.

A3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 125 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 113.95 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 125 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 113.95 = 569.75 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 3.11 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 3.96 \text{ кА}$	>	$I_{\text{max.вимик.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 5.6 \text{ кА}$

Табл.57

A3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 40 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 35.61 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 40 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 35.61 = 178.05 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 3.11 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$I_{\text{к}}^{(3)} = 3.96 \text{ кА}$	>	$I_{\text{max.вими́к.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 5.6 \text{ кА}$

Табл.58

АЕ2046М		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 25 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 23.74 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 63 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 25 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 3000 \text{ А}$	>	$5 * 23.74 = 118.7 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 3.11 \text{ кА}$	>	$3 * 3000 = 9 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 3.96 \text{ кА}$	>	$I_{\text{max.вими́к.}} = 4.5 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 6 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 5.6 \text{ кА}$

Табл.59

## СП – 7 .

А3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 125 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 113.95 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 125 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 113.95 = 569.75 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 2.87 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 3.84 \text{ кА}$	>	$I_{\text{max.вими́к.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 5.42 \text{ кА}$

Табл.60

А3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$

$I_{\text{ном.розч.}} = 40 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 34.18 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 40 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 34.18 = 170.9 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 2.87 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 3.84 \text{ кА}$	>	$I_{\text{max.вимик.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 5.42 \text{ кА}$

Табл.61

## СП – 8 .

А3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 125 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 113.95 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 125 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 113.95 = 569.75 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 2.89 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 3.84 \text{ кА}$	>	$I_{\text{max.вимик.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 5.43 \text{ кА}$

Табл.60

А3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 40 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 34.18 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 40 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 34.18 = 170.9 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 2.89 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 3.84 \text{ кА}$	>	$I_{\text{max.вимик.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 5.43 \text{ кА}$

СП – 9 .

А3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 63 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 56.98 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 63 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 56.98 = 284.9 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 2.1 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.85 \text{ кА}$	>	$I_{\text{мах.вимик.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 4.03 \text{ кА}$

Табл.62

АЕ2046М		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 25 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 20.18 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 63 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 25 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 3000 \text{ А}$	>	$5 * 20.18 = 100.9 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 2.1 \text{ кА}$	>	$3 * 3000 = 9 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.85 \text{ кА}$	>	$I_{\text{мах.вимик.}} = 4.5 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 6 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 4.03 \text{ кА}$

Табл.63

АЕ2046М		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 20 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 16.46 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 63 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 20 \text{ А}$

$I_{\text{спрац.}} = 3000 \text{ А}$	>	$5 * 16.46 = 82.3 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 2.1 \text{ кА}$	>	$3 * 3000 = 9 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.85 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимик.}} = 4.5 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 6 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 4.03 \text{ кА}$

Табл.63

## СП – 10 .

А3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 125 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 104.72 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 125 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 104.72 = 523.6 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 2.1 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.87 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимик.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 4.06 \text{ кА}$

Табл.64

А3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 63 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 55.5 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 63 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 55.5 = 277.5 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 2.1 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.87 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимик.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 4.06 \text{ кА}$

Табл.65

А3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 40 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 34.18 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 40 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 34.18 = 170.9 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 2.1 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.87 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимик.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 4.06 \text{ кА}$

Табл.66

АЕ2046М		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 25 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 20.18 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 63 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 25 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 3000 \text{ А}$	>	$5 * 20.18 = 100.9 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 2.1 \text{ кА}$	>	$3 * 3000 = 9 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.87 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимик.}} = 4.5 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 6 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 4.06 \text{ кА}$

Табл.67

## СП – 11 .

А3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 63 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 55.5 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 63 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 55.5 = 277.5 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 1.24 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$

$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.29 \text{ кА}$	>	$I_{\text{мах.вими́к.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 3.24 \text{ кА}$

Табл.68

А3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 50 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 43.83 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 50 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 43.83 = 219.15 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 1.24 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.29 \text{ кА}$	>	$I_{\text{мах.вими́к.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 3.24 \text{ кА}$

Табл.69

АЕ2046М		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 25 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 20.18 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 63 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 25 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 3000 \text{ А}$	>	$5 * 20.18 = 100.9 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 1.24 \text{ кА}$	>	$3 * 3000 = 9 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.29 \text{ кА}$	>	$I_{\text{мах.вими́к.}} = 4.5 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 6 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 3.24 \text{ кА}$

Табл.70

АЕ2046М		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 16 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 13.93 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 63 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 16 \text{ А}$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$I_{\text{спрац.}} = 3000 \text{ А}$	>	$5 * 13.93 = 69.695 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 1.24 \text{ кА}$	>	$3 * 3000 = 9 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.29 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимик.}} = 4.5 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 6 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 3.24 \text{ кА}$

Табл.71

## СП – 12 .

А3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 63 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 55.5 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 63 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 55.5 = 277.5 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 1.57 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.48 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимик.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 3.51 \text{ кА}$

Табл.72

А3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 50 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 49.67 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 50 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 49.67 = 248.35 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 1.57 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.48 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимик.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 3.51 \text{ кА}$

Табл.73

## СП – 13.

					ДП2020 141	Арк.
						94
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

А3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 63 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 61.36 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 63 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 61.36 = 306.8 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 1.72 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.6 \text{ кА}$	>	$I_{\text{max.вимик.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 3.68 \text{ кА}$

Табл.74

А3716Б		
$U_{\text{ном.ав}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 50 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 49.67 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 160 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 50 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$5 * 49.67 = 248.35 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 1.72 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4800 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 2.6 \text{ кА}$	>	$I_{\text{max.вимик.}} = 15 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 3.68 \text{ кА}$

Табл.75

На РП типу ЩО 99 встановлені АВ типу ВА .

**РП – 1 .**

ВА57 – 39 - 34		
$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 400 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 348.8 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 630 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 400 \text{ А}$

$I_{\text{спрац.}} = 2000 \text{ А}$	>	$1.25 * I_{\text{пiк.}} = 966.03 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 5 \text{ кА}$	>	$3 * 2000 = 6 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 6.11 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимик.}} = 40 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 12.5 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 8.65 \text{ кА}$

Табл.76

ВА57 – 39 - 34		
$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 200 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 195.04 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 630 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 200 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 2000 \text{ А}$	>	$1.25 * I_{\text{пiк.}} = 339.5 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 5 \text{ кА}$	>	$3 * 2000 = 6 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 6.11 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимик.}} = 40 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 12.5 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 8.65 \text{ кА}$

Табл.77

ВА51 – 35 – 34М2		
$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 125 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 121.01 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 400 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 125 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1920 \text{ А}$	>	$1.25 * I_{\text{пiк.}} = 284.8 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 5 \text{ кА}$	>	$3 * 1920 = 5.76 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 6.11 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимик.}} = 18 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 12.5 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 8.65 \text{ кА}$

Табл.78

ВА88 - 40		
$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$

$I_{\text{ном.розч.}} = 800 \text{ A}$	>	$I_{\text{ном}} = 664.85 \text{ A.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 800 \text{ A}$	=	$I_{\text{ном.розч.}} = 800 \text{ A}$
$I_{\text{спрац.}} = 2000 \text{ A}$	>	$1.25 * I_{\text{пик.}} = 1203.08 \text{ A}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 5 \text{ кА}$	>	$3 * 2000 = 6 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 6.11 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимик.}} = 35 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 12.5 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 8.65 \text{ кА}$

Табл.79

## РП – 2 .

ВА51 – 35 – 34М2		
$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 160 \text{ A}$	>	$I_{\text{ном}} = 140.25 \text{ A.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 400 \text{ A}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 160 \text{ A}$
$I_{\text{спрац.}} = 1920 \text{ A}$	>	$5 * 140.25 = 701.25 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 4.93 \text{ кА}$	>	$3 * 1920 = 5.76 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 6.08 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимик.}} = 18 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 12.5 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 8.6 \text{ кА}$

Табл.80

ВА57 – 39 - 34		
$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 500 \text{ A}$	>	$I_{\text{ном}} = 420.74 \text{ A.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 630 \text{ A}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 500 \text{ A}$
$I_{\text{спрац.}} = 2500 \text{ A}$	>	$5 * 420.74 = 2.1 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 4.93 \text{ кА}$	>	$3 * 2500 = 7.5 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 6.08 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимик.}} = 40 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 12.5 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 8.6 \text{ кА}$

Табл.81

BA51 – 35 – 34M2		
$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 125 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 122.72 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 400 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 125 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1920 \text{ А}$	>	$5 * 122.72 = 613.6 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 4.93 \text{ кА}$	>	$3 * 1920 = 5.76 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 6.08 \text{ кА}$	>	$I_{\text{мах.вимик.}} = 18 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 12.5 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 8.6 \text{ кА}$

Табл.82

BA57 – 31 – 34		
$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 40 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 34.18 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 100 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 40 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 2000 \text{ А}$	>	$5 * 34.18 = 170.9 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 4.93 \text{ кА}$	>	$3 * 2000 = 6 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 6.08 \text{ кА}$	>	$I_{\text{мах.вимик.}} = 18 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 12.5 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 8.6 \text{ кА}$

Табл.83

BA88 - 40		
$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 800 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 717.19 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 800 \text{ А}$	=	$I_{\text{ном.розч.}} = 800 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 3000 \text{ А}$	>	$1.25 * I_{\text{пик.}} = 2855.12 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 4.93 \text{ кА}$	>	$3 * 3000 = 9 \text{ кА}$

$I_{\text{к}}^{(3)} = 6.08 \text{ кА}$	>	$I_{\text{мах.вимик.}} = 35 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 12.5 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 8.6 \text{ кА}$

Табл.84

**РП – 3 .**

ВА57 – 39 - 34		
$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 400 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 382.21 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 630 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 400 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 2000 \text{ А}$	>	$1.25 * I_{\text{пик.}} = 1155.77 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 5.11 \text{ кА}$	>	$3*2000 = 6 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 6.04 \text{ кА}$	>	$I_{\text{мах.вимик.}} = 40 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 12.5 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 8.54 \text{ кА}$

Табл.85

ВА88 - 43		
$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 1250 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 1134.27 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 1600 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 1250 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 2000 \text{ А}$	>	$1.25 * I_{\text{пик.}} = 1151.53 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 5.11 \text{ кА}$	>	$3*2000 = 6 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 6.04 \text{ кА}$	>	$I_{\text{мах.вимик.}} = 35 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 12.5 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 8.54 \text{ кА}$

Табл.86

**РП – 4 .**

ВА57 – 39 - 34		
----------------	--	--

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 500 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 400.59 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 630 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 500 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$1.25 * I_{\text{пік.}} = 527.56 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 4.2 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4.8 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 5.71 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимик.}} = 40 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 12.5 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 8.07 \text{ кА}$

Табл.87

ВА57 – 39 - 34		
$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 250 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 204.62 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 630 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 250 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$1.25 * I_{\text{пік.}} = 443.43 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 4.2 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4.8 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 5.71 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимик.}} = 40 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 12.5 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 8.07 \text{ кА}$

Табл.88

ВА57 – 39 - 34		
$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 400 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 353.48 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 630 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 400 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 1600 \text{ А}$	>	$1.25 * I_{\text{пік.}} = 755.51 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 4.2 \text{ кА}$	>	$3 * 1600 = 4.8 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 5.71 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимик.}} = 40 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 12.5 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 8.07 \text{ кА}$

BA53 – 41 - 34		
$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 1000 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 958.69 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 1000 \text{ А}$	=	$I_{\text{ном.розч.}} = 1000 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 2000 \text{ А}$	>	$1.25 * I_{\text{пик.}} = 967.91 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 4.2 \text{ кА}$	>	$3 * 2000 = 6 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 5.71 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимик.}} = 55 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 12.5 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 8.07 \text{ кА}$

Табл.90

**РП – 5 .**

BA57 – 39 - 34		
$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 320 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 270.66 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 630 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 320 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 2500 \text{ А}$	>	$1.25 * I_{\text{пик.}} = 463.56 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 6.17 \text{ кА}$	>	$3 * 2500 = 7.5 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 6.12 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимик.}} = 40 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 12.5 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 8.66 \text{ кА}$

Табл.91

BA57 – 39 - 34		
$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 250 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 229.3 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 630 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 250 \text{ А}$

$I_{\text{спрац.}} = 2500 \text{ А}$	>	$1.25 * I_{\text{пik.}} = 452.58 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 6.17 \text{ кА}$	>	$3 * 2500 = 7.5 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 6.12 \text{ кА}$	>	$I_{\text{max.вимик.}} = 40 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 12.5 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 8.66 \text{ кА}$

Табл.92

ВА51 – 35 – 34М2		
$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 125 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 113.95 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 400 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 125 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 2400 \text{ А}$	>	$5 * 113.95 = 569.75 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 6.17 \text{ кА}$	>	$3 * 2400 = 7.2 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 6.12 \text{ кА}$	>	$I_{\text{max.вимик.}} = 18 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 12.5 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 8.66 \text{ кА}$

Табл.93

**Перевірка встановлених автоматичних вимикачів на 2КТПШ – 1000/6/0.6 УЗ .**

### Ш – 0.4 – В301

Е25У		
$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 1600 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 888.68 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 2500 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.розч.}} = 1600 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 3000 \text{ А}$	>	$1.25 * I_{\text{пik.}} = 1788.9 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(1)} = 8.59 \text{ кА}$	>	$3 * 3000 = 9 \text{ кА}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 11.08 \text{ кА}$	>	$I_{\text{max.вимик.}} = 50 \text{ кА}$





В силових пунктах типу СПА – 77 УЗ у нас встановлені рубильники фірми ElectrO типорозмірів ВР32 – 400 і ВР32 – 250 . Це розривний рубильник з обраним режимом роботи АС – 23 ( з дугогасними камерами ) , тому що в нашому цеху наявні електродвигуни які часто включаються в роботу ( вентилятори , насоси , компресори ) . Також під час розриву кола з достатньо великим значенням струму ( в разі непередбачуваної ситуації ) , дугогасні камери забезпечуть нам безпечне розмикання ножів рубильника . Максимально витримуване значення імпульсної напруги коловивається около 8 кВ . Ступінь захисту обираю ІР32 , так як немає точної інформації про пилозабрудненість цеху .

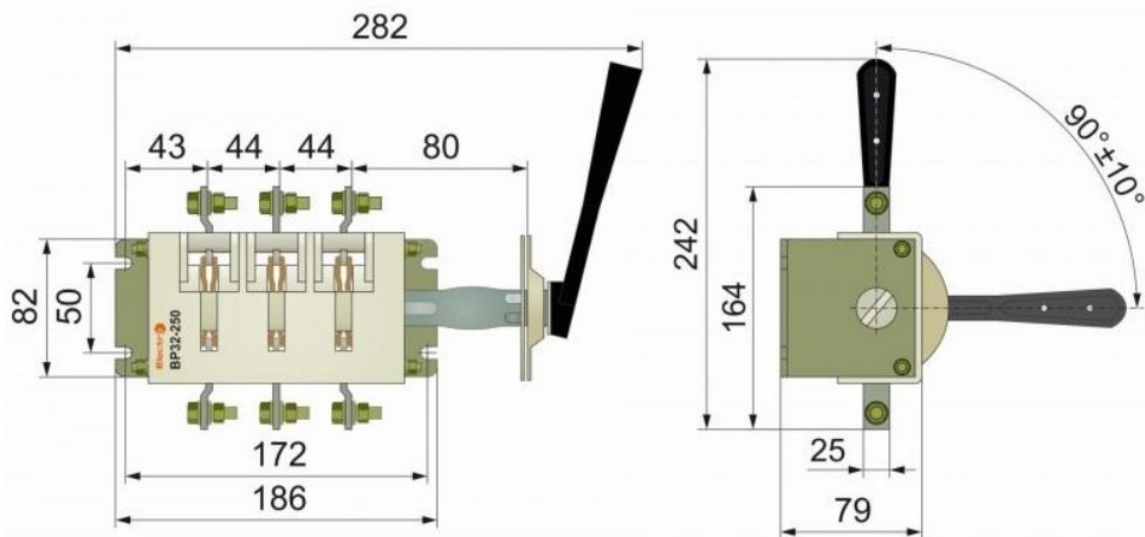


Рис.19 Рубильник ВР32 – 250

Перевіримо рубильники встановлені в СП і занесемо в таблицю наші результати .

№ СП	Тип рубильника	$I_{\text{ном.р.}}, \text{A}$	$U_{\text{ном.р.}}, \text{кВ}$	$U_{\text{ном.м.}}, \text{кВ}$	$I_{\text{ном.л.}}, \text{A}$	$i_{\text{дин}}, \text{кА}$	$i_{\text{уд}}, \text{кА}$
1	ВР32 - 400	400	400	380	348.8	11	3.7
2	ВР32 - 400	400	400	380	195.04	11	3.23

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

3	BP32 - 250	250	400	380	121.01	8	2.97
4	BP32 - 400	400	400	380	270.66	11	3.33
5	BP32 - 400	400	400	380	399	11	4.18
6	BP32 - 400	400	400	380	382.21	11	5.6
7	BP32 - 400	400	400	380	376.03	11	5.42
8	BP32 - 400	400	400	380	376.03	11	5.43
9	BP32 - 250	250	400	380	204.62	8	4.03
10	BP32 - 400	400	400	380	353.48	11	4.06
11	BP32 - 400	400	400	380	229.3	11	3.24
12	BP32 - 400	400	400	380	271.67	11	3.51
13	BP32 - 400	400	400	380	273.18	11	3.68

Табл.99

На РП типу ЩО 99 встановленні рубильники типу РЕ19 – 41 , РЕ19 – 39 і РЕ19 - 43 з ступенем захисту IP00 , так я знаходитимуться безпосередно в РП до яких доступ матиме лише електротехнічний персонал .

Без дугогасних камер , розривного типу , кліматичного виконання і категорії розміщення УЗ .

Перевіримо рубильники встановлені в РП і занесемо в таблицю наші результати .

№ СП	Тип рубильника	$I_{ном.р.}, A$	$U_{ном.р.}, кВ$	$U_{ном.м.}, кВ$	$I_{ном.л.}, A$	$i_{дин.}, кА$	$i_{уд.}, кА$
РП – 1	РЕ19 - 39	630	1000	380	348.8	17	8.65
	РЕ19 - 41	1000	1000	380	664.88	18	
РП - 2	РЕ19 - 39	630	1000	380	420.74	17	8.6
	РЕ19 - 41	1000	1000	380	717.19	18	
РП - 3	РЕ19 - 43	1600	1000	380	1134.27	20	8.54
РП - 4	РЕ19 - 39	630	1000	380	400.59	17	8.07
	РЕ19 - 41	1000	1000	380	958.69	18	
РП - 5	РЕ19 - 39	630	1000	380	273.18	17	8.66

	PE19 - 41	1000	1000	380	1044.81	18	
--	-----------	------	------	-----	---------	----	--

Табл.100

Так як згадувалось раніше , в нашому цеху наявні насоси , вентилятори і компресори ( тобто , двигуни які часто задіюються в роботу ) , то для них потрібно вибрати магнітні пускачі відповідно до їх номінальних потужностей і струмів .

Пускачі для запуску потужних (від 1 кВт і більше) двигунів облаштовуються пристроями гасіння електричної дуги, яка виникає під час комутації між силовими контактами пускача внаслідок індуктивної природи навантаження.

$$U_{\text{ном.пуск.}} \geq U_{\text{мережі}}$$

$$I_{\text{ном.пуск.}} \geq I_{\text{ном.дв.}}$$

$$P_{\text{ном.пуск.}} \geq P_{\text{ном.дв.}}$$

$$I_{\text{РТ}} > I_{\text{ном.дв.}}$$

Обирати , перевіряти і встановлювати будемо електромагнітні пускачі типу ПММ і теплові реле до нього серії РТ2М.

Обираємо пускач і теплове реле до нього для окремо кожного вентилятора з потужностями по 19 кВт.

Параметри пускача	Умови	Параметри двигуна
$U_{\text{ном.пуск.}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{двиг.}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.пуск.}} = 50 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.дв.}} = 45.11 \text{ А}$
$P_{\text{ном.пуск.}} = 22 \text{ кВт}$	>	$P_{\text{ном.дв.}} = 19 \text{ кВт}$
$I_{\text{РТ}} = (36 \div 52) \text{ А}$	=>	$I_{\text{ном.дв.}} = 45.11 \text{ А}$

Табл.101



Для двигуна компресора потужністю 10 кВт я обрав і перевірів електромагнітний пускач типу ПММ – 2/25 з максимальною кількістю спрацювань на годину до 1200 , і теплове реле до нього серії РТ2М 32а автономного виконання .

Обираємо пускач і теплове реле до нього для окремо кожного насоса з потужностями по 8.5 кВт.

Параметри пускача	Умови	Параметри двигуна
$U_{\text{ном.пуск.}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{двиг.}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.пуск.}} = 25 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.дв.}} = 20.18 \text{ А}$
$P_{\text{ном.пуск.}} = 11 \text{ кВт}$	>	$P_{\text{ном.дв.}} = 8.5 \text{ кВт}$
$I_{\text{РТ}} = (18 \div 25) \text{ А}$	=>	$I_{\text{ном.дв.}} = 20.18 \text{ А}$

Табл.104

Для двигуна насоса потужністю 8.5 кВт я обрав і перевірів електромагнітний пускач типу ПММ – 2/25 з максимальною кількістю спрацювань на годину до 1200 , і теплове реле до нього серії РТ2М 32а автономного виконання .

### 4.3. Вибір електричних апаратів РП-6 кВ

Вибір електричних апаратів РП – 6 кВ здійснюється на основі значення розрахункового струму що протікає по лінії живлення і перевіряється відповідно розрахованими значення короткого замикання ( ударного струму , термічної дії струму КЗ , значення в початковий момент струму КЗ і т.д.) .

Для живлення ЦТП ( цехової трансформаторної підстанції ) я обираю прокладення кабельної лінії безпосередньо в землі , з мідними жилами

Тому , згідно з вищенаведеним , нам потрібно розрахувати струм що протікатиме в лінії живлення в нормальному і в максимальному режимах роботи ( так я в нас двотрансформаторна підстанція , то живлення передається по двох паралельних лініях , і в аварійному режимі струм передається по одній кабельній лінії ) . Вибрати кабельну лінію , перевірити її за умовою на допустиме струмове навантаження і на втрату напруги в цій лінії . Потім розрахувати струми короткого замикання щоб вдалішому , мати змогу обрати силову апаратуру РП ВН 6 кВ і перевірити її за умовами.

Розрахуємо значення активних і реактивних втрат в трансформаторі (в нас ці параметри вже розраховані в попередніх розділах ) :

$$\Delta Q_{\text{тр}} = \Delta Q_x + \Delta Q_k = 14 + 55 = 69 \text{ квар};$$

$$\Delta P_{\text{тр}} = \Delta P_x + \Delta P_k = 2.52 + 14.95 = 17.47 \text{ кВт.}$$

Так на шинах РП ВН ми маємо підключені 2 СД ( синхронних двигуна ) потужністю 800 кВт , то спочатку потрібно їх розрахувати .

					<i>ДП 2020 141</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Корнієнко В.І.			Вибір електричних апаратів РП-6 кВ	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Мартинюк.О.В					110	
<i>Реценз.</i>						ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
<i>Н. Контр.</i>						ЕЛ – 4 - 4		
<i>Затверд.</i>		Балюта С.М.						

Тип	Напруга	Кількість	Потужність	Коефіцієнт завантаження	Відстань від РП ВН
СД	6 кВ	2	800 кВт	0.7	350 м

Табл.105

Розрахуємо реактивну потужність споживану синхронним двигуном :

$$Q_{СД100} = P_{СД100} * tg\varphi = 800 * 0.484 = 387.2 \text{ квар,}$$

при  $\cos\varphi = 0.9$ .

Розрахуємо повну потужність СД :

$$S_{СД100} = \sqrt{P_{СД100}^2 + Q_{СД100}^2} = \sqrt{800^2 + 387.2^2} = 888.78 \text{ кВ} * \text{А}$$

$$n * S_{СД100} = 2 * 888.78 = 1777.6 \text{ кВ} * \text{А.}$$

Але , ми можемо компенсувати реактивну потужність споживану СД шляхом встановлення високовольтної конденсаторної установки.

$$Q_{\Sigma КУ} \geq n * Q_{СД100}.$$

$$n * Q_{СД100} = 2 * 387.2 = 774.4 \text{ квар.}$$

Згідно з вищенаведеною умовою , обираю для компенсації реактивної потужності на шинах РП ВН високовольтну КУ типу УКРМ57 – 6.3 –900(4 x 225 ) УЗ ( автоматична конденсаторна установка , регульована за ступенями , з роз'єднувачем ). Ступінь захисту корпусу IP32.

Номинальна напруга , В	6.3
Номинальний струм , А	82.58
Номинальна частота , Гц	50
Номинальна потужність , квар	900
Кількість та потужність ступенів , квар	4 x 225
Відхилення ємності від номінальної	-5/+10%

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата











$$r_0 = 1.16 \text{ Ом/км};$$

$$x_0 = 0.103 \text{ Ом/км}.$$

Втрати напруги в лінії СБ – 3 х 16 при протіканні в кабелі струму нормального режиму :

$$\begin{aligned} \Delta U &= \sqrt{3} \cdot I_p \cdot l \cdot (\cos \varphi \cdot r_0 + \sin \varphi \cdot x_0) \\ &= \sqrt{3} * 0.35 * 38.49 * (1 * 1.16 + 0 * 0.103) = 27.07 \text{ В.} \end{aligned}$$

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U_{\text{ном}}} * 100\% = \frac{27.07}{6300} * 100 = 0.43\% < 5\%, \text{ що допускається.}$$

Втрати напруги в лінії СБ – 3 х 16 при протіканні в кабелі струму максимального режиму :

$$\begin{aligned} \Delta U &= \sqrt{3} \cdot I_p \cdot l \cdot (\cos \varphi \cdot r_0 + \sin \varphi \cdot x_0) \\ &= \sqrt{3} * 0.35 * 76.98 * (1 * 1.16 + 0 * 0.103) = 54.13 \text{ В.} \end{aligned}$$

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U_{\text{ном}}} * 100\% = \frac{54.13}{6300} * 100 = 0.86\% < 5\%, \text{ що допускається.}$$

СБ – 3 х 95 :

$$r_0 = 0.195 \text{ Ом/км};$$

$$x_0 = 0.078 \text{ Ом/км}.$$

Втрати напруги в лінії СБ – 3 х 95 при протіканні в кабелі струму нормального режиму :

$$\begin{aligned} \Delta U &= \sqrt{3} \cdot I_p \cdot l \cdot (\cos \varphi \cdot r_0 + \sin \varphi \cdot x_0) \\ &= \sqrt{3} * 0.35 * 118.83 * (1 * 0.195 + 0 * 0.078) = 14.05 \text{ В.} \end{aligned}$$

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U_{\text{ном}}} * 100\% = \frac{14.05}{6000} * 100 = 0.23\% < 5\%, \text{ що допускається.}$$

Втрати напруги в лінії СБ – 3 х 95 при протіканні в кабелі струму максимального режиму :

$$\begin{aligned} \Delta U &= \sqrt{3} \cdot I_p \cdot l \cdot (\cos \varphi \cdot r_0 + \sin \varphi \cdot x_0) \\ &= \sqrt{3} * 0.35 * 237.66 * (1 * 0.195 + 0 * 0.078) = 28.1 \text{ В.} \end{aligned}$$

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U_{\text{ном}}} * 100\% = \frac{28.1}{6000} * 100 = 0.47\% < 5\%, \text{ що допускається.}$$

Тепер , виберемо високовольтну апаратуру , а саме високовольтні вимикачі для лінії живлення ЦТП і для захисту ліній від РП ВН до СД , роз'єднувачі .

Перевірки комутаційної і захисної апаратури будемо здійснювати за наступними умовами :

- 1)  $U_{\text{ном}} \geq U_{\text{ном.мер.}}$ ;
- 2)  $I_{\text{ном}} \geq I_{\text{роз.}}$ ;
- 3)  $I_{\text{ном.р.}} \geq I_{\text{птр.}}$ ;
- 4)  $\sqrt{2} * I_{\text{ном.р.}} * \left(1 + \frac{\beta_{\text{н}}}{100}\right) \geq \sqrt{2} * I_{\text{пр}} + i_{\text{а}}$ ;
- 5)  $i_{\text{дин.}} \geq i_{\text{уд.}}$ ;
- 6)  $I_{\text{дин.}} \geq I_{\text{п0.}}$ ;
- 7)  $I_{0.0}^2 * \tau \geq \beta_{\text{к}}$ .

Вибираємо високовольтний вимикач в колі живлячої кабельної лінії і від РП ВН до 2КТПП типу ВВТЭ – 10 – 31.5/630У3.

- 1)  $U_{\text{ном}} \geq U_{\text{ном.мер.}}$   
10 кВ > 6.3 кВ.
- 2)  $I_{\text{ном}} \geq I_{\text{макс}}$   
630 А > 237.05 А.
- 3)  $I_{\text{ном.р.}} \geq I_{\text{птр.}}$ ;

					ДП2020 141	Арк.
						118
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$2976.8 \text{ кА}^2 * \text{с} > 34.02 \text{ кА}^2 * \text{с}.$$

Вибираю роз'єднувач типу РЛНД (з) – 10 / 400 У1 в коло живлячої лінії і від РП ВН до 2КТПП.

$$1) U_{\text{НОМ}} \geq U_{\text{НОМ.М}}$$

$$10 \text{ кВ} > 6.3 \text{ кВ} ;$$

$$2) I_{\text{НОМ}} \geq I_{\text{макс}}$$

$$400 \text{ А} > 237.05 \text{ А} ;$$

$$3) i_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд}}$$

$$51 \text{ кА} > 20.45 \text{ кА} ;$$

$$4) I_{\text{дин}} \geq I_{\text{п.о.}}$$

$$20.4 \text{ кА} > 9 \text{ кА} ;$$

$$5) I_{\tau}^2 * \tau \geq B_{\text{к}}$$

$$468,75 \text{ кА}^2 * \text{с} > 34.02 \text{ кА}^2 * \text{с} .$$

Вибираю роз'єднувач типу РЛНД (з) – 10 / 400 У1 в коло лінії від РПВН до СД.

$$1) U_{\text{НОМ}} \geq U_{\text{НОМ.М}}$$

$$10 \text{ кВ} > 6.3 \text{ кВ} ;$$

$$2) I_{\text{НОМ}} \geq I_{\text{макс}}$$

$$400 \text{ А} > 76.98 \text{ А} ;$$

$$3) i_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд}}$$

$$51 \text{ кА} > 20.45 \text{ кА} ;$$

$$4) I_{\text{дин}} \geq I_{\text{п.о.}}$$

$$20.4 \text{ кА} > 9 \text{ кА} ;$$

$$5) I_{\tau}^2 * \tau \geq B_{\text{к}}$$

$$468,75 \text{ кА}^2 * \text{с} > 34.02 \text{ кА}^2 * \text{с} .$$

					ДП2020 141	Арк.
						120
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4.4. Вибір трансформаторів струму для приладів контролю і обліку

Вимірювальні трансформатори струму застосовуються в колах змінного струму для живлення пристроїв релейного захисту і автоматики, лічильників активної і реактивної енергії, вимірювальних приладів з причин великого значення первинного струму чи первинної напруги, для яких ці значення можуть бути небезпечними (наприклад, обмотки не розраховані на певну величину струму і напруги). Тому для цього використовують вимірювальні трансформатори, первинна обмотка яких розрахована на значні значення струму, а в вторинній обмотці протікає значення струму не більше 5 А, яке пропорційно змінюється при зміні струму первинної обмотки.

Облік електроенергії є важливим завданням вимірювальних приладів, так як згідно за їхніми показниками здійснюється розрахунок споживачів з енергопостачальними компаніями, і чим менша похибка вимірювання вимірювального приладу, тим менші затрати нестиме енергопостачальна компанія на виробництво постачання й розподіл електроенергії між споживачами.

Трансформатори струму перевіряються за наступними критеріями:

1)  $U_{1ном} \geq U_{ном.м.}$

2)  $I_{1ном} \geq I_{р.макс}$

					<i>ДП 2020 141</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Корнієнко В.І.				Вибір трансформаторів струму для приладів контролю і обліку	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Мартинюк О.В.					121		
Реценз.						ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
Н. Контр.						ЕЛ – 4 - 4		
Затверд.	Балюта С.М.							





, то найменшим перерізом за умовою механічної міцності для алюмінієвих проводів може бути  $2.5 \text{ мм}^2$ .

Опір проводів буде рівним :

$$r_{\text{пр}} = \frac{\rho * l}{s} = \frac{0.0172 * 15}{1.5} = 0.172 \text{ Ом} .$$

Розрахунковий опір вторинної обмотки :

$$Z_2 = r_{\text{пр}} + r_{\text{прил}} + r_{\text{кон}} = 0.172 + 0.204 + 0.05 = 0.426 \text{ Ом} .$$

Тоді ,  $Z_{2\text{ном}} \geq Z_2$

$$1.2 \text{ Ом} \geq 0.426 \text{ Ом} .$$

Для лінії до РП - 1 обираємо ТА типу ТШ – 066-1 .

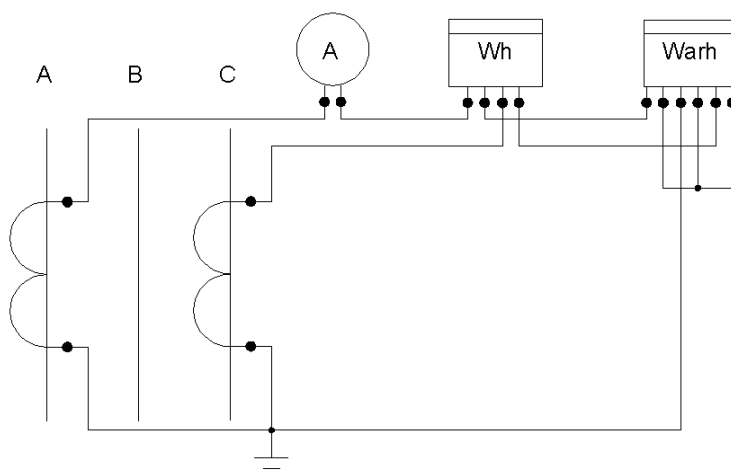


Рис.21 Схема приєднання вимірювальних приладів

Тип ТС	Дані за каталогом	Умова		Розрахункові дані
		Перевірки	Фактична	
ТШ – 066-1	$U_{1\text{ном}} = 0.66 \text{ кВ}$	$\geq$	$>$	$U_{\text{ном.м}} = 0.38 \text{ кВ}$
	$I_{1\text{ном}} = 800 \text{ А}$	$\geq$	$>$	$I_{\text{р.макс}} = 664.85 \text{ А}$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

	$i_{\text{дин}} = 74.5 \text{ кА}$	$\geq$	$>$	$i_{\text{уд}} = 8.65 \text{ кА}$
	$I_{\tau}^2 * \tau = 4286.5 \text{ кА}^2 * \text{С}$	$\geq$	$>$	$B_{\text{к}} = 3.77 \text{ кА}^2 * \text{С}$
	$Z_{2\text{НОМ}} = 1.2 \text{ Ом}$	$\geq$	$>$	$Z_2 = 0.426 \text{ Ом}$

Табл.109

Прилад	Тип приладу	Навантаження , В*А		
		Фаза А	Фаза В	Фаза С
Амперметр	Е - 378	0.1	-	-
Лічильник активної енергії	Меркурій 230	2.5	-	2.5
Лічильник реактивної енергії	Меркурій 230	2.5	-	2.5
Усього		5.1	-	5

Табл.110

Для лінії до РП - 2 обираємо ТА типу ТШ – 066-1 .

Тип ТС	Дані за каталогом	Умова		Розрахункові дані
		Перевірки	Фактична	
ТШ – 066-1	$U_{1\text{НОМ}} = 0.66 \text{ кВ}$	$\geq$	$>$	$U_{\text{НОМ.М}} = 0.38 \text{ кВ}$
	$I_{1\text{НОМ}} = 800 \text{ А}$	$\geq$	$>$	$I_{\text{р.макс}} = 717.19 \text{ А}$
	$i_{\text{дин}} = 74.5 \text{ кА}$	$\geq$	$>$	$i_{\text{уд}} = 8.6 \text{ кА}$
	$I_{\tau}^2 * \tau = 4286.5 \text{ кА}^2 * \text{С}$	$\geq$	$>$	$B_{\text{к}} = 3.73 \text{ кА}^2 * \text{С}$
	$Z_{2\text{НОМ}} = 1.2 \text{ Ом}$	$\geq$	$>$	$Z_2 = 0.426 \text{ Ом}$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Табл.111

Прилад	Тип приладу	Навантаження , В*А		
		Фаза А	Фаза В	Фаза С
Амперметр	Е - 378	0.1	-	-
Лічильник активної енергії	Меркурій 230	2.5	-	2.5
Лічильник реактивної енергії	Меркурій 230	2.5	-	2.5
Усього		5.1	-	5

Табл.112

Для лінії до РП - 3 обираємо ТА типу ТАС65.

Тип ТС	Дані за каталогом	Умова		Розрахункові дані
		Перевірки	Фактична	
ТАС65	$U_{1ном} = 0.66 \text{ кВ}$	$\geq$	$>$	$U_{ном.м} = 0.38 \text{ кВ}$
	$I_{1ном} = 1500 \text{ А}$	$\geq$	$>$	$I_{р.макс} = 1134.27 \text{ А}$
	$i_{дин} = 74.5 \text{ кА}$	$\geq$	$>$	$i_{уд} = 8.54 \text{ кА}$
	$I_{\tau}^2 * \tau = 4286.5 \text{ кА}^2 * \text{С}$	$\geq$	$>$	$B_{к} = 3.67 \text{ кА}^2 * \text{С}$
	$Z_{2ном} = 1.2 \text{ Ом}$	$\geq$	$>$	$Z_2 = 0.426 \text{ Ом}$

Табл.113

Прилад	Тип приладу	Навантаження , В*А		
		Фаза А	Фаза В	Фаза С
Амперметр	Е - 378	0.1	-	-

Лічильник активної енергії	Меркурій 230	2.5	-	2.5
Лічильник реактивної енергії	Меркурій 230	2.5	-	2.5
Усього		5.1	-	5

Табл.114

Для лінії до РП - 4 обираємо ТА типу TAS65.

Тип ТС	Дані за каталогом	Умова		Розрахункові дані
		Перевірки	Фактична	
TAS65	$U_{1\text{ном}} = 0.66\text{кВ}$	$\geq$	$>$	$U_{\text{ном.м}} = 0.38\text{кВ}$
	$I_{1\text{ном}} = 1000\text{А}$	$\geq$	$>$	$I_{\text{р.макс}} = 958.69\text{ А}$
	$i_{\text{дин}} = 74.5\text{кА}$	$\geq$	$>$	$i_{\text{уд}} = 8.07\text{кА}$
	$I_{\tau}^2 * \tau = 4286.5\text{кА}^2 * \text{С}$	$\geq$	$>$	$B_{\text{к}} = 3.29\text{кА}^2 * \text{С}$
	$Z_{2\text{ном}} = 1.2\text{Ом}$	$\geq$	$>$	$Z_2 = 0.426\text{Ом}$

Табл.115

Прилад	Тип приладу	Навантаження , В*А		
		Фаза А	Фаза В	Фаза С
Амперметр	Е - 378	0.1	-	-
Лічильник активної енергії	Меркурій 230	2.5	-	2.5
Лічильник реактивної енергії	Меркурій 230	2.5	-	2.5

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Усього	5.1	-	5
--------	-----	---	---

Табл.116

Для лінії до РП - 5 обираємо ТА типу ТАС65.

Тип ТС	Дані за каталогом	Умова		Розрахункові дані
		Перевірки	Фактична	
ТАС65	$U_{1ном} = 0.66 \text{ кВ}$	$\geq$	$>$	$U_{ном.м} = 0.38 \text{ кВ}$
	$I_{1ном} = 1200 \text{ А}$	$\geq$	$>$	$I_{р.макс} = 1044.81 \text{ А}$
	$i_{дин} = 74.5 \text{ кА}$	$\geq$	$>$	$i_{уд} = 8.66 \text{ кА}$
	$I_{\tau}^2 * \tau = 4286.5 \text{ кА}^2 * \text{С}$	$\geq$	$>$	$B_{к} = 3.78 \text{ кА}^2 * \text{С}$
	$Z_{2ном} = 1.2 \text{ Ом}$	$\geq$	$>$	$Z_2 = 0.426 \text{ Ом}$

Табл.117

Прилад	Тип приладу	Навантаження, В*А		
		Фаза А	Фаза В	Фаза С
Амперметр	Е - 378	0.1	-	-
Лічильник активної енергії	Меркурій 230	2.5	-	2.5
Лічильник реактивної енергії	Меркурій 230	2.5	-	2.5
Усього		5.1	-	5

Табл.118

Для лінії до ШУО обираємо ТА типу ІМЕ ТА221.

					ДП2020 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		128

Тип ТС	Дані за каталогом	Умова		Розрахункові дані
		Перевірки	Фактична	
IME TA221	$U_{1НОМ} = 0.66 \text{ кВ}$	$\geq$	$>$	$U_{НОМ.М} = 0.38 \text{ кВ}$
	$I_{1НОМ} = 1500 \text{ А}$	$\geq$	$>$	$I_{р.макс} = 1134.27 \text{ А}$
	$i_{ДИН} = 74.5 \text{ кА}$	$\geq$	$>$	$i_{уд} = 8.39 \text{ кА}$
	$I_{\tau}^2 * \tau = 66.83 \text{ кА}^2 * \text{С}$	$\geq$	$>$	$B_{к} = 3.54 \text{ кА}^2 * \text{С}$
	$Z_{2НОМ} = 1.2 \text{ Ом}$	$\geq$	$>$	$Z_2 = 0.426 \text{ Ом}$

Табл.119

Прилад	Тип приладу	Навантаження , В*А		
		Фаза А	Фаза В	Фаза С
Амперметр	Е - 378	0.1	-	-
Лічильник активної енергії	Меркурій 230	2.5	-	2.5
Лічильник реактивної енергії	Меркурій 230	2.5	-	2.5
Усього		5.1	-	5

Табл.120

Для лінії в коло секційного вимикача РП ВН 2ТКПП – 1000/6/0.4 – УЗ.

Тип ТС	Дані за каталогом	Умова		Розрахункові дані
		Перевірки	Фактична	
ТП ЛК 10	$U_{1НОМ} = 10$	$\geq$	$>$	$U_{НОМ.М} = 6.3 \text{ кВ}$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

	$I_{1\text{НОМ}} = 300 \text{ А}$	$\geq$	$>$	$I_{\text{р.макс}} = 237.05 \text{ А}$
	$i_{\text{дин}} = 74.5 \text{ кА}$	$\geq$	$>$	$i_{\text{уд}} = 20.45 \text{ кА}$
	$I_{\tau}^2 * \tau = 596.43 \text{ кА}^2 * \text{С}$	$\geq$	$>$	$B_{\text{к}} = 34.02 \text{ кА}^2 * \text{С}$
	$Z_{2\text{НОМ}} = 0.4 \text{ Ом}$	$\geq$	$>$	$Z_2 = 0.12 \text{ Ом}$

Табл.121

Прилад	Тип приладу	Навантаження , В*А		
		Фаза А	Фаза В	Фаза С
Амперметр	Е - 378	0.1	0.1	0.1
Усього		0.1	0.1	0.1

Табл.122

Для лінії в коло від РП ВН до СД .

Тип ТС	Дані за каталогом	Умова		Розрахункові дані
		Перевірки	Фактична	
ТІЛК10	$U_{1\text{НОМ}} = 10$	$\geq$	$>$	$U_{\text{НОМ.М}} = 6.3 \text{ кВ}$
	$I_{1\text{НОМ}} = 100 \text{ А}$	$\geq$	$>$	$I_{\text{р.макс}} = 76.98 \text{ А}$
	$i_{\text{дин}} = 74.5 \text{ кА}$	$\geq$	$>$	$i_{\text{уд}} = 20.45 \text{ кА}$
	$I_{\tau}^2 * \tau = 66.84 \text{ кА}^2 * \text{С}$	$\geq$	$>$	$B_{\text{к}} = 34.02 \text{ кА}^2 * \text{С}$
	$Z_{2\text{НОМ}} = 0.4 \text{ Ом}$	$\geq$	$>$	$Z_2 = 0.12 \text{ Ом}$

Табл.123

Прилад	Тип приладу	Навантаження , В*А
--------	-------------	--------------------

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

		Фаза А	Фаза В	Фаза С
Амперметр	Е - 378	0.1	-	-
Лічильник активної енергії	Меркурій 230	2.5	-	2.5
Лічильник реактивної енергії	Меркурій 230	2.5	-	2.5
Усього		5.1	-	5

Табл.124

## 5 . Якість електричної енергії

Під час передачі , розподілу , перетворенні електричної енергії виникають втрати які мають дві складові – активну і реактивну . Ці втрати виникають практично у всьому через що протікає струм , тому що вони залежать від матеріалу провідника , перерізу , його довжини , частоти та роду струму , типу навантаження , від напруги . Саме під час втрат знижуються електротехнічні показники електроустаткувань з тих причин що , при зниженні рівня напруги збільшуються активні втрати в обмотках по яким протікає струм , зменшується термін експлуатації обладнання внаслідок того , що обмотки нагріваються і працюють не при номінальних температурах ( вище нормованих значень для ізоляції ) . Тому однією з метою надійного електропостачання електроенергії є і її якість , яка заключається в підтриманні номінальної напруги на нормованому рівні , не допускаючи або мінімально допускаючи відхилення значення . Для нормального режиму роботи електроустаткування , допускається відхилення номінальної напруги в межах  $\pm 5 \%$  , в умовах максимального або післяаварійного режимів -  $\pm 10 \%$  .

Для забезпечення підтримання напруги на сталому рівні використовують наступні регулятори :

- 1) генератори електростанцій – плавне регулювання ;
- 2) трансформатори з ПБЗ або РПН – регулювання в залежності від пристрою ;
- 3) лінійні регулятори – ступінчате регулювання ;

					<i>ДП 2020 141</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Якість електричної енергії	Літ.	Арк.	Архивів
Розроб.		Корнієнко В.І.						
Перевір.		Мартинюк.О.В					132	
Реценз.						ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
Н. Контр.						ЕЛ – 4 - 4		
Затверд.		Балюта С.М.						

- 4) шунтові конденсаторні установки ;
- 5) синхронні двигуни ;
- 6) синхронні компенсатори ;
- 7) індукційний регулятор або потенціал – регулятор ;
- 8) асинхронний двигун з фазним ротором або поворотний трансформатор ;
- 9) УПК ;
- 10) здвоєний реактор ;
- 11) безконтактні напівпровідникові регулятори напруги .

Визначимо рівень відхилень напруги в нашій мережі.

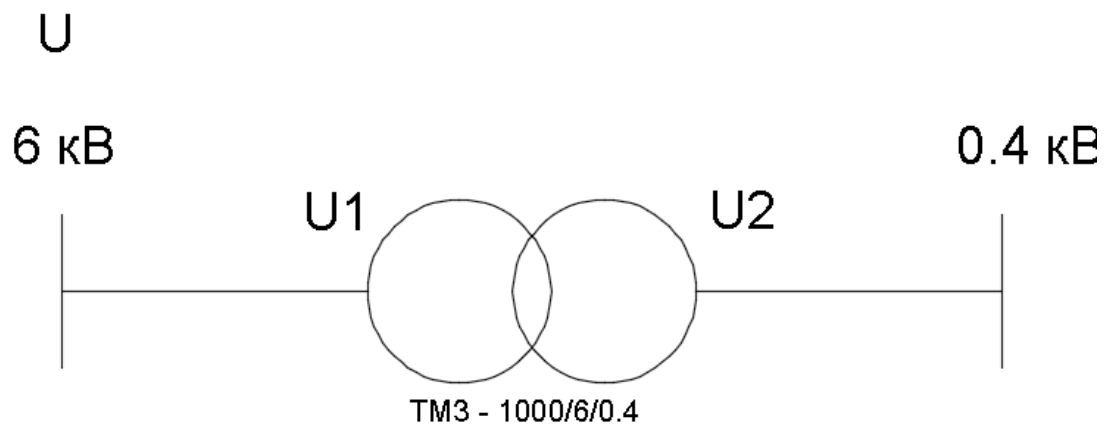


Рис.22

Розрахуємо значення рівнів напруги :

$$U_2' = U - \Delta U_{\text{л}} - \Delta U_{\text{тр}};$$

де  $U_2'$  - значення напруги на стороні НН приведене до ВН ;

$\Delta U_{\text{л}}$  – втрати напруги в лінії ;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Отже значення вторинної дійсної напруги на шинах ЦТП РП НН 2КТПП – 1000/6/0.4 – УЗ не перевищує допустимих меж.

Розрахуємо значення втрат потужності у залежності від відхилення напруги :

$$\begin{aligned}\Delta P &= \beta^2 * n * \Delta P_{к.} \cdot \left( \frac{100}{100 + V} \right)^2 + n * \Delta P_{х.} \cdot \left( \frac{100}{100 + V} \right)^2 \\ &= 0.786^2 * 2 * 14.95 * \left( \frac{100}{100 + 0.75} \right)^2 + 2 * 2.52 * \left( \frac{100}{100 + 0.75} \right)^2 \\ &= 23.16 \text{ кВт,}\end{aligned}$$

де  $V$  – відхилення напруги , % .

Таким чином , виходячи з вищенаведених результатів , робим висновок , що рівень напруги на шинх РП НН 0.4 кВ нас цілком задовільняє .

					ДП2020 141	Арк.
						135
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6. Електричне освітлення

Розрахунок освітлення є важливою частиною дипломного проєкту, так при неякісному і недостатньому освітленні виробничих приміщень може підвищитися травматизм виробничого персоналу.

При розгляді питань устрою штучного освітлення, не можна забувати, що в нашій країні витрата електричної енергії на електричне освітлення виробничих підприємств з кожним роком зростає. Тому найбільш доцільним, я вважаю, є не лише спроектувати електричне освітлення але й зробити його максимально енергоекономним не втрачаючи при цьому в якості.

Світлодіодне освітлення – одне із перспективних напрямків технології штучного освітлення, який заснований на використанні світлодіодів в якості джерел світла. Активне використання даних джерел світла почалося тільки на початку двадцять першого століття і зв'язано з технологічною еволюцією світлодіода. Зараз розроблені надяскраві світлодіоди, спеціально призначені для штучного освітлення.

Розрахунок числа і типу світильників будемо виконувати за методом використання коефіцієнта світлового потоку

Визначимо розрахункову висоту підвісу світильників :

$$H_p = H - h_c - h_p = 7 - 0.5 - 1 = 5.5 \text{ м,}$$

де  $H$  – висота від підлоги до стелі ( в нашому випадку до залізних ферм конструкцій ) ;

$h_c$  – вістань від стелі до світлового центру світильника ;

$h_p$  – рівень робочої поверхні над підлогою .

Для встановлення в цеху телефонних кабелів я обераяу LED – лампи

					<i>ДП 2020 141</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Корнієнко В.І.			Електричне освітлення	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Мартинюк.О.В					136	
<i>Реценз.</i>						ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
<i>Н. Контр.</i>						ЕЛ – 4 - 4		
<i>Затверд.</i>		Балюта С.М.						

промислового призначення лінійного типу , з КСС ( кривою силою світла ) типу Д – косинусна .

Розрахуємо необхідну кількість світильників за найвигіднішою відносною відстанню між ними :

$$L = \lambda * H_p = 1.6 * 5,5 = 8.8 \text{ м ,}$$

$L$  – відстань між центрами світильників , м ;

$\lambda$  – коефіцієнт найвигіднішої відстані при відомому КСС джерела світла.

Наступними кроками розрахуємо кількість рядів , кількість світильників в одному ряду , і загальну кількість світильників .

Кількість рядів рахуємо наступним чином :

$$n_B = \frac{B}{L} = \frac{56}{8.8} = 6.36 \approx 6,$$

отримане значення заокруглюємо до найближчого цілого .

Кількість світильників в ряді рахуємо наступним чином :

$$n_A = \frac{A}{L} = \frac{72}{8.8} = 8.18 \approx 8.$$

Загальна кількість необхідних світильників :

$$N = n_A * n_B = 8 * 6 = 48 \text{ шт.}$$

Розрахуємо загальну площу цеху :

$$S = A * B = 72 * 56 = 4032 \text{ м}^2.$$

Визначимо індекс форми приміщення для того , щоб обрати коефіцієнт використання світлового потоку :

$$i = \frac{S}{H_p * (A + B)} = \frac{4032}{5.5 * (72 + 56)} = 5.73.$$

Прийmemo , що в нас будівля має бетонну підлогу і бетонні стіни не побілені , тому прийmemo наступні коефіцієнти відбиття :

$$\rho_{\text{стелі}} = 50\%; \rho_{\text{стіни}} = 30\%; \rho_{\text{підлоги}} = 10\%.$$

Згідно з цим значення , коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta=0.77$ .

					ДП2020 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		137

Нормована освітленість поверхні для даного типу приміщення  $E_H = 200$  лк;

коефіцієнт запасу для обраного виду джерела світла  $k_3 = 1.5$ ;

коефіцієнт нерівномірності освітлення  $z = 1.15$  для лінійних світильників.

На основі вищевказаних і розрахованих даних, розрахуємо значення необхідного світлового потоку за нормованого значення освітленості для даного приміщення :

$$\Phi_p = \frac{E_H * S * k_3 * z}{N * \eta} = \frac{200 * 4032 * 1.5 * 1.15}{48 * 0.77} = 37636.4 \text{ лм.}$$

Згідно з розрахованим значенням світлового потоку, я обираю найближчий за номінальним значенням світлового потоку LED –світильник моделі НВ450 – 300 з номінальним світловим потоком  $\Phi_H = 40\,500$  лм.

Для забезпечення мінімальної освітленості в аварійному режимі ( при раптовому відключення однієї з груп робочого освітлення, чи кз на ділянки цієї групи чи інша дія, яка спричинила спрацювання спрацювання автоматичного вимикача що захищає групу ) я вирішую встановити додатково між світильниками робочого освітлення світильники аварійного освітлення з к-стю рядів в числі 6 і світильників в ряду в кількості 7 :

$$N_{ав} = n_A * n_B = 7 * 6 = 42 \text{ шт.}$$

Розрахуємо значення допустимого відхилення обраного НВ450 – 300 від розрахованого :

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_H - \Phi_p}{\Phi_p} * 100\% = \frac{40500 - 37636.4}{37636.4} * 100 = 7.61 \%,$$

що допускається, так як лежить в допустимих межах -10...+20 %.

Розрахуємо відхилення освітленості при встановлені НВ450 – 300 з номінальним світловим потоком  $\Phi_H = 40\,500$  лм :

$$E_{\Phi.p} = \frac{\Phi_H}{\Phi_p} * E_H = \frac{40\,500}{37636.4} * 200 = 215.2 \text{ лк,}$$







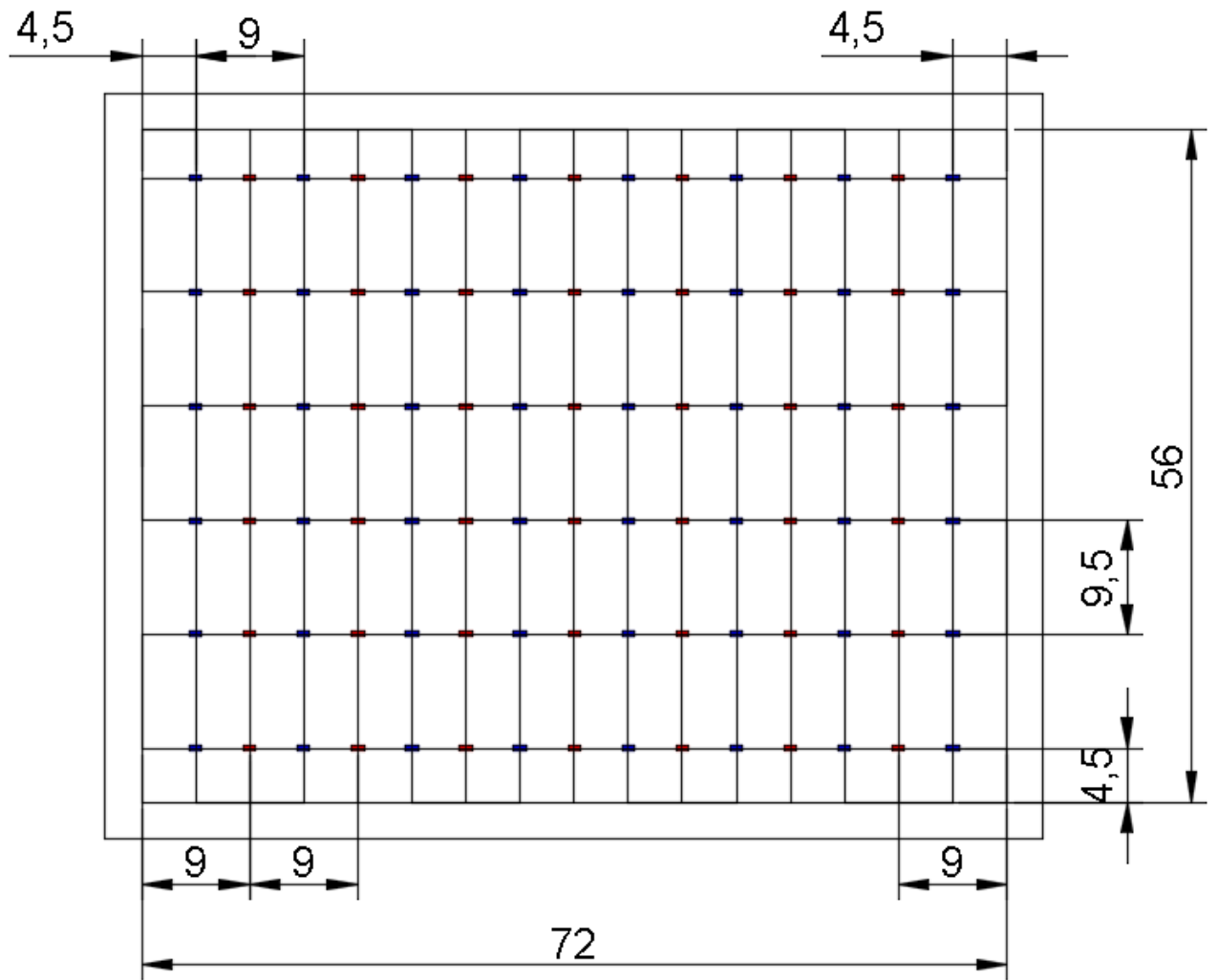


Рис.24 План розміщення світильників

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП2020 141

Арк.

142

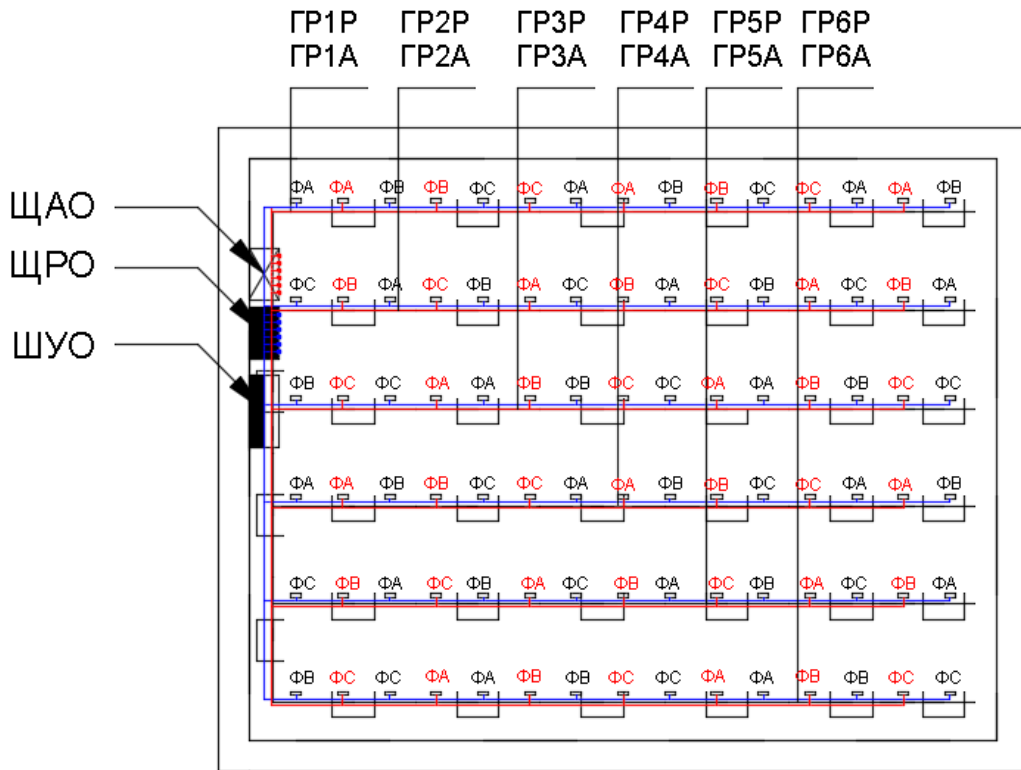


Рис.25 Схема прокладки траси , пофазне підключення , місце розміщення ЩАО , ЩРО , ШУО

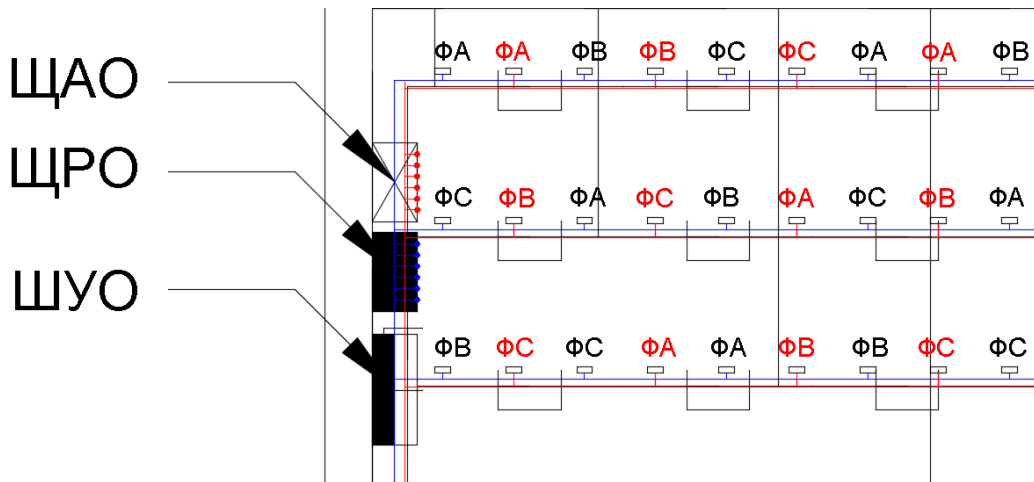


Рис.26 Детальний приклад ділянки схеми

Розрахуємо навантаження і вибір перерізів

Навантаження ОМ ( освітлювальної мережі ) за нагріванням :

$$P_{p,роб} = K_{п} * P_{y,p} = 0.95 * 14.4 = 13.68 \text{ кВт},$$

де  $K_{п} = 0.95$  – для виробничих будівель.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$K_{\Pi} = 1$  - для групових або аварійних мереж .

$$P_{p.роб} = K_{\Pi} * P_{y.p} = 1 * 12.6 = 12.6 \text{ кВт} .$$

Далі , розрахуємо значення струмів , що протікають для окремо кожної групи світильників за наступною формулою :

для трифазної 380/220 ( чотирипровідної 3ф + N ) мережі :

$$I_{p.роб} = \frac{P_{роб}}{\sqrt{3} * U_{\phi} * \cos\varphi} = \frac{14.4}{\sqrt{3} * 0.23 * 0.95} = 38.05 \text{ А} .$$

Далі , зробимо розрахунки для окремо кожної групи і занесемо відповідні результати в таблицю.

Група	$P_{групи}, \text{ кВт}$	$I_{групи}, \text{ А}$	Рекомендований переріз $S_{ст}, \text{ мм}^2$
Все робоче навантаження	14.4	38.05	5 x 4
Все аварійне навантаження	12.2	32.24	5 x 3
ГР – 1Р	2.4	6.34	5 x 1.5
ГР – 1А	2.1	5.55	5 x 1.5
ГР – 2Р	2.4	6.34	5 x 1.5
ГР – 2А	2.1	5.55	5 x 1.5
ГР – 3Р	2.4	6.34	5 x 1.5
ГР – 3А	2.1	5.55	5 x 1.5
ГР – 4Р	2.4	6.34	5 x 1.5
ГР – 4А	2.1	5.55	5 x 1.5
ГР – 5Р	2.4	6.34	5 x 1.5
ГР – 5А	2.1	5.55	5 x 1.5
ГР – 6Р	2.4	6.34	5 x 1.5
ГР – 6А	2.1	5.55	5 x 1.5

Табл.122





Для аварійного освітлення приймаю рішення встановити УОЩВ-3-100-12-0 36 УХЛ4 IP31

Ввідний автоматичний вимикач вибираю типу ВА63 фірми Schneider Electric номіналом на 50 А триполюсного виконання.

Перевіряємо його за двома умовами :

$$I_{\text{ном.ав}} = 50 \text{ А} > I_{\text{групи}} = 32.24 \text{ А};$$

$$I_{\text{ном.ав}} = 50 \text{ А} > 1.4 * I_{\text{групи}} = 1.4 * 32.24 = 45.14 \text{ А}.$$

Кількість світильників на одну фазу в режимі аварійного освітлення , їх струм і потужність :

$$P_{\text{оу.ав.Ф}} = N * P_{\text{н}} = 14 * 300 = 4200 \text{ Вт} = 4.2 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{р.ав.Ф}} = K_{\text{п}} * P_{\text{оу.ав.Ф}} = 0.95 * 4.2 = 4 \text{ кВт},$$

$$I_{\text{р.ав}} = \frac{P_{\text{р.ав.Ф}}}{\sqrt{3} * U_{\text{ф}} * \cos\varphi} = \frac{4}{\sqrt{3} * 0.23 * 0.95} = 10.6 \text{ А}.$$

Обираю для захисту відхідної лінії двополюсний автоматичний вимикач типу ВА63 фірми Schneider Electric номіналом на 16 А .

$$I_{\text{ном.ав}} = 16 \text{ А} > I_{\text{групи}} = 10.6 \text{ А};$$

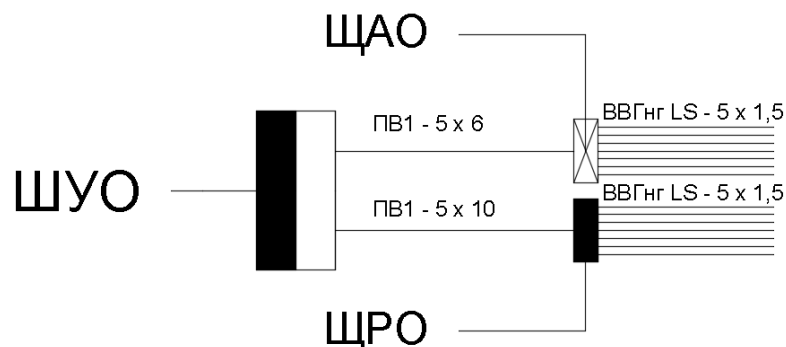
$$I_{\text{ном.ав}} = 16 \text{ А} > 1.4 * I_{\text{групи}} = 1.4 * 10.6 = 14.84 \text{ А}.$$

Для живлення від ШУО до ЩРО обирає кабель марки ПВ1 – 5 х 10 .

$$I_{\text{доп.кл}} = 80 \text{ А} > I_{\text{ав.роб.}} = 63 \text{ А}.$$

Для живлення від ШУО до ЩРО обирає кабель марки ПВ1 – 5 х 6 .

$$I_{\text{доп.кл}} = 50 \text{ А} = I_{\text{ав.роб.}} = 50 \text{ А}.$$



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Рис.27 Схема живлення ЩАО і ЩРО

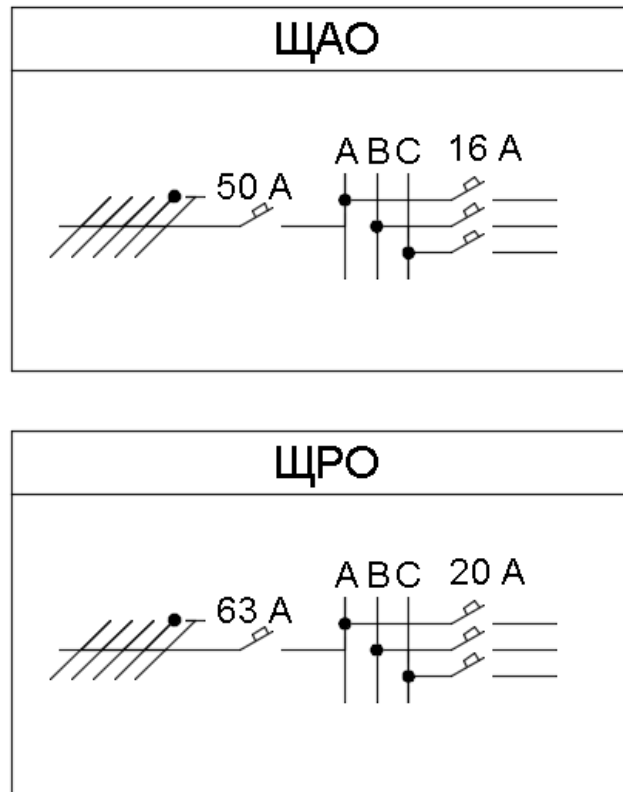


Рис.28 Схема електричних з'єднать вхідних АВ і АВ відхідних ліній

## 7. Спеціальний розділ

Аналіз показників якості електричної енергії виробленої на СЕС.

Генерування електроенергії альтернативними джерелами та під'єднання останніх до енергосистеми за допомогою перетворювачів струму впливає на якість електроенергії в мережі. Висока частота перемикання інверторів може створювати додаткові гармоніки в системах та зменшувати ефективність системи у зв'язку з порушенням стійкості джерела та збоями в роботі інверторів. Також через коливання величини виробленої електроенергії сонячними та вітровими

електростанціями, яка постачається в енергосистему, що залежить від часу доби, пори року, інтенсивності сонячної енергії через хмарність для сонячних електростанцій та швидкість вітру для вітрових електростанцій, порушується стійкість роботи, а відповідно й надійність енергосистеми.

Проаналізувавши дослідження, які проводилися в Україні та в інших європейських країнах, можна зробити висновок, що вплив неякісної електроенергії на електричне обладнання є досить суттєвим, а дослідження проблеми впливу джерел нетрадиційної генерації на показники якості електроенергії дозволить отримати шляхи зменшення втрат електроенергії, збільшити термін роботи електричного обладнання, зменшити швидкість старіння ізоляції ліній електропередач під дією вищих гармонік та обмежити нагрівання трансформаторів через несиметрію. Велике значення для аналізу впливу СЕС на показники якості електроенергії в системі має місце підключення та потужність джерела. Можна виділити три варіанти впливу «розподільної генерації» (РГ) на енергосистему, що може як збільшувати, так і

зменшувати					ДП 2020 141			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Корнієнко В.І.				Спеціальний розділ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Мартинюк О.В.						149	
Реценз.						ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
Н. Контр.						ЕЛ – 4 - 4		
Затверд.	Балюта С.М.							



умови приєднання відновлюваних джерел до електричних мереж, класифікують електростанції малої (до 2 МВт), середньої (від 2 до 25 МВт) та значної потужності (більше 25 МВт), які можуть впливати на режими роботи місцевих, магістральних мереж, а також помітно впливати на баланси потужності енергосистем .

Прикарпатські СЕС належать до електростанцій середньої потужності, що можуть впливати на режими роботи місцевих (локальних) електричних мереж середньої та високої напруги.

Показники якості електричної енергії в точці приєднання повинні відповідати міждержавному стандарту «ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» . Зазвичай робоча напруга має знаходитися в діапазоні 0,34-0,42 кВ (низька напруга), 9-11 кВ (середня напруга), а частота від 49,6 до (гранично допустиме зниження частоти) до 50,2 Гц (нормально допустиме підвищення частоти). Крім того, СЕС повинна залишатися підключеною до мережі у випадку аварійних умов експлуатації (стрибокподібні зміни фаз до 20° в точці приєднання, падіння напруги в точці приєднання до рівня 20% від номінальної напруги як мінімум протягом 0,5 с без відключення), а також витримувати всі групи нормативних збурень відповідно до ГКД 34.20.575-2002 “Стійкість енергосистеми. Керівні вказівки” та міждержавних стандартів .

На СЕС «Радче» енергія, вироблена фотомодулями Chaori Solar CRM240S-156P-60 (240W), перетворюється інверторами Fronius, які підключені до низьковольтної частини електростанції пофазно. До кожного інвертора підключено групу сонячних фотомодулів певної потужності (в нашому випадку 240 Вт). Інвертори, в свою чергу, під'єднані до певної секції низької напруги

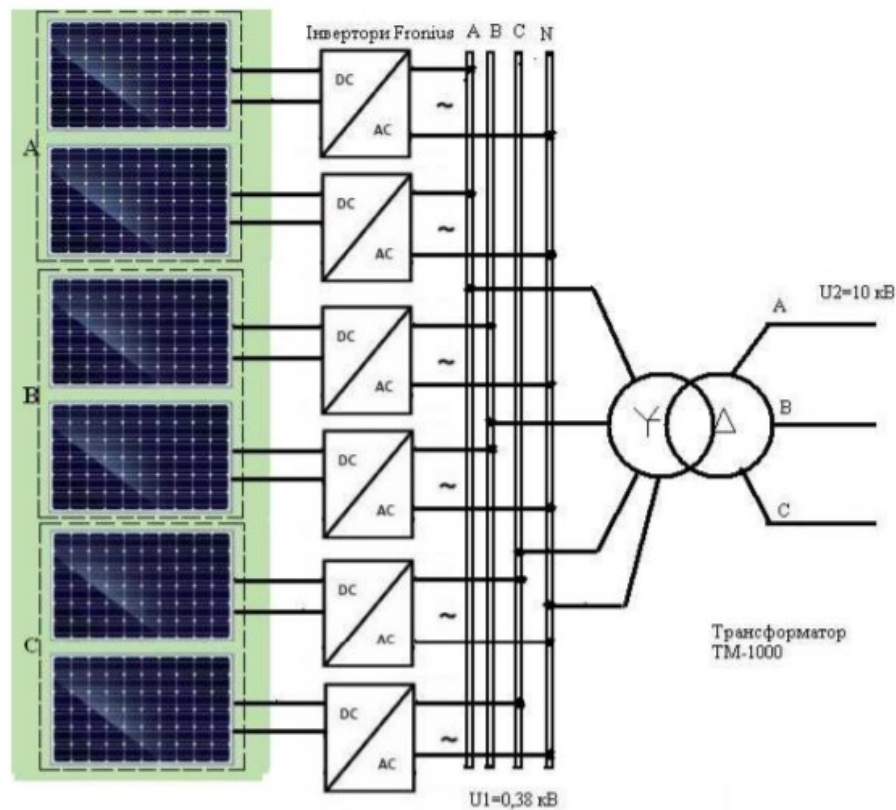
					<i>ДП2020 141</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		151

трансформаторної підстанції (КТП – 1000 кВА). Кількість виробленої енергії залежить від величини освітленості в даний період.

Виробництво електроенергії на сонячній електростанції «Старі Богородчани-1» здійснюють за допомогою фотомодулів SUNOWE потужністю 225-230 Вт. Перетворення постійного струму в змінний на даній СЕС відбувається інверторами KACO POWADOR 39.0 TL3.XL з номінальною потужністю 39 кВт.

На рисунку 1 зображено принципову схему підключення інверторів Fronius до шин низької напруги трансформаторів ТМ-1000, на якій відбувається генерація електроенергії. Безпосередньо до системи СЕС під'єднують з боку високої напруги 10 кВ, але аналіз здійснювався на напрузі 0,4 кВ, оскільки розглядається можливість приєднання приватних будинків з фотомодулями через інвертори до мережі 0,4 кВ.

					<i>ДП2020 141</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		152



**Рисунок 1 – Принципова схема підключення інверторів Fronius**

Інвертор Fronius являє собою перетворюючий пристрій, призначений для роботи у складі фотоелектричної системи з потужністю від 24 кВт. Дані інвертори, а також інвертори виробників SMA (Німеччина), Касо (Німеччина), Ingeteam (США) і Siemens (Німеччина) належать до п'ятірки найбільш розповсюджених інверторів, які застосовують на СЕС (За даними IMS Research Neur 2011) . Вибір даних інверторів базується на порівнянні ефективності різних типів інверторів, тобто величини втрат енергії на перетворення постійного струму в змінний струм під час роботи та нічних годин. На рисунку 2 порівняно

десять найкращих виробників інверторів за величиною перетвореної електроенергії в МВт. З рисунка 2 можна зробити висновки, що інвертори, які виробники використовують в Україні, належать до найбільш енергоефективних і їх використовують в усьому світі.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



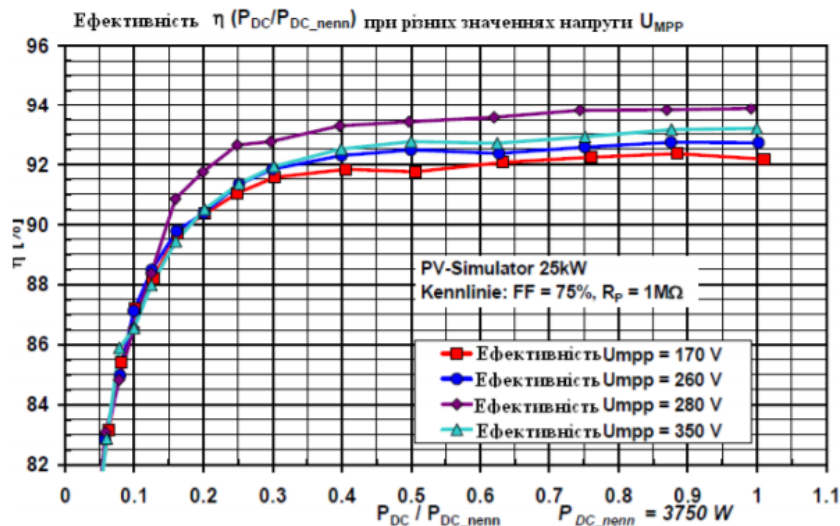


Рисунок 3 – Залежність ефективності інверторів Fronius від відношення потужності інвертора до номінальної потужності інвертора

Функція інвертора полягає в тому, щоб у будь-який час ефективно перетворювати вироблений сонячними батареями постійний струм у змінний з максимально можливою продуктивністю. Чим вища швидкість системи управління інвертором, тим краще він адаптується до зміни рівня освітленості батарей.

На рисунку 4 зображено приєднання інформаційно-вимірювального АПК до виходу інвертора. Аналізатор якості напруги та електроспоживання, який використаний для проведення досліджень побудовано на використанні перетворювачів напруг і струму швейцарської фірми LEM - CV3-1000 і LemFlex i3000s по 3 шт. відповідно; 16 бітного аналого-цифрового перетворювача (АЦП) американської фірми National Instruments NI-USB-6210, що має 8 диференціальних каналів і максимальну частоту перетворення 250 кГц; блоку узгодження перетворювачів з АЦП; ноутбука; спеціалізованого програмного забезпечення. Даний аналізатор дає змогу вимірювати миттєві значення струмів і напруг, підключати датчі вимірювання неелектричних величин, при цьому з достатньою легкістю зберігати та використовувати і аналізувати результати вимірювань з високою точністю (максимальна похибка вимірювання  $\pm 2\%$ ). Під



зауважено відімкнення частини інверторів при максимальному освітленні сонячних фотомодулів, що не дає змогу розвинути максимальну потужність генерування. Перспективою подальших досліджень є виявлення причин збою інвертування та шляхів вирішення цієї проблеми.

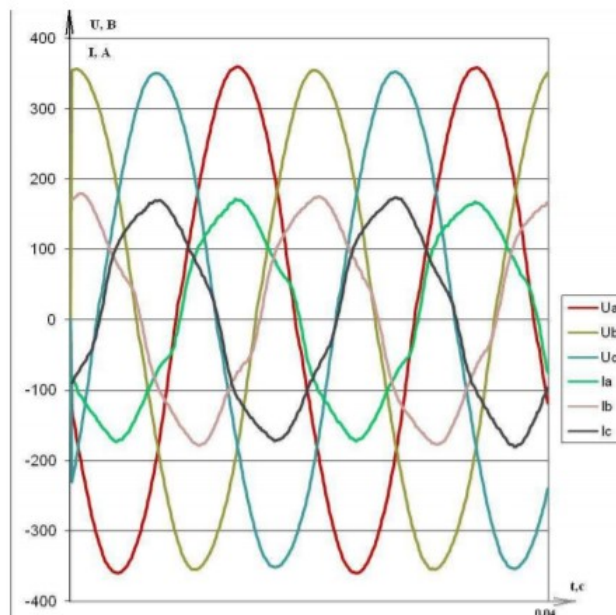


Рисунок 5 – Графік миттєвих значень струмів та напруг в трьох фазах на затискачах інвертора

20

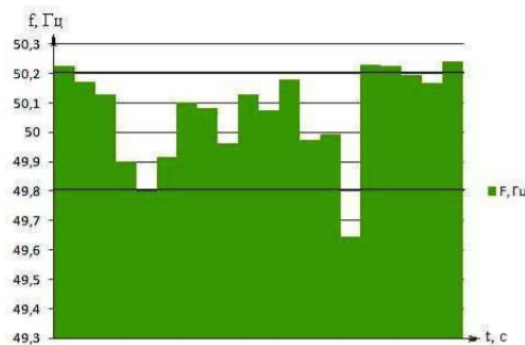


Рисунок 6 – Графік зміни частоти струму на затискачах інвертора

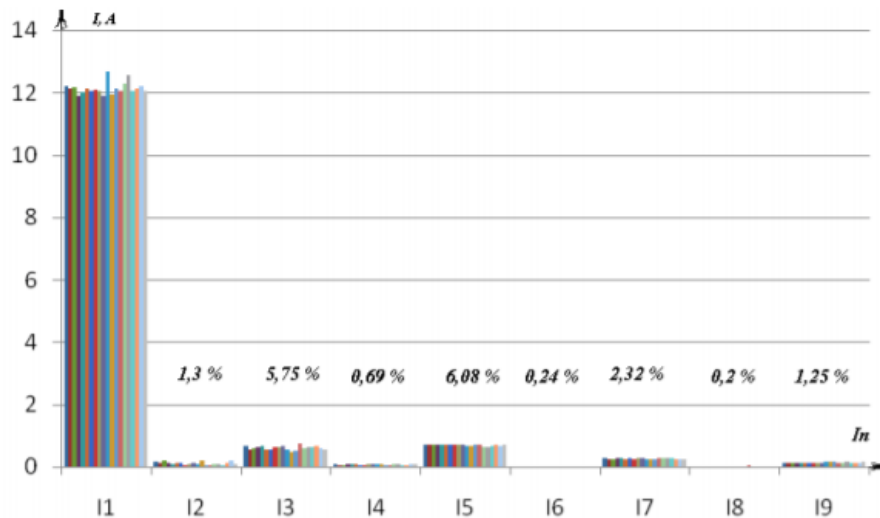


Рисунок 7 – Гармонічний спектр струму на затискачах інвертора

На рисунку 7, 8 значення коефіцієнтів n-гармонічних складових струму

$$K_{(n)i} = \frac{i_{n(t)}}{i_{1i}} \text{ і напруги } K_{(n)U} = \frac{U_{n(t)}}{U_{1i}} \text{ визначене у відсотках.}$$

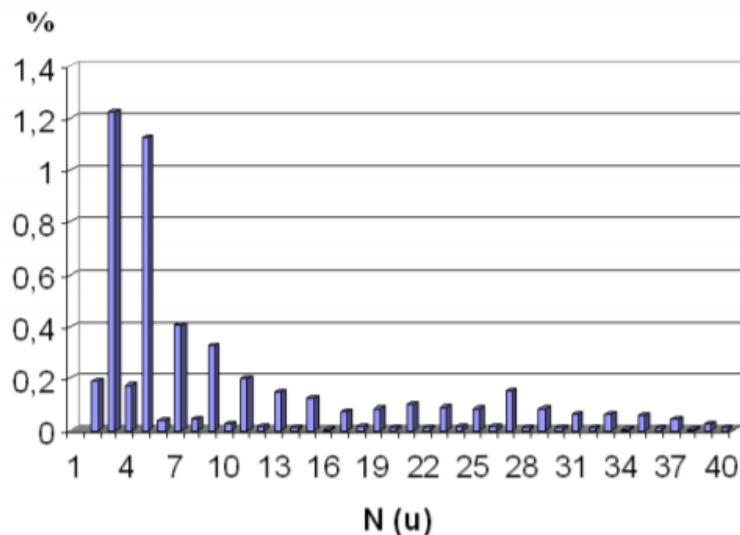


Рисунок 8 – Гармонічний спектр напруги на затискачах інвертора

Якість електричної енергії за коефіцієнтом n-ої гармонічної складової напруги вважають відповідною нормам стандартів, якщо сумарний час відхилень від нормально допустимих значень становить не більше 5 % від встановленого періоду часу, тобто 1 година 12 хвилин. Якість електроенергії на затискачах інвертора відповідає необхідним вимогам.



графіки струмів і напруг. Крім несинусоїдності форми струму, спостерігається несиметричність даної кривої.



Рисунок 10 – Панель ресстратора з миттєвими значеннями напруг в трьох фазах під час вимірювання параметрів сонячної електроенергії



Рисунок 11 – Панель ресстратора з миттєвими значеннями струмів в трьох фазах під час вимірювання параметрів сонячної електроенергії

Проаналізувавши графік зміни напруг в трьох фазах, можна прийти до висновку, що коливання напруги відбувається в межах норми. Вищих гармонік напруги як у неробочому ході, так і за генерування практично немає, частота в межах ГОСТ 13109-97 (50 Гц).

Після опрацювання даних вимірювань, можна зробити висновок, що на затискачах ТП СЕС присутнє коливання активної, і відповідно, повної потужності, реактивна потужність практично відсутня. Також бачимо, що рівень споживаної реактивної потужності зсуву практично незмінний, але має різкі зміни під час відключення частини інверторів та за інших перехідних процесів. Питання визначення реактивної потужності в мережах з різко змінним навантаженням та вибір відповідних компенсувальних пристроїв за необхідності потребує додаткового вивчення. Розрізняють реактивну потужність зсуву  $Q = U * I_1 * \sin\varphi_1$ , яку можна компенсувати конденсаторними батареями, синхронними компенсаторами або недовантаженими синхронними

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

електродвигунами в режимі перезбудження, та реактивну потужність спотворення  $T = U * \sqrt{\sum_{i=2}^n I^2_i}$  яка спричинена вищими гармоніками струму і для компенсації якої необхідні спеціальні фільтрокомпенсувальні пристрої. Реактивна потужність зсуву в даному випадку має від’ємний характер, а піки практично симетричні з піками потужності спотворення.

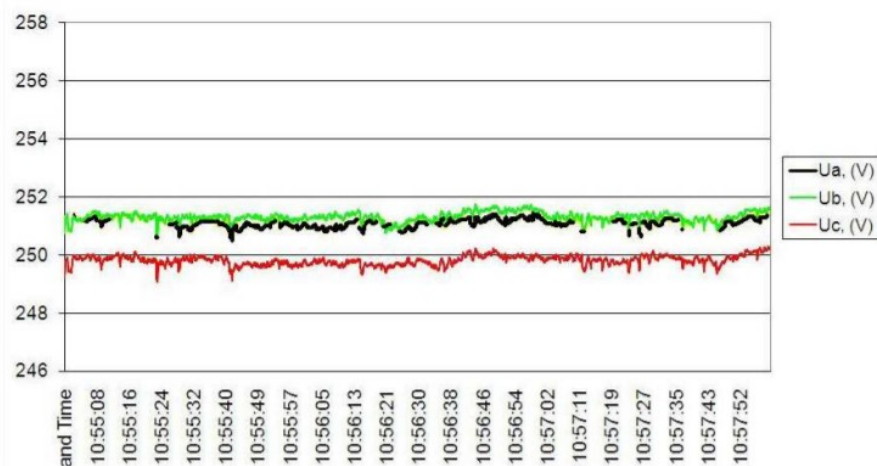


Рисунок 12 – Графік зміни напруги на затискачах ТП СЕС

Через наявність впливу сонячної електростанції на електричну систему та, відповідно, на окремих споживачів за умови підключення без пристроїв трансформації в мережу важливе значення має вірне формулювання умов безтрансформаторного приєднання до мережі нових джерел енергії. Це призводить до необхідності застосування нових методів і програм розрахунку показників якості електроенергії в місці приєднання СЕС. Так як, практично усі технічні засоби підвищення якості електроенергії мають у своєму складі реактивні елементи і тому впливають на баланс реактивної потужності у мережі, то слід комплексно проаналізувати дані питання. Виникає необхідність детального аналізу впливу сонячних джерел на здатність обладнання нормально функціонувати в електромагнітному середовищі, пов'язаному з роботою СЕС, не створюючи при цьому недопустимих перешкод для інших елементів мережі. Тому дослідження впливу СЕС на показники якості електроенергії

енергосистеми та енергетичну сумісність надалі є перспективними і потребує детальних досліджень.

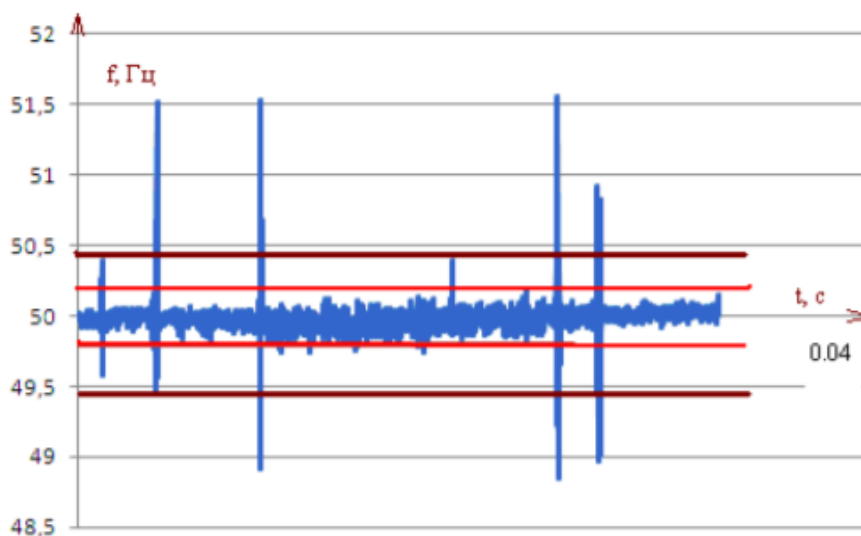


Рисунок 13 – Графік зміни частоти на затискачах ТП СЕС

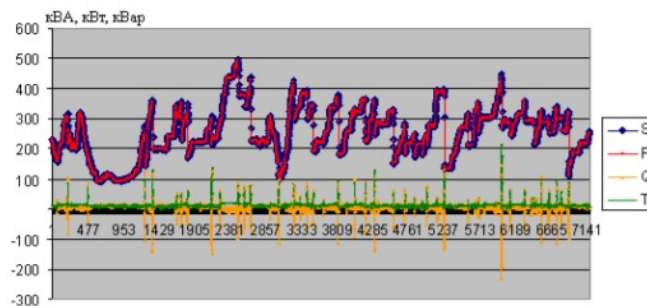


Рисунок 14 – Динаміка зміни активної та реактивної потужностей на затискачах ТП СЕС

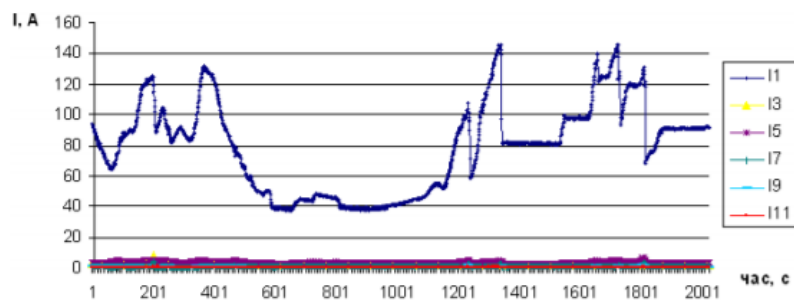


Рисунок 15 – Графік зміни струму фази А та розклад струму на гармонічні складові

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## 8. Охорона праці

### 8.1. Обґрунтування рішення щодо розміщення

#### електротехнічного обладнання

Згідно з завданням дипломного проекту, виробничим приміщенням для якого ми розраховували силове і освітлювальне навантаження, є цех телефонних кабелів, який відноситься до приміщення з нормальними умовами навколишнього середовища (тобто, згідно з ПУЕ - сухе приміщення, в якому відносна вологість повітря не перевищує 60 %).

Приміщення щодо небезпеки ураження виробничого персоналу (не електротехнічного) електричним струмом є приміщенням з підвищеною небезпекою тому що, наявні можливості одночасного дотику людини до металоконструкцій будівлі, технологічних апаратів і механізмів які мають з'єднання з землею, з одного боку, і до металевих корпусів електричного устаткування – з іншого боку; тип підлоги – залізобетонна, що згідно з ПУЕ вважається струмопровідною.

Згідно з розрахунками, в цеху телефонних кабелів було обрано встановити два силових масляних трансформатора типу ТМЗ – 1000/6/0,4 – У. Аббревіатура трансформатора розшифровується наступним чином:

Т – трифазний трансформатор;

МЗ – трансформатор з природним масляним охолодженням з захистом за допомогою азотної подушки без розширника;

1000 – номінальна потужність, кВ\*А;

					<i>ДП 2020 141</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Корнієнко В.І.			Охорона праці	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Сірик А.О.					163	
<i>Реценз.</i>						ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
<i>Н. Контр.</i>						ЕЛ – 4 - 4		
<i>Затверд.</i>		Балюта С.М.						

6 – номінальна напруга обмоток ВН;

0.4 – номінальна напруга обмоток НН;

У – тип кліматичного виконання, помірний;

3 – категорія розташування.

Даний тип трансформаторів має підвищену небезпеку в порівнянні з сухими трансформаторами, так як в якості охолоджуючої рідини використовується трансформаторне масло, яке при розгерметизації бака трансформатора може витікти і стати причиною займання.

Для даного приміщення, яке має клас пожежної небезпеки П – І , даний тип трансформаторів дозволяється до встановлення.

Даний тип трансформаторів потрібно встановлювати так, щоб були забезпечені зручні та безпечні умови для нагляду:

- за рівнем масла в масловказівниках,
- за значенням тиску на манометрах герметичних вводів і маслонасосів,
- за станом приводних механізмів пристроїв РПН (регулювання під напругою) без знімання напруги.

Для нагляду за рівнем масла в масловказівниках повинне бути передбачене освітлення масловказівників у темний час доби, якщо загального освітлення недостатньо.

Двері трансформаторних приміщень повинні бути постійно замкнені. На дверях і в трансформаторних приміщеннях повинні бути написи, що зазначають станційні або підстанційні номери і привласнені їм єдині диспетчерські найменування.

На дверях трансформаторного приміщення закріплюються попереджувальні плакати встановленого змісту і форми.

Нагрівання під час роботи трансформатора контролюють за температурою верхніх шарів масла, яка вимірюється манометричними термометрами, обладнаними сигнальними контактами.

Навантаження двообмоткових трансформаторів потужністю 1000 кВ\*А і більше, за винятком установлених у трансформаторних пунктах, контролюють по амперметрах, увімкнених у одну фазу .

Протипожежні засоби, якими оснащені трансформаторні установки, необхідно підтримувати у справному стані і періодично перевіряти. Стационарні установки пожежогасіння за допомогою розпиленої води або багаторазової піни повинні мати засувки з автоматичним керуванням і включатись до роботи при спрацюванні захистів від внутрішніх пошкоджень. Дренаж і масловідводи від маслоприймальних пристроїв необхідно періодично очищати та перевіряти.

Масло, яке стікає з-під обладнання в процесі експлуатації, необхідно збирати до дренажної системи і очищати за допомогою відстійників та інших пристроїв.

Експлуатація трансформаторів без виконаної згідно з проектом системи пожежного водопостачання не допускається. Стационарні пристрої пожежогасіння необхідно перевіряти за графіком, затвердженим технічним керівником підприємства.

Вимоги під час експлуатації трансформаторів.

Під час експлуатації і випробувань трансформаторів їх баки повинні бути заземлені.

					<i>ДП2020 141</i>	Арк.
						165
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Забороняється присутність персоналу на кришці бака і підняття інструментів та інших речей на кришку бака під час роботи трансформатора. Огляд газового реле здійснюється з майданчика драбини трансформатора.

Під час огляду працюючого трансформатора не слід знаходитись у зоні викидання масла із запобіжного клапана або викидної труби.

Забороняється наближатись до трансформатора під напругою з явними ознаками пошкодження: сторонні шуми, розряди на ізоляторах, сильна (струменем) теча масла і т.ін.

Щоб уникнути опіків, не дозволяється торкатись оголеними руками поверхні працюючих електронасосів.

Засоби пожежогасіння трансформатора необхідно підтримувати в постійній готовності. Протипожежні заходи повинні бути розроблені з урахуванням загальних і місцевих правил та інструкцій із залученням спеціалістів з протипожежної безпеки. Особливу увагу забезпеченню пожежної безпеки необхідно приділяти під час проведення ремонтних, зварювальних робіт і робіт із заміни, доливання та очищення масла.

Для виконання монтажних або ремонтних робіт усередині бака трансформатора необхідно продути бак сухим чистим повітрям і забезпечити природну вентиляцію відкриттям верхніх і нижніх люків. У процесі виконання робіт необхідно здійснювати безперервний контроль за людьми, які знаходяться всередині бака трансформатора.

#### *Безпека праці при обслуговуванні та ремонті трансформаторів.*

Перед початком робіт в електроустановках в цілях безпеки необхідно проводити організаційні і технічні заходи.

При роботі по наряді бригада повинна складатися не менше ніж з двох чоловік - виробника робіт і члена бригади. Виробник робіт відповідає за правильність підготовки робочого місця, виконання необхідних для виробництва робіт заходів безпеки. Він же проводить інструктаж бригади про ці заходи, забезпечує їх виконання її членами, стежить за справністю інструменту, такелажного, ремонтного оснащення. Виробник робіт, що виконуються по наряді в електроустановках напругою вище 1000 В, повинен мати групу по електробезпеці не нижче IV, в установках до 1000 В і для робіт, що виконуються по розпорядженню, - не нижче III.

Допуск до роботи здійснюється допускаючим - відповідальною особою з оперативного персоналу. Перед допуском до роботи відповідальний керівник і виробник робіт разом з тим, що допускає перевіряють виконання технічних заходів щодо підготовки робочого місця.

До технічних заходів відносять відключення напруги і вживання заходів, що перешкоджають помилковому або мимовільному включенню комутаційної апаратури, вивішування заборонних плакатів, перевірку відсутності напруги, накладення заземлень, вивішування застережливих і приписуючих плакатів.

Під час роботи забороняється переставляти або прибирати плакати і встановлені тимчасові огорожі, а також проникати на територію захищених ділянок.

Для включення на паралельну роботу трансформаторів, ліній і кабелів необхідне їх попереднє фазування, тобто визначення однойменних фаз, що підлягають з'єднанню. Фазування проводять на відключених роз'єднувачах, вимикачах або кабелях, від'єднаних від лінійних роз'єднувачів. На цій роботі повинні бути зайняте не менше двох осіб, що мають III і IV групи.

Перед початком роботи необхідно надіти головний убір, щільно застебнути одяг, надіти діелектричні рукавички і окуляри. Стояти слід стійко на ізолюючій підставі і не торкатися стін або заземлених частин.

## 8.2. Організаційні та технічні заходи з охорони праці

Електрозахисні засоби поділяються на ізолювальні (ізолюючі штанги, кліщі, накладки, діелектричні рукавиці тощо), огорожувальні (огороження, щитки, ширми, плакати) та запобіжні (окуляри, каски, запобіжні пояси, рукавиці для захисту рук).

Для захисту працівників при виконанні робіт в умовах електричного поля, застосовуються індивідуальні екранувальні комплекти одягу та екранувальні пристрої.

Електрозахисні засоби повинні зберігатись у приміщеннях в спеціально відведених місцях сухими і чистими, в умовах, що виключають можливість їх механічних ушкоджень, шкідливої дії вологи, агресивного середовища, мастила тощо.

У встановлені терміни електрозахисні засоби повинні оглядатись.

Крім того, електрозахисні засоби повинні оглядатись перед кожним їх застосуванням.

При позитивних результатах випробовувань на засобах захисту проставляється штамп, що відповідає інвентарному номеру засобу захисту, дані наступного випробовування на граничній напрузі застосування. Штамп на засобах захисту, застосування яких не залежить від напруги електроустановки (діелектричні рукавиці, ізолювальний інструмент) не містить величини напруги застосування.

Штамп повинен бути чітко видний. Його наносять незмивною фарбою або наклеюють на ізолюючої частини засобів захисту. При випробуваннях діелектричних рукавичок, бот і калош виробляють їх маркування за захисними властивостями  $E_v$  і  $E_n$ , якщо заводське маркування втрачене. Ізольований інструмент, покажчики напруги до 1000 В, а також запобіжні пояси і страхувальні канати дозволяється маркувати доступними засобами.

На засобах захисту, що не витримали випробування, штамп повинен бути перекреслений червоною фарбою. Непридатні засоби захисту підлягають вилученню. Про це роблять запис у журналі обліку і утримання засобів захисту (за рекомендованою формі).

### 8.3. Практичний розрахунок

Розрахувати заземлюючий пристрій для нульової точки трансформатора потужністю 60 кВ\*А і напругою 6/0,38 кВ у 4-провідній 3-фазній мережі з глухозаземленою нейтраллю. Заземлювач виконати з сталевих труб діаметром 0.05 м, довжиною 2 м, з розміром сталевий з'єднувальної стрічки 40 х 4 мм, питомий опір ґрунту 60 Ом/м, кліматичний коефіцієнт ґрунту 1.2. Допустимий опір заземлюючого пристрою прийняти  $R \leq 10$  Ом.

Послідовність розрахунку.

Розрахунковий питомий опір ґрунту:

$$\rho_{\text{розр}} = \rho * \Psi = 60 * 1,2 = 72 \frac{\text{Ом}}{\text{м}},$$

$\Psi$  – коефіцієнт сезонності;

$\rho$  – питомий опір ґрунту.

					ДП2020 141	Арк.
						169
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



де  $l_B$  – відстань між вертикальними заземлювачами, приймається в співвідношенні до довжини вертикального заземлювача  $\frac{l_B}{l} = 1$ .

Визначаємо опір розтікання струму горизонтального заземлювача (з'єднувальної стрічки):

$$R_{\Gamma} = \frac{\rho_{\text{розр}}}{2 * \pi * l_c} * \ln \frac{L_c}{d * h_c} = \frac{72}{2 * 3,14 * 6,3} * \ln \frac{6,3}{0,038 * 0,8} = 9,71 \text{ Ом},$$

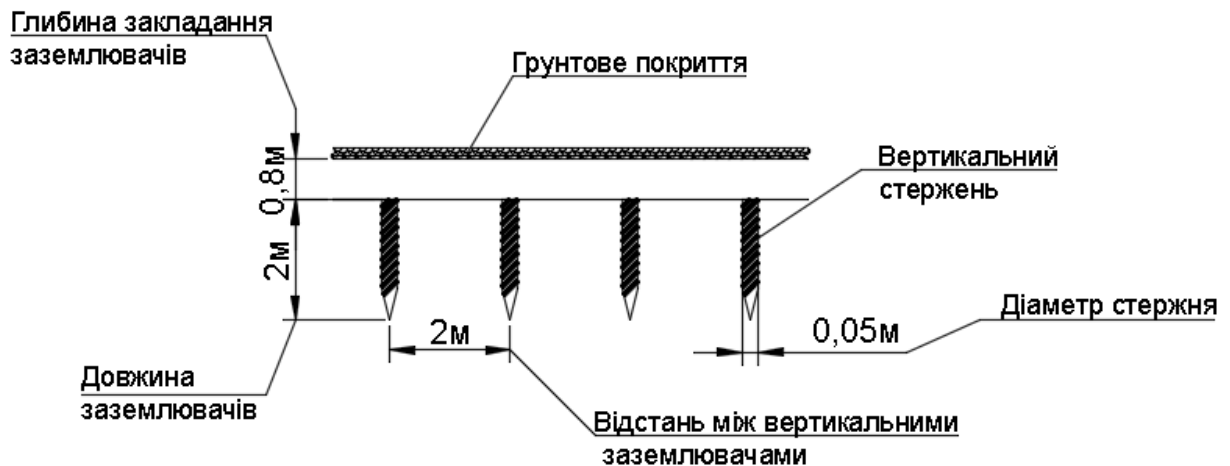
де  $h_c$  – глибина закладання заземлювачів;

$d$  – еквівалентний діаметр смуги шириною  $b = 0,004$  м,  $d = 0,95 * b$ .

Результуючий опір заземлюючого електроду з урахуванням з'єднувальної смуги:

$$R_3 = \frac{R_B * R_{\Gamma}}{R_B * \eta_c + R_{\Gamma} * \eta_B * n_B} = \frac{26,76 * 9,71}{26,76 * 0,72 + 9,71 * 0,73 * 4} = 5,46 \text{ Ом},$$

$$R_3 < R_d \Rightarrow 5,46 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом}.$$



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Рис.29 Схема захисного заземлення

## Висновок

Виконано розрахунок внутрішньоцехової мережі електропостачання цеху телефонних кабелів підприємства по виробництву кабельної продукції. В результаті розрахунку, для живлення мережі цеху, враховуючи категорійність електроприймачів (I – ша категорія) було обрано до встановлення комплектну двотрансформаторну підстанцію промислового 2КТПП з трансформаторами типу ТМЗ – 1000/6. Живлення електроприймачів від трансформаторів здійснюється шинопроводами і прокладкою кабелів в трубах до розподільчих пунктів РП, де живлення розподіляється між силовими пунктами кабельними лініями, прокладеними по лотках які знаходяться на висоті 4 метри від рівня підлоги. Від силових пунктів живлення електроприймачів здійснюється кабельними лініями прокладеними в водогазопровідних трубах у бетонній підлозі.

Тип мережі TN – C – S – від джерела живлення до РП прокладаються траси по чотири одножильних кабелів, від СП – п'ять одножильних кабелів. Рішення про використання такої мережі ґрунтується на необхідності зменшення витрат кабельно – провідникової продукції.

Як апарати захисту в цеху було прийнято рішення використовувати автоматичні вимикачі, тому що вони характеризуються високою швидкістю і захищають електроприймача як від перевантаження так і від короткого замикання. Для приводів насосів і вентиляторів, задля їх пуску було обрано і встановлено магнітні пускачі і відповідні їм теплові реле. На вводах в РП і СП встановлюються роз'єднувачі (на вводі в РП – роз'єднувачі і АВ, на вводі в СП – тіки роз'єднувач) які обрані на основі сумарного номінального струму споживачів, які під'єднані до РП або СП.

Для компенсації реактивної потужності на шинах НН 2КТПП було обрано до встановлення конденсаторну установку УКМ58 – 0,4 – 600 – 50У1 в якості двох ( по одній установці на секцію збірних шин 2КТПП) .

					ДП2020 141	Арк.
						172
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На високій стороні 2КТПП до встановлення було обрано вакуумні високовольтні вимикачі і роз'днувачі на напругу 6 кВ, підібрані відповідні кабельні лінії до 2КТПП і до високовольтних синхронних двигунів.

Аналіз показників якості електричної енергії показав мінімальні відхилення напруги на шинах НН 2КТПП, що є хорошим показником для забезпечення якісної електроенергії, так як відхилення напруги від допустимих норм збільшує втрати в елементах системи електропостачання, негативно впливає на властивості електроустановок.

В якості освітлення в цеху телефонних кабелів було обрано LED - світильники, які мають хороші світлотехнічні показники і малу потужність споживання відносно інших джерел енергії що забезпечує нам економію на кабельно – провідниковій продукції і зменшенню вартості комутаційної і захисної апаратури.

					<i>ДП2020 141</i>	<i>Арк.</i>
						173
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Список використаної літератури

1. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств . Підручник . – Вінниця : Нова книга , 2004 . – 656 с .
2. Сірий О.М. Системи електроспоживання : розрахунки , вибір обладнання : Навч. посіб . – К.: НУХТ , 2011. – 319 с.
3. Методичні вказівки до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Системи електропостачання» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної та заочної форм навчання / Давиденко В.А., Давиденко Н.В. – Рівне: НУВГП, 2018. -32 с.
4. ДСТУ-Н Б В2.5.-80:2015.
5. Методичні вказівки до практичних занять з навчальної дисципліни «Електропостачання міст та промислових підприємств» (для бакалаврів галузі знань 0507 – Електротехніка та електромеханіка, напряму 6.050701 – Електротехніка та електротехнології, а також бакалаврів, спеціалістів та магістрів галузі знань 14 – Електрична інженерія, спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, фахового спрямування Електротехнічні системи електроспоживання) // Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : В. Ф. Харченко, В. Г. Воропай, О. А. Якунін. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 65 с.
6. Основи електроенергетики та електропостачання : Підручник. – 2 – ге вид., переоб., і доп. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка» , 2009. – 436 с.
7. Електропостачання промислових підприємств. Методичні вказівки до виконання курсового проекту по електропостачанню цехів для студентів

					ДП2020 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		174

спеціальності 8.090603 “Електротехнічні системи електроспоживання” та спеціалізації 7.090603\* “Енергетичний контроль та маркетинг в енергетиці”. /Укл.: П.Г. Плешков, Ю.І. Казанцев, Н.Ю. Гарасьова, Т.В. Величко– Кіровоград: КДТУ, 2003.–103с.

8. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків. Навчальний посібник. – 2-е вид., перероб. і доп. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2005. – 148 с.

9. Основи ефективного використання електричної енергії в системах електроспоживання промислових підприємств : навч. посіб. / [Соловей О. І., Розен В. П., Плешков П.Г. та ін.] ; М-во освіти і науки України, Кіров. нац. техн. ун-т. – Черкаси: видавець Чабаненко Ю., 2015. – 316 с.

10. Розрахунок струмів короткого замикання та вибір електрообладнання на електричних станціях та підстанціях. Методичні вказівки для студентів спеціальності 6.090600 “Електричні системи та мережі”. / Укл.: Буйний Р.О., Ананьєв В.М., Тисленко В.В. – Чернігів: ЧДТУ, 2004-70с.

11. Споживачі електричної енергії. Електричне освітлення : навч. посіб. / О. І. Соловей, А. В. Чернявський, О. О. Ситник, В. Ф. Ткаченко, Г. В. Курбака ; за ред. Солов’я О. І. ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ФОП Гордієнко Є.І., 2018. – 132 с.

12. Конспект лекцій з дисципліни "Електропостачання промислових підприємств" для студентів напряму 6.050701 – електротехніка і електротехнології, 6.050702 - електромеханіка / Укладачі Є.Д.Хмельницький, О.О.Крупник — Дніпродзержинськ, ДДТУ, 2015, 125 с.(Частина 1).

№	Обладнання	n	Pном, кВт		Кв	cosφ / tgφ		Pсм, кВт	Qсм, квар	ne	Km	Pр, кВт	Qр, квар	Sp, кВт*А	Ip, А
			одного	всіх		cosφ	tgφ								
1-6	Вентилятор	6	19	114	0.65	0.8	0.75	74.1	55.58						
7.14	Кран - балка	8	9	72	0.1	0.5	1.73	7.2	12.46						
15-23	Кабельні барабани моторні	9	39	351	0.24	0.65	1.17	84.24	98.56						
24-25	Випробувальна станція	2	24	48	0.5	0.8	1.02	24	24.48						
26	Прес	1	21	21	0.17	0.65	1.17	3.57	4.18						
27-36	Вентилятор	10	15	150	0.65	0.8	0.75	97.5	73.13						
37	Компресор	1	10	10	0.7	0.8	0.75	7	5.25						
38-41.46.47	Кромкообрізний верста	6	19	114	0.17	0.65	1.17	19.38	22.67						
42	Прес	1	15	15	0.17	0.65	1.17	2.55	2.98						
43	Лінія скручування	1	5.5	5.5	0.75	0.75	1.17	4.13	4.83						
44,45	Лінія грубого волочіння	2	48	96	0.45	0.87	0.57	43.2	24.6						
48-52	Насос	5	8.5	42.5	0.7	0.8	0.75	29.75	22.31						
53	Лінія скручування	1	6.5	6.5	0.75	0.75	1.17	4.88	5.71						
54-56	Перемоточний станок	3	17	51	0.2	0.65	1.17	10.2	11.93						
57-60	Кромкообрізний верстат	4	19	76	0.17	0.65	1.17	12.92	15.12						
61,62	Шлангова лінія	2	9	18	0.24	0.65	1.17	4.32	5.1						
63,64	Горизонтально – ізолювальна машина	2	48	96	0.2	0.65	1.17	19.2	22.46						
65-67	Станок фрезерний	3	19	57	0.14	0.5	1.73	7.98	13.81						
68-70	Станок стругальний	3	21	63	0.17	0.65	1.17	10.71	12.53						
71	Машина грубого волочення	1	144	144	0.24	0.65	1.17	34.56	40.44						
72	Лінія бронювання	1	48	48	0.4	0.65	1.17	19.2	22.46						
73	Лінія ізолювання	1	42	42	0.4	0.65	1.17	16.8	19.66						
74	Машина волочення сталевого дроту	1	145	145	0.24	0.65	1.17	34.8	40.72						
	Сумарно по «~»	74		1785.5				600.61	581.16	32.7	1.208	725.54	581.16	929.6	1412.4
	Всього по ремонтному цеху	74										725.54	581.16	929.6	1412.4

					ДП2020 141										Арк.	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата												