

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. академіка І. С. Гулого
Кафедра Електропостачання і електроменеджменту

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
_____ Блаженко С.І.
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 2024р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Балюта С.М.
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 2024р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми « Електротехніка та інформаційні технології »

на тему: «Розробка системи електропостачання спиртзаводу
потужністю 4000дал на добу»

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

_____ Губар І.М.
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Мащенко О.А.
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____ Сірик А.О.
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) _____ (підпис)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище) _____ (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. академіка І. С. Гулого

Кафедра Електропостачання та енергоменеджменту

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка»
(код і назва)

Освітньо-професійна програма « Електротехніка та інформаційні технології »
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

“ _____ ” _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Губар Інна Михайлівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка системи електропостачання спиртзаводу

потужністю 4000дал на добу»

керівник роботи Мащенко О.А.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “_14_”_04_2024 року № 233-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 25.05.2024

3. Вихідні дані до роботи характеристика споживачів електроенергії підприємства, схема електричної мережі та план підприємства, графіки електричного навантаження

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

Характеристика системи електропостачання розробки системи електропостачання спиртзаводу потужністю 4000дал на добу.

Розрахунок струмів короткого замикання.

Вибір електрообладнання мережі підприємства.

Компенсація реактивної потужності в електричній мережі підприємства.

Програмне забезпечення для розрахунку СЕП підприємства.

Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Генплан

2. Схема електропостачання апаратного відділення

3. Схема електропостачання заводу

4. Освітлення і силова частина

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ОП	К.т.н., доцент Сірик А.О		

7. Дата видачі завдання _____ 2 квітня 2024р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Технологія спиртового виробництва	17.04.2024р.	
2.	Характеристика системи електропостачання розробки системи електропостачання спиртзаводу потужністю 4000дал на добу.	20.04.2024р.	
3.	Розрахунок електричних навантажень	24.04.2024р.	
4.	Програмне забезпечення розрахунку СЕП підприємства	28.04.2024р.	
5.	Вибір числа й потужності цехових трансформаторів	30.04.2024р.	
6.	Вибір поперечного перерізу струмоведучих елементів	03.05.2024р.	
7.	Розрахунок струмів короткого замикання	09.05.2024р.	
8.	Вибір електричних апаратів та струмопровідних елементів	12.05.2024р.	
9.	Релейний захист трансформатора зв'язку з енергосистемою	17.05.2024р.	
10.	Розрахунок компенсації реактивної потужності	20.05.2024р.	
11.	Розрахунок силової та електроосвітлювальної мережі апаратного відділення	22.05.2024р.	
12.	Охорона праці	24.05.2024р.	

Здобувач _____

(підпис)

Губар І.М. _____

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Мащенко О.А. _____

(прізвище та ініціали)

Анотація

Губар Інна Михайлівна.

Дипломний проєкт на тему:

«Розробка системи електропостачання спиртзаводу
потужністю 4000дал на добу.»

Національний Університет Харчових Технологій, Київ-2024 141.

«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Супровідне пояснення містить вступ, 12 розділів, висновки та список використаної літератури. Обсяг проєкту 89 сторінок.

Опис містить графічну частину з 4 креслень: схема електропостачання заводу, схема розміщення обладнання заводу, схема освітлювальної мережі, електрообладнання заводу. Проєкт враховує особливості підприємства та дає опис технологічного процесу.

Розраховано електричні навантаження та розроблено карту навантажень.

Розрахувати трансформатори основної низьковольтної станції, а також кількість і потужність трансформаторів цеху.

Виконано розрахунки робочого струму та підібрано відповідні кабелі.

Розраховано струм короткого замикання для системи електропостачання заводу. Підбираються електрозахисні та контрольні пристрої.

Розрахувати кількість і тип пристроїв компенсації реактивної потужності.

У розділі безпеки праці враховуються можливі аварійні ситуації та захист засобів безпеки та обслуговуючого персоналу.

Ключові слова: НН, силовий трансформатор, струм короткого замикання, засоби захисту, компенсація реактивної потужності.

Abstract

Hubar Inna Mykhailivna.

Diploma project on the topic:

"Development of the power supply system of the distillery
with a capacity of 4,000 dal per day."

National University of Food Technologies, Kyiv-2024 141. "Electric power
engineering, electrical engineering and electromechanics"

The accompanying explanation contains an introduction, 12 chapters, conclusions and a list of references. The volume of the project is 89 pages.

The description contains a graphic part of 4 drawings: the scheme of the plant's power supply, the scheme of placing the plant's equipment, the scheme of the lighting network, the plant's electrical equipment.

The project takes into account the peculiarities of the enterprise and provides a description of the technological process. Electrical loads were calculated and a load map was developed.

Calculate the transformers of the main low-voltage station, as well as the number and power of the workshop transformers.

Calculations of the operating current have been made and appropriate cables have been selected.

The short-circuit current for the plant's power supply system is calculated.

Electrical protection and control devices are selected.

Calculate the number and type of reactive power compensation devices.

The occupational safety section takes into account possible emergency situations and protection of safety equipment and service personnel.

Key words: LV, power transformer, short-circuit current, means of protection, reactive power compensation.

Зміст

Вступ

1.Технологія спиртового виробництва.....	8
1.1 Вибір і обґрунтування способів і режимів технології.....	8
2.Характеристика системи електропостачання.....	10
2.1 Загальна частина.....	10
2.2 Джерела і схема електропостачання. Існуючі положення	11
2.3 Обґрунтування наявності власного джерела живлення системи електропостачання підприємства.....	12
3.Розрахунок електричних навантажень.....	13
3.1. Розрахунок силового навантаження.....	13
3.2. Розрахунок освітлювального навантаження.....	17
3.3. Картограма навантажень і визначення центра електричних навантажень підприємства.....	18
4.Вибір числа й потужності цехових трансформаторів.....	20
5.Вибір поперечного перерізу струмоведучих елементів.....	23
6.Розрахунок струмів короткого замикання.....	27
6.1. Складання розрахункової схеми ланцюга КЗ.....	27
6.2.Розрахунок КЗ для точки К ₁	29
6.3. Розрахунок КЗ для точки К ₂	31
6.4. Перевірка кабелів на термічну стійкість до струмів короткого замикання.....	32
7.Вибір електричних апаратів та струмопровідних елементів.....	34
7.1. Вибір комутаційних елементів.....	34
7.2. Вибір вимірювальних трансформаторів.....	36
8.Релейний захист трансформатора зв'язку з енергосистемою.....	42
9.Розрахунок компенсації реактивної потужності.....	46
10.Розрахунок силової та електроосвітлювальної мережі апаратного відділення.....	49
10.1. Розрахунок цехової силової мережі.....	49
10.1.1 Вибір апаратів захисту від ТП до групи силових пунктів.....	50
10.1.2 Вибір силових розподільчих пунктів.....	52
10.1.3 Визначення перерізу струмоведучих жил від розподільчого силового пункту до електроприймачів.....	53
10.1.4 Вибір характеристик металічних труб.....	55

					ДП 2024	141						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Зміст							
Розробив		<i>Губар І. М.</i>								Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		<i>Мащенко О.А</i>									6	89
Н. Контр.										ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Затвердив		<i>Балюта С.</i>										

10.1.5 Вибір магнітних пускачів для комутації двигунів.....	56
10.2. Розрахунок електроосвітлювальної мережі.....	59
11. Програмне забезпечення розрахунку СЕП підприємства.....	63
12. Охорона праці.....	70
12.1 Законодавча база з охорони праці в Україні та нормативно-технічна документація з безпечної експлуатації електроспоживачів.....	70
12.2 Фінансування заходів з охорони праці на підприємстві.....	72
12.3 Інструктажі з охорони праці на виробництві.....	72
12.4 Заходи з електробезпеки.....	73
12.5. Заходи з пожежної безпеки.....	76
12.5.1 Класи приміщень по вибухо-пожежонебезпеці згідно з ПУЕ.....	80
12.6. Розрахунок контуру заземлення для п/ст.....	82
Висновки	88
Список використаних джерел.....	89

					ДП 2024 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1. Технологія спиртового виробництва

Технологія виробництва спирту складається з кількох етапів, які необхідно виконувати один за одним.

Для отримання чистого етилового спирту (більше 40%) сировину необхідно перегнати і очистити. Головна перевага цієї технології полягає в тому, що вона не вимагає великих капіталовкладень в обладнання та закупівлі різної сировини.

Спирт, також відомий як етанол, є одним із найдавніших і найпоширеніших хімічних речовин у світі. Його використовують у багатьох галузях, включаючи харчову промисловість, медицину, хімічну промисловість та енергетику.

Виробництво спирту - це багатоетапний процес, який можна узагальнити наступними кроками: Підготовка сировини:

- Зернові: пшениця, кукурудза, ячмінь, жито - подрібнюються та варяться для отримання крохмалю.
- Крохмалевмісні: картопля, буряк - подрібнюються та піддаються ферментативному розщепленню крохмалю на цукор.
- Цукристі: цукрова тростина, буряк - використовуються безпосередньо у вигляді сиропу.
- Фрукти: яблука, виноград - подрібнюються та віджимаються для отримання соку.

Оцукрювання: За допомогою ферментів (амілази) крохмаль розщеплюється на прості цукри (глюкозу).

Бродіння: Додавання дріжджів, які перетворюють цукор на спирт та вуглекислий газ. Тип дріжджів та умови бродіння впливають на смак та аромат кінцевого продукту.

					ДП 2024			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Губар І.М.			Технологія спиртового виробництва	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив.							8	89
Керівн.		Машенко О.А.				НУХТ ЕЛ 4-3		
Затвердив.								

Сировина (картопля або зерно) поміщається в збірний контейнер і видаляється грубі сторонні предмети і бруд.

Промита сировина збирається в проміжний бункер, звідки надходить у дробарку.

Подрібнена сировина надходить у змішувач, при додаванні води перетворюється на масу, далі нагрівається (до температури 105-150 °С) і надходить у варильну колону.

Колона складається з двох ступенів, кожна з яких отримує пару, що містить частинки цукру, з парового сепаратора.

Таким чином приготовлена маса направляється в резервуар, а звідти перекачується в дріжджогенератор, де додаються дріжджі і суспензія надходить у бродильну колону.

Підігрівається колона сусли, де спирт випаровується і направляється в ректифікаційну колону, а рідина - в ситову колону.

Обидва види продуктів (спирт і сафлорова олія) потрапляють в конденсатор, де очищаються різними способами в залежності від типу продукту.

Останній етап - відправка продукту і зберігання в холодильнику.

Вибір і обґрунтування способів і режимів технології спиртового заводу - це багатогранний процес, який потребує ретельного аналізу різних факторів.

Не існує універсального підходу до вибору технології, оскільки оптимальний варіант залежить від конкретної ситуації.

При виборі технології спиртового заводу важливо враховувати вид сировини, потужність заводу, якість продукції, економічні міркування, екологічні аспекти та законодавчі вимоги.

Важливо постійно вдосконалювати та оптимізувати технологію, щоб йти в ногу з часом та відповідати новим вимогам.

					ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

2. Характеристика системи електропостачання

2.1 Загальна частина

Приймач електроенергії класу I живиться від двох незалежних джерел за допомогою пристрою AVR.

Електропостачання заводу здійснюватиметься з електромережі.

Основним електричним навантаженням спиртозаводу є асинхронний електродвигун і освітлювальна установка.

По забезпеченню надійності електропостачання до енергоприймачів заводу відносяться:

- По I типу: пожежні насоси, стаціонарні прилади пожежної сигналізації та автоматичні щити, АСУ
- По II типу: основні виробничі служби, водонасосні станції.
- III клас: допоміжні виробничі приміщення, склади, механічні майстерні та інші об'єкти.

2.2 Джерела і схема електропостачання. Існуючі положення

Електроенергію завод отримує від енергосистеми через підстанції. Повітряна лінія зв'язку підстанції і заводу довжиною 5 км. Повітряна лінія зв'язку підстанції і заводу довжиною 5 км. Розрахункова потужність заводу дорівнює 1180 кВт.

Потужність номінальна електроспоживачів наведені в табл. 2.1

					ДП 2024		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Губар І.М.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив.						12	89
Керівн.		Мащенко О.А.			РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ		
Затвердив.							
					НУХТ ЕЛ 4-3		

Таблиця 2.1

№п/п	Найменування	Потужність, кВт
1	Бродильне відділення спиртоцеху	127,3
2	Апаратне відділення спиртоцеху	134,9
3	Спиртопідвал спиртоцеху	41,7
4	Дріжджевий цех	452,6
5	Насосна річної води	58,5
6	Станція меласи	66,45
7	Склад хімікатів	38,08
8	Вуглекислотне відділення	31,62
9	Артезіанська свердловина	16,27
10	Парокотельна	142,5
11	Бойлер	70,4
Всього		~1180

Параметр і потужність трансформаторного експериментального заводу наведені в табл.2.2

					ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

3. Розрахунок електричних навантажень

3.1. Розрахунок силового навантаження

Розрахунок заряду виконується за методом, описаного розділі.

Щоб визначити розрахункове навантаження цехів заводу використовуємо метод діаграми порядку (метод визначення розрахункового навантаження за середньою потужністю та максимальний коефіцієнт).

Розрахункове робоче навантаження групи електроприймачів із змінною програмою навантаження визначається за середньою потужністю та пік-фактором із виразу.

$$P_{p\sim} = K_{\text{макс}} P_{\text{см}\sim},$$

Де коефіцієнт максимальний $K_{\text{макс}} = f(n_e, K_B)$, середня потужність за макс. завантажену зміну $P_{\text{см}\sim} = K_B P_{\text{ном}\sim}$.

У загальному вигляді ефективне число електроприймачів:

$$n_e = \frac{\left(\sum_1^n P_{\text{ном}} \right)^2}{\sum_1^n P_{\text{ном}}^2};$$

За відсутності повної інформації про електроприймачі та для легкого розрахунку вводиться поняття:

$$m = \frac{P_{\text{ном макс}}}{P_{\text{ном мин}}};$$

Якщо $m \leq 3$

ефективне число $n_e = n$

					ДП 2024			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Губар І.М.				Розрахунок електричних навантажень	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив.							15	89
Керівн.	Машенко О.А.					НУХТ ЕЛ 4-3		
Затвердив.								

Якщо $m > 3$, а $K_B = 0.2$,

$$n_e = \frac{2 \sum_{ном}^n P_{ном}}{P_{ном \text{ макс}}};$$

Числове значення K_B для різних груп приймачів приймається за матеріалами довідника.

Визначення методики розрахункової реактивної потужності групи електроприймачів зі змінним графіком навантаження залежить від n_e

якщо $n_e > 8$, $Q_{p\sim} = Q_{см\sim}$;

якщо $n_e < 8$, $Q_{p\sim} = 1.1 Q_{см\sim}$;

де $Q_{см} = P_{см} \cdot tg\varphi$;

Для групи довгострокових приймачів з приблизно постійними графіками максимальний коефіцієнт може дорівнювати 1, а розрахункова завантаженість цих приймачів буде дорівнювати середньому показнику найбільш навантаженої зміни.

$$P_{p-} = P_{см-};$$

$$Q_{p-} = Q_{см-};$$

Тоді повна розрахункова потужність

$$S_p = \sqrt{(P_{p\sim} + P_{p-})^2 + (Q_{p\sim} + Q_{p-})^2}.$$

Примітка до методики:

									ДП 2024	Арк.
										16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

1. При кількості електроприймачів до 3, розрахункова потужність дорівнює номінальній:

$$n \leq 3 \Rightarrow P_p = P_{ном}.$$

2. Якщо груповий коефіцієнт використання більше 0.8, то $K_M=1$:

$$K_B > 0,8 \Rightarrow K_M = 1.$$

3. Якщо ефективна кількість електроприймачів більша 200, то $K_M=1$:

$$n_e > 200 \Rightarrow K_M = 1.$$

4. Якщо електроприймачі мають однакову потужність, то $n_e=n$; n -реальна кількість електроприймачів:

$$P_1 = P_2 = P_3 = P_n = n_e = n.$$

5. Якщо $m \leq 3$, то $n_e=n$.

Приклад визначення обсягу розрахункової потужності для апаратного відділення:

Номінальна потужність групи електроприймачів $P_{ном}=221$ кВт

Коефіцієнт

$$m = \frac{P_{ном \max}}{P_{ном \min}} = \frac{30}{3} = 10;$$

Значення K_B і $\cos\phi$ визначаємо для вакуумного насоса:

$$K_B=0,8; \quad \cos\phi=0,8.$$

Середня потужність за макс. завантажену зміну для вакуумного насоса:

$$P_{см} = P_{ном} K_B = 14 \cdot 0,8 = 11,2 \text{ кВт};$$

$$Q_{см} = P_{см} \cdot tg\phi = 11,2 \cdot tg(\arccos 0,8) = 8,4 \text{ квар};$$

					ДП 2024	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середня потужність за макс. завантажену зміну для всього апаратного відділення:

$$P_{cm1} + P_{cm2} + P_{cm3} + P_{cm4} = P_{\Sigma CM}^{\sim};$$

$$P_{\Sigma CM}^{\sim} = 0,67 + 4 + 10,5 + 73,17 = 88,34 \text{ кВт};$$

$$Q_{cm1} + Q_{cm2} + Q_{cm3} + Q_{cm4} = Q_{\Sigma CM}^{\sim};$$

$$Q_{\Sigma CM}^{\sim} = 0,51 + 9,03 + 7,9 + 45,14 = 62,58.$$

Груповий коефіцієнт використання

$$K_B^{\sim} = \frac{P_{\Sigma CM}^{\sim}}{P_{\Sigma ном}^{\sim}} = \frac{88,34}{221} = 0,39;$$

Визначаємо ефективне число електроприймачів:

$$n_e = \frac{2 \sum_1^n P_{ном}}{P_{ном макс}} = \frac{442}{30} = 14,7;$$

так як $m > 3$, $K_B > 0.2$. Оскільки n_e не може бути більшим за повну кількість приймачів то приймаємо, що $n_e = 13$.

Коефіцієнт максимуму визначаємо в залежності від K_B та n_e . Так як $K_B = 0.8$, а $n_e = 13$, то Для знаходження коефіцієнта максимуму K_M^{\sim} використовуємо метод інтерполяції.

$$K_{макс} = 1,39$$

										ДП 2024	Арк.
											18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Максимальне розрахункове навантаження

$$P_p = P_{см} K_{макс} = 88,34 \cdot 1,39 = 122,8 \text{ кВт};$$

$$Q_p = Q_{см} = 62,58 \text{ квар, оскільки } n_e > 10$$

Визначаємо розрахункову потужність електроприймачів, що працюють зі сталим графіком:

$$P_{p-} = P_{см-} = 10 \text{ кВт};$$

$$Q_{p-} = Q_{см-} = 3,289 \text{ квар.}$$

Повна розрахункова потужність визначається за формулою

$$S_p = \sqrt{(P_{p\sim} + P_{p-})^2 + (Q_{p\sim} + Q_{p-})^2};$$

$$S_p = \sqrt{(122,8 + 10)^2 + (62,58 + 3,289)^2} = 148,2 \text{ кВА}$$

Також розраховано навантаження інших цехів і відділень на заводі, результати зведено в таблицю.

Після визначення розрахункової потужності для кожного цеху визначте розрахункову потужність для всього об'єкта.

$$P_p = \sum_{i=1}^n P_{pi};$$

$$Q_p = \sum_{i=1}^n Q_{pi};$$

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

					ДП 2024	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Розрахунок освітлювального навантаження

З питомої потужності виходячи, що витрачається на 1 освітлення площі виробничих корпусів і складів, потужність визначається на освітлення:

$$P_{po} = P_{пит} \cdot F,$$

де P_{po} – розрахункове освітлювальне навантаження, кВт;

$P_{пит}$ – питома потужність, Вт/м²;

F – площа приміщення, м².

Для апаратного відділення:

$$P_{po} = P_{пит} \cdot F = 10 \cdot 1450 = 14,5 \text{ кВт};$$

де $P_{пит} = 10 \text{ Вт/м}^2$ - потужність освітлення для основних виробничих приміщень (табл. 8.6[1]);

$F = 1450 \text{ м}^2$ - площа апаратного відділення (включає в себе 4 поверхи), визначається по генплану підприємства.

Сумарне навантаження для спиртового цеха:

$$P_{p\Sigma} = P_p + P_{po} = 221 + 14,5 = 235,5 \text{ кВт}$$

Аналогічно ведемо розрахунки для інших цехів заводу і результати зводимо у табл. 3.2

Таблиця 3.2

№ п/п	Найменування ел. приймачів	$P_{пит}, \text{Вт/м}^2$	$F, \text{м}^2$	$P_p, \text{кВт}$	$P_{po}, \text{кВт}$	$P_{p\Sigma}, \text{кВт}$	$г_i, \text{мм}$	γ град
1	Бродильне відділення спиртоцеху	10	800	122,8	8	125,5	23	21
2	Апаратне відділення спиртоцеху	10	1450	122,8	14,5	132,9	23	39
3	Спиртопідвал	10	75	39	0,75	39,9	14	7

					ДП 2024				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					20

Для кожного магазину намальовано коло, центр якого збігається з центром живлення магазину.

Радіус кола визначається за формулою:

$$r_i = \sqrt{\frac{P_{p\Sigma}}{\pi m}}$$

де r_i – радіус кола для i -го цеха, мм;

$P_{p\Sigma}$ - сумарна розрахункова потужність i -го цеха, кВт;

m – масштаб площі кола, кВт/мм².

Користування картограмою навантажень робить роботу з розміщенням підстанцій наочною і дозволяє запобігти серйозними похибками.

Кут γ , що обмежує сектора освітлювального навантаження

$$\gamma = \frac{P_{po}}{P_{p\Sigma}} \cdot 360^\circ;$$

Координати центра навантажень підприємства визначаються за формулами:

$$x_o = \frac{\sum_{i=1}^n P_{pi} \cdot x_{pi}}{\sum_{i=1}^n P_{pi}} = 192 \text{ м}; \quad y_o = \frac{\sum_{i=1}^n P_{pi} \cdot y_{pi}}{\sum_{i=1}^n P_{pi}} = 258 \text{ м}.$$

де x_{pi} , y_{pi} – координати центра кожного цеха.

Для апаратного відділення:

Радіус кола

					ДП 2024	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_i = \sqrt{\frac{P_{p\Sigma}}{\pi m}} = \sqrt{\frac{122,8}{\pi 0,1}} = 19,7 \text{ мм}$$

приймаємо $m = 0,1 \text{ кВт/мм}^2$.

Кут

$$\gamma = \frac{P_{po}}{P_{p\Sigma}} * 360^\circ = \frac{14,5 \cdot 360^\circ}{122,8} = 42^\circ$$

Аналогічно ведемо розрахунки для інших цехів заводу і результати записуємо у табл. 3.2

					ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

4. Вибір числа й потужності цехових трансформаторів

Кількість і потужність заводських трансформаторів вибираються виходячи з отриманих даних про розрахункову сумарну потужність заводу і споживачів електроенергії.

Так, двотрансформаторні підстанції використовуються при переважанні електроприймачів перших та других класів.

Відповідно до ПУЕ допускається 40% післяаварійне перевантаження трансформатора протягом максимум загального щоденного періоду більше 6 годин протягом максимум 5 днів.

$$\frac{S_c}{1.4S_{ном}} \leq 0.75 \quad \text{або} \quad S_c \leq 0.75S_{ном} \quad S_c = 0.75 * 1.4S_{ном} \leq 1.05S_{ном}$$

До цього коефіцієнт додавання прогресу в умовах перевантаження не повинен перевищувати 0,75, тобто

Отже, за конкретних умов перевищення середньодобового навантаження трансформатора над його номінальною потужністю не повинен перевищувати не більш як 5%.

При виборі трансформаторів ТП будемо орієнтуватися по величині $S_{см}$

$$S_{см} = \sqrt{(P_{см} + P_{ро})^2 + Q_{см}^2}$$

де величини $P_{см}$, $P_{ро}$, $Q_{см}$ будемо брати з попередніх розрахунків.

Потужність трансформаторів будемо визначати по величині

$$S_T = \frac{S_{см}}{\beta_{баз}}$$

					ДП 2024			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Губар І.М.			Вибір числа і потужності трансформаторів	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив.							24	89
Керівн.		Мащенко О.А.				НУХТ ЕЛ 4-3		
Затвердив.								

де $\beta_{\text{баж}} \approx 0,9$ – бажаний коефіцієнт завантаження.

Розглянемо ТП №1.

Трансформаторна станція живить бродильне відділення, цех обладнання, дріжджовий цех, спиртовий підвал, м'ясопереробну станцію, склад хімічний, парові котли та бойлери.

Для бродильного відділення:

$$S_{\text{см}} = \sqrt{(P_{\text{см}} + P_{\text{ро}})^2 + Q_{\text{см}}^2} = \sqrt{(88,34 + 8)^2 + 62,58^2} = 114,8 \text{ кВА}$$

Для апаратного відділення:

$$S_{\text{см}} = \sqrt{(88,34 + 14,5)^2 + 62,58^2} = 120,3 \text{ кВА}$$

Для інших відділень аналогічний розрахунок.

Бажана потужність трансформаторів:

$$S_{\text{баж}} = \frac{S_{\text{см}}}{\beta} = \frac{1135,8}{0,9} = 1262 \text{ кВА};$$

Для ТП №1 вибираємо 2 трансформатори ТМ-630/10 потужністю 630 кВА. З номінальними параметрами:

потужність $S_{\text{тр}}=630$ кВА;

напруга на високій стороні $U_{\text{вн}}=10$ кВ;

напруга на низькій стороні $U_{\text{нн}}=0,4$ кВ;

втрати $P_{\text{х}}=1,56$ кВт;

втрати $P_{\text{к}}=7,6$ кВт;

напруга кз $U_{\text{к}}=5,5\%$;

струм холостого ходу $I_{\text{х}}=2\%$;

повна маса 3 т.

Тоді реальний коефіцієнт завантаження

$$\beta_p = \frac{1135,8}{1262} = 0,9$$

									ДП 2024	Арк.
										25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Аналогічно ми вибираємо інші ТП і результати розрахунків зводимо у табл.4.1.

Для ТП №2 і ТП №3 вибираємо по 1 трансформатору потужністю 100 кВА, тип ТМ-100/10. При номінальних параметрах:

потужність $S_{тр}=100$ кВА;

напруга на високій стороні $U_{вн}=10$ кВ;

напруга на низькій стороні $U_{нн}=0,4$ кВ;

втрати $P_x=0,36$ кВт;

втрати $P_k=1,97$ кВт;

напруга кз $U_k=4,5\%$;

струм холостого ходу $I_x=2,6\%$;

повна маса 0,67 т.

На експериментальному спиртозаводі встановлено на ТП №1 2 трансформатори потужністю 1000 кВА та 1 трансформатор потужністю 315 кВА звідси $\beta = \frac{1198}{2319} = 0,51$, на ТП №2 1 трансформатор потужністю 180 кВА

$\beta = \frac{51}{180} = 0,28$. Використання трансформатора з таким коефіцієнтом навантаження малоефективно. Вибираємо трансформатори з різною номінальною потужністю для ТП №2 - один трансформатор ТМ-100/10 потужністю 100 кВА, для ТП №3 - один трансформатор ТМ-100/10 потужністю 100 кВА.

									ДП 2024	Арк.
										26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

5. Вибір поперечного перерізу струмоведучих елементів

- ПЛ – 10 кВ

Для окремих ліній електропередачі нормальний і піковий струми однакові і визначаються максимальним навантаженням на лінію $S_{л}$, тобто

$$I_{н} = I_{макс} = \frac{S_{л}}{\sqrt{3}U_{ном}} = \frac{1354}{\sqrt{3} \cdot 10} = 78,2 A$$

де $S_{л} = S_{р} = \sqrt{P_{р}^2 + Q_{e1}^2} = \sqrt{1345,5^2 + 153^2} = 1354 \text{кВА}$.

$$Q_{e1} = 0,2 \cdot Q_{р} = 0,2 \cdot 760 = 153 \text{ квар}$$

- У приєднаннях до розподільчих пристроїв 10 кВ двообмоткового трансформатора, зв'язку з системою номінальною потужністю $S_{ном}=630$ кВА струми нормального та пікового режимів будуть:

для з'єднання 10кВ

номінальний струм:

$$I_{н} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3}U_{ном}} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 10} = 36,6 A$$

піковий струм:

$$I_{макс} = \frac{1,4 \cdot S_{ном}}{\sqrt{3}U_{ном}} = \frac{1,4 \cdot 630}{\sqrt{3} \cdot 10} = 51 A$$

					ДП 2024			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Губар І.М.			Вибір поперечного перерізу струмоведучих елементів	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив.							28	89
Керівн.		Машенко О.А.				НУХТ ЕЛ 4-3		
Затвердив.								

• У з'єднанні до розподільчого пристрою 10 кВ двообмоткового трансформатора номінальною потужністю $S_{ном}=100$ кВА струми нормального та пікового режимів будуть:

номінальний струм:

$$I_n = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3}U_{ном}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10} = 6A;$$

піковий струм:

$$I_{макс} = \frac{1,4 \cdot S_{ном}}{\sqrt{3}U_{ном}} = \frac{1,4 \cdot 100}{\sqrt{3} \cdot 10} = 8,4 A.$$

Провідник, незалежно від того, чи використовується у будь-якому випадку, повинні бути виконані довгострокові вимоги до нагрівання, прийнятні для нормального та максимального струмів режиму.

У зв'язку з цим перетин провідників вибирають в залежності від щільності струму та за економічно вигідною густиною струму для нормального режиму роботи електроустановки і перевіряється виходячи з тривалої температури гранично допустимої поверхні провідника в максимальному режимі. Вигідний економічно переріз провідника, $мм^2$:

$$S_{ек} = \frac{I_n}{J_{ек}};$$

- Вибір перерізу ПЛ – 10 кВ

Струми нормального та максимального режимів $I_n=I_{макс}=78,2 A$

Економічно вигідна густина струму $j_{ек}=1,1 A/мм^2$ (табл.2.1) $T_{макс} = 7000$ год.

Площа економічно вигідного перерізу визначається за формулою:

$$S_{ек} = \frac{I_n}{J_{ек}} = \frac{78,2}{1,1} = 71,1 мм^2.$$

					ДП 2024	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунковий економічно вигідна площа перерізу $S_{ек}$ заокруглюється до більшого або меншого найближчого перерізу стандарту $S_{ст}$, мм².

Приймаємо згідно табл. 7.35 для $S_{ек}=71.1$ мм², $S_{ст}=70$ мм². Допустима величина струму для цієї частини становить $I_{доп}=265$ А.

Перевіримо вибраний стандартний переріз $S_{ст}$ за граничною тривало допустимою температурою при максимальному режимі

$$I_{доп} K_{нав} K_t \geq I_{макс},$$

де $K_t = 1$ – поправочний коефіцієнт від температури навколишнього середовища;

$K_{нав}=1$ – допустимий коефіцієнт навантаження в максимальному режимі.

Перевірка вибраного звичайного перерізу $S_{ст}=71$ мм² на нагрівання струмами максимального режиму виконується:

$$265 \cdot 1 \cdot 1 = 265 \geq I_{макс} = 78,1 \text{ А};$$

Остаточний вибір: провід АС – 70/11.

- Вибір перерізу кабельних ліній для приєднання до розподільчого пристрою 10 кВ двообмоткового трансформатора у зв'язку з системою номінальною потужністю $S_{ном}=630$ кВА (КЛ1):

Струми нормального та максимального режимів: $I_n = 36,5$ А; $I_{макс}=51$ А;

Економічно вигідна густина струму $j_{ек}=1.4$ А/мм² (табл.2.1).

Площа економічно вигідного перерізу визначається за формулою:

$$S_{ек} = \frac{I_n}{j_{ек}} = \frac{36,5}{1.4} = 26.07 \text{ мм}^2.$$

По табл. для зв'язку РУ – 10 кВ з трансформатором 630 кВА знаходимо кабель з перерізом $S_{ст}=25$ мм² з $I_{доп}=90$ А;

Марка кабеля: ААШв – 10 – 3х25.

Перевіримо кабель на нагрівання струмами максимального режиму:

					ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

$$I_{\text{доп}} K_{\text{нав}} K_t K_k \geq I_{\text{макс}},$$

де $K_t = 1$ – поправочний коефіцієнт до температури навколишнього середовища;

$K_k = 1$ - поправочний коефіцієнт на кількість діючих кабелів, що працюють один біля одного в землі згідно табл. 2.4

$K_{\text{нав}} = 1,05$ – допустимий коефіцієнт навантаження в максимальному режимі, згідно табл. 2.2

$$90 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 1 = 94,5 \geq I_{\text{макс}} = 51 \text{ A};$$

Виконується умова. Вибір остаточний: марка кабеля ААШв – 10 – 3х25.

- Вибір перетину кабельних ліній для приєднання до розподільчого пристрою 10 кВ двообмоткового трансформатора номінальною потужністю $S_{\text{ном}} = 100$ кВА (КЛЗ)

Струми нормального та максимального режимів: $I_n = 6$ А; $I_{\text{макс}} = 8,4$ А.

Вигідна економічно густина струму $j_{\text{ек}} = 1,4$ А/мм² (табл.2.1)

Економічно площа вигідного перерізу визначається за формулою:

$$S_{\text{ек}} = \frac{I_n}{j_{\text{ек}}} = \frac{6}{1,4} = 4,3 \text{ мм}^2;$$

По табл. 11.2 для зв'язку РУ – 10 кВ з трансформатором 100 кВА вибираємо кабель з перерізом $S_{\text{ст}} = 16$ мм² з $I_{\text{доп}} = 75$ А (ААШв – 10 – 3х16).

Кабель перевіряємо на нагрівання струмами максимального режиму:

$$I_{\text{доп}} K_{\text{нав}} K_t K_k \geq I_{\text{макс}};$$

$$K_t = 1; K_k = 1 \text{ (табл. 2.4)}; K_{\text{нав}} = 1,2 \text{ (табл. 2.2)}$$

Виконується умова. Остаточний вибір: марка кабеля ААШв – 10 – 3х16.

					ДП 2024	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Розрахунок струмів короткого замикання

6.1. Складання розрахункової схеми ланцюга КЗ

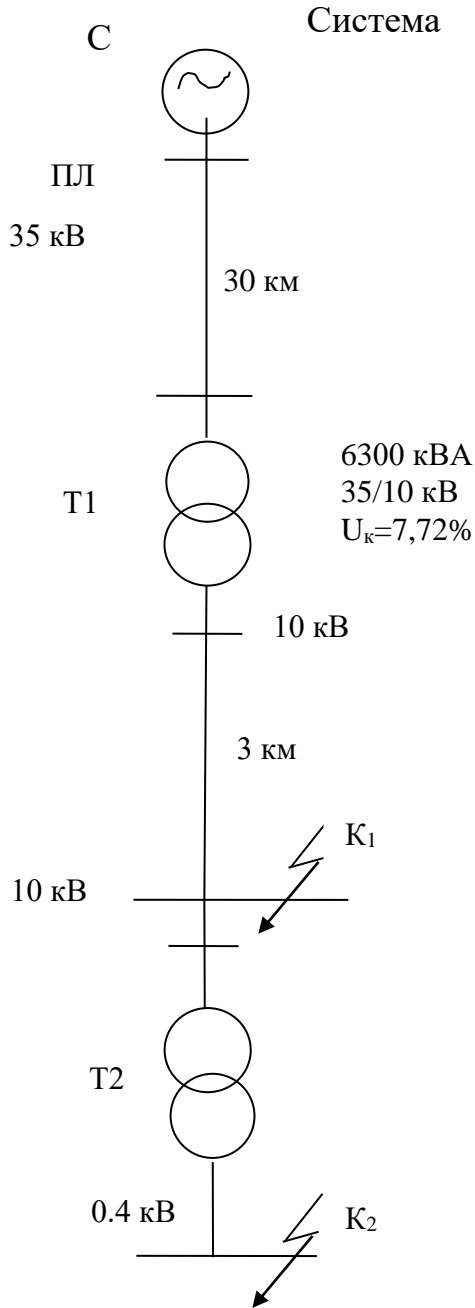


Рис. 2. Розрахункова схема ланцюга КЗ

					ДП 2024		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Губар І.М.				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив.						32	89
Керівн.	Мащенко О.А.				РОЗРАХУНОК СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ НУХТ ЕЛ 4-3		
Затвердив.							

Опір ЛЕП:

Погонний опір для ПЛ $x_{пл}=0,4$ Ом/км,

Залежно від довжини лінії маємо:

$$x_{пл1} = x_{пл} \cdot l \cdot \frac{S_{\sigma}}{U_{н.л.}^2} = 0,4 \cdot 30 \cdot \frac{12}{37^2} = 0,105 \text{ в.о.}$$

$$x_{пл2} = x_{пл} \cdot l \cdot \frac{S_{\sigma}}{U_{н.л.}^2} = 0,4 \cdot 3 \cdot \frac{12}{12,6^2} = 0,09 \text{ в.о.}$$

Опір системи:

$S_{кз}=8750$ МВА;

$$x_c = \frac{S_{\sigma}}{S_{кз}} = \frac{12}{8750} = 0,00137 \text{ в.о.};$$

6.2. Розрахунок КЗ для точки К₁

- Створення схеми заміщення для точки К₁. Ця схема показана на рис.3

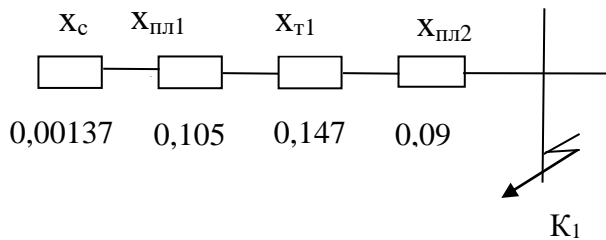


Рис. 3. Схема заміщення для точки К₁.

						ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			34

- Спрощення схеми заміщення, методом перетворення і знаходження заключного опору $x_{закл}$ для точки K_1

$$X_{закл1} = X_c + X_{пл1} + X_{т1} + X_{пл2} = 0,00137 + 0,105 + 0,147 + 0,09 = 0,343 \text{ в.о.}$$

Схема прийме вид показаний на рис. 6.3

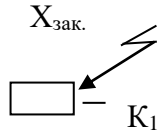


Рис. 4 Заключна схема

- Визначення струм КЗ:

$$I_{*o,o} = \frac{1}{x_{закл}} = \frac{1}{0,343} = 2,915 \text{ в.о.}$$

Струм КЗ в кА $I_{o,o} = I_{*o,o} \cdot I_{б1} = 2,915 \cdot 0,55 = 1,603 \text{ кА}$

- Струм обмежувати КЗ не потрібно, так як струм ввідключення $I_{відкл}$, який дорівнює 20 кА відключить струм КЗ $I_{o,o} = 1,603 \text{ кА}$ в точці K_1 .

Для вимикача ВК – 10 розрахунковий час початку, розмикання струму КЗ вимикачем $\tau_p = \tau_{pz} + \tau_{o,p} = 0,5 + 0,08 = 0,58 \text{ с.}$

- Знайшли величини необхідні для вибору апаратури

$$\text{Ударний струм } i_y = \sqrt{2} K_y I_{o,o} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 1,603 = 4,080 \text{ кА};$$

де $K_y = 1,8$ – ударний коефіцієнт.

Діюче значення повного струму за перший період:

$$I_y = I_{o,o} \sqrt{1 + 2(K_y - 1)^2} = 1,603 \sqrt{1 + 2(1,8 - 1)^2} = 2,420 \text{ кА.}$$

Струм, що відключається:

						ДП 2024	Арк.
							35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$I_{\tau} = \sqrt{I_{o,ok_1}^2 + i_{a\tau}^2} = \sqrt{1,603^2 + 0,65^2} = 1,729 \text{ кА.}$$

6.3. Розрахунок КЗ для точки К2

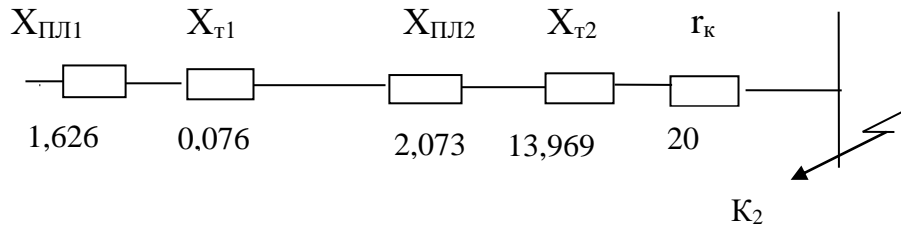


Рис.5

Проводимо розрахунок в іменованих одиницях.

Опір повітряної лінії ПЛ1:

Провід марки АС-120/19; з параметрами

$r_0 = 0,247 \text{ Ом}; x_0 = 0,415 \text{ Ом}$ на 1 погонний км лінії.

$$r_{ПЛ1} = r_o \cdot l_{нл1} \cdot \left(\frac{U_{НОМ}^{НН}}{U_{НОМ}^{ВН}} \right)^2 \cdot 10^3 = 0,247 \cdot 30 \cdot \left(\frac{0,4}{35} \right)^2 \cdot 10^3 = 0,967$$

мОм;

$$x_{ПЛ1} = x_o \cdot l_{нл1} \cdot \left(\frac{U_{НОМ}^{НН}}{U_{НОМ}^{ВН}} \right)^2 \cdot 10^3 = 0,415 \cdot 30 \cdot \left(\frac{0,4}{35} \right)^2 \cdot 10^3 = 1,626 \text{ мОм;}$$

Опір повітряної лінії ПЛ2:

Провід марки АС-70/11; з параметрами $r_0 = 0,428 \text{ Ом}; x_0 = 0,432 \text{ Ом}$

на 1 погонний км лінії.

$$r_{ПЛ2} = r_o \cdot l_{нл1} \cdot \left(\frac{U_{НОМ}^{НН}}{U_{НОМ}^{ВН}} \right)^2 \cdot 10^3 = 0,428 \cdot 3 \cdot \left(\frac{0,4}{10} \right)^2 \cdot 10^3 = 2,055 \text{ мОм;}$$

$$x_{ПЛ2} = x_o \cdot I_{пл1} \cdot \left(\frac{U_{ном}^{HH}}{U_{ном}^{BH}} \right)^2 \cdot 10^3 = 0,432 \cdot 3 \cdot \left(\frac{0,4}{10} \right)^2 \cdot 10^3 = 2,073 \text{ мОм};$$

Опір трансформаторів на РПС:

$$r_{РПС} = \frac{\Delta P_{\kappa}}{(S_{ном}^T)^2} \cdot (U_{ном}^{cp})^2 \cdot \left(\frac{U_{ном}^{HH}}{U_{ном}^{BH}} \right)^2 \cdot 10^3 = \frac{47,5 \cdot 10^3}{(6300)^2} \cdot (37)^2 \cdot \left(\frac{0,4}{35} \right)^2 \cdot 10^3 = 0,21 \text{ мОм};$$

$$x_{РПС} = \sqrt{(10 \cdot U_k)^2 - \frac{\Delta P_{\kappa}}{(S_{ном}^T)^2} \cdot (U_{ном}^{cp})^2} \cdot \frac{(U_{ном}^{cp})^2}{S_{ном}^T} \cdot \left(\frac{U_{ном}^{HH}}{U_{ном}^{BH}} \right)^2 \cdot 10^3 = \sqrt{(10 \cdot 7,5)^2 - \frac{47,5 \cdot 10^3}{(6300)^2} \cdot (37)^2} \cdot \frac{(37)^2}{6300} \cdot \left(\frac{0,4}{35} \right)^2 \cdot 10^3 = 2,128$$

мОм

Опір трансформаторів на ТП:

$$r_{ТП} = \frac{\Delta P_{\kappa}}{(S_{ном}^T)^2} \cdot (U_{ном}^{cp})^2 \cdot 10^3 = \frac{7,6 \cdot 10^3}{(630)^2} \cdot 0,4^2 \cdot 10^3 = 3,065 \text{ мОм};$$

$$x_{ТП} = \sqrt{(10 \cdot U_k)^2 - \frac{\Delta P_{\kappa}}{(S_{ном}^T)^2} \cdot (U_{ном}^{cp})^2} \cdot \frac{(U_{ном}^{cp})^2}{S_{ном}^T} \cdot 10^3 = \sqrt{(10 \cdot 5,5)^2 - \frac{7,6}{(630)^2} \cdot 0,4^2} \cdot \frac{0,4^2}{630} \cdot 10^3 = 13,969 \text{ мОм};$$

Сумарні опори:

При розрахунках у мережах до 1000 В ми додатково враховували опір контактних з'єднань $r_{\kappa}=20$ Ом.

$$r_{\Sigma} = r_{ПЛ1} + r_{РПС} + r_{ПЛ2} + r_{ТП} + r_{\kappa} = 0,976 + 0,22 + 2,055 + 3,065 + 20 = 26,316 \text{ мОм};$$

$$x_{\Sigma} = x_{ПЛ1} + x_{РПС} + x_{ПЛ2} + x_{ТП} = 1,626 + 2,128 + 2,073 + 13,969 = 19,796 \text{ мОм};$$

$$z_{\Sigma} = \sqrt{r_{\Sigma}^2 + x_{\Sigma}^2} = \sqrt{26,316^2 + 19,796^2} = 32,43 \text{ мОм};$$

Початковий струм КЗ:

$$I_{00К2} = \frac{U_{ном}}{\sqrt{3} \cdot z_{\Sigma}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 32,43 \cdot 10^{-3}} = 7,38 \text{ кА}.$$

Ударний струм КЗ:

$$i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{00К2} = \sqrt{2} \cdot 1,87 \cdot 7,38 = 19,517 \text{ мОм}.$$

									ДП 2024	Арк.
										38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

6.4. Випробування теплового опору кабелю струмом короткого замикання

- Випробування теплового опору трансформатора КЛ 630 кВА (ААШв – 10 – 3х25) У практичних розрахунках простий спосіб перевірки.

Перевірка перерізу провідника за його здатність витримувати струм короткого замикання, тепло широко використовується за умови, що $S_{st} \geq S_{min}$.

Мінімальна частина термічної стійкості до струму короткого замикання, перевірка кабелів на термічну стійкість до струмів короткого замикання

$$S_{min} = \frac{\sqrt{B_k}}{C},$$

де згідно з даними табл. 2.7. $C = 90 \text{ Ас}^{1/2}/\text{мм}^2$;

B_k – тепловий імпульс (для КЛ1 $B_k = 1,65 \text{ кА}^2\text{с}$)

Тоді мінімальний переріз

$$S_{min} = \frac{\sqrt{B_k}}{C} = \frac{\sqrt{1,65 \cdot 10^6}}{90} = 14,3 \text{ мм}^2;$$

Через те, що $S_{ст} = 25 \text{ мм}^2$, умова $S_{ст} = 25 \text{ мм}^2 > S_{мін} = 14,3 \text{ мм}^2$ виконується і кабель термічно стійкий до струмів короткого замикання.

- Перевірка на термічну стійкість ПЛ (АС 70/11)

Мінімальний переріз, що термічно стійкий до струмів короткого замикання

$$S_{min} = \frac{\sqrt{B_k}}{C} = \frac{\sqrt{1,65 \cdot 10^6}}{90} = 14,3 \text{ мм}^2;$$

де $B_k = 1,65 \text{ кА}^2\text{с}$;

Через те, що $S_{ст} = 70 \text{ мм}^2$, умова $S_{ст} = 70 \text{ мм}^2 > S_{мін} = 14,3 \text{ мм}^2$ виконується і ПЛ термічно стійка до струмів короткого замикання.

					ДП 2024	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Вибір електричних апаратів та струмопровідних елементів

7.1. Вибір комутаційних елементів

- Перевірка КТП

Характеристики цих КТП наведені у табл. 7.1

Таблиця 7.1

Параметри	КТП – 100 - 630
Номінальна потужність трансформатора, кВА	100, 630
Вид силового трансформатора	ТМ
Вид шафи на стороні 10 кВ	ШВВ (1, 2)
Вид шафи на стороні 0.4 кВ: для вводу лінійний. секційний.	ШВН. (1, 2)
	ШЛН (1, 2)
	ШСН (1, 2)
Тип комутаційного апарата: на стороні 10 кВ на вводах і секційних 0.4 кВ на відходячих лініях 0.4 кВ	РВ – 10/400; ПК – 10
Габарити шаф 10 кВ, мм.: ширина глибина висота	1121
	1021
	2077
Габарити шаф 0.4 кВ, мм.: ширина глибина висота	375; 750; 900
	624; 680; 700
	2076
Маса шаф, кг. на стороні 10 кВ на стороні 0.4 кВ	125 – 135
	160 - 600
Оптова ціна шаф, грн. на стороні 10 кВ на стороні 0.4 кВ	-
	-

					ДП 2024			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Губар І.М.			Вибір електричних апаратів та струмопровідних елементів	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив.							40	89
Керівн.		Мащенко О.А.				НУХТ ЕЛ 4-3		
Затвердив.								

- Перевірка вакуумних вимикачів в колах з'єднання трансформаторів КТП потужністю 630 кВА з РУ–10 кВ.

В цих колах стоять вимикачі типу ВК–10–630–20У2 з такими номінальними параметрами: $U_{\text{ном}}=10$ кВ, $I_{\text{ном}}=630$ А, $i_{\text{дин}}=52$ кА, $I_{\text{дин}}=20$ кА, $I_{\tau}=20$ кА, $I_{\text{нр}}=20$ кА, $\tau=4$ с, $\tau_{\text{откл}}=0.07$ с, $\beta_{\text{н}}=12\%$ (табл. 5.1[2]).

Умови перевірки зводимо в таблицю 7.2

Таблиця 7.2

№ умови перевірки	Номінальні параметри вимикача ВК – 10 – 630 – 20У2	Умова перевірки	Розрахункові дані
1	$U_{\text{ном}}=10$ кВ	\geq	$U_{\text{ном мережі}}=10$ кВ
2	$I_{\text{ном}}=630$ А	\geq	$I_{\text{макс}}=51$ А
3	$I_{\text{нр}}=20$ кА	\geq	$I_{\text{птр}}=1,823$ кА
4	$\sqrt{2}I_{\text{нр}} \left(1 + \frac{\beta_{\text{н}}}{100}\right) = \sqrt{2} * 20 \left(1 + \frac{12}{100}\right) = 31.68 \text{ кА}$	\geq	$\sqrt{2}I_{\text{нтр}} + i_{\text{ап}} = \sqrt{2} \cdot 1,823 + 0,65 = 3,228 \text{ кА}$
5	$i_{\text{дин}}=52$ кА	\geq	$i_{\text{уд}}=4,335$ кА
6	$I_{\text{дин}}=20$ кА	\geq	$I_{\text{по}}=1,823$ кА
7	$I_{\tau}^2 * \tau = 20^2 * 4 = 1600 \text{ кА}^2\text{с}$	\geq	$B_{\text{к}}=1,65 \text{ кА}^2\text{с}$

- Перевірка вакуумних вимикачів в колах з'єднання трансформаторів потужністю 100 кВА КТП з РУ–10 кВ.

В цих колах стоять вимикачі типу ВК–10–630–20У2 з такими номінальними параметрами: $U_{\text{ном}}=10$ кВ, $I_{\text{ном}}=630$ А, $i_{\text{дин}}=52$ кА, $I_{\text{дин}}=20$ кА, $I_{\tau}=20$ кА, $I_{\text{нр}}=20$ кА, $\tau=4$ с, $\tau_{\text{откл}}=0.07$ с, $\beta_{\text{н}}=12\%$ (табл. 5.1).

Умови перевірки аналогічні і всі виконуються.

Перевірка вимикачів навантаження колі з'єднання трансформаторів КТП з РУ–10 кВ.

Найменший переріз проводів, що задовольняє умову роботи трансформатора струму в необхідному класі точності, мм²:

$$S = \frac{\rho \cdot l_p}{r_{np}} = \frac{0,016 \cdot 20}{0,15} = 2,13 \text{ мм}^2,$$

де опір питомий мідного проводу $\rho=0,016 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$; розрахункова довжина проводу для схем з'єднання трансформатора струму повної зірки $l_p=l=20 \text{ м}$ (l – довжина траси).

Вибір контрольний кабель типу КВРГ–10 з $S_{ст}=2,5 \text{ мм}^2$, що повністю задовольняє цю умову механічної стійкості.

- Перевірка трансформатору струму ТЛК–10 в колі з'єднання трансформатора 100 кВА з РУ–10 кВ.

Перевірку трансформатора струму демонструє табл. 7.6.

Таблиця 7.6.

Вид ТС	Дані за табл.	Умова		Розрахункові дані
		Перевірка	Фактично	
		и	о	
ТЛК - 10	$U_{1 \text{ ном мкас}}=12 \text{ кВ}$	\geq	$>$	$U_{\text{мережі}}=10 \text{ кВ}$
	$I_{1 \text{ ном}}=30 \text{ А}$	\geq	$>$	$I_p=6 \text{ А}$
	$i_{\text{дин}}=8 \text{ кА}$	\geq	\gg	$i_{\text{уд}}=4,335 \text{ кА}$
	$I^2_{\tau} * \tau=3,2^2 * 1=10,24 \text{ кА}^2\text{с}$	\geq	\gg	$V_k=1,65 \text{ кА}^2\text{с}$

Визначимо навантаження трансформаторів струму на кожних фазах, використовуючи схему приєднання рис. 5 та дані про вимірювальні прилади (табл. 6.2). Результати зведено у табл. 7.7.

Таблиця 7.7

Прилад	Тип приладу	Навантаження, ВА		
		Фаза А	Фаза В	Фаза С
Амперметр	Э – 335	0.5	-	-
лічильник активної енергії	И – 675	2.5	-	2.5
лічильник реактивної енергії	И - 673	2.5	-	2.5
Усього		5.5	0	5

За всіма номінальними даними перевірений трансформатор струму задовольняє потрібні вимоги. Перевіримо можливість його роботи у заданому класі точності.

$$Z_{2 \text{ ном}} \geq Z_{\Sigma \text{ прил}} + Z_{\text{пр}} + Z_{\text{к}} = Z_{2\text{р}}$$

Сумарний опір приладів максимально завантаженої фази:

$$Z_{\Sigma \text{ прил}} = \frac{S_{\Sigma \text{ прил}}}{I_{2 \text{ ном}}^2} = \frac{5,5}{5^2} = 0,22 \text{ Ом.}$$

Поклавши $Z_{\text{к}}=0,05$ Ом, визначаємо максимальний опір з'єднувальних проводів та їхній мінімальний переріз:

$$Z_{\text{пр}} = Z_{2 \text{ ном}} - Z_{\Sigma \text{ прил}} - Z_{\text{к}} = 0,4 - 0,22 - 0,05 = 0,13 \text{ Ом}$$

$$S = \frac{\rho * l}{r_{\text{пр}}} = \frac{0,016 * 20}{0,13} = 2,46 \text{ мм}^2,$$

де l -довжина проводу для схеми з'єднання трансформатора струму, м.

Вибираємо контрольний кабель типу КВРГ–10 з $S_{\text{ст}}=2,5$ мм², що задовольняє також умову механічної стійкості.

- Перевірка вимірювальних трансформаторів напруги на збірних шинах 10 кВ.

										ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							46

Повна наявність лічильників обумовлює роботу трансформаторів напруги класу точності 0,5 з неповною схемою з'єднання їх трикутником при використанні трансформаторів напруги типу НОЛ.

08, трансформатора напруги типу ЗНОЛ.06. з'єднаний згідно зі схемою зірка - зірка - ламаний трикутник і використовується для перевірки стану ізоляції.

Використовуйте дані з таблиці 7.8.

визначаємо сумарне трифазне навантаження від паралельних обмоток всіх наявних у нас пристроїв:

$$S_{2p} = \sqrt{P_{\Sigma 2}^2 + Q_{\Sigma 2}^2} = \sqrt{42^2 + 155^2} = 160,6 \text{ ВА};$$

Трансформатори напруги НОЛ.08 з'єднуються за схемою неповного трикутника і застосовуються для з'єднання лічильників; ЗНОЛ.06 з'єднуються за схемою зірка- зірка- розімкнений трикутник і застосовуються для контролю стану ізоляції (вольтметр V_{ϕ}).

Для НОЛ.08 при $U_{\text{ном}}=10$ кВ, $S_{2 \text{ ном}}=75$ ВА (клас точності 0,5)

Для ЗНОЛ.06 при $U_{\text{ном}}=10$ кВ, $S_{2 \text{ ном}}=75$ ВА (клас точності 0,5)

Трансформатори напруги: 2хНОЛ.08 та 3хЗНОЛ.06 проходять, так як ном. навантаження групи 2хНОЛ.08 складає 150 ВА, а 3хЗНОЛ.06 – 225 ВА.

Маємо: $S_{2 \text{ ном}}=375 \text{ ВА} > S_p=160,6 \text{ ВА}$.

Для з'єднання трансформаторів напруги з приладами застосовується контрольний кабель АКРВГ з перерізом жил 2,5 мм², що відповідає умовам механічної стійкості

						ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			47

Таблиця 7.8.

Найменування приладдя	Прилад	Тип приладу	Потужність однієї котушки, ВА	Число котушок	Число приладів	cosφ	sinφ	Загальна	
								Р, Вт	Q, вар
Збірні шини	Вольтметр	Э - 378	2	1	1	1	0	2	-
Трансформатор	Лічильник активної енергії	И – 672М	8	2	5	0.25	0.968	20	77.5
	Лічильник Реактивної енергії	И – 673М	8	2	5	0.25	0.968	20	77.5
Всього	—	—	—	—	—	—	—	42	155

8. Релейний захист трансформатора зв'язку з енергосистемою

Оскільки газовий захист і диференційний захист захищають трансформатор лише від внутрішнього пошкодження, необхідно застосувати максимальний струмовий захист на стороні високої напруги, а також переривання струму в разі зовнішнього короткого замикання. Крім того, трансформатор повинен мати сигналізацію перевантаження.

Розрахуємо диференціальний струмовий захист для трансформатора 630 кВА, з групою підключення Y/Y-0.

Для групи підключення Y/Y-0 струми на сторонах ВН і НН розділяються тільки за абсолютним значенням і мають однакову фазу. Тому вимірювальні трансформатори із різних сторін з'єднані за однаковою схемою „зірка”.

Для подальшого вибору схеми і параметрів диференційного захисту спробуємо використовувати найпростішу схему, а саме відсічку диференційного струму.

Для цього знайдемо номінальний струм силового трансформатора.

Номінальний струм на стороні ВН:

$$I_n^{ВН} = \frac{S_n}{\sqrt{3}U_n^{ВН}} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 10} = 36,37 \text{ А};$$

Номінальний струм на стороні НН:

$$I_n^{НН} = \frac{S_n}{\sqrt{3}U_n^{НН}} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 909,32 \text{ А};$$

Визначимо максимальний номінальний струм трансформатора на стороні ВН при зниженні напруги на 5%.

$$I_{n\max}^{ВН} = \frac{S_n}{\sqrt{3}U_{n\min}^{ВН}} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 0,95} = 38,29 \text{ А};$$

					ДП 2024				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Губар І.М.			Релейний захист трансформатора зв'язку з системою		Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив.								49	89
Керівн.		Мащенко О.А.					НУХТ ЕЛ 4-3		
Затвердив.									

Знайдемо номінальний коефіцієнт трансформації силового трансформатора:

$$K_T = \frac{U_n^{BH}}{U_n^{HH}} = \frac{10}{0,4} = 25;$$

Виберемо для вимірювання коефіцієнт трансформації трансформатора струму.

Виходячи зі стандартного вторинного струму 5А, знаходимо розрахункове значення коефіцієнта перетворення трансформатора струму:

$$K_{TT}^{BH} = \frac{I_n^{BH}}{5} = \frac{36,37}{5}; \quad K_{TT}^{HH} = \frac{I_n^{HH}}{5} = \frac{909,32}{5};$$

Вибираємо заокруглені коефіцієнти трансформації:

$$K_{TT}^{BH} = \frac{50}{5} = 10; \quad K_{TT}^{HH} = \frac{900}{5} = 180;$$

Для відключення диференціального струму визначимо струм спрацьовування захисту

$$I_{сз}^{бр} = K_{отс} * I_{нmax}$$

Якщо прийняти максимальну затримку спрацьовування захисту 60 с, то можна прийняти: $K_{отс}=3$.

$$I_{сз}^{бр} = K_{отс} * I_{нmax} = 3 * 38,29 = 114,87 \text{ А}$$

Знайдемо коефіцієнт чутливості

$$K_q = \frac{I_{кmin}^{(2)}}{I_{сз}} = \frac{I_{кmin}^{(3)} * 0,866}{I_{сз}} = \frac{70 * 0,866}{114,87} = 0,6 < 2,$$

де $I_{кmin}^{(3)}$ – мінімально можливе значення струму при короткому замиканні на стороні вищої напруги трансформатора:

$$I_{кmin}^{(3)} = 7280 \frac{0,4}{10} = 291,2 \text{ А};$$

Налаштування реле струму

$$I_{ср} = \frac{I_{сз} * K_{сх}}{K_{TT}^{BH}} = \frac{57,21 * 1}{10} = 5,721 \text{ А},$$

					ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

де $K_{ТТ}^{ВН}$ - коефіцієнт трансформації вимірювального трансформатору струму на стороні ВН;

$K_{сх}$ – коефіцієнт, який враховує схему з'єднання трансформаторів струму на тій самій стороні: при їх з'єднанні „зіркою” $K_{сх}=1$.

Я обрала реле типу РТ 40/20 з паралельно з'єднаними котушками.

- Розрахунок максимального струму захисту:

Струм спрацювання захисту визначається наступним виразом:

$$I_{сз} = K_{отс} \frac{K_{сх}}{K_{\theta}} I_{нmax} = 1,3 \cdot \frac{1}{0,87} 38,29 = 57,21 \text{ А},$$

де $K_{В} = 0,87$ – коефіцієнт повернення.

Струм спрацьовування реле

$$I_{ср} = \frac{I_{сз} K_{сх}}{K_{ТТ}^{ВН}} = \frac{57,21 \cdot 1}{10} = 5,721 \text{ А}.$$

Час спрацювання максимального струмового захисту $t_{сз}=1$ с.

Приймаємо реле РТ 40/10.

Коефіцієнт чутливості

$$K_{\psi} = \frac{I_{\kappa min}^{(2)}}{I_{сз}} = \frac{I_{\kappa min}^{(3)} \cdot 0,866}{I_{сз}} = \frac{291,2 \cdot 0,866}{57,21} = 4,4 > 2.$$

Прийнятий тип реле РТ 40/10 вибраний вірно.

- Розрахунок захисту від перенавантаження:

Струм спрацювання сигналізації визначається максимальним струмом навантаження трансформатора

$$I_{сс} = \frac{K_{отс}}{K_{\theta}} I_{нmax} = \frac{1,05}{0,85} \cdot 38,29 = 47,3 \text{ А}.$$

Струм спрацювання реле

$$I_{ср} = \frac{I_{сс} K_{сх}}{K_{ТТ}^{ВН}} = \frac{47,3 \cdot 1}{10} = 4,73 \text{ А}.$$

					ДП 2024	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Час спрацювання сигналізації повинен бути більший, ніж час спрацювання максимальним струмом захисту:

$$t_{cc} \geq t_{cz}; t_{cc} = 1 + 0,5 = 1,5 \text{ с.}$$

Приймаємо реле РТ 40/10.

					ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

9. Розрахунок компенсації реактивної потужності

- Розрахунок компенсації реактивної потужності для ТП1

Оптимальне значення реактивної потужності, яку можна передати через трансформатор ТП1:

$$Q_T = \sqrt{(N_T \cdot \beta_T \cdot S_T)^2 - P_p^2} = \sqrt{(2 \cdot 0,9 \cdot 630)^2 - 1087,5^2} = 273,64 \text{ квар};$$

Загальна потужність компенсаційної установки (КУ) для даної групи трансформаторів:

$$Q_{HK1} = Q_p - Q_T = 588,9 - 273,64 = 325,19 \text{ квар},$$

де Q_p - розрахункова реактивна потужність електроприймача низької напруги ТП1 таб.№3.1

Потужність КУ, забезпечує оптимальне значення електричних втрат:

$$Q_{HK2} = Q_p - Q_{HK1} - \gamma N_T S_T = 588,9 - 325,19 - 0,25 \cdot 2 \cdot 630 = -40,19 \text{ квар},$$

де $\gamma = 0,25$ із рис.19.3[1] при $K_1 = 11$ (табл. 19.1)

K_2 обчислюється по таблиці 19.2

Загальна розрахункова потужність КУ:

$$Q_{HK} = Q_{HK1} + Q_{HK2} = 325,19 = 325,19 \text{ квар}.$$

Приймаємо компенсаційні установки загальною потужністю 536 квар:

2xУКМ58-0,4-268-33,3УЗ

В період максимум енергосистеми:

$$Q_{el\dot{d}on} = 0,2Q_p = 0,2 \cdot 588,9 = 118 \text{ квар}; - \text{ реактивна потужність, яку}$$

може передати енергосистема.

$$Q_{el\dot{p}oz} = Q_p - Q_{ку} = 588,9 - 536 = 52,9 \text{ квар}; - \text{ реактивна потужність яку}$$

підприємство бере з енергосистеми в період піку.

$$Q_{el\dot{p}oz} < Q_{el\dot{d}on}.$$

					ДП 2024			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Губар І.М.			Розрахунок компенсації реактивної потужності	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив.							53	89
Керівн.		Мащенко О.А.			НУХТ ЕЛ 4-3			
Затвердив.								

- Розрахунок компенсації реактивної потужності для ТП№3

Оптимальне значення потужності реактивної, яку можна передати через трансформатор ТП2:

$$Q_T = \sqrt{(N_T \cdot \beta_T \cdot S_T)^2 - P_p^2} = \sqrt{(1 \cdot 0,95 \cdot 100)^2 - 55,5^2} = 77,1 \text{ квар};$$

Загальна потужність компенсаційної установки (КУ) для даної групи трансформаторів:

$$Q_{\text{нк1}} = Q_p - Q_T = 30,16 - 77,1 = -46,94 \text{ квар},$$

де Q_p - розрахункова реактивна потужність електроприймача низької напруги ТП1 таб.№3.1

Оскільки $Q_{\text{нк1}} < 0$ то приймаємо $Q_{\text{нк1}} = 0$ квар

Потужність КУ, забезпечує оптимальне значення електричних втрат:

$$Q_{\text{нк2}} = Q_p - Q_{\text{нк1}} - \gamma N_T S_T = 30,16 - 0 - 0,4 \cdot 1 \cdot 100 = -9,84 \text{ квар},$$

де $\gamma = 0,4$ із рис.19.3[1] при $K_1 = 11$ (табл. 19.1)

K_2 обчислюється по таблиці 19.2

Так як $Q_{\text{нк2}} < 0$, то приймаємо $Q_{\text{нк2}} = 0$.

Загальна розрахункова потужність КУ:

$$Q_{\text{нк}} = Q_{\text{нк1}} + Q_{\text{нк2}} = 0 \text{ квар}.$$

- Розрахунок компенсації реактивної потужності ТП3

Оптимальне значення реактивної потужності, яку можна передати через трансформатор ТП №3:

$$Q_T = \sqrt{(N_T \cdot \beta_T \cdot S_T)^2 - P_p^2} = \sqrt{(1 \cdot 0,95 \cdot 100)^2 - 13,25^2} = 94,07 \text{ квар};$$

Загальна потужність компенсаційної установки (КУ) для даної групи трансформаторів:

$$Q_{\text{нк1}} = Q_p - Q_T = 7,17 - 94,07 = -86,9 \text{ квар},$$

де Q_p - розрахункова реактивна потужність електроприймача низької напруги ТП1 таб.№3.1.

Оскільки $Q_{\text{нк1}} < 0$ то приймаємо $Q_{\text{нк1}} = 0$ квар.

						ДП 2024	Арк.
							54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Потужність КУ, де забезпечує оптимальне значення втрат електроенергії:

$$Q_{\text{нк2}} = Q_p - Q_{\text{нк1}} - \gamma N_T S_T = 7,17 - 0 - 0,4 * 1 * 100 = - 32,83 \text{ квар,}$$

де $\gamma = 0,4$ із рис. 19.3[1] при $K_1 = 11$ (табл. 19.1).

K_2 обчислюється по таблиці 19.2.

Так як $Q_{\text{нк2}} < 0$, то приймаємо $Q_{\text{нк2}} = 0$.

Загальна розрахункова потужність КУ:

$$Q_{\text{нк}} = Q_{\text{нк1}} + Q_{\text{нк2}} = 0 \text{ квар.}$$

У відповідності із загальноприйнятою методикою компенсація реактивної потужності на ТП№2 та ТП№3 не потрібна. Але на вимогу енергосистеми, в зв'язку з тим, що Q_{e1} обмежена, необхідно встановити компенсуючі пристрої. Вданих випадках необхідно встановити індивідуальну компенсацію – конденсаторна установка підключається безпосередньо до затискачів електроприймача.

На ТП№2 до насоса під'єднується конденсатор номінальною потужністю 25 квар, тип конденсатора КМПС-0,4-25,5У3.

На ТП№3 до насоса під'єднується конденсатор номінальною потужністю 5 квар, тип конденсатора КМПС-0,4-5У3.

					ДП 2024	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Розрахунок силової та електроосвітлювальної мережі апаратного відділення

10.1. Розрахунок цехової силової мережі

Подивимось на прикладі апаратного відділення:

З розрахунків електричного навантаження по ділянкам виробництва маємо: номінальну потужність електроприймачів, які живляться від СП №1 та СП №2;

Потужність номінальна апаратного відділення (п.2)

$$P_{\text{ном}} = 233,4 \text{ кВт}$$

$$P_p = 133 \text{ кВт};$$

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3}U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{133}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85 \cdot 0,9} = 264,1 \text{ А};$$

Від ТП №1 до групи силових пунктів (СП) покладемо кабельну лінію. Тип кабелю ААШВ, прокладка у землі довжина кабелю $l=60$ м.

Характер розподілення електроприймачів по кабельним лініям між ТП та групою СП наведено в табл. 3.

Таблиця 10.1

КЛ	Назва	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВ·А	I_p , А
ААШВ	Апаратне відділення	132,8	65,17	148	264,1

Зараз вибираємо кабельну лінію №1 для апаратного відділення виконану кабелем типу ААШВ – 0,4 чотирьохжильний, напругою до 1 кВ з такими параметрами: $S_{\text{ст}} = 120 \text{ мм}^2$; $I_{\text{доп}} = 270 \text{ А}$ (табл. 11.2 [1]).

Умова вибору:

$$K_{np} \cdot I_{\text{доп}} \geq I_p,$$

					ДП 2024		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Губар І.М.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив.						56	89
Керівн.		Машенко О.А.			НУХТ ЕЛ 4-3		
Затвердив.							
Розрахунок силової та електроосвітлювальної мережі апаратного відділення							

фактично маємо, наприклад,

$$K_{np} \cdot I_{дон} = 1,0 \cdot 270 \text{ А} > I_p = 264,1 \text{ А},$$

де K_{np} – коефіцієнт прокладки (табл. 11.4).

Отже, приймаємо остаточно одну кабельну лінію для живлення всіх електроприймачів.

10.1.1. Вибір апаратів захисту від ТП до групи силових пунктів:

Для захисту кабельних ліній ми застосовуємо автоматичний вимикач (АВ). Результати вибору автоматичного вимикача наведено в табл. 10.2 10.3 (паспортні дані АВ – табл. 14.4)

Піковий струм для КЛ1

$$I_{нік} = I_n^{\max} + (I_{ном} - I_{ном}^{\max}) + I_{роз}^{oy}; \text{ А.}$$

Де I_n – пусковий струм найпотужнішого двигуна;

$$I_n^{\max} = 5 \cdot I_{ном} = 5 \cdot \frac{P_{ном}}{\sqrt{3}U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = 5 \cdot \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85 \cdot 0,95} = 298 \text{ А};$$

$I_{ном}$ – номінальний струм апаратного відділення:

$$I_{ном} = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3}U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{219}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85 \cdot 0,9} = 436 \text{ А};$$

$I_{роз}^{oy}$ – розрахунковий струм освітлювальної установки:

$$I_{роз}^{oy} = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3}U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{14,4}{0,22 \cdot 0,95 \cdot 0,9} = 76,56 \text{ А};$$

$$I_{нік} = I_n^{\max} + (I_{розм} - I_{ном}^{\max}) + I_{роз}^{oy} = 298 + (264,1 - 59,6) + 76,55 = 579; \text{ А.}$$

									ДП 2024	Арк.
										57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця 10.2.

№	Паспортні дані АВ	Умова вибору	Фактично	Дані мережі
1	$U_{ном}^a = 380 \text{ В}$	\geq	$=$	$U_{ном} = 380 \text{ В}$
2	$I_{ном}^p = 320 \text{ А}$	\geq	$>$	$I_p = 264,1 \text{ А}$
3	$I_{ном}^a = 630 \text{ А}$	\geq	$=$	$I_{ном}^p = 435 \text{ А}$
4	$I_{спр} = 3150 \text{ А}$	\geq	$>$	$1,25 \cdot I_{пик} = 1,25 \cdot 579,1 = 723,8 \text{ А}$
Тип АВ		Е06В		

Позначення умовні в табл. 10.2.:

$U_{ном}^a$ – номінальна напруга апарату захисту;

$I_{ном}^p$ – номінальний струм розщеплювача;

$I_{ном}^a$ – номінальний струм апарату захисту.

- Вибір апаратів захисту:

За роботою до окремого електроприймача йде інша лінія і апаратом захисту є автоматичний вимикач.

Вибір автоматичного вимикача для вакуумного насоса:

Номінальний струм вакуумного насоса:

$$I_{ном} = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi_{ном} \cdot \eta_{ном}} = \frac{13}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,88 \cdot 0,9} = 24,94 \text{ А.}$$

$$I_{пик} = 5 \cdot I_{ном} = 5 \cdot 24,94 = 124,7 \text{ А};$$

Знаходимо умову вибору автоматичного вимикача (номінальні дані АВ – табл. 3.5.)

$$U_{ном}^{ав} = 380 \text{ В} = U_{ном}^{мер} = 380 \text{ А.}$$

$$I_{ном}^{роз} = 25 \text{ А} > I_p = 24,94 \text{ А};$$

$$I_{ном}^{ав} = 160 \text{ А} > I_{ном.роз.} = 25 \text{ А};$$

					ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

$$I_{спрац.} = 630 \text{ А} > 1,25I_{пик} = 157 \text{ А};$$

Знаходимо і вибираємо автоматичний вимикач типу А3710Б.

Вибір автоматичних вимикачів для інших електроприймачів аналогічний і результати вибору наведено в табл. 10.3.

Таблиця 10.3.

Електроприймач								Автоматичний вимикач			
№ п/п —	Назва	$P_{ном}$, кВт	п, шт	cosφ	$\eta_{ном}$	$I_{ном}$ А	$1,25I_{пик}$ А	$I_{роз}$ $I_{ном}$ А	$I_{ав}$ $I_{ном}$ А	$I_{спрац}$	тип —
1	Зварюв. апарат	30	1	0,35	0,8	163	204	250	250	2500	А3720Б
2	Тельфер	6,5	1	0,8	0,9	13,7	85,62	16	160	630	А3710Б
3	Вакуумний насос	13	1	0,88	0,9	24,94	155,9	25	160	630	
4,5,6, 7,8,9, 10,11, 12,13	Насоси	30;30;	10	0,85	0,9	59,6;	372,5;	63;	160	630	
		30;22;				59,6;	372,5;	63;			
		13;13;				59,6;	372,5;	63;			
		13;10				43,7;	273,1;	50;			
		5,5; 3;				25,8;	161,3;	32;			
						25,8;	161,3;	32;			
	25,8;	161,3;	32;								
	19,9;	124,4;	20;								
	10,9;	68,1;	16;								
	6	37,5.	16.								
	Освітлення	14,4		0,95	0,9	76,55	95,7	80	160	630	

10.1.2. Вибір силових розподільчих пунктів

Пункти розподілу електроенергії (РП) використовуються для прийому та розподілу електроенергії енергоприймаючим групам.

										Арк.
										59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 2024					

У разі використання автоматичного вимикача як захисного пристрою використовувати наступні електричні розетки: СПМ77 – 4; SPM77 – 5; SPM77–6; СПМ77-7; SPM77–8; СПМ77 – 9.

Точки розподілу електроенергії вибираються так, щоб вони мали повну (максимальну) потужність.

В якості захисного пристрою вибираємо тип з'єднання SP SPM77 - 9 x 7 з автоматом: 2 - з'єднання. А3720В, 250А, 5 - більше. А3710В, 160А.

Загальний номінальний струм підключення до SP

$$I_p^{\Sigma \text{СП}} = 163 + 13,7 + 24,94 + 6 + 10,9 + 19,9 = 239.1 \text{ А} < I_{\text{ном}}^{\text{СП}} = 400 \text{ А.}$$

Результати вибору СП для групи електроприймачів наведені в табл. 10.4.

Таблиця 10.4.

№	Силовий розподільчий пункт			Електроприймачі		
	Тип СП	$n \times I_{\text{ном}}^{\text{зан}}$	$I_{\text{ном}}^{\text{СП}}$	№ п/п	n	I_p
	–	A	A		шт	A
1	СПМ77 – 9	2x250 5x160	400	1;2;3;13; 12;11	6	239
2	СПМ77 – 8	8x160	400	4;5;6;7;8; 9;10; освітлення	8	376

Схему електропостачання апаратного відділення наведено в графічній частині.

10.1.3 Визначення перерізу струмоведучих жил від розподільчого силового пункту до електроприймачів

Лінія від СП до електроприймачів виконується в металічній трубі. Прокладка в трубі 4 одножильних проводів; спосіб прокладки відкрита, по тяжкоспалюваним основам. Для приміщення типу ПШ ми можемо

застосовувати як алюмінієві так і мідні провoda, будемо застосовувати алюмінієвий провід типу АПРТО – 500.

Умова вибору проводів

$$\frac{I_{ном}^{плв} \cdot K_3}{K_{пр}} \leq I_{доп},$$

де K_3 – кратність струму захисту провідника відносно апарату захисту $K_3 = 1$;
 $K_{пр} = 1$ – коефіцієнт прокладки; $I_{доп}$ – тривало допустимий струм провідника.

Проведемо розрахунок для вакуумного насоса

$$\frac{I_{ном}^{ав} \cdot K_3}{K_{пр}} = \frac{25}{1} = 25 \text{ А} < I_{доп} = 27 \text{ А}.$$

Стандартний переріз жили $S_{ст} = 5 \text{ мм}^2$ (табл. 14.15[1]).

Діаметр жили $d_{ж} = 6,4 \text{ мм}$.

Визначення перерізу струмоведучих жил для інших електроприймачів аналогічний і результати розрахунків наведено в табл. 7

Таблиця 10.5.

Електроприймач				Автомати чний вимик.	$\frac{I_{ном}^{плв} \cdot K_3}{K_{пр}}$ А	Провід АПРТО – 500		
№	Назва	P _{ном} кВт	п шт	I _{ном} ^{плв} А		I _{доп} А	Жила	
							S _{ст} мм ²	d _ж мм
1	Зварюв. апарат	30	1	250	250	255	150	22,7
2	Тельфер	6,5	1	16	16	19	2,5	5,4
3	Вакуумни й насос	13	1	25	25	27	2,5	5,4

4,5,6,7,8 9,10, 11,12, 13	Насоси	30;30;	10	63;63;	63;63;	70;	35;	13
		30;22;		63;50;	63;50;	70;		13
		13;13;		32;32;	32;32;	55;		7,8
		13;		32;20;	32;20;	37;		8,3
		10,5,5;		16;16.	16;16.	37;		8,3
		3;				37;		8,3
						21;		5,8
						19;		5,4
						19.		5,4
	Освітленн я	14,4		80	80	85	АВРГ	
							25	20

10.1.4 Вибір характеристик металічних труб

За номограмою, а саме за $d_{ж}$, та кількістю проводів $n = 4$, або $n = 2$ визначаємо бажаний внутрішній діаметр труби.

Проведемо розрахунок для вакуумного насоса. В результаті побудови маємо $d_{вн}^{баж} = 17,5$ мм, з табл. тут вибираємо найближче більше стандартне значення внутрішнього діаметру труби $d_{вн}^{ст} = 21,2$ мм, зовнішній діаметр $d_{зовн}^{ст} = 26,8$ мм, умовний прохід $d_y = 20$ мм.

Визначення діаметру сталевих труб звичайного виконання для других електроприймачів аналогічні і результати наведено в табл. 10.6.

									Арк.
									62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 2024				

Таблиця 10.6.

Електроприймачі		Провід АПРГО – 500	Кількість проводів	Труба		
№	Назва –	$d_{ж}$ мм	n шт	$d_{вн}^{ст}$ мм	d_y мм	$d_{308}^{ст}$ мм
1	Зварюв. апарат	22,7	4	67,5	70	75,5
2	Тельфер	5,4	4	21,2	20	26,8
3	Вакуумний насос	5,4	4	21,2	20	26,8

					ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

4,5,6,7,8,9,1 0, 11,12, 13	Насоси	13;13	4	27,1;	25; 25;	33,5;
		13;7,8		27,1;	25;20;	33,5;
		8,3;8,3		27,1;	20; 20;	33,5;
		8,3;5,8		21,2;	20; 20;	26,8;
		5,4;5,4		21,2;	20; 20;	26,8;
				21,2;		26,8;
				21,2;		26,8;
	Освітлення	АВРГ 2x25	2	21,3	20	26,8

10.1.5. Вибір магнітних пускачів для комутації двигунів

Призначені пускачі для дистанційного керування трифазними АД. У виконанні з тепловим реле пускачі здійснюють захист ЕД від перевантажень, а також від струмів, що виникають при обриві однієї фази.

Умови вибору магнітних пускачів:

$$1) U_{ном} \geq U_{ном}^{мер}$$

$$3) K_{II} \cdot I_{ном} \geq I_{ном}^{розч}$$

$$2) I_{ном} \geq I_{розр}$$

$$4) P_{ПДКЛ}^{доп} \geq P_{ном}^I$$

										ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							64

За табл.6.17 вибираємо магнітні пускачі.

Вибір магнітного пускача для вакуумного насоса

$$U_{ном} = 380V = U_{ном}^{мер} = 380V$$

$$I_{ном} = 40A > I_{роз} = 24,94A$$

$$I_{ном} = 40A > I_{ном}^{розч} = 25A \quad P_{підкл}^{доп} = 18,5кВт > P_{ном} = 13кВт$$

Тип магнітного пускача ПМА3202ПУХЛ4А;

тип теплового реле ТРТ134М3

$$I_{ном}^{реле} = 25A = I_{ном}^{розч} = 25A.$$

10.1.6.Вибір кабелю від пускача

Приймаємо для підключення кабель з гумовою ізоляцією з табл.14.18.

Для вакуумного насоса

ГРШ-4х2,5

$$I_{доп} = 28A > I_{розр} = 24,94 A;$$

Схема керування АД за допомогою магнітного пускача наведена на рис. 8.

					ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

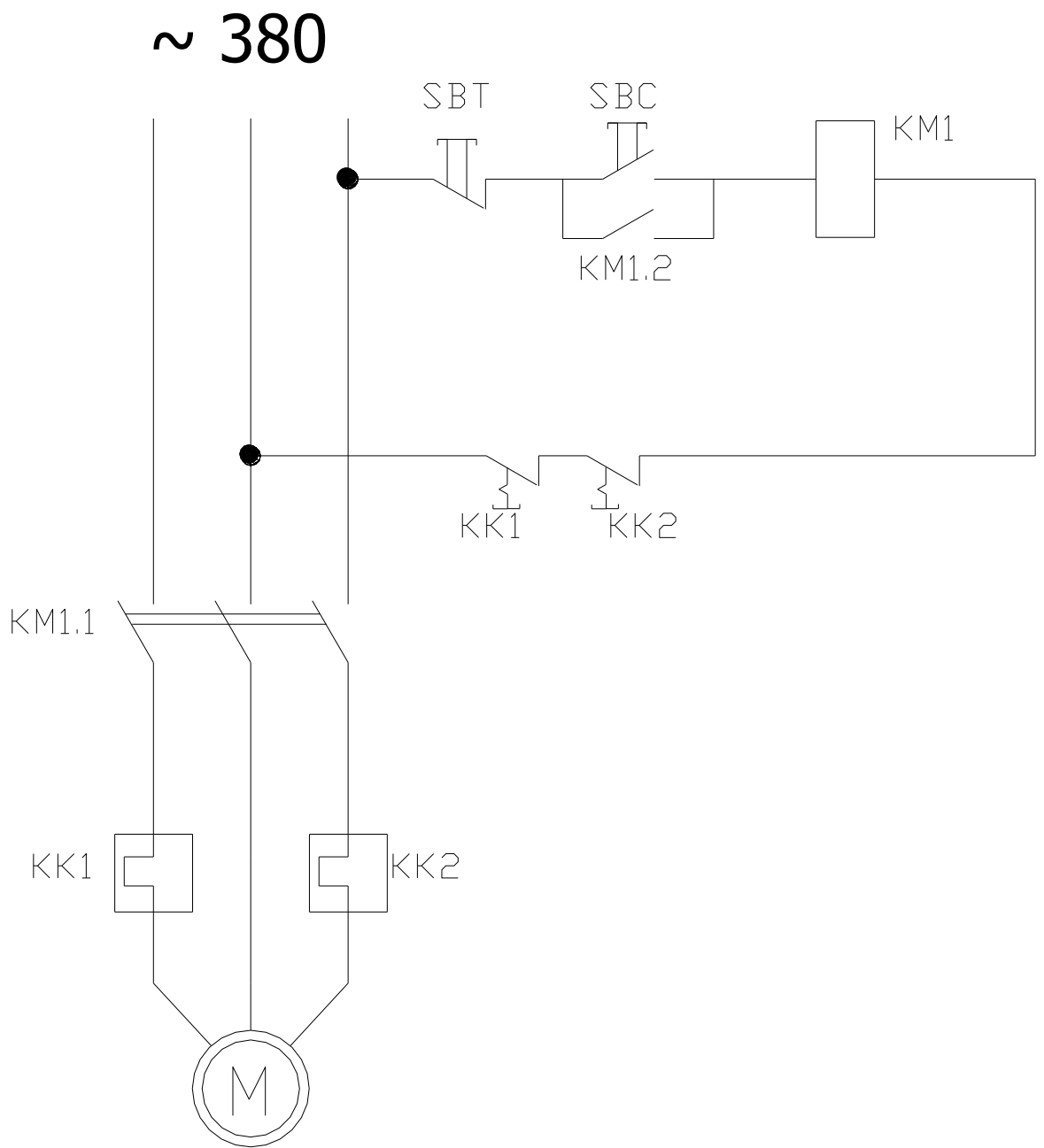


Рис.8 Схема керування АД за допомогою магнітного пускача

10.2. Розрахунок електроосвітлювальної мережі

При проектуванні світлотехнічної частини оберіть:

- джерело світла;
- освітленість та коефіцієнт запасу;
- системи та види освітлення;
- ліхтарі, їх розташування та висоту підвісу;
- визначають встановлену освітлювальну потужність заводу.

Монтаж системи освітлення (СО) повинен забезпечувати нормальне і безпечне освітлення для виробничого процесу.

Важливим фактором, що визначає якість освітлювальних установок, є хороша видимість освітлюваних об'єктів.

Для всіх закладів діють обов'язкові правила та норми встановлення штучного освітлення.

Вони визначають величину найменшого світла в залежності від величини розташованих об'єктів, ступеня контрастності об'єктів, що розглядаються, рівня виконаної роботи.

Розглянемо приклад розрахунку освітленості приміщення, розташованого на спиртзаводі:

Приміщення розташоване на позначці 0,000.

Вихідні дані:

$$a=18 \text{ м};$$

$$b=24,5 \text{ м};$$

$$E_n=150;$$

$$h_p=5,8,$$

де a , b – розміри приміщення;

E_n - норма освітленість приміщення;

h_p – висота розрахункова приміщення.

					ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Оскільки в кімнаті немає темного пилю, коефіцієнт відбиття кімнати становить:

- Коефіцієнт відбиття стелі $R_p=0,5$;
- Коефіцієнт відбиття стіни $P_s=0,5$;
- Коефіцієнт відбиття розрахункової поверхні $P_r=0,3$.

Джерелом світла вибираємо люмінесцентну лампу низького тиску (ЛН) типу ЛБ з стандартним значенням світлового потоку:

$\Phi=3200$ лм;

Коефіцієнт запасу ОУ має LL: $K=1,5$;

Коефіцієнт допуску для нерегулярного освітлення з LL: $Z=1,5$.

Вибираємо тип лампи: ЛП 002.

Тип кривої сили світла: $\Gamma - 1$.

Розрахуємо показник кімнати:

$$i=(a*v)/hp*(a+v) = (24,5 *18) /5.8*(24.5+18)=1.8$$

Серед кількох табличних значень індексу виберемо значення $i=1.8$.

Для заданих характеристик відбиття приміщення та відповідної кривої сили світла типу $\Gamma - 1$ для обраного типу лампи, шпаруватість ОУ: $\eta= 0,45$.

Відстань між вогнями до розрахункової висоти h приймається рівною 1,5.

Відстань між вогнями: $L=1,5*3=4,5$ м Тоді кількість рядів

$$N=((B-L)/L)+1=((24,5-4,5)/ 4,5)+1 \text{ 6 р.}$$

Для розрахунку вибираємо шість рядів світильників.

Розраховуємо потужність О Уз LL з номером рядка, що дорівнює шести, і з вибраними типами лампочок.

Світловий потік лінії буде:

$$\Phi=(a*v*K* Z* E_n)/(N* \eta)=(18*24,5*1,5*1,5*150)/(2* 0,45*6) = 27563 \text{ мл.}$$

Розрахункова кількість ліхтарів у ряду: $n_{св}=\Phi/\phi= 27563/3200$

9 ліхтарів.

					ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Для розрахунку беремо по 9 вогників у кожному ряду.

Розрахунок фактичного освітлення:

$$E_{\text{розрах}} = (\Phi_{\text{п}} * N * n_{\text{св}} * \eta) / (a * v * K * Z) = (3200 * 54 * 2 * 0,43) / (441 * 1,5 * 1,5) = 149,77 \text{ лк.}$$

Враховуємо відносну похибку:

$$v = ((149,77 - 150) / 150) * 100\% = -0,7\%$$

Оцінка результату розрахунку повинна відповідати межам:

$$-10\% < v < +20\%$$

Отже, розрахунок задовольняє умову.

Тому приміщення освітлюється лампами PVLM 2x36.

Розташування вогнів визначається в графічному розділі.

Пристаюючи до розрахунків мережі, необхідно скласти розрахункову схему з чітким зазначенням навантаження та довжини всіх ділянок до місця приєднання.

Лінія освітлювального навантаження повинна відповідати наступним умовам і вимогам:

- Лінія повинна пропускати струм освітлювального навантаження без нагрівання - розрахунок на основі струму навантаження;
- Напруга на контактах лампи не повинна бути меншою за вказане значення - розраховане на основі втрати напруги.

Розрахунок втрат напруги проводиться для нормального режиму роботи лампи, оптимальної світловіддачі з гарантованим терміном служби.

Відповідно до ПУЕ падіння напруги в найбільш віддалених місцях для внутрішнього робочого освітлення не повинно перевищувати 5% від номінального значення:

$$h\% = (P_p * 1) / c * S,$$

					ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

11. Програмне забезпечення для розрахунку СЕП підприємства

Вступ

Основні принципи розрахунку СЕП

Економія енергії (СЕП) - це оцінка того, скільки енергії можна заощадити, впровадивши енергоефективні заходи. СЕП виражається у відсотках або кіловат-годинах (кВт-год) за рік.

Мета розрахунку СЕП

Існує декілька цілей розрахунку СЕП:

Оцінка потенціалу економії енергії: СЕП допомагає визначити, скільки енергії можна заощадити за допомогою різних енергоефективних заходів.

Порівняння різних варіантів: СЕП можна використовувати для порівняння енергоефективності різних варіантів реконструкції або нового будівництва.

Виконання вимог законодавства: У деяких країнах існує законодавство, яке зобов'язує власників будівель проводити розрахунок СЕП.

Підвищення енергоефективності: Розуміння СЕП може допомогти власникам будівель приймати обґрунтовані рішення щодо покращення енергоефективності своїх будівель.

Методи розрахунку СЕП

Існує два основних методи розрахунку СЕП:

Метод порівняння: Цей метод порівнює енергоспоживання будівлі до та після впровадження енергоефективних заходів.

					ДП 2024			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Губар І.М.			Індивідуальне завдання	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив.							71	89
Керівн.		Мащенко О.А.				НУХТ ЕЛ 4-3		
Затвердив.								

Метод моделювання: Цей метод використовує комп'ютерну модель для моделювання енергоспоживання будівлі.

Фактори, що впливають на СЕП

На СЕП впливають такі фактори:

Розмір та тип будівлі: Більші будівлі та будівлі з складними конструкціями, як правило, мають більший потенціал економії енергії.

Клімат: Клімат в регіоні, де розташована будівля, може значно впливати на її енергоспоживання.

Будівельні матеріали: Різні будівельні матеріали мають різні теплоізоляційні властивості, що може впливати на енергоспоживання будівлі.

Ізоляція: Рівень та якість ізоляції стін, даху та підлоги будівлі можуть значно впливати на її енергоспоживання.

Системи опалення та охолодження: Ефективність систем опалення та охолодження може значно впливати на енергоспоживання будівлі.

Освітлення: Тип та ефективність освітлення, що використовується в будівлі, можуть впливати на її енергоспоживання.

Прилади: Енергоефективність побутової техніки та інших приладів, що використовуються в будівлі, може впливати на її енергоспоживання.

Поведінка мешканців: Поведінка мешканців будівлі, наприклад, температура, яку вони підтримують в приміщеннях, та те, як часто вони користуються освітленням та приладами, може значно впливати на енергоспоживання будівлі.

Важливість розрахунку СЕП

Розрахунок СЕП є важливим інструментом для власників будівель, які прагнуть:

Зменшити свої рахунки за енергоносії

Зменшити свій вплив на навколишнє середовище

Підвищити комфорт та здоров'я мешканців

Підвищити ринкову вартість своєї будівлі

					ДП 2024	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ресурси для розрахунку СЕП

Існує багато ресурсів, які можуть допомогти вам розрахувати СЕП вашої будівлі.

Деякі з них:

Онлайн-інструменти: Існує багато безкоштовних та платних онлайн-інструментів, які дозволяють розрахувати СЕП вашої будівлі.

Програмне забезпечення: Існує також багато програмних продуктів, які можна придбати або використовувати безкоштовно для розрахунку СЕП вашої будівлі.

Підприємства, які підпадають під дію Директиви про енергетичну ефективність будівель (EPBD), зобов'язані проводити розрахунок економії енергії (СЕП) для своїх будівель. СЕП - це оцінка того, скільки енергії можна заощадити, впровадивши енергоефективні заходи.

Існує багато програмних продуктів, які можна використовувати для розрахунку СЕП, кожен з яких має свої сильні та слабкі сторони. У цій доповіді я хочу показати детальний огляд деяких з найпопулярніших програмних продуктів, а також інформацію про те, як вибрати правильне програмне забезпечення для ваших потреб.

Популярні програмні продукти

SEPAcalc: Це безкоштовний онлайн-інструмент, який дозволяє розраховувати СЕП для різних типів будівель. SEPAcalc є простим у використанні та не вимагає реєстрації. Однак він має обмежену функціональність і не може бути використаний для розрахунку СЕП для всіх типів будівель.

Ecospol: Це платне програмне забезпечення, яке пропонує широкий спектр функцій для розрахунку СЕП, включаючи можливість розрахунку СЕП для різних типів будівель, а також можливість

					ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

генерувати звіти та експортувати дані. Ecospolд є складнішим у використанні, ніж SEPAcalc, але він пропонує більше функціональних можливостей.

SEPA Manager: Це ще одне платне програмне забезпечення, яке пропонує широкий спектр функцій для розрахунку СЕП. SEPA Manager є простим у використанні та має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Він також пропонує можливість генерувати звіти та експортувати дані.

SEPA Expert: Це потужне програмне забезпечення, яке використовується великими підприємствами для розрахунку СЕП. SEPA Expert пропонує широкий спектр функцій, включаючи можливість розрахунку СЕП для складних будівель, а також можливість інтеграції з іншими програмними продуктами. SEPA Expert є найдорожчим програмним забезпеченням у цьому списку, але він пропонує найширший спектр функціональних можливостей.

Актуальність теми

Зростаюча стурбованість питаннями зміни клімату та енергетичної безпеки робить розрахунок СЕП підприємств все більш важливим. Підприємства, які підпадають під дію Директиви про енергетичну ефективність будівель (EPBD), зобов'язані проводити розрахунок СЕП для своїх будівель. Програмне забезпечення для розрахунків СЕП підприємства все більш актуальне.

Чому це так?

Енергоефективність стає пріоритетом: Підприємства стикаються з дедалі більшим тиском з боку урядів, інвесторів та споживачів щодо зменшення свого енергоспоживання.

Зростання цін на енергоносії: Ціни на енергоносії постійно зростають, що робить економніші заходи все більш привабливими для підприємств.

					ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Вимоги законодавства: У багатьох країнах існують закони, які зобов'язують підприємства проводити енергоаудити та впроваджувати енергоефективні заходи.

Екологічна відповідальність: Все більше підприємств прагнуть до ведення екологічно відповідального бізнесу, а зменшення енергоспоживання є одним із ключових способів зробити це.

Програмне забезпечення для розрахунку СЕП може допомогти підприємствам:

Оцінити свій потенціал економії енергії: Це програмне забезпечення може допомогти підприємствам визначити, скільки енергії вони можуть заощадити, впровадивши різні енергоефективні заходи.

Порівняти різні варіанти: Програмне забезпечення може допомогти підприємствам порівняти енергоефективність різних варіантів реконструкції або нового будівництва.

Приймати обґрунтовані рішення: Розуміння СЕП може допомогти власникам підприємств приймати обґрунтовані рішення щодо покращення енергоефективності своїх будівель.

Виконати вимоги законодавства: Програмне забезпечення може допомогти підприємствам виконати вимоги законодавства щодо енергоефективності.

Зменшити свої рахунки за енергоносії: Це може призвести до великої економії коштів для підприємств.

Зменшити свій вплив на навколишнє середовище: Це може призвести і допомогти підприємствам стати більш екологічно відповідальними.

Підвищити свою ринкову вартість: Енергоефективні будівлі мають вищу ринкову вартість.

В цілому, програмне забезпечення для розрахунку СЕП є цінним інструментом для підприємств, які мають мету підвищити свою енергоефективність, заощадити кошти та зменшити свій вплив на навколишнє середовище.

					ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Фактори, які слід врахувати при виборі програмного забезпечення

При виборі програмного забезпечення для розрахунку СЕП важливо врахувати такі фактори:

Тип будівлі: Деякі програмні продукти призначені для розрахунку СЕП для житлових будівель, а інші - для нежитлових. Переконайтеся, що ви вибрали програмне забезпечення, яке підходить для типу вашої будівлі.

Функціональність: Деякі програмні продукти пропонують більше функцій, ніж інші. Переконайтеся, що ви вибрали програмне забезпечення, яке має функції, які вам потрібні, наприклад, можливість генерувати звіти та експортувати дані.

Простота використання: Деякі програмні продукти є більш складними у використанні, ніж інші. Переконайтеся, що ви вибрали програмне забезпечення, яке ви можете легко використовувати.

Вартість: Програмне забезпечення для розрахунку СЕП може варіюватися в ціні від безкоштовного до кількох тисяч доларів. Переконайтеся, що ви вибрали програмне забезпечення, яке відповідає вашому бюджету.

Інші ресурси

Окрім програмних продуктів, існує також багато інших ресурсів, які можуть допомогти вам розрахувати СЕП. Ви можете знайти інформацію про те, як розрахувати СЕП вручну, на веб-сайті Європейської комісії. Ви також можете найняти енергоаудитора, який допоможе вам розрахувати СЕП.

					ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Висновок

Існує багато програмних продуктів, які можна використовувати для розрахунку СЕП підприємства. Вибір правильного програмного забезпечення для ваших потреб залежить від типу вашої будівлі, необхідних вам функцій, простоти використання та бюджет

					ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

12. Охорона праці

Нормативно-технічна документація з безпечної експлуатації електроспоживачів

В Україні діє система нормативно-технічної документації (НТД) з безпечної експлуатації електроспоживачів.

До нормативно-технічної документації відноситься: правила експлуатації електроустановок споживачів (ПБЭЭП) - ці правила встановлюють загальні вимоги до безпечної експлуатації електроустановок споживачів; державні стандарти України (ДСТУ) - ДСТУ з питань електробезпеки встановлюють конкретні вимоги до проектування, монтажу, експлуатації та ремонту електроустановок; галузеві нормативно-технічні документи - ці документи містять додаткові вимоги до безпечної експлуатації електроустановок у певних галузях промисловості.

Вимоги щодо дотримання законодавства про охорону праці та безпечної експлуатації електроспоживачів.

Роботодавці повинні розробляти та впровадити систему управління охороною праці на підприємстві, забезпечувати працівників необхідними засобами індивідуального та колективного захисту. Проводити регулярні інструктажі та навчання з питань охорони праці. Контролювати дотримання працівниками вимог законодавства про охорону праці.

Працівники повинні дотримуватися вимог законодавства про охорону праці та інструкцій з охорони праці. Використовувати за призначенням засоби індивідуального та колективного захисту. Не допускати порушень правил безпечної експлуатації електроустановок.

Інструктажі із охорони праці

Інструктаж з охорони праці на спиртзаводі є важливим заходом,

					ДП 2024			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Губар І.М.			Охорона праці	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив.							78	89
Керівн.		Машенко О.А.				НУХТ ЕЛ 4-3		
Затвердив.		Сірик А.О.						

виконуються за нарядами, розпорядженнями і в порядку поточної експлуатації; призначення осіб, відповідальних за безпечне проведення робіт; оформлення робіт нарядом, розпорядженням або затвердженням переліку робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації; підготовка робочих місць; допуск до роботи; нагляд під час виконання робіт; переведення на інше робоче місце; оформлення перерв в роботі та її закінчення.

Захисні блокування: в розподільних установках та на підстанціях спиртзаводу застосовуються блокування безпеки, щоб запобігти помилковим діям персоналу під час перемикачів: лінійні роз'єднувачі та заземлюючі ножі в розподільних установках 10 кВ; повинні мати механічне блокування, яке не дозволяє під'єднати заземлюючі ножі до допоміжних частин та подати напругу на заземлюючу ділянку лінії.

Викотні частини комплектного розподільного пристрою: оснащені електромагнітним блокуванням з вимикачами; пройми до струмоведучих частин КРУ мають шторки, які автоматично зачиняються.

Дверцята шаф обладнання розподільних установок: повинні мати електромагнітне блокування з роз'єднувачами.

Приводи вимикачів: повинні мати механічний блок-замок для блокування з приводом роз'єднувача.

Недоступність струмоведучих частин: струмоведучі неізолювані частини недоступні завдяки огороженню їх стаціонарними огорожами; стаціонарні огорожі для електроустановок понад 1000 В виконані сітчастими; огорожі обладнані дверцятами, які зачиняються на замок; найвища огорожа на території розподільна установка має висоту 2,4 м.

Орієнтування в електроустановках: для орієнтування використовується маркування частин обладнання: для кожної напруги використовується своє маркування; в розподільних установках на щитках та ящиках нанесені номери; всередині розподільних установках-10 кВ є схема, де вказано призначення кожного щитка.

В трансформаторі: маркується сторона високої та низької напруги.

									ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата						80

Маркування кабелю: виконується з обох сторін.

Попереджувальні сигнали, надписи та таблички: застосовуються для вказівки ввімкненого обладнання, наявності напруги, пробою ізоляції.

Знаки високої напруги: встановлені при вході на територію трансформаторній підстанції, розподільних установках.

Струмоведачі частини мають відповідне фарбування та розміщення:

Фаза А - жовтий колір (верхня ліва або найбільш віддалена від персоналу). Фаза В - зелений колір (середня). Фаза С - червоний колір (нижня права).

Технічні заходи на спиртзаводі: підготовка робочого місця для робіт, пов'язаних зі зняттям напруги - відключення та блокування: здійснити необхідні відключення комутаційної апаратури, щоб зняти напругу з робочого місця; вжити заходів, що перешкоджають помилковому або самочинному ввімкненню комутаційної апаратури; вивісити заборонні плакати на приводах ручного керування та на ключах дистанційного керування комутаційною апаратурою.

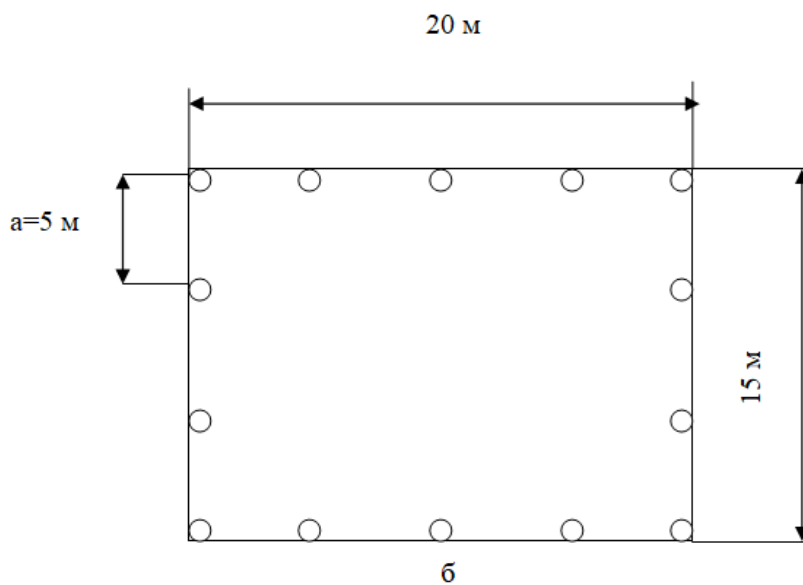
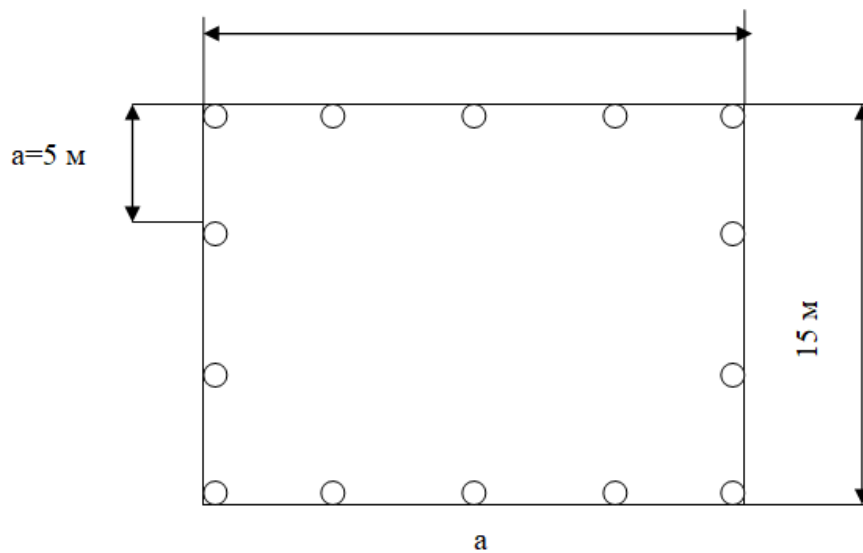
Перевірка відсутності напруги: перевірка відсутність напруги на струмоведачих частинах, які потрібно заземлити, щоб захистити людей від ураження електричним струмом.

Заземлення: встановлення заземлення - ввімкнути заземлювальні ножі; встановити переносні заземлення.

Огородження: обгородження, за необхідністю, робочі місця або струмоведачі частини, що залишилися під напругою; вивісити на огороженнях плакати безпеки; залежно від умов, струмоведачі частини обгородити до чи після їх заземлення.

Електрозахисті: на розподілених установках та трансформаторні підстанції є такі основні електрозахисні засоби в електроустановках: ізолюючі штанги ШИ-10 – 5 штук; вказівними напруги УВН-10, УВН-80М – 4 штуки; ізолюючі кліщі – 3 штуки; електровимірювальні клещі Ц 90 – 3 штуки;

					ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		81



*Рис. 12.1 До розрахунку заземлюючого контуру підстанції.
 а – план підстанції і попередня схема контуру заземлювача;
 б – остаточна схема заземлювача.*

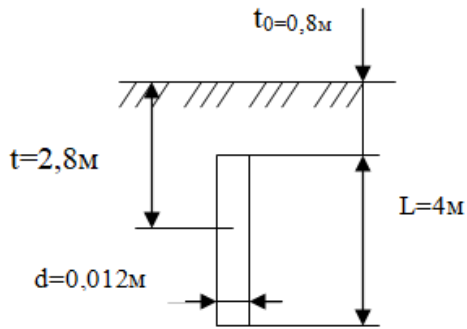


Рис. 2

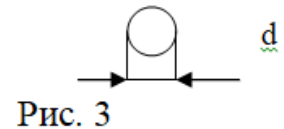
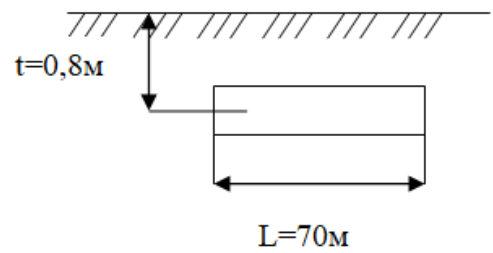


Рис. 3

Висновок:

За розрахунком, контурний заземлювач, що складається з 14 вертикальних стержневих електродів довжиною 5 м і діаметром 12 мм, а також горизонтального електрода у вигляді сталевий смуги довжиною 70 м і перетином 4x40 мм, занурених у землю на 0,8 м, відповідає вимогам ПУЕ.

Цей заземлювач має опір розтікання 4,3 Ом, що менше необхідного 6,5 Ом, і забезпечує безпечну експлуатацію підстанції 10 кВ.

					ДП 2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		87

Висновки

У даному дипломному проекті був зроблений розрахунок електропостачання спирт заводу та були вивчені основні методики розрахунків і вибору електрообладнання. Ми дізналися, що виробництво спирту – це складний процес, що потребує ретельного дотримання технологічних норм та використання якісного обладнання.

Потрібно правильний вибір технології та надійне електропостачання – це ключові фактори для успішного функціонування спиртового заводу.

Важливо постійно вдосконалювати виробництво та відповідати сучасним вимогам безпеки, якості та екологічності. У спеціальній частині дипломного проекту (спецзавдання) ми дізналися про програмне забезпечення для розрахунку СЕП підприємства.

Також, розглянули можливі аварійні ситуації та засоби техніки безпеки і захисту обслуговуючого персоналу.

					ДП 2024			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Губар І.М.			Висновки	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив.							88	89
Керівн.		Мащенко О.А.				НУХТ ЕЛ 4-3		
Затвердив.								

Список використаних джерел

1. Шестеренко В.Є. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. Підручник. – Вінниця: Нова Книга, 2004. – 656 с.
2. Основи охорони праці: Навчальний посібник / За ред. Я.І. Бедрія. – 3-тє вид., переробл. і доп. - Львів: "Магнолія плюс", СПД ФО В.М. Піча, 2004.- 240 с.
3. Електрична частина станцій і підстанцій: Навч. посібник / А.О.Омельчук. - К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2017. - 479 с.
4. Енергозберігаючі режими в системах електропостачання: Навч. посібник / А.О.Омельчук. - К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. - 257 с.
5. Правила улаштування електроустановок. - Х.: Форт, 2017. - 760 с.

					ДП 2024		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Губар І.М.				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив.					89		89
Керівн.	Мащенко О.А.				Список використаних джерел НУХТ ЕЛ 4-3		
Затвердив.							