

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет будівництва, транспорту та енергетики

Кафедра «Електротехнічні системи та енергетичний менеджмент»

“Допущено до захисту”
Зав. кафедрою ЕТС та ЕМ
канд. техн. наук, професор
_____ Петро ПЛІШКОВ
“ ____ ” _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ

на тему:

**« Проектування системи електропостачання
кондитерського цеху глазурування виробів »
« Design of the power supply system for the
confectionery glazing shop »**

Виконав здобувач вищої освіти
IV курсу групи ЕЕ-20
ОПП «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка» спеціальності
141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

_____ Андрій МОРГУНОВ
« ____ » _____ 2024 р.

Керівник роботи
канд. техн. наук, професор
_____ Анатолій ОРЛОВИЧ
« ____ » _____ 2024 р.

Рецензент _____

м. Кропивницький

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет будівництва, транспорту та енергетики

Кафедра електротехнічних систем та енергетичного менеджменту

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

_____ П. Плєшков

«_____» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Моргунова Андрія Дмитровича

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи: Проектування системи електропостачання кондитерського цеху
глазурування виробів *Design of the power supply system for the confectionery glazing shop*

2. Керівник роботи Орлович Анатолій Юхимович, канд. техн. наук, професор
(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту _____

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи. Метою роботи є розроблення системи енергопостачання кондитерського цеху глазурування виробів. Для досягнення поставленої мети роботи необхідно вирішити наступні завдання:

1. Провести розрахунок електричних навантажень.
2. Побудувати графіки електричних навантажень.
3. Провести техніко-економічне обґрунтування схем внутрішнього електропостачання кондитерського цеху глазурування виробів.
4. Провести розрахунок режимів реактивної потужності системи електропостачання цеху.
5. Обрати кількість, потужності та місце розташування КУ.
6. Провести розрахунок струмів коротких замкнень та здійснити вибір обладнання.
9. Провести розрахунок спеціального розділу роботи.
10. Провести економічні розрахунки по кондитерському цеху глазурування.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Спеціальний розділ	канд. техн. наук, доц. Н. Гарасьова		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розрахунок електричних навантажень	8.05.2024	
2	Побудувати графіки електричних навантажень	11.05.2024	
3	Провести техніко-економічне обґрунтування схем внутрішнього електропостачання цеху	13.05.2024	
4	Провести розрахунок режимів реактивної потужності системи електропостачання цеху	14.05.2024	
5	Обрати кількість, потужності та місце розташування КУ	15.05.2024	
6	Провести розрахунок струмів коротких замкнень та здійснити вибір обладнання	17.05.2024	
7	Провести розрахунок спеціального розділу роботи.	19.05.2024	
8	Навести варіанти існуючих систем штучного освітлення для специфічних умов використання	20.05.2024	
9	Провести економічні розрахунки по кондитерському цеху	24.05.2024	
10	Оформлення пояснювальної записки кваліфікаційної роботи	25.05.2024	
11	Оформлення презентаційної частини кваліфікаційної роботи	31.05.2024	

Дата видачі завдання

«___» _____ 2024 р.

_____ Анатолій ОРЛОВИЧ

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 2024 р.

_____ Андрій МОРГУНОВ

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота: 55 с.; 4 рис.; 8 табл.; 13 джерел

Моргунов А.Д. Проектування системи електропостачання кондитерського цеху глазурування виробів. – Рукопис.

Бакалаврська робота за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», ОПП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». – Центральноукраїнський національний технічний університет, Кропивницький, 2024 рік.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці системи електропостачання кондитерського цеху глазурування виробів. З цією метою було проведено основні технікоекономічні розрахунки для цеху: електричних навантажень, режимів реактивної потужності, струмів коротких замикань. Здійснено вибір схеми внутрішнього електропостачання цеху, трансформаторних підстанцій, конденсаторних установок, струмопроводів, електрообладнання.

Спеціальний розділ бакалаврської роботи присвячений питанню електрозбереження кондитерського цеху глазурування виробів. У цьому розділі розглядаються можливі варіанти систем освітлення специфічного виробництва і заходи по здешевленню виробничого процесу шляхом економії використання електричної енергії в системі освітлення.

Ключові слова: кондитерський цех, електричне обладнання, трансформаторна підстанція, освітлювальна система, лінія глазурування, штучне освітлення, люмінесцентні лампи

ABSTRACT

Qualification work: 55 p.; 4 Fig.; 8 tables; 13 sources

Morgunov Andriy Design of the power supply system for the confectionery glazing shop. – Manuscript.

Bachelor's thesis on specialty 141 "Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics", OPP "Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics". – Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, 2024.

The qualification work is devoted to the development of the power supply system of the confectionery shop for glazing products. For this purpose, basic technical and economic calculations were carried out for the workshop: electrical loads, reactive power modes, short-circuit currents. The selection of the shop's internal power supply scheme, transformer substations, condenser units, power lines, electrical equipment was made.

A special section of the bachelor's work is devoted to the issue of energy conservation in the confectionery shop for glazing products. This section considers possible options for lighting systems of specific production and measures to reduce the cost of the production process by saving the use of electrical energy in the lighting system.

Key words: confectionery shop, electrical equipment, transformer substation, lighting system, glazing line, artificial lighting, fluorescent lamps

З М І С Т

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
1. Розрахунок електричних навантажень цехових електроприймачів	9
1.1. Розрахунок силових електричних навантажень в мережі до 1кВ	12
1.2. Розрахунок освітлювальних навантажень	12
1.3. Розрахунок електронавантажень в силових мережах вище 1кВ	13
1.4. Побудова графіків електричних навантажень кондитерського цеху глазурування виробів	17
2. Вибір напруги та електричних схем зовнішнього та внутрішнього електропостачання підприємства	18
2.1. Вибір напруги та схеми зовнішнього електропостачання	18
2.2. Вибір схеми внутрішнього електропостачання цеху	19
2.3. Розрахунок освітлювальної мережі цеху	21
3. Режими реактивної потужності системи електропостачання	23
3.1. Розрахунок балансу реактивної потужності та вибіркокомпенсуючих пристроїв	23
3.2. Вибір кількості, потужності та місця розташування компенсуючих пристроїв	24
4. Вибір потужності та місця розташування цехових трансформаторних підстанцій (ТП)	28
5. Розрахунок струмів короткого замикання. Вибір обладнання ВН і НН	31
5.1. Розрахунок струмів КЗ	31
5.2. Вибір автоматів цехової мережі	33
5.3. Вибір трансформаторів струму та напруги	34
5.4. Вибір системи комплексного обліку електроенергії АСКОЕ	36
6. Спеціальний розділ. Електрозбереження кондитерського цеху глазурування виробів	40
6.1. Джерела світла для організації штучного освітлення хлібопекарського цеху глазурування виробів	40
6.2. Потенціал енергозбереження в освітлювальних установках кондитерському цеху	49
7. Економіка та організація експлуатації системи електропостачання кондитерського цеху	52
ВИСНОВКИ	54
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	55
ДОДАТОК А	56
ДОДАТОК Б	61
ДОДАТОК В	66
ДОДАТОК Г	71

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Моргунов А.			Проектування системи електропостачання кондитерського цеху глазурування виробів		Літ.	Аркуш
Перевірив		Орлович А.						Аркушів
								6
								75
Н.контр.		Орлович А.			ЦНТУ, гр.ЕЕ-20			
Затв.		Плешков П.						

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

В – вимикач

ВП – власні потреби

ДСТУ – державний стандарт України

ДЦ – оливне охолодження з примусовою циркуляцією оливи і дуттям

ДЕ – джерело енергії

ПУЕ – правила улаштування електроустановок

Р – роз'єднувач

РЗіА – релейний захист і автоматика

ПРА – пуско-регулююча апаратура

КБ – конденсаторна батарея

КЗ – коротке замикання

КРП – комплектний розподільний пристрій

ККД – коефіцієнт корисної дії

ЛЕП – лінія електропередачі

ЛЛ – люмінесцентна лампа

КЛЛ – компактна люмінесцентна лампа

СВ – секційний вимикач

СД – синхронний двигун

К – синхронний компенсатор

СН – обмотка середньої напруги

СР – секційний роз'єднувач

Т – трансформатор

ТП – трансформаторна підстанція

ТЕП – техніко-економічні показники

ТЕС – теплова електрична станція

ТЕЦ – теплова електроцентраль

ТС – трансформатор струму

						Арк.
Вим.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		7

ВСТУП

Під системою електропостачання слід розуміють комплекс пристроїв, які використовуються для виробництва, передачі та розподілу електроенергії. Система електропостачання пром підприємств створюється для надійного і економічного забезпечення електричною енергією різноманітних приймачів розглядаємого підприємства, а саме печі електричні, електродвигуни різних машин і механізмів, апарати та машини для електричного зварювання, освітлювальні системи і системи вентиляції та кондиціонування, цифрова техніка.

Традиційний спосіб отримання електричної енергії для любого споживача від енергосистеми. Проте сучасні реалії змушують замислюватись про автономні альтернативні джерела живлення. Так на деяких підприємствах приймають рішення будувати власні теплові електростанції. Зростає популярність використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії для живлення підприємств, що стає важливим аспектом сталого розвитку. Ведуться пошуки нових технологій та вдосконалюються існуючі. За умов постійного обстрілів від країни агресора і, як наслідок, втрат традиційної генерації енергії, не минулим є зростання цін на електричну енергію для утримання і оновлення систем генерації і передачі енергії. Сучасні сонячні батареї та вітрові електростанції можуть працювати без значних нових витрат капіталу протягом тривалого часу, забезпечуючи майже нескінченне виробництво енергії. Тому в довгостроковій перспективі використання поновлюваних джерел енергії не лише економічно доцільне, а й вигідне для розвитку малого бізнесу.

Інфраструктура систем електропостачання промислових підприємств стає все складнішою. Вона включає в себе мережі високої напруги, розподільчі мережі та, у деяких випадках, мережі промислових теплоелектростанцій. Виникає потреба у впровадженні автоматизації систем електропостачання промислових підприємств та оптимізації виробничих процесів, а також активного заходу з економії електроенергії. Приділимо увагу цим питанням у роботі.

						Арк.
Вим.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		8

РОЗДІЛ 1

РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЦЕХОВИХ ЕЛЕКТРОПРИЙМАЧІВ

У даній роботі представлено виробництво кондитерського цеху глазурування виробів. Зазначимо, що кондитерська промисловість відіграє важливу роль у продуктивній індустрії, займаючись виробом висококалорійної та легко засвоюваною продукції. Помітне збільшення виробництва елітної продукції спостерігається останні 5-6 років у цій галузі, а саме: шоколад, цукерки, глазуровані сухофрукти, горішки, грильяжні маси та різноманітний асортимент сувенірних товарів. Робота такого виробництва дозволить місту забезпечувати широкий вибір якісної сировини для місцевого населення і успішно конкурувати на ринку кондитерських виробів.

Електропостачання цеху забезпечується від міської трансформаторної підстанції за допомогою кабельних ліній протяжністю 600 метрів. Виробництво розташоване поблизу міста. Це має ряд перерва: близькість до міста для доставки готової продукції на міста збуту, можливість постійного розширення промислових потужностей, є можливість одночасного підвозу великої кількості сировини та збільшення продуктивності виробництва. Проте, зазначимо й недоліки: не можливо збільшення електричної потужності, відсутність можливості підключення до газового та теплопостачання міста. Для теплопостачання кондитерського цеху використовується сучасний твердопаливний котел піролізного типу.

Лінія виробництва та основне обладнання кондитерського цеху глазурування виробів або лінія глазурування, що представлена до розгляду, має кілька етапів. Загальна схема виробництва глазурованих виробів представлено на рис. 1.1. Кожна лінія виробництва обладнана наступними потужними пристроями.

Глазурувальна лінія включає в себе глазурувальну машину Imrex EM-300, охолоджуючий тунель Imrex CT-400.4, декоратор та темперувальну машину Imrex TMA-80. Лінія ідеально підходить як для великих хлібопекарських

						Арк.
Вим.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		9

підприємств, так і для невеликих пекарень і кондитерських приватних бізнесів, оскільки мінімальна загальна довжина лінії не перевищує 6 метрів. За бажанням замовника для збільшення продуктивності лінію можна розширити за рахунок додаткових модулів охолоджувального тунелю.

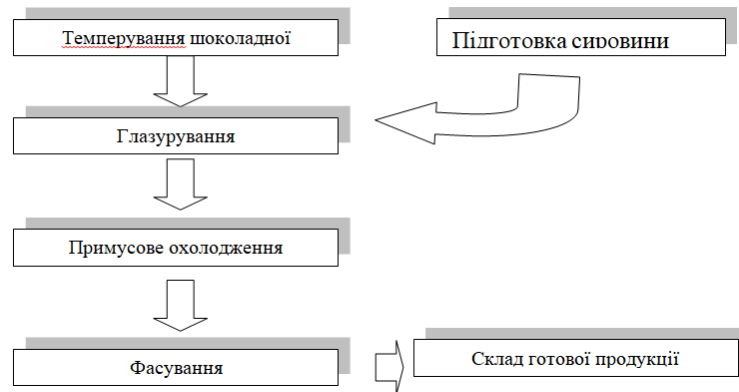


Рисунок 1.1 – Схема (лінія) виробництва глазурованих виробів

Охолоджувальний тунель призначений для швидкого охолодження глазури або шоколаду на кондитерських výroбах після глазурування. Тунель забезпечують безперервну роботу цілодобово без необхідності зупинки на розморожування випарників. Технологічний режим роботи досягається за 4-5 хвилин. В система охолодження використовується хладаген фреон R-22, тому система має знижену вологість і, як результат, оптимальна кристалізація глазури чи шоколаду.

Глазурувальна машина призначена для покриття кондитерських виробів. Ширина транспортної стрічки становить 800 мм. При безперервному технологічному процесі охолоджувальний тунель призначений для швидкого охолодження кондитерських виробів після глазурування. Він має довжину 6,5 м та ширину транспортерної стрічки – 0,8 м. Процес охолодження здійснюється обдувом готових виробів холодним повітрям, що циркулює по тунелю. Верхні секції тунелю легко знімаються для чистки. Підприємство може легко розширити свої промислові потужності і змінювати асортимент готової продукції.

Наразі функціонує 4 такі лінії.

Підприємство може працювати у дві зміни. Найменування та потужність електричних приприймачів кондитерського цеху глазурування виробів приведена в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Потужність електроприймачів кондитерського цеху глазурування виробів

Найменування	Рн ,кВт		
	min		max
Машина тістозамішувальна	3	-	3
Діжеперекидувач	1,85	-	2
Тістодільник	1,12	-	1
Тістозакруглювач	2,9	-	3
Шафа ростойна	6,8	-	7
Ротаційна піч	40	-	40
Просіювальна машина	1,8	-	2
Охолоджувальний тунель	3	-	3
Охолоджуючий стіл	1,9	-	2
Електричний водонагрівач	1,1	-	1
Глазурувальна машина	2,85	-	3
Температор ТМА-80	3	-	3
Холодильна установка	5	-	5
Мікрохвильова піч	1	-	2
Чайник	1	-	2
Комп'ютерна техніка	1	-	2
Принтер	0,6	-	1
Вентилятор	2	-	2
Технологічні насоси	1	-	2
Компресори	1	-	2
Насоси	1		2
Вентилятори	1	-	2
Ваги	0,5	-	1
Кондиціонер	2	-	2
Транспортер	2	-	2

При проектуванні систем постачання одне з першочергових завдань є визначенні розрахункового навантаження електроприймачів розглядаемого кондитерського цеху глазурування виробів, яке включає в себе як силові, так і освітлювальні прилади.

1.1 Розрахунок силових електричних навантажень в мережі до 1кВ

Розрахунок силової складової електричних навантажень в мережі до 1кВ виконуємо за допомогою *Excel* і представимо у вигляді таблиці А.1 додатку А.. Розрахунок ведеться за методикою, яку представлено нижче для СП-2.

$$n_{\text{ел}}=11; P_{\text{н.мах}}=75 \text{ кВт}; P_{\text{н.мін}}=1 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{сум}}=107,1 \text{ кВт}; K_i=0,78; \cos\varphi=0,83; \operatorname{tg}\varphi=0,676$$

$$P_{\text{см}}=0,78*107,1=82,2 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{см}}=82,2*0,83=30,1 \text{ кВар}$$

$$\text{Знаходимо } n_{\text{эф}}=2*107,1/75=5$$

$$\text{Коефіцієнт максимуму } K_m=1,18$$

$$P_p=82,2*1,18=97 \text{ кВт}$$

$$Q_p=35,6 \text{ квар}$$

Результати розрахунку за іншими ділянками зводимо до Додатку А таблиця А.2. Сумарне активне навантаження дорівнює 535,27 кВт, а реактивне – 211,22 кВар, розрахункове повне навантаження кондитерського цеху 575, 44 кВА.

1.2 Розрахунок освітлювальних навантажень

Задачею розрахунку освітлювальної потужності є визначення кількості та потужності джерел встановленого світла. Вибір освітлювальних приладів виконуємо на основі світлотехнічних вимог по приміщенню з врахуванням економічних і естетичних аспектів. В цехових приміщеннях можемо застосували світильники з люмінесцентними окремо встановленими лампами в лінію.

Методом коефіцієнта використання виконаємо розрахунок освітлення у кондитерському цеху. Зазначається рівномірне освітлювання горизонтальних поверхонь і відсутність великих затіняючих предметів. Розрахунок штучного освітлення, що виконано люмінесцентними лампами, проведемо для ділянки кондитерського цеху площею 1575м^2 , ширина складає 45м, довжина – 35м, висота стелі – 3м.

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
					12

Визначимо світловий потік на робочу поверхню. Врахуємо нормовану освітленість $E = 300 \text{ Лк}$; S – площу освітлюваного приміщення (у нашому випадку $S=45\text{м} \times 35\text{м}=1575\text{м}^2$); Z – відношення середньої освітленості до мінімальної (зазвичай 1,1... 1,2, тому $Z = 1,1$); K – коефіцієнт запасу, його значення залежить від типу приміщення та характеру виконуваних там робіт, тому $K = 1,5$); значення коефіцієнтів відбиття стін та відбиття стелі дорівнюють $\rho_{\text{ст}} = 40\%$ і $\rho_{\text{стелі}}=60\%$, розрахункова висота підвісусвітільників 2,9 м. Маємо:

$$I = \frac{1575}{2,9(45 + 35)} = 6,788$$

Знаючи індекс приміщення I , $\rho_n = 0,7$; $\rho_{\text{ст}} = 0,5$; $\rho_p = 0,1$ знаходимо $\eta = 0,53$.

Визначаємо світловий потік F :

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 1575 \cdot 1,1}{0,53} = 3543,75$$

Для освітлення використовуємо люмінесцентні лампи типу ЛД 80, світловий потік яких $F = 5200 \text{ Лм}$. Аналогічно робимо розрахунок по іншим адміністративним приміщенням результати зводимо до Додатку А таблиця А.1.

1.3 Розрахунок електронавантажень в силових мережах вище 1кВ

Розрахунок навантажень в мережі вище 1000 В по ТП наведений в Додатку А таблиця А.3. Сумарне активне навантаження кондитерського цеху глазурування виробів дорівнює 704,4 кВт, а реактивне – 321,8 кВар, сумарне – 775,4 кВА.

На ТП встановлюються трансформатори однакової потужності типу 2*ТМ-630-10/0,4.

Для прикладу наведено розрахунок втрат в трансформаторі ТП № 1:

$$\Delta P = n \cdot (\Delta P_x + \Delta P_K \cdot K_3^2) = 2 \cdot (1,42 + 7.6 \cdot 0,6^2) = 8.017 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q = n \cdot \left(\frac{I_x}{100} \cdot S_H + \frac{U_K}{100} \cdot S_H \cdot K_3^2 \right) = 2 \cdot \left(\frac{1,8}{100} \cdot 630 + \frac{5,5}{100} \cdot 630 \cdot 0,6^2 \right) = 47,628 \text{ кВАр}.$$

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

1.4 Побудова графіків електричних навантажень кондитерського цеху глазурування виробів

Активне навантаження та реактивне навантаження зведено до таблиці 1.2, графіки споживання вихідного і робочого дня показані на рисунках 1.2 –1.5, річний графік за тривалістю –рисунок.1.6.

Таблиця 1.2 - Активне навантаження та реактивне навантаження (до компенсації) цеху глазурування виробів

Години	Активне навантаження				Реактивне навантаження			
	Робочий період		Вихідний період		Робочий день		Вихідний день	
	Зима	Літо	Зима	Літо	Зима	Літо	Зима	Літо
1	317	270	141	120	119	101	42	36
2	317	222	141	120	119	101	58	49
3	317	222	141	120	119	101	58	49
4	353	281	176	150	151	128	74	63
5	422	341	247	209	183	156	106	90
6	564	401	387	330	215	183	170	145
7	669	455	494	419	244	207	218	186
8	669	455	494	419	244	207	218	186
9	598,4	419	422	359	225	191	186	158
10	528	449	352	299	241	205	154	131
11	528	449	352	299	241	205	154	131
12	493	401	317	269	215	183	138	117
13	458	347	287	239	186	158	122	104
14	423	329	246	209	177	150	106	90
15	493	329	317	269	177	150	138	114
16	634	341	458	389	183	156	202	172
19	634	359	458	389	193	164	202	172
18	564	359	387	329	193	164	170	145
19	493	341	317	269	183	156	138	117
20	424	287	246	209	154	131	106	90
21	319	227	141	120	122	104	58	49
22	317	227	141	120	122	104	58	49
23	317	227	141	120	122	104	58	49
24	317	227	141	120	122	104	58	49
Wi	11159	7965	6934	5895	4247	3610	2992	2543

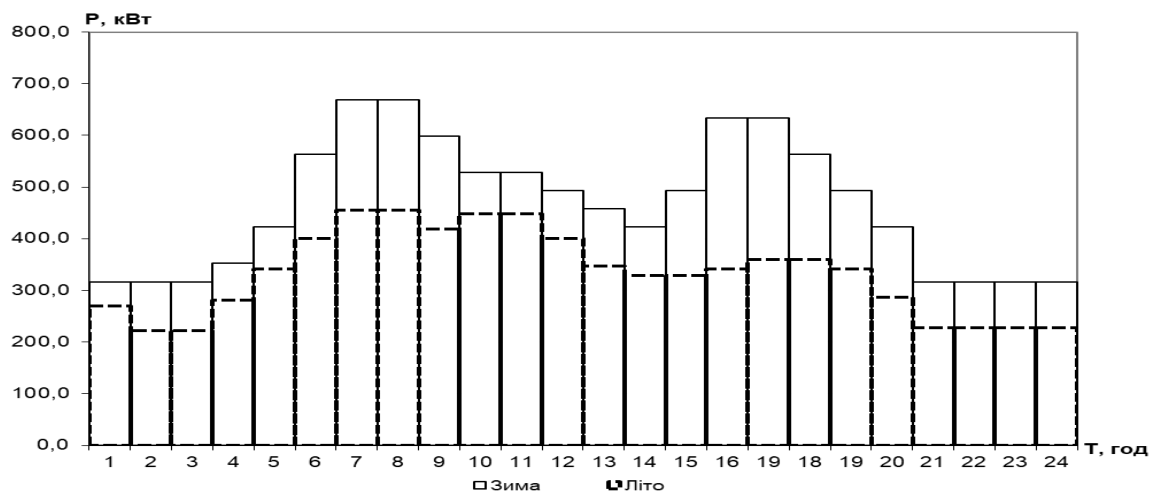


Рис.1.2 - Споживання активної потужності в робочий день

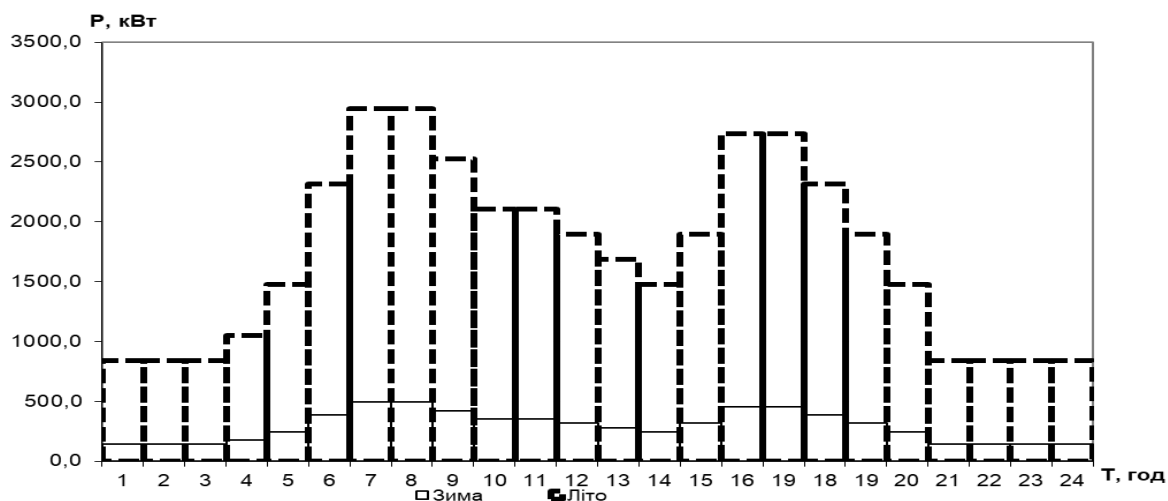


Рис. 1.3 - Споживання активної потужності у вихідний день

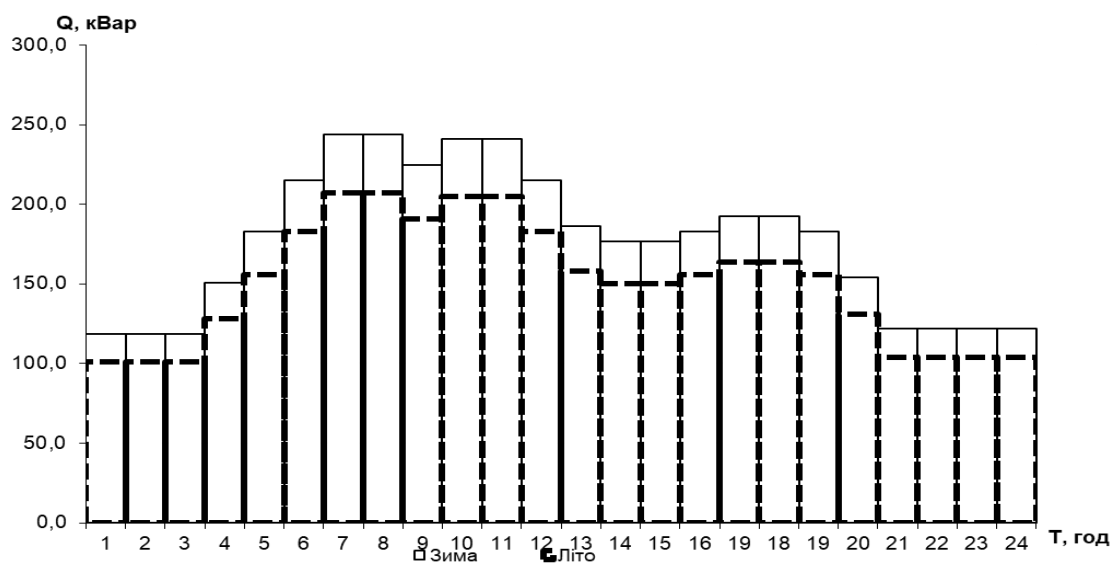


Рис.1.4 - Споживання реактивної потужності в робочий день

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

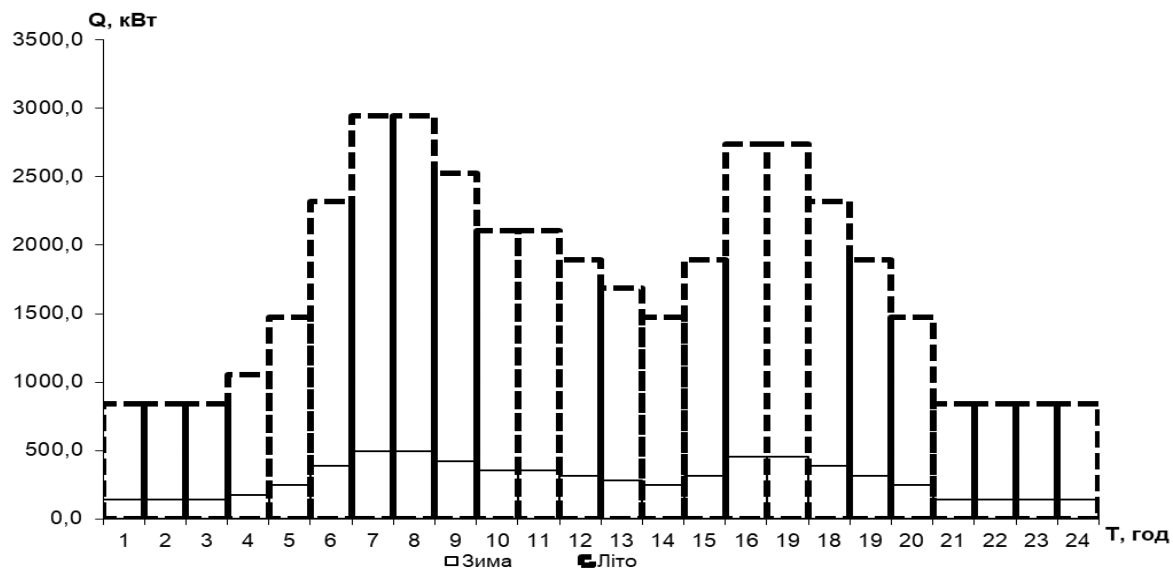


Рис.1.5 - Споживання реактивної потужності у вихідний день

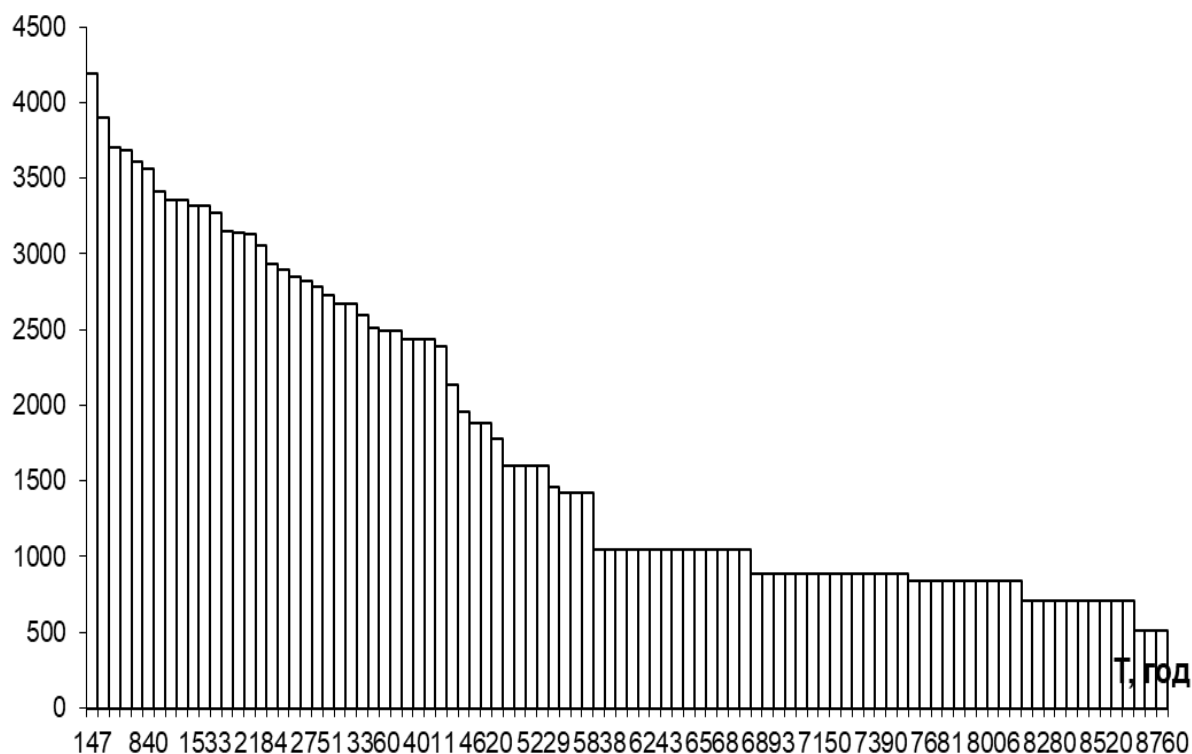


Рис1.6 - Річний графік навантаження за тривалістю

Результати програма для побудови графіків електричних навантажень кондитерського цеху глазурування виробів

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$P = 704$ кВт
 $Q = 321$ кВар
 $S = 775$ кВА

Кількість днів робочих:

зимою 147 днів
 літом 105 днів

Кількість днів вихідних:

зимою 65 днів
 літом 48 днів

Зима

Річна витрата активної електричної енергії, кВт*год:

$W_{зр} = 1640285$

Річна витрата реактивної електричної енергії, кВт*год:

$V_{зр} = 624284$

Літо Річна витрата активної електричної енергії, кВт*год:

$W_{лр} = 836294$

Річна витрата реактивної електричної енергії, кВт*год:

$V_{лр} = 379030$

Вихідні дні:

Зима Річна витрата активної електричної енергії, кВт*год:

$W_{зв} = 450736$

Річна витрата реактивної електричної енергії, кВт*год:

$V_{зв} = 194462$

Літо Річна витрата активної електричної енергії, кВт*год:

$W_{лв} = 282924$

Річна витрата реактивної електричної енергії, кВт*год:

$V_{лв} = 122062$

Загальна річна витрата активної електричної енергії, кВт*год:

$W_{лр} = W_{зр} + W_{лр} + W_{зв} + W_{лв} = 3210238,24$

Загальна річна витрата реактивної електричної енергії, кВт*год:

$V_{лв} = V_{зр} + V_{лр} + V_{зв} + V_{лв} = 1319837,564$

Час використання максимального навантаження, год:

$T_m = 4486,0$

Час максимальних втрат, год:

$t_m = 2872,2$

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

РОЗДІЛ 2

ВИБІР НАПРУГИ ТА ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ЗОВНІШНЬОГО ТА ВНУТРІШНЬОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Вибір напруги та схеми зовнішнього електропостачання

Електропостачання кондитерського цеху глазурування виробів здійснюється від міської трансформаторної підстанції кабельними лініями, що розташована за 600 м. Оскільки споживана потужність цеху є невеликою, то варіант зовнішнього електропостачання є однозначним і єдиним - живлення напругою 10 кВ кабельними лініями від РП.

Визначаємо розрахунковий струм кабельної лінії:

$$I_p = \frac{S_p}{n\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{774,39}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 43,38 \text{ А},$$

Переріз кабельної лінії обираємо по економічній щільності струму:

$$F_{\text{э}} = \frac{I_p}{j_{\text{э}}} = \frac{54,29}{1,2} = 45,24 \text{ мм}^2,$$

де $j_{\text{э}}$ - 1,2 А/мм² - економічна щільність струму, згідно табл.3.2. [2].

Приймаємо: прокладення 2 кабельні лінії марки ААШв (3х50), $I_d = 140 \text{ А}$, втрати потужності на 1 км $\Delta P_{1 \text{ км}} = 44 \text{ кВт}$.

Визначимо коефіцієнт завантаження однієї лінії:

$$K_3 = \frac{I_p}{I_d} = \frac{43,36}{140} = 0,342$$

Коли одна лінія вийде з ладу, друга, що буде працювати з допустимим аварійним перевантаженням, забезпечить живлення навантаження

$$I = I_d \cdot k_{\text{ав}} = 140 \cdot 1,25 = 175 \text{ А}$$

де $k_{\text{ав}} = 1,25$ – є показує допустимий коефіцієнт аварійного перевантаження.

Розрахунок показує, що в аварійному режимі живлення кондитерського цеху не порушується. Покажемо втрати електроенергії по одній кабельній лінії, врахуємо довжину кабелю L_{Σ} , м:

$$\Delta E_{\text{кл}(1)} = \Delta P \cdot L_{\Sigma} \cdot k^2 \cdot \tau = 44 \cdot 0,6 \cdot 0,42^2 \cdot 5360 = 24964,76 \text{ кВт год}$$

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

Вартість втрат енергії:

$$C = \Delta E_{\text{кл}} \cdot c_o = 24964,76 \cdot 5,217 = 130341,15 \text{ грн.}$$

Середній час простою (аварійного відключення):

$$T_a = K_a^{(2)} \cdot 8760 = 4,6 \cdot 10^{-6} \cdot 8760 = 0,04 \text{ год.}$$

Середня активна потужність:

$$P_{cp} = \frac{P_p \cdot T_M}{8760} = \frac{704 \cdot 4486}{8760} = 528,96 \text{ кВт}$$

Збиток від аварійного недовипуску 1 кВт·год електроенергії, врахуємо його вартість 320 грн.

$$Y = Y_o \cdot P_{cp} \cdot T_a = 320 \cdot 528,96 \cdot 0,04 = 6770 \text{ грн.}$$

2.2 Вибір схеми внутрішнього електропостачання цеху

В даному розділі покажемо техніко-економічне порівняння варіантів електропостачання кондитерського цеху глазурування виробів.

I варіант

Розрахунок навантажень цехової мережі з використанням СП.

Обираємо кабельну лінію для живлення СП-1.

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{98,6}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 22,8 \text{ А}$$

Живлення зазначено силового пункту кондитерського цеху можемо здійснити від шин 0,4 кВ цехової ТП. На відхідних лініях встановлені автомати АВМ-4 на $I_{\text{ном}} = 400 \text{ А}$ та розрахунковий струм $I_p = 120 \text{ А}$. Тому, приймаємо кабель марки АВВГ перерізом 6 мм^2 ; $I_{\text{доп}} = 38 \text{ А}$. Зазначимо, $I_{\text{доп}} = 38 \text{ А} > I_p = 22,8 \text{ А}$.

$$\Delta U\% = \frac{P \cdot \ell \cdot 100}{U_n^2} (r_0 + x_0 \cdot \text{tg} \phi) = \frac{98,60 \cdot 25 \cdot 100}{380^2} (5,55 + 0,09 \cdot 0,89) = 0,14$$

Вибір інших ділянок кабельних ліній для живлення СП виконується аналогічно і наведено в Додатку Б таблиці 2.1. Вибір живлення для окремих електроспоживачів кондитерського цеху виконуємо аналогічно і результат зводимо зводимо до Додатку Б таблиці Б.2.

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

Варіант II

Другий варіант проектування цехової мережі кондитерського цеху глазурування виробів виконується за змішаною схемою. Розподільні шинопроводи серії ШРА застосуємо в місцях рівномірного розміщення електроприймачів. Приєднання до магістрального шинопроводу ШМА виконується через автоматичний вимикач. На тих ділянках цеху, де прокладення шинопроводу є недоцільне через характер встановлення приймачів, встановлюються РП. Зазначу, що потужний електроприймач маємо підключити безпосередньо до шин цехової ТП. Шинопроводи магістральні обираємо за розрахунковим струму, розрахунковий струм є рівний номінальному струму цехового трансформатора:

$$I_{\text{ШРА}} = I_{\text{номТР}} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 380} = 975 \text{ А}$$

Для кондитерського цеху приймемо ШМА-73УУЗ, зазначимо що номінальний струм обраного ШМА 1600 А. Інші подібні розрахунки зведемо до Додатку Б таблиці 3. Розрахунки поточних витрат зводиться в таблицю Б.4 та таблицю Б.5 додатку Б.

Виконаємо розрахунок вартості втрат електроенергії для варіантів схем внутрішнього електропостачання кондитерського цеху глазурування виробів.

Наведемо втрати потужності в кабельній лінії ділянки 5:

$$\Delta P_{\text{кл5}} = I_{\text{ркл5}}^2 \cdot r_{\text{кл5}} \cdot l = 0,142^2 \cdot 0,667 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 0,34 \text{ кВт}$$

Втрати енергії ділянки кл5:

$$\Delta E_{\text{кл5}} = \Delta P_{\text{кл5}} \cdot \tau_{\text{max}} = 0,34 \cdot 2872 = 976,78 \text{ кВт год}$$

Вартість втрат електроенергії визначимо для ділянки кл5, при цьому врахуємо вартість 1 кВт год енергії за діючою вартістю 5,217 грн./ кВт·год.

$$B_{\text{кл5}} = \Delta E_{\text{кл5}} \cdot c_0 = 976,78 \cdot 5,217 = 5,95 \text{ тис. грн}$$

Результати по інших ділянках кондитерського цеху глазурування виконаємо і зведемо до Додатку Б таблиць Б.6 та Б.7 відповідно до варіантів.

Кінцеві показники техніко-економічного порівняння за варіантами внутрішнього електропостачання кондитерського цеху зводимо в таблиці 2.1.

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

Таблиця 2.1 – Техніко-економічні показники варіантів електропостачання

№	Показники	Одиниця вимірювання	Варіант схеми	
			I	II
1	Капітальні вкладення	т.грн.	51,912	69,353
2	Поточні витрати	т.грн.	6,494	13,498
3	Вартість втрат електроенергії	т.грн.	16,01	11,76
4	Приведені витрати	т.грн.	72,69	94,4

Висновок: за результатами табл.2.1 приведених витрат за варіантами внутрішнього електропостачання кондитерського цеху глазурування виробів показали, що різниця між варіантами є суттєвою. Отже, для подальшого проектування приймаємо варіант 1 схеми електропостачання цеху.

2.3 Розрахунок освітлювальної мережі цеху

Покажемо схему мережі з освітлювальним навантаженням кондитерського цеху глазурування виробів на рис.2.1. Слід визначити переріз алюмінієвих проводів освітлювальної мережі 380/220В напругою, при цьому допустима втрата напруги 2,8%.

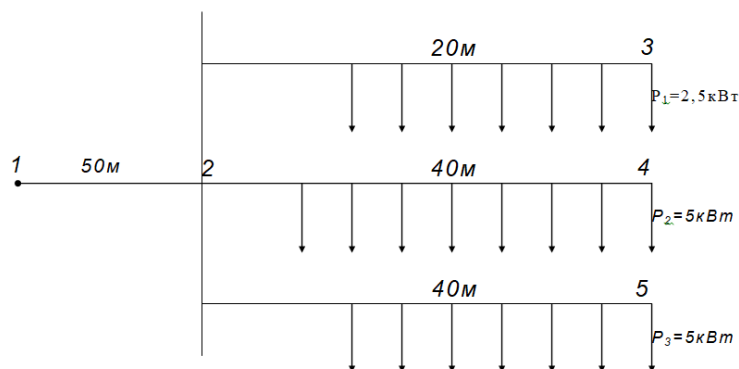


Рис. 2.1 – Схема освітлювальної мережі кондитерського цеху глазурування виробів

Лінії, що живлять виконані чотирипроводними 1-2 ($\ell=50\text{м}$) та розподільчі лінії двопровідні, а саме: 2-4 і 2-5 ($\ell=40\text{м}$), лінія 2-3 ($\ell=20\text{м}$). Визначимо моменти всіх зазначених ділянок освітлювальної мережі. Для ліній 2-3, 2-4 та 2-5 замінимо рівномірно розподілене по довжині навантаження зосереджене в

середині лінії:

$$M_{12}=(P_1+P_2+P_3) \ell_{12}=12,5 \cdot 50=625 \text{ кВт м};$$

$$M_{23}=P_1 \cdot 0,5 \ell_{23}=2,5 \cdot 10=25 \text{ кВт м};$$

$$M_{24}=5 \cdot 20=100 \text{ кВт м};$$

$$M_{25}=5 \cdot 20=100 \text{ кВт м}$$

Для лінії 1-2 переріз обирається:

$$F_{1-2} = \frac{625 + 100 + 100 + 1.85 \cdot 25}{44 \cdot 2.8} = 7.07 \text{ мм}^2$$

Визначимо найближчий по стандарту переріз, отже 10 мм^2 , та визначаємо дійсні втрати напруги ΔU_{1-2} :

$$\Delta U_{1-2} = \frac{M_{1-2}}{C \cdot F_{1-2}} = \frac{625}{44 \cdot 10} = 1.42\%$$

Далі визначимо аналогічно припустиму страту напруги для ділянок 2-3, ділянки 2-4 та 2-5

$$\Delta U_{2-3} = \Delta U_{2-4} = \Delta U_{2-5} = \Delta U_{\text{прип}} - \Delta U_{1-2} = 2.8 - 1.42 = 1.38\%$$

Перерізи проводів цих ділянок маємо наступні:

$$F_{2-3} = \frac{25}{7.4 \cdot 1.38} = 2.45 \text{ мм}^2 \text{ (приймаємо до подальшого встановлення } 2.5 \text{ мм}^2\text{);}$$

$$F_{2-4} = F_{2-5} = \frac{100}{44 \cdot 1.38} = 1.65 \text{ мм}^2 \text{ (приймаємо } 2.5 \text{ мм}^2\text{).}$$

Групові лінії має бути не більше 20 ламп розжарювання, чи то ДРЛ або ДРІ на одну фазу, та не більше 50 ЛЛ на одну фазу. Зазначу мінімально допустимий переріз проводів освітлювальної мережі для мідних проводів становлять 1 мм^2 , а для алюмінієвих - 2.5 мм^2 . Для прокладання кабелів освітлювальної мережі використовується провід марки АПВ. На рівні підвісу ліхтарів кабелі прокладаються в трубах діаметром 40 мм, після чого використовується тросове прокладання на катанці діаметром 5,5 мм. Живлення освітлювальної мережі здійснюється від щитів типу ЩО 31-32 з автоматами відключення АЗ114 та ввідним автоматом АЕ-1031-11.

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

РОЗДІЛ 3

РЕЖИМИ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ СИСТЕМИ

ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Високовольтне навантаження у даному проекті відсутнє. Знайдемо економічне обґрунтування значення максимальної реактивної потужності $Q_{e,MAX}$, яку можна буде передавати в цехову мережу.

3.1 Розрахунок балансу реактивної потужності та вибір компенсуючих пристроїв

Для СЕП промислового підприємства в цілому:

$$Q_{e,MAX} = P_p \cdot \operatorname{tg} \phi_e = 704 \cdot 0.15 = 105 \text{ кВар}$$

Визначимо необхідну сумарну потужність КП в цехових мережі :

$$Q_{KY} = Q_{PH} - Q_{e,MAX} = 321 - 105 = 216 \text{ кВар}$$

При такому навантаженні число варіантів практично обмежено вибором двотрансформаторних ТП. Розраховуємо мінімальну кількість цехових трансформаторів ТП при потужності трансформатора 630 та 1000 кВ. Отже:

$$N_{min} = \frac{P_p}{K_z \cdot S_{тр.ном}} = \frac{704}{0,7 \cdot 630} = 1,6$$

До встановлення маємо прийняти 2 трансформатори ТМ 630/10.

$$N_{min} = \frac{P_p}{K_z \cdot S_{тр.ном}} = \frac{704}{0,7 \cdot 1000} = 1.$$

До встановлення маємо приймати 1 трансформатор ТМ 1000/10. Виконаємо техніко-економічне порівняння обох варіантів і однозначно визначимось з подальшим варіантом.

Варіант I: встановлення 2 силових трансформаторів ТМ 630/10 в кондитерському цеху. Знайдемо реактивну потужність, яку можна передати через обрані трансформатори:

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

$$Q_m = \sqrt{(N_m \cdot K_3 \cdot S_{тр.ном})^2 - P_p^2} = \sqrt{(2 \cdot 0,55 \cdot 630)^2 - 704^2} = 0 \text{ кВар}$$

Обчислюємо основну потужність низьковольтних цехових компенсуючих пристроїв:

$$Q_{кн} = Q_p - Q_m = 321 - 0 = 321 \text{ кВар}$$

Обидна варіанти попередньо дозволяють встановлювати компенсуючі пристрої тільки НН.

Варіант II: встановлення 1 трансформатору ТМ 1000/10 Отже, реактивна потужність, яку можна передати через трансформатор

$$Q_m = \sqrt{(N_m \cdot K_3 \cdot S_{тр.ном})^2 - P_p^2} = \sqrt{(1 \cdot 0,7 \cdot 1000)^2 - 704^2} = 0 \text{ кВар}$$

Потужність КУ на стороні НН:

$$Q_{кн} = Q_p - Q_m = 321 - 0 = 321 \text{ кВар}$$

Потужність КП, що встановлюється на шинах 10 кВ:

$$Q_{кв} = Q_p - Q_{кн} - Q_e = 0 \text{ кВар}$$

3.2 Вибір кількості, потужності та місця розташування компенсуючих пристроїв

Реактивна потужність, яку можна бути передана до цехової мережі і отже потужність компенсаційних пристроїв у цехових мережах. Розрахункові втрати для I варіанту.

Втрати активної потужності в конденсаторах:

$$\Delta P_{кв} = 2,5 \cdot 0 = 0 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_{кн} = 4,5 \cdot 0,15 = 0,675 \text{ кВт}$$

Втрати активної потужності при передачі реактивної потужності через цехові трансформатори:

$$\Delta P_{mn} = \frac{Q_n^2}{U_n^2} \cdot R'_{ек} = \frac{321^2}{10^2} \cdot 10,6 \cdot 10^{-6} = 10,92 \cdot 10^{-6} \text{ кВт}$$

$$R'_{ек} = \frac{\Delta P_{кн} \cdot U_n^2}{N_m \cdot S_{н.тр}^2} = \frac{0,675 \cdot 10^2}{1 \cdot 1000^2} = 10,6 \cdot 10^{-6} \text{ кОм}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Вартість КТП: $K_{ktn\Sigma} = N \cdot K_{ktn} = 1 \cdot 260 = 260$ тис.грн.

Вартість батарей конденсаторів НН: $K_{кн} = \sum_{i=1}^n N_{кні} \cdot K_{кні} = 3 \cdot 12 = 36$ тис.грн.

Вартість батарей ВН: $K_{кв} = \sum_{i=1}^n N_{кві} \cdot K_{кві} = 0$ тис.грн.

Розрахункові витрати на компенсацію реактивної потужності:

$$\begin{aligned} Z &= E_n \cdot (K_{кн} + K_{кв} + K_{ktn}) + (\Delta P_{кн} + \Delta P_{кв} + \Delta P_{tn}) \cdot C_o \cdot \tau = \\ &= 0,12 \cdot (260 + 0 + 36) + (0 + 0,675 + 10,92) \cdot 2,46 \cdot 2872 \cdot 10^{-3} = \\ &= 37,04 \text{ тис.грн.} \end{aligned}$$

Розрахунки для другого варіанту проводимо аналогічно, результати зводимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1– Техніко-економічні звіт варіантів встановлення компенсуючих пристроїв

Показники	Одиниця виміру	Варіант	
		I	II
Вартість ТП	тис.грн.	260	268
Витрати КУ 0,4 кВ	тис.грн.	36	36
Витрати КУ 10 кВ	тис.грн.	-	-
Витрати на компенсацію	тис.грн.	37,04	53,4
Всього	тис.грн.	333,04	357,4

За результатами розрахунків варіантів встановлення компенсуючих пристроїв маємо перший варіант більш економічний, отже його і приймаємо для подальшого проектування з кількістю $N = 2$ шт трансформаторів та потужністю 630 кВА.

Ефективне розташування отриманої потужності КУ НН залежить від різних чинників, а саме схеми електропостачання та розподілу навантаження в цеховій мережі. Установка КУ на шинах цехових трансформаторних підстанцій

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

є неефективною з економічної точки зору і виправдана лише у випадках, коли розміщення КУ у цеховій мережі неможливе з огляду на пожежну безпеку.

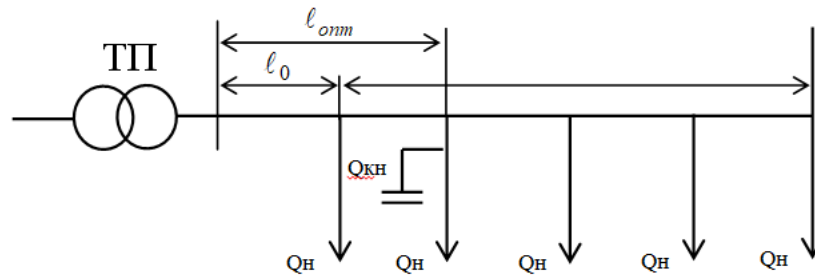


Рис. 3.1 – Схема місця встановлення цехових КУ НН

В данній роботі визначено, що в цехову мережу з мережі 10 кВ передається реактивна потужність $Q_c=321\text{кВар}$, яка розподіляється до РП по 8 лініях з опорами відповідно 0,035; 0,04; 0,015; 0,02 Ом. Реактивні навантаження зазначено в табл.3.2.:

Таблиця 3.2 – Визначення місця розташування цехових КУ

№ СП	Реактивна потужність, кВА	Довжина лінії, м	Питомий опір, мОм/м	Опір, мОм	Реактивна потужність, кВа
СП1	36,8	70	3,33	0,2331	28,27
СП2	35,6	55	3,33	0,1832	35,98
СП3	60,8	42	2,08	0,0874	75,44
СП4	44,2	54	3,33	0,1798	36,65
СП5	17,4	25	8,35	0,2088	31,57
СП6	5,6	15	8,35	0,1253	52,62
СП7	2,7	20	8,35	0,167	39,46

Необхідна $Q_{н\Sigma}=300\text{кВар}$.

Так як $Q_{кн} < Q_{н\Sigma}$, конденсаторні установки до шин ТП не підключаються, тому розподіляються по РП. Еквівалентний опір цехової мережі R_e , Ом та розподілення реактивної потужності по окремим РП для 1, маємо наступне:

$$R_e = \frac{1}{\frac{1}{0,2331} + \frac{1}{0,1832} + \frac{1}{0,0874} + \frac{1}{0,1798} + \frac{1}{0,2088} + \frac{1}{0,1253} + \frac{1}{0,167}} = 0,02198$$

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

$$Q_1 = \frac{300 \cdot 0,02198}{0,2331} = 28,9 \text{ кВар}$$

Потужність реактивного навантаження $Q_{H3}=60,8$ кВар. Це менше отриманої розрахункової $Q_3=75,44$ кВар і вказує на неекономічність установки більшої КУ на РП-3. Приймаємо $Q_3=Q_{H3}=60$ кВар і враховуємо цю потужність при передачі реактивної потужності на інші РП, а також перераховуємо значення R_e без опору лінії r_3 до РП-3. Те саме і для $Q_3=Q_{H3}=20$ кВар.

$$R_e = \frac{1}{1/0.2331 + 1/0.1832 + 1/0.1798} = 0,065312 \text{ Ом,}$$

$$\text{тоді } Q_1 = \frac{(321-80) \cdot 0,0065312}{0,02331} = 67 \text{ кВар,}$$

Обчислити потужності КП з обліком стандартного ряду потужностей ККУ:

$Q_{KH1}=35$ кВар (приймаємо УКРМ 0,4-35/4-5 (5+5+10+15))

$Q_{KH2}=35$ кВар (приймаємо УКРМ 0,4-35/4-5 (5+5+10+15))

$Q_{KH3}=60$ кВар (приймаємо УКРМ 0,4-50/10-4 (5+10+15+20))

$Q_{KH4}=40$ кВар (приймаємо УКРМ 0,4-35/4-5 (5+5+10+15))

$Q_{KH5}=15$ кВар (приймаємо УКРМ 0,4-25/3-5 (5+10+10))

$Q_{KH6}= 0$ (потужність КУ дорівнює нулю).

$Q_{KH7}=0$ кВар (потужність КУ дорівнює нулю).

Висновок: Приймаємо до встановлення зазначені вище компенсуючі пристрої низької напруги.

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
					27

РОЗДІЛ 4

ВИБІР ПОТУЖНОСТІ ТА МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ЦЕХОВИХ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ (ТП)

Цехові ТП частіше не мають розподільного пристрою високої напруги і застосовується з'єднання безпосереднє кабельних ліній і трансформатора. Перевагу віддати комплектним ТП. Вибір кількості та потужності приймають відповідно питомої щільності навантаження. Внутрішньоцехові підстанції розміщують в центрі електричних навантажень для зменшення протяжності низьковольтної мережі і, як наслідок, зменшити втрати потужності в них.

З добового графіка навантаження кондитерського цеху глазурування виробів маємо максимальне навантаження за найбільш завантажений день $S_{\max}=730$ кВА і тривалість його навантаження на добу $t_{\text{Т.М.}}=2$ год.

Визначимо коефіцієнт заповнення графіка навантаження за добу:

$$K_{з.г.} = S_{з.д.} / S_{\max} = 464,9/730=0.64$$

$$\text{де } S_{з.д.} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i t_i}{24} = \frac{11158,4}{24} = 464,9 \text{ кВА}$$

$$\text{маючи } \sum_{i=1}^n S_i t_i = 11158,4 \text{ кВАгод}$$

За монограмі [1] - допустиме систематичне перевантаження у відповідності з добовим графіком навантаження $S'_{\text{доб.пер.}}=0,2 S_{\text{НОМ.ТР.}}$. При нерівномірності річного графіка навантаження може бути допущення додаткового перевантаження трансформаторів на 15%, тобто $S_{\text{дод.}}= 0,15 S_{\text{НОМ.ТР.}}$

Визначаємо суму припустимих навантажень трансформаторів в нормальному режимі при максимальному навантаженні цеху:

$S_{\text{доп.пер.}}=S'_{\text{доб.пер.}}+S_{\text{дод.}}=0,2 S_{\text{НОМ.ТР.}}+0,15 S_{\text{НОМ.ТР.}}=0,35 S_{\text{НОМ.ТР.}}$ але не більше 30%.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Розглянемо два варіанти раніше намічених потужностей цехових трансформаторів: $S_{\text{НОМ.ТР1}} = 630$ кВА та $S_{\text{НОМ.ТР2}} = 1000$ кВА їх коефіцієнти навантаження і перевіримо можливість перевантажень.

$$K_{31} = \frac{S_{\text{макс}}}{n \cdot S_{\text{н.т}}} = \frac{740}{2 \cdot 630} = 0,58$$

$$K_{32} = \frac{S_{\text{макс}}}{n \cdot S_{\text{н.т}}} = \frac{740}{1000} = 0,74$$

Маємо $1,4 S_{\text{НОМ.ТР1}} = 1,4 \cdot 630 = 882$ кВА – це 116% всієї потужності цеху, що споживається, це є припустимим.

Варіант 1.

$$\Delta Q_{\text{х.х}} = S_{\text{н.т}} \frac{I_{\text{х.х}}}{100} = 630 \frac{1,8}{100} = 11,34 \text{ кВар}$$

$$\Delta Q_{\text{к.з}} = S_{\text{н.т}} \frac{U_{\text{к}} \cdot K_3^2}{100} = 630 \frac{5,5 \cdot 0,58^2}{100} = 11,25 \text{ кВар}$$

$$\Delta P'_{\text{х.х}} = \Delta P_{\text{х.х}} + D \cdot \Delta Q_{\text{х.х}} = 1,42 + 0,0129 \cdot 11,34 = 1,56 \text{ кВт}$$

$$\Delta P'_{\text{к.з}} = \Delta P_{\text{к.з}} + D \cdot \Delta Q_{\text{к.з}} = 7,6 + 0,0129 \cdot 11,25 = 7,75 \text{ кВт}$$

Приведені втрати потужності в трансформаторах:

$$\Delta P'_2 = 2\Delta P'_{\text{х.х}} + 2K_3^2 \cdot \Delta P'_{\text{к.з}} = 2 \cdot 1,56 + 2 \cdot 0,58^2 \cdot 7,75 = 8,33 \text{ кВт}$$

Втрати енергії в трансформаторах за рік складуть:

$$\begin{aligned} \Delta W_p &= \Delta P'_{\text{х.х}} \cdot 8760 + K_3^2 \Delta P'_{\text{к.з}} \tau = 1,56 \cdot 8760 + \\ &+ 0,58^2 \cdot 8,33 \cdot 2872 = 21713,55 \text{ кВт} \cdot \text{г} \end{aligned}$$

Варіант 2

$$\Delta Q_{\text{х.х}} = S_{\text{н.т}} \frac{I_{\text{х.х}}}{100} = 1000 \frac{1,4}{100} = 14 \text{ кВар}$$

$$\Delta Q_{\text{к.з}} = S_{\text{н.т}} \frac{U_{\text{к}} \cdot K_3^2}{100} = 1000 \frac{5,5 \cdot 0,74^2}{100} = 30,118 \text{ кВар}$$

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

$$\Delta P'_{X.X} = \Delta P_{X.X} + D \cdot \Delta Q_{X.X} = 2,2 + 0,0129 \cdot 14 = 2,38 \text{ кВт}$$

$$\Delta P'_{K.3} = \Delta P_{K.3} + D \cdot \Delta Q_{K.3} = 10,6 + 0,0129 \cdot 30,118 = 10,988 \text{ кВт}$$

Приведені втрати потужності в 1-му трансформаторі:

$$\Delta P'_1 = \Delta P'_{X.X} + K_3^2 \cdot \Delta P'_{K.3} = 2,38 + 0,74^2 \cdot 10,988 = 8,397 \text{ кВт}$$

Втрати енергії в трансформаторах за повний рік

$$\begin{aligned} \Delta W_p &= \Delta P'_{X.X} \cdot 8760 + K_3^2 \Delta P'_{K.3} \tau = 2,38 \cdot 8760 + \\ &+ 0,74^2 \cdot 8,397 \cdot 2 \cdot 2872,2 = 38146,63 \text{ кВт} \cdot \text{г} \end{aligned}$$

Виконуємо техніко-економічні порівняння варіантів зводимо в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Техніко-економічне порівняння варіантів встановлених ТР

Показники	Потужність, кВА	
	2х630	1000
Капітальні витрати, тис.грн.	260	368
Вартість річних втрат, тис.грн	68,175	93,839
Амортизація, тис.грн.	19,955	21,563
Обслуговування, тис.грн.	3,9	4,3
Приведені річні витрати, тис.грн.	352,03	487,7

Висновок: витрати за перший варіант щорічно менше на 27% порівняно з другим варіантом. Оскільки потужність електричних споживачів цеху розподілена майже рівномірно за його площею, а умови в цеху відповідають нормам пожежної та вибухобезпеки, для приміщень категорії Д, тому можемо ми встановити трансформаторну підстанцію безпосередньо в цеху.

РОЗДІЛ 5

РОЗРАХУНОК СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ.

ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ВН І НН

5.1 Розрахунок струмів КЗ

Виконаємо розрахунок струмів трифазного КЗ в мережі напругою 0,4 кВ за схемою Додаток В рис.В.1. Схему заміщення представлено у Додатка В на рис.В.2

Зазначимо опори цехового Т:

$$R = \Delta P \frac{U_{ном}^2}{S_{ном.тр}^2} = 10,6 \frac{0,4^2}{630^2} = 2,54 мОм$$

$$X = \sqrt{U_k^2 - \left(\frac{\Delta P k}{S_{ном.тр.}} \right)^2} \cdot \frac{U_{ном}^2}{S_{ном.тр}} \cdot 10^6 = \sqrt{\left(\frac{5,5}{100} \right)^2 - \left(\frac{10,6}{630} \right)^2} \cdot \frac{0,4^2}{630} \cdot 10^6 = 8,63 мОм$$

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

$$r_a = r_{розц} + r_{П.К.} = 0$$

$$x_a = x_{розц} = 0,05$$

Визначаємо сумарний опір до КЗ точці К (рис.8.2)

$$r_K = r_{TP} + r_a + r_{TC} + r_{III} + r_{K.3} = 2,54 + 0 + 0 + 0,088 + 15 = 17,627 мОм$$

$$x_K = x_{TP} + x_a + x_{TC} + x_{III} = 8,63 + 0 + 0,05 + 0,628 = 9,31 мОм$$

$$Z_K = \sqrt{r_K^2 + x_K^2} = \sqrt{17,627^2 + 9,31^2} = 19,194 мОм$$

Визначаємо трифазний струм КЗ в точці К

$$I_K^{(3)} = \frac{U_H}{\sqrt{3} Z_K} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 19,194} = 12,032 кА$$

Отже, ударний струм КЗ в точці К

$$T_a = \frac{x_K}{\omega \cdot r_K} = \frac{9,31}{3,14 \cdot 16,785} = 0,0018 с$$

$$k_y = 1 + e^{-\frac{0,01}{T_a}} = 1 + e^{-\frac{0,01}{0,0018}} = 1,004$$

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

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot k_{y\partial} \cdot I_K^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 1,004 \cdot 12,032 = 17,084 \text{ кА}$$

Струм однофазного КЗ визначають по наближеній формулі, кА

$$I_K^{(1)} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \left(Z_{II} + \frac{Z_T^{(1)}}{3} \right)}$$

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

$$r_{IIK} = r_a + r_{TC} + r_{ШФ} + r_{K.3} + r_{Ш0} = 1,696 + 0 + 0,088 + 15 + 0,175 = 16,96 \text{ мОм}$$

Нульова шина виконана алюмінієвою шиною перерізом 100x80 мм²

$$r_0 = 0,0438 \text{ мОм}$$

$$r_{Ш0} = r_0 \ell = 0,0438 \cdot 4 = 0,175 \text{ мОм}$$

$$x_{II} = x_{aII} + x_{TC.II} + x_{Ш.II}$$

Для елементів схеми можливо приблизно приймати для шин і апаратів $x_{II} \approx 2x$; для трижильних кабелів $x_{II.KЛ} \approx 4x_{КЛ}$; для чотирижильних кабелів $x_{II.KЛ} \approx 2,5x_{КЛ}$

$$x_{IIk} = 2x_a + 2x_{TC} + 2x_{Ш} = 2 \cdot 0,05 + 0 + 2 \cdot 0,628 = 1,356 \text{ мОм}$$

$$Z_{IIk} = \sqrt{r_{IIk}^2 + x_{IIk}^2} = \sqrt{16,96^2 + 1,356^2} = 17,014 \text{ мОм}$$

Приймаємо $Z_T^{(1)} = 27 \text{ мОм}$ (додаток Д.*), звідки

$$I_K^{(1)} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \left(Z_{II} + \frac{Z_T^{(1)}}{3} \right)} = \frac{400}{\sqrt{3} \left(17,014 + \frac{27}{3} \right)} = 8,878 \text{ кА}$$

Опори автоматичного вимикача складаються з опору розціплювача і опору перехідного контакту. Опори для розрахунку струмів КЗ представлені в Додатку В таблиця В.1. Результати розрахунку струмів трифазного КЗ зводимо до таблиці В.2 Додатку В.

						Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2. Вибір автоматів цехової мережі

Вибрати номінальні струми й уставки спрацьовування розчіплювачів для захисних апаратів цехової мережі

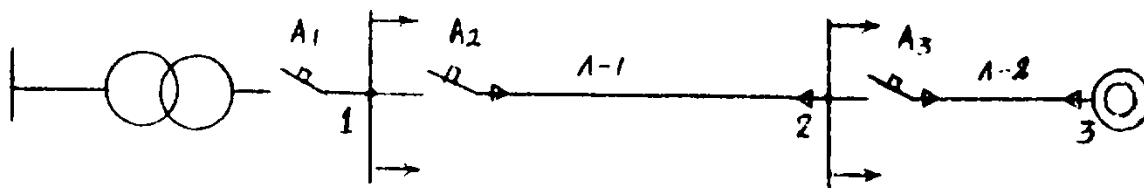


Рис. 5.1 – Розрахункова схема цехової мережі

Вибір автомата A-1

В КТП потужністю 630 кВА шафи типу КП-6 на вводі мають автомати типу АВМ-20, а отже автомат A-1 вибираємо з тієї ж серії.

1. Номінальний струм ввідного автомата вибираємо з умов аварійного режиму

$$I_{A1} = \frac{1,4 \cdot S_{н.т.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{1,4 \cdot 630}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 1274,5 \text{ кА}$$

2. Ін.расц = 1500 А

3. Струм установки спрацьовування в зоні струмів перевантаження

$$I_{у \text{ тепла}} = 1,25 \text{ Ін.расц} = 1,25 \cdot 1500 = 1875 \text{ А}$$

4. Струм відсічки в зоні КЗ визначаємо по кратності спрацьовування відповідає трикратному значенню номінального струму розчіплювача:

$$I_{у, \text{расц}} = 3 \cdot 1500 = 4500 \text{ А.}$$

Для витримки часу дії КЗ приймаємо час 0,45 с

5. Перевіряємо за умовою:

$$4500 > 1,25 \cdot 1274,5$$

$$1875 < 1,25 \cdot 1500$$

6. Перевіряємо на відключення однофазного КЗ :

$$16000 \text{ А} > 15000 \text{ А}$$

					Арк.
					33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Вибір автомата типу А3110 та А3730

Автомати А-3100 доступні з різними типами розчеплювачів: тепловими, електромагнітними або комбінованими, призначеними для струмів від 15 до 600 А. У них не передбачено можливість регулювання уставок розчеплювачів.

У селективних вимикачах можна регулювати час спрацювання в діапазоні 0,1 – 0,4 секунди у зоні КЗ. Вони забезпечують захист тільки за допомогою напівпровідникових розчіплювачів. Для інших ліній вибір і перевірка автоматичних вимикачів проводиться у нашій роботі аналогічно і результати вибору зводимо в таблиці В.3 Додатку В.

5.3. Вибір трансформаторів струму та напруги

В роботі слід виконати вибір трансформатору струму на вводі 0,4 кВ:

$$I_{\text{норм}} \leq I_{\text{ном}}, \text{ отже } 910 < 50 \text{ А}$$

$$I_{\text{мах}} \leq I_{\text{ном}}, \text{ отже } 1274 \text{ А} < 100 \text{ А}$$

за електродинамічною стійкістю:

$$i_y \leq i_{\text{дин}}, \text{ отже } 19,7 \text{ А} < 81 \text{ кА}$$

за термічною стійкістю:

$$B_k \leq I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}, \text{ отже } 44,5 \text{ кА}^2\text{с} < 31,5^2 \cdot 3 = 2976,75 \text{ кА}^2\text{с}$$

за вторинним навантаженням:

$$Z_2 \leq Z_{\text{ном}}$$

Визначимо навантаження по фазах на трансформаторах струму

Таблиця 5.1 – Вторинне навантаження ТС на вводі 0,4 кВ

Прилад	Тип	Навантаження фази, ВА		
		А	В	С
Амперметр	Е377	0,1	-	-
Лічильник активної та реактивної енергії	НІК-2303І	0,05	0,05	0,05
Всього		0,15	0,05	0,05

Таблиця 5.2 – Вторинне навантаження ТС на лініях

Прилад	Тип	Навантаження фази, ВА		
		А	В	С
Амперметр	Е377	0,1	-	-
Лічильник активної та реактивної енергії	НІК 2303 АРПЗТ	0,05	0,05	0,05
Всього		0,15	-	0,15

Визначемо опір приладів вторинного навантаження для перевірки:

$$Z_2 = Z_{пр} + R_{пров} + R_{Конт}$$

де $Z_{пр}$ – опір приладів, що послідовно підключені до вторинних кіл

$$Z_{прил} = S_{прил} / I_{2НОМ}^2 = 0,15/5^2 = 0,006$$

$R_{Конт}$ – опір контактів, в розрахунках можливо прийняти $R_K = 0,05...0,1$ Ом; $R_{пров}$ – опір проводів.

Для певного класу точності (як правило 0,5) має виконуватись умова:

$$Z_{прил} + R_{пров} + R_K \leq Z_{2НОМ}$$

$$Z_{пр} = Z_{НОМ} - Z_{прил} - Z_K = 0,4 - 0,006 - 0,1 = 0,3894 \text{ Ом.}$$

Довжина ліній 0,4 кВ споживачів 3,5-5 м.

Розрахунковий переріз проводів:

$$F = \frac{\rho \cdot \ell_{розр}}{Z_{прил}} = \frac{0,0175 \cdot 3}{0,3894} = 0,13 \text{ мм}^2$$

$$Z_{пр} = \frac{\rho \cdot \ell_{розр}}{F} = \frac{0,0175 \cdot 3}{2,5} = 0,021 \text{ Ом}$$

$$Z_2 = Z_{прил} + Z_{пр} + Z_K = 0,15 + 0,021 + 0,1 = 0,27 \text{ Ом}$$

$$Z_2 \leq Z_{2НОМ}, \text{ тому маємо } 0,27 \text{ Ом} \leq 0,4 \text{ Ом}$$

На лініях до СП, встановлюємо ТС типу ТСА і ТСВ.

Вибір трансформаторів струму цеху зводимо до Додатку В таблиця В.4.

Вибір трансформаторів напруги в проекті не проводився, оскільки ТН не застосовується при підключенні лічильників.

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

5.4 Вибір системи комплексного обліку електроенергії АСКОЕ

Комерційний облік електроенергії кондитерського цеху використовується для розрахунків між постачальником та споживачем за використану електроенергію. Це вимагає встановлення комерційних лічильників на межі мережі між електропостачальною організацією та цехом. Згідно з правилами, клас точності встановленого комерційного лічильника повинен бути не менше 0,5. У випадку електропостачання цеху з двотрансформаторною підстанцією 10/0,4 кВ, планується встановлення двох комерційних лічильників на входах 0,4 кВ після цехових трансформаторів. Це необхідно через правовий статус кондитерського цеху глазурування виробів як юридичної особи.

Технічний облік електроенергії кондитерського цеху використовується для моніторингу розподілу потоків та втрат електроенергії на об'єкті. Лічильники цеху, призначені для цього обліку, відомі як лічильники технічного обліку кондитерського цеху, зазвичай мають клас точності не більше 1,0. Необхідно передбачити можливість встановлення додаткових лічильників для контролю витрат електроенергії окремими ділянками кондитерського цеху, технологічними лініями та окремими енергоємними агрегатами. Схему організації обліку на об'єкті можна побачити на рисунку 5.2.

За допомогою багатофункціональних лічильників в цеху електроенергії НІК, промислових контролерів КС та іншого спеціалізованого обладнання, можна показати систему комплексного обліку електроенергії АСКОЕ з трьома рівнями. На нижньому рівні знаходяться лічильники електричної енергії НІК, середній рівень представлений пристроєм збору та передачі даних КС-03, а верхній рівень - це система АСКОЕ NovaSyS для обраного цеху.

Програмне забезпечення АСКОЕ складається з багаторівневої системи, яка автоматизовано збирає інформацію з усіх встановлених приладів обліку. На нижньому рівні розташований центральний сервер зі стандартною системою управління базами даних (СУБД), такою як MS SQL або Postgres, та

						Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

програмний комплекс NovaSyS Enterprise. Забезпечується доступ до бази даних цехової АСКОЕ з клієнтських робочих місць. Програмний комплекс NovaSyS Enterprise виконує наступні функції:

- періодичний збір інформації з приладів обліку на майданчиках вимірювання з зазначеним наперед періодом опитування (наприклад, раз на добу, раз на годину);
- виконує розрахунок параметрів енергоспоживання;
- формує звіти різного рівня складності;
- проведе аналіз збору та повноти інформації обраного цеху, ділянки;
- контролює поточні потужності за окремими точками або групами обліку кондитерського цеху;
- відправляє вище зазначену інформації в енергокомпанію.

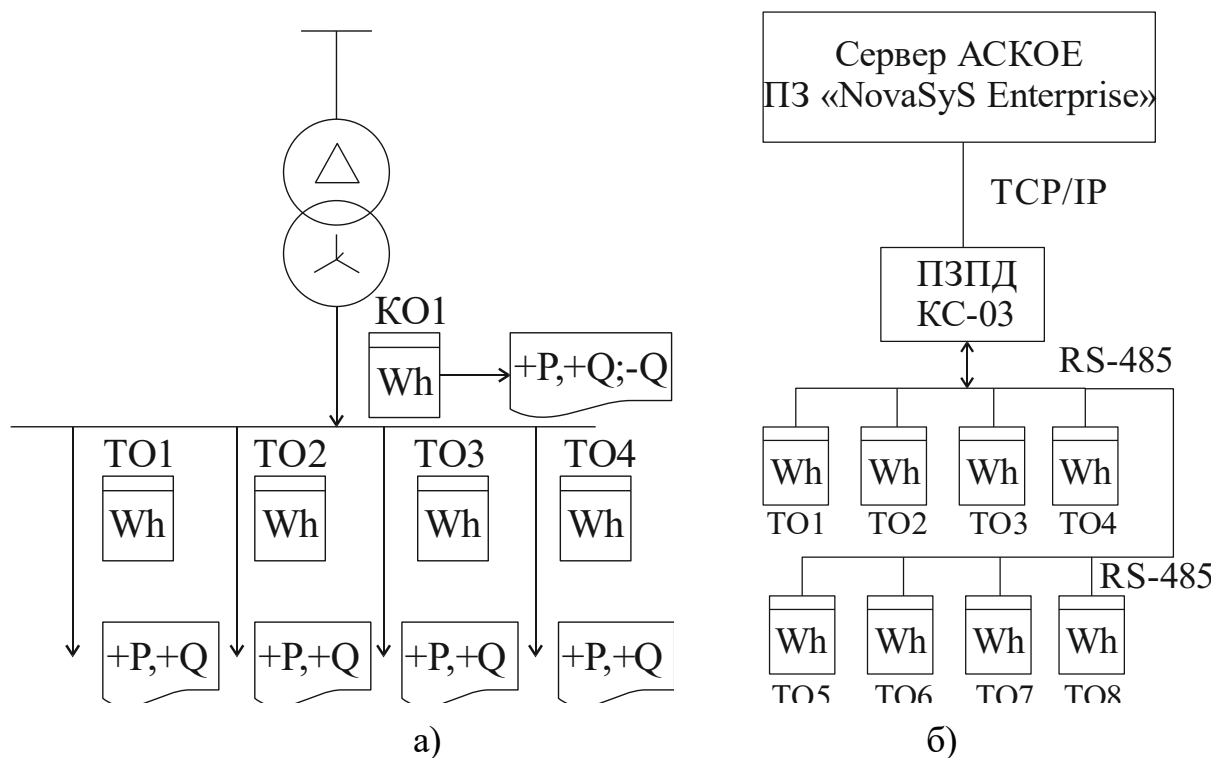


Рис.5.2 - Схема організації обліку:

а) схема розташування приладів обліку; б) організація передачі даних від лічильників до АСКОЕ по каналах зв'язку

Отже, на основі універсальних лічильників електроенергії НІК, контролерів КС-03 та спеціалізованого програмного забезпечення NovaSyS Enterprise можна розробити автоматизовану систему комплексного обліку електроенергії, яка показана на рис. 5.2 (б).

Використовується контролер збору даних КС-03 для передачі інформації від лічильників електроенергії технічного та комерційного обліку, зображений



Рис.5.3- Контролер збору даних КС 03

на рис. 5.3. Цей пристрій, що має інтегрований контролер збору даних, розроблено для дистанційного моніторингу та управління промисловими мережами різної складності. Контролер здійснює збір, накопичення і передачу інформації про спожиту електроенергію на сервер з трьохфазних лічильників електроенергії, які обладнані інтерфейсами RS-232/485. В складі автоматизованої системи обліку і контролю

електроенергії (АСКОЕ) контролер приймає та обробляє дані, як з лічильників електроенергії безпосередньо, так і з комутаційних контролерів, які можуть функціонувати як проміжні ланки між лічильниками та контролером збору даних. Управління пристроєм здійснюється віддалено через Ethernet мережу. Для комерційного обліку електроенергії використовується лічильник електричної енергії НІК 2303 І. Цей лічильник призначений для вимірювання активної та реактивної енергії в трифазних трипровідних і чотирипровідних колах змінного струму. Він здатний працювати як з одним, так і з декількома тарифами. Лічильник може вимірювати енергію прямому, так і в зворотному напрямку. Технічні характеристики цього лічильника включають: клас точності для вимірювання активної енергії 0,5s або 1,0 та реактивної енергії 1,0 або 2,0; номінальну напругу від 3x220 / 380 В або 3x100 В; максимальну споживану потужність в колах напруги до 10 (2) В·А (Вт); максимальну споживану потужність в колах струму ($I = I_n$) до 0,05 В·А; номінальну силу струму 5 А;

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

можливість пофазного обліку всіх вимірюваних величин; до 12 тарифів і 24 тимчасових зон для багатотарифного обліку з автоматичним переходом на зимовий і літній час; оптичний порт для програмування і зчитування даних; 2 елементи живлення вбудованого годинника реального часу; м і ж повірочний інтервал - 16 років.

Триелементні лічильники використовують трансформаторну схему для вимірювання струму та пряму схему для вимірювання напруги. Вони призначені для використання в трьохфазних чотирьохпровідних мережах. Схема їх підключення показана на рис. 5.4.

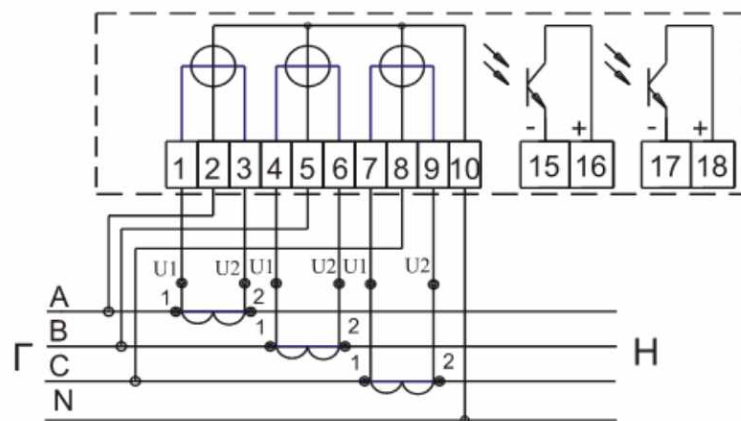


Рис. 5.4 - Схема підключення лічильника НІК до чотирьохпровідної мережі кондитерського цеху глазурування виробів

РОЗДІЛ 6

СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ. ЕЛЕКТРОЗБЕРЕЖЕННЯ КОНДИТЕРСЬКОГО ЦЕХУ ГЛАЗУРОВАННЯ ВИРОБІВ

Виробники кондитерських виробів - це підприємства, що мають вимоги і певні стандарти щодо якості освітлення. Процес виробництва потребує уваги до деталей, отже недостатнє або мерехтливе освітлення може призвести до погіршення якості продуктів, швидкої втоми працівників та інцидентів на виробництві. Вибір системи освітлення для кондитерського цеху залежить від унікальності його процесів роботи. Умови у виробничому приміщенні, такі як вологість та температура, можуть постійно змінюватись. Отже, при розробці системи штучного освітлення для таких приміщень важливо враховувати ці особливості. Крім того, при розробці проєкту освітлення для кондитерського цеху глазурування виробів необхідно враховувати не лише особливості виробництва, а й загальні санітарно-гігієнічні вимоги до умов роботи працівників.

У цьому розділі розглядаються можливі варіанти систем освітлення специфічного виробництва і заходи по здешевленню виробничого процесу шляхом економії використання електричної енергії в системі освітлення.

6.1 Джерела світла для організації штучного освітлення хлібопекарського цеху глазурування виробів

Відповідно до ДБН В. 2.5–28–2006 для загального освітлення приміщень рекомендується використовувати розрядні джерела світла, надаючи перевагу джерелам із найбільшою світловою віддачею і тривалим строком служби. Застосування ламп розжарювання для цієї мети допускається лише у випадках, коли використання розрядних ламп неможливе або неекономічне. Використання ксенонових ламп у приміщеннях заборонено.

Для місцевого освітлення, крім розрядних джерел світла, рекомендується використовувати лампи розжарювання, включаючи галогенові.

						Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основними критеріями для сучасного освітлення є забезпечення найкращих умов для зорової роботи, можливість керування освітленням безпосередньо з робочого місця, енергоефективність, енергозбереження на протязі всього терміну експлуатації та найменший вплив на навколишнє середовище.

Найбільш широкого використання для забезпечення штучного освітлення в подібних цехових приміщеннях набули розрядні лампи, такі як люмінесцентні, ртутні, високого тиску дугові типу ДРЛ та інші. Вони випромінюють світло через електричний розряд у інертних газах і парах металів, а також за рахунок явища люмінесценції. Зазначу ряд переваг розрядні ламп: випромінювання майже природнього світла, термін дії до 20 тис годин, світловіддача до 80 лм/Вт, низька споживана потужність.

Найпоширенішим видом подібних джерел є ртутна люмінесцентна лампа (рис 6.1, а), яка складається з скляної трубки, заповненої парами ртуті та покритої на внутрішній поверхні шаром люмінофора.



а)

б)

Рисунок 6.1 – Зовнішній вигляд стандартної трубчастої люмінесцентної лампи:

а) трубчаста люмінесцентна лампа, б) виробниче приміщення

Електроди в ЛЛ представлені вольфрамовими нитками, покритими пастою з лужноземельних металів. Ця паста гарантує стабільний тліючий розряд, оскільки без неї вольфрамові нитки можуть перегрітись і вигоріти. У процесі

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

експлуатації, особливо при частому запуску, ця паста поступово втрачає свої властивості. З часом паста обсипається з електродів, випаровується та вигорає. Це може спричинити перегрів електрода та призвести до потемніння на кінцях лампи. Саме це помітно скорочує терміну служби.

При функціонуванні ЛЛ виникає тліючий електричний розряд між двома електродами, що розташовані на протилежних її кінцях. Лампа наповнена парами ртуті, і електричний струм, що проходить через неї, викликає утворення ультрафіолетового випромінювання. Внутрішні поверхні лампи покриті спеціальною речовиною, відомою як люмінофор, яка поглинає ультрафіолетове випромінювання та перетворює його у видиме світло. Змінюючи склад люмінофора, можна впливати на тон світіння, що випромінюється лампою.

Оскільки люмінесцентна лампа має властивість від'ємного диференційного опору (чим більше струм через неї, тим менший опір), її з'єднують з електричною мережею за допомогою спеціального пристрою - баласту. Це перешкоджає завчасному виходу лампи з ладу. На сьогоднішній день існують два типи баластів: електромагнітний та електронний.

Електромагнітний баласт, показаний на рис. 6.2 а), є індуктивним опором (дроселем), який з'єднується послідовно з лампою. Для запуску лампи з таким баластом також потрібен стартер. Цей тип баласту має переваги у своїй простоті та невеликих затратах. Однак має недоліки, такі як мерехтіння лампи (при частоті струму 50 Гц пульсація лампи відбувається 100 разів в секунду), що може збільшувати втомлюваність та негативно впливати на зір, а також може призводити до стробоскопічного ефекту. Також характеризується відносно тривалим часом запуску (зазвичай 1...3 секунди, що збільшується з часом експлуатації) та більшим споживанням енергії порівняно з електронним баластом.

Електронний баласт, як показано на рис. 6.2 б), представляє собою електронну схему, яка підвищує частоту подачі струму на лампу в 10...100 разів (20...60 кГц). Цей тип баласту має кілька переваг порівняно з електромагнітним:

						Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відсутність мерехтіння і гулу, компактніші розміри і менша маса. Крім того, він характеризується швидшим часом запуску 0,5...1 с.



а)

б)

Рисунок 6.2 – Електромагнітний (а) та електронний баласт (б)

ЛЛ надають можливість створення світла різного спектрального складу, а саме теплий, природний, білий, денний, що може значно розширити колірну палітру. Існують спеціальні рекомендації щодо вибору типу відтінку світла ЛЛ для різних сфер застосування. Так для освітлення у виробничих приміщеннях широко використовуються трубчасті люмінесцентні лампи різного відтінку: білого світла (ЛБ), теплого-білого світла (ЛТБ), холодного-білого світла (ЛХБ), денного світла (ЛД), з кращою передачею кольорів (ЛДЦ).

Зазначу поділ ЛЛ денного світла на типи: колбні (трубчасті) і компактні.

Колбні лампи мають форму скляної трубки і відрізняються за діаметром та типом цоколя. Наприклад, вітчизняна люмінесцентна лампа з потужністю 20 Вт («ЛБ-20») та її європейський аналог T8 18W є прикладом такої лампи.

Однак у деяких випадках лінійна форма колбних ламп може бути незручною. Щоб отримати більш компактне джерело світла, виготовляються лампи у формі кільця, U- або W-подібної форми. Кільцеві лампи мають потужність від 20 до 40 Вт, U-подібні – від 15 до 80 Вт, а W-подібні – 30 Вт.

Компактні люмінесцентні лампи (рис. 6.3,б) представляють собою лампи зі зігнутою трубкою і мають інший тип цоколя.

					Арк.
					43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



а



б

Рисунок 6.3 – Типи компактних люмінесцентних ламп

а) інтегровані компактні лампи з вбудованим баластом і стартером, доступні з цоколем E14, E27 і E40 для монтажу в стандартні побутові та промислові патрони; б) зовнішній вигляд КЛЛ без вбудованого стартера 13...36 Вт для промислових та побутових світильників

Компактні лампи відзначаються стійкістю до пошкоджень та зручними розмірами. Їх цоколі легко підходять до заміни у вже існуючих стандартних світильників, а термін експлуатації становить від 6000 до 15000 годин.

Обираючи люмінесцентні лампи, з урахуванням їхньої високої економічності, широкого вибору кольорів світла, можливості підбору кольірних характеристик під різні фази доби та тривалого терміну служби, важливо також усвідомлювати їхні недоліки. До основних недоліків ЛЛ варто відзначити наступне: незначна складність увімкнення, втрати потужності в пусковому баласті (до 30%), залежність світлових характеристик ЛЛ від температури оточуючого середовища, зниження світлового потоку наприкінці терміну експлуатації, пульсація світлового потоку. Додам, що схеми включення ламп постійно вдосконаленню і поступово зменшуються втрати в пускових баластах.

Світлові та електричні характеристики ЛЛ залежать від температури колби через фізичні властивості ртутного розряду. Температура колби визначається

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

температурою оточуючого середовища. Отже, температура повітря навколо лампи має бути в діапазоні не нижче 5 і не вище 50°C, і номінальні світлові показники лампи гарантуються лише в межах температурного діапазону від 18 до 25 °C. Для приміщень виробничого цеху з підвищеною температурою повітря 5...30°C або за температури 30...60°C можна застосувати амальгамні лампи. В останньому випадку такі лампи дають світловий потік на 25% більше, ніж стандартні.

Пульсація, характерна для лінійних (трубчастих) люмінесцентних ламп, зазвичай спостерігається при їх підключенні до електромережі за допомогою електромагнітного баласту. Тому однолампові трубчасті світильники рекомендується використовувати у неробочих зонах приміщень. Проте, у багатолампових світильниках цей недолік практично усувається. У таких приміщеннях, де існує ризик виникнення стробоскопічного ефекту, важливо забезпечити включення сусідніх світильників на різні фази живильної напруги або використати електронний баласт для їх підключення до мережі.

До недоліків освітлювальних систем з використанням ЛЛ також варто відзначити необхідність утилізації лампу. У КЛЛ кількість ртуті становить 2-3 мг (для порівняння, у термометрі - 2 мг), а в деяких типах амальгамних компактних ЛЛ ртуть практично відсутня у вільному стані - вона знаходиться в зв'язаному стані.

Для місцевого освітлення у приміщеннях цехового виробництва чи адмінбудівлях також можна використати шалогенні лампи (див. рис. 6.4). За структурою і за принципом дії схожі на лампи розжарювання, проте містять у газовому наповнювачі невеликі добавки галогенів (таких як бром, хлор, фтор або їхні сполуки). Ці домішки дозволяють уникнути потемніння колби, яке зазвичай виникає внаслідок випару атомів вольфраму, та зменшити втрату світлового потоку. Галогенні лампи виправдовують свої переваги порівняно з лампами розжарювання наступним чином: забезпечують максимальне освітлення при мінімальному споживанні електроенергії; мають значно більший термін служби (у 2...4 рази більший, ніж лампи розжарювання); забезпечують яскраве біле світло та

					Арк. 45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

кращу передачу кольору предметів; представлені в широкому асортименті; дозволяють більш точно направляти світловий потік; відрізняються міцністю та стійкістю до різких змін температури і перепадів атмосферного тиску. Металевий вольфрам, який випаровується під час розжарювання нитки, утворює з галогеном летку сполуку. Галогенід вольфраму циркулює у колбі, і коли досягає розжареної нитки вольфраму, розпадається на початкові компоненти. Галоген має повертатися у цикл, а металевий вольфрам частково осідати на нитці, а частково залишається у формі "атмосфери" навколо неї. Підвищена концентрація парів вольфраму поблизу нитки суттєво зменшує швидкість його випаровування, що убезпечує товщу нитки та зберігає прозорість скла. Це уповільнення процесу випаровування дозволяє більш інтенсивно розжарювати нитку, наближаючи колір її випромінювання до природного сонячного.

Галогенні лампи нового покоління (рис. 6.4 а), використовують покриття, яке фільтрує інфрачервоне світло, направляючи його назад на спіраль. Там частково воно поглинається, перетворюючи частину енергії в світло, що значно підвищує ефективність освітлення.

Галогенні лампи можуть бути високовольтними, які працюють під напругою 220 В, та низьковольтними, зазвичай 12-вольтні лампи. Останні лампи мають перевагу в плані безпеки, особливо в умовах високої вологості, і мають довший термін служби: до 2000 годин (високовольтні лампи), тоді як для 12-вольтних він становить 4000 годин. Зазначу, що підключення 12-вольтних ламп через знижувальний трансформатор та окремі провідники.

Зазначу ряд недоліків галогенні ламп:

1. Колби галогенних ламп схильні до значного нагрівання (до 500°C), тому важливо дотримуватися відповідних норм пожежної безпеки при їх встановленні. Недбале доторкання до ввімкненої або недавно вимкненої лампи може призвести до серйозних опіків. Навіть остигла лампа не повинна бути брана голими руками, оскільки це може залишити жирні сліди на колбі. Після ввімкнення, жир може обвуглитися внаслідок високої температури, що призводить до утворення чорних

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

вугільних частинок, які нагріваються і можуть спричинити перегрів та призвести до лопнення колби. Рекомендується брати лампу, використовуючи чисті тканинні рукавички чи серветку. Забруднену колбу слід протерти спиртом. В останні часи лампи з галогенними низьковольтними джерелами світла та відбивачем стали досить популярними. У таких лампах близько двох третин інфрачервоного випромінювання лампи відбивається напівпрозорим дзеркалом, що допомагає зменшити нагрівання освітлюваних об'єктів. Остиглі лампи з відбивачем можна брати в руки безпечно.



а)



б)

Рисунок 6.4 – Зовнішній вигляд та різновиди галогенних ламп: а) низьковольтна галогенна лампа з відбивачем (потужність 10 Вт, напруга 12 В); б) високовольтна галогенна лампа (потужність 40 Вт, напруга 230 В)

2. Галогенні лампи виявляють певну чутливість до різких перепадів напруги у мережі живлення та можуть швидко вийти з ладу в умовах нестабільного електропостачання. Тому рекомендується включати їх через стабілізатор напруги для забезпечення стабільної роботи. Для досягнення максимальної ефективності, лампу слід використовувати на повну потужність, яка зазначена виробником. Однак за допомогою стандартних світлорегуляторів можна регулювати яскравість лампи. При зниженні потужності лампи можна вимкнути галогенний цикл і використовувати її як звичайну лампу розжарювання.

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

Для відновлення роботи галогенів та очищення стінок колби від осаду металевих часток вольфраму досить протягнути лампу на повну потужність протягом кількох хвилин.

ЗУ спектрі випромінювання присутній надлишок ультрафіолету, що може негативно вплинути на здоров'я, тому без спеціальних фільтрів використання таких ламп не рекомендується.

Проте, незважаючи на усі недоліки, які було вказано вище, галогенні та люмінесцентні лампи є передовими джерелами штучного світла, які в значній мірі перевершують традиційні лампи розжарювання за своїми характеристиками.

Світлодіодні енергозберігаючі лампи (рис 6.5) призначені для використання як всередині приміщень, так і на вулиці. Такі лампи поєднують традиційне виконання з насиченістю та чистотою кольору, мають високу надійність. Вони використовують білі світлодіоди, що базуються на синіх світлодіодах зі сполуками галію, індію та нітрогену. Світло сприймається як біле завдяки комбінації синього та жовтогарячого світла. Білі світлодіоди мають значну світловіддачу до 330 лм/Вт, що перевершує показники ЛЛ і ламп розжарювання. Застосування цих ламп не потребує додаткових електронних баластів і дроселів, зменшуючи споживання електроенергії у два рази і маючи термін служби у 10 разів довший. Монтаж таких ламп є дуже простим.



а



б

Рисунок 6.5 – Різновид світлодіодних ламп з цоколем Е-27, напруга 220 В

а) світлодіодна лампа високої яскравості (1 CREE світлодіод потужністю 3 Вт, яскравість – 120 лм); б) світлодіодна лампа високої яскравості (5 CREE світлодіод потужністю 1Вті яскравістю – 300 лм)

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Зазначу переваги світлодіодних ламп:

- екологічність і безпечність для довкілля;
- мінімальне виділення тепла: більшість електроенергії використовується для світла, що призводить до значної економії;
- відсутність шуму і можливість застосування у вибагливих приміщеннях;
- м'яке світло без мерехтіння;
- відсутність ультрафіолетового випромінювання;
- широкий робочий діапазон напруги 80 - 230 В;
- економія електроенергії та довговічність;
- міцність і безпека (а саме, корпус з міцного полікарбонатного пластику набагато міцніший за скло).

Також важливо відзначити, що світлодіодні лампи, що доступні на ринку сьогодні, мають менший світловий потік порівняно з люмінесцентними. Отже, з точки зору досягнення необхідного рівня освітлення при мінімальному споживанні електроенергії найбільш ефективними є люмінесцентні лампи. Проте світлодіодні лампи є більш надійними і безпечними як для здоров'я людини, так і для навколишнього середовища.

6.2 Потенціал енергозбереження в освітлювальних установках в кондитерському цеху

Система освітлення є вагомим споживачем електроенергії і особливо в промислових та адміністративних будівлях. До основних заходів з економії в освітлювальних установках є:

1. Перехід на інший тип джерела світла з найбільш високою світловіддачею (лм/Вт).
2. Підвищення ККД вже існуючих освітлювальних приладів за рахунок їх кількості.
3. Підвищення ефективності використання відбиття світла у зазначеному приміщенні (відбиття поверхонь приміщень на 20% і більше за рахунок

					Арк. 49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

перефарбування в світлі тони), що дає в результаті заощадження 5-15% електроенергії.

4. Автоматизоване керування освітленням. Ефективність цього заходу є багатofакторною, методика розрахунку економії складна, та може бути виконана за необхідності точної оцінки.

5. Застосування пускорегулюючої апаратури (ПРА).

6. Повна заміна світильників: передбачає заміну ламп, підвищення ККД світильника, перерозподіл світильників за місцем розташування. Для оцінки економії електроенергії слід зробити світлотехнічний розрахунок освітленості для новообраних світильників до встановлення за методом коефіцієнта використання або точковим методом.

Розглянемо існуючий варіант освітлення кондитерського цеху. Система освітлення виконана світильниками типу ПВЛМ 1x80 (та ПВЛМ 1x40) із ККД = 52%; використані лампи типу ЛД 80 та ЛД 40 відповідно з $\eta = 75$ лм/Вт; режим роботи цехового приміщення - 1 зміна (з 8 до 17 годин); кількість світильників 205 та 13 штук відповідно. Виконаємо розрахунок:

1. Установлена потужність освітленню вальних приладів

$$P = P_{\text{лампи}} \cdot \kappa_{\text{ПРА}} \cdot N = 80 \cdot 1,2 \cdot 205 + 40 \cdot 1,2 \cdot 13 = 20341 \text{ Вт},$$

2. Річне енергоспоживання на освітлення

$$W_p = P \cdot T_{\text{рік}} \cdot \kappa_g = 20341 \cdot 1300 \cdot 0,92 = 9592,3 \text{ кВт год/рік}$$

3. Економія за рахунок переходу на ЛЛ зниженої потужності типу TL-D 36/84, в яких $h_N = 93$ лм/Вт:

$$\Delta W = W_p (1 - \kappa_{ic}) = 9592,3 (1 - 0,81) = 1822,5 \text{ кВт год/рік}$$

4. Економія за рахунок чистки світильників:

$$\kappa_{uc} = 1 - (g_c + b_c e^{-(t/tc)}) = 1 - (0,95 + 0,02) = 0,03;$$

$$\Delta W^2 = P \kappa_u = 20341 \cdot 0,03 = 0,610 \text{ кВт год/рік};$$

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

5. Економія енергії за рахунок підвищенні коефіцієнта відбиття поверхонь приміщення до $r = 0,5$ (побілка) складатиме 10% або

$$\Delta W^3 = 20341 \cdot 0,01 = 0,20341 \text{ кВт год/рік};$$

6. Економія енергії в результаті запровадження системи автоматичного включення й відключення системи освітлення

$$\Delta W^4 = W_p (k_{\text{за}} - 1) = 20341 (1,1 - 1) = 0,2034 \text{ кВт год/рік};$$

7. Економія енергії внаслідок установлення електронних ПРА з $K_{\text{пра}}^N = 1,1$

$$\Delta W^5 = W_{\Gamma} (1 - K_{\text{пра}}^N / K_{\text{пра}}) = 20341 \cdot (1 - 0,92) = 1,627 \text{ кВт год/рік};$$

8. Економія за рахунок установки нових світильників з більше високим ККД = 75%, але з аналогічним світлорозподілом

$$\Delta W^6 = W_{\Gamma} (1 - k_{\text{св}}) = 20341 * (1 - 0,52/0,75) = 6,31 \text{ кВт год/рік};$$

9. Загальний резерв економії енергії складе

$$\Delta W = 250/300 * 1679 = 1399,2 \text{ кВт год/рік}.$$

Кожен з запропонованих вище заходів матиме економічний ефект.

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

ЕКОНОМІКА ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КОНДИТЕРСЬКОГО ЦЕХУ

ВИСНОВКИ

В данній роботі спроектована системи електропостачання та електрозбереження кондитерського цеху глазурування виробів. Цех отримує своє електропостачання від міської трансформаторної підстанції через кабельні лінії, які простягнуті на відстані 600 метрів. Для розрахунку навантажень цеху використано метод упорядкованих діаграм. Розглянута також можливість компенсації реактивної потужності, для чого встановлено батарею конденсаторів напругою 0,4 кВ та загальною потужністю 170 кВар. Регулювання потужності цієї батареї здійснюється впродовж доби. Щодо джерела зовнішнього електропостачання, єдиним варіантом є живлення на напрузі 10 кВ через кабельні лінії від РП.

На основі аналізу розрахунків струмів короткого замикання проведено відбір та перевірку обладнання цеху. Розглянуто два можливі варіанти внутрішнього електропостачання: перший - з використанням системи однорівневих пунктів (СП), а другий - змішана схема.

В спеціальному розділі «Електрозбереження кондитерського цеху глазурування виробів» розглядаються певні заходи для скорочення витрат енергії та зниження вартості виробничого процесу шляхом економії електроенергії. Система освітлення складається з ламп типу ПВЛМ 1x80 (та ПВЛМ 1x40) з коефіцієнтом корисної дії 52%; використовуються лампи типу ЛД 80 та ЛД 40 відповідно з виходом світла 75 лм/Вт; режим роботи - 1 зміна (з 8 до 17 годин); загальна кількість світильників - 205 та 13 штук. Розрахований загальний потенційний енергозбереження на рік за рахунок переходу на люмінесцентні лампи зниженої потужності типу TL-D 36/84 з виходом світла 93 лм/Вт становить 1399,2 кВт·год/рік.

Під час виконання завдання були враховані всі чинні нормативні акти та інструкції. Всі технічні рішення мають підґрунтування з економічної точки зору. Розроблена система електропостачання цеху для виробництва глазурованих виробів хлібозаводу відповідає вимогам щодо надійності, економічності та безпеки обслуговування.

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

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. А.Ю. Орлович, П.Г. Плешков, Т.В.Величко. Электричне обладнання підстанцій систем електропостачання. Навчальний посібник.-Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2009.
2. Б.Н.Неклепаев, И.П.Крючков. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. - М.: Энергоатомиздат, 1989.
3. Справочник по проектированию электроснабжения - /под ред. В.И. Круповича и др./3-е изд перераб и доп. – М. Энергия, 1980.
4. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: в 2 т./ Под общ. ред. А.А. Федорова Т.2 Электрооборудование. М.: Энергоатомиздат, 1987.
5. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий: Проектирование и расчёт / А.С.Овчаренко, М.Л.Рабинович, В.И.Мозырский, Д.И.Розинский. - К.: Техніка, 1985.
6. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Промышленные электрические сети/ Под ред. А.А. Федорова и Г.В. Сербинского.- М: Энергия 1980.
7. Б.Ю.Липкин. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. - М.: Высш. шк., 1990.
8. Електропостачання промислових підприємств. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту (електропостачання заводу) для студентів V-VI курсів спеціальності 8.090603 „Електротехнічні системи електроспоживання” усіх форм навчання. – Кіровоград 2004.
9. Автоматизація контролю і управління якістю електроенергії: методичні вказівки для вивчення курсу “Автоматизація контролю і управління якістю електричної енергії ” для студентів V-VI курсів спеціальності 8.090603 “Електротехнічні системи електроспоживання” / Укл.: канд. техн. наук, доц. П.Г. Плешков, канд. техн. наук, доц. А.Ю. Орлович, асистент О.А. Козловський. – Кіровоград: КДТУ, 2001 р. – 97 с.
10. Плешков П.Г., Орлович А.Ю., Котиш А.І. Електропостачання промислових підприємств: Навчальний посібник для курсового та дипломного проектування. - Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2007.
11. Шкрабець Ф.П., Плешков П.Г. Основи електропостачання. Навчальний посібник. – К.: Кіровоградський Національний технічний університет, 2009. – 495 с.
12. <http://www.impexmash.com>
13. <http://kyivenergo.ua/ru/ee-company/tarifi>

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

Змн.			ДОДАТОК А																
Арк.			Таблиця А.1 – Розрахунок електричних навантажень в мережі до 1кВ кондитерського цеху глазурування виробів																
№ докум.			Електроприлад кондитерського цеху глазурування виробів	Їх кільк ість	Рн одного		Рн ∑	m	Ki	cosφ	tgφ	Середнє		n _{еф}	К _м	Розрахункове навантаження			
					min	max						Р _{см} , кВт	Q _{см} , квар			Р _р , кВт	Q _р , кВАр	S _р , кВА	
Підпис	Дата		СП 1																
			Машина тістозмішувальна	1	3	-	3	3		0,7	0,75	0,88	2,1	1,85	1				
			Діжеперекидач	2	1,78	-	2	3,8		0,3	0,8	0,75	1,14	0,856	1				
			Тістоподільник	2	1,11	-	1	2,2		0,6	0,7	1,02	1,32	1,37	1				
			Тістоокруглювач	2	2,85	-	3	5,7		0,6	0,75	0,88	3,42	3,00	1				
			Шафа ростойна	2	6,7	-	7	13,6		0,8	0,97	0,25	10,9	2,72	2				
			Ротаційна піч	2	40	-	40	80		0,8	0,95	0,33	6,8	21, 2	2				
			Всього по СП 1	11	1,1	-	75	108,3	>3	0,77	0,82	0,698	82,86	30,9	8	1,2	98,6	36,8	105,24
			СП 2																
			Машина просіювальна	1	1,8	-	2	1,8		0,8	0,8	0,74	1,44	1,08	1				
			Діжеперекидач	2	1,9	-	2	3,8		0,3	0,8	0,75	1,14	0,86	2				
			Просіювач	2	1,1	-	1	2,2		0,6	0,7	1,02	1,32	1,35	2				
			Тістоокруглювач	2	2,9	-	3	5,7		0,6	0,76	0,88	3,42	3,01	2				
			Шафа ростойна	2	6,8	-	7	13,6		0,8	0,94	0,35	10,78	2,72	2				
			Ротаційна піч	2	40	-	40	80		0,8	0,96	0,33	64	21,12	2				
			Всього по СП 2	11	1,1	-	75	107,1	>3	0,78	0,83	0,676	82,2	30,1	5	1,18	97,0	35,6	103,31
			СП 3																
			Охолоджувальний тунель	2	3	-	3	6		0,7	0,75	0,88	4,2	3,70	1				
			Охолоджуючий стіл	2	1,9	-	2	3,8		0,3	0,78	0,75	1,14	0,86	2				
			Електронагрівач води	2	1,1	-	1	2,2		0,6	0,7	1,02	1,32	1,35	2				
Глазурувальна машина	2	2,85	-	3	5,7		0,6	0,75	0,89	3,42	3,016	2							
Арк.																			

Змн.			Продовження табл. А.1														
Арк.			Температор ТМА-80	2	3	-	3	6		0,8	0,98	0,25	10,9	2,73	2		
№ докум.			Піч ротаційна	2	40	-	40	80		0,8	0,96	0,33	120	39,442	2		
Підпис			Всього по СП 3	12	1,1	-	40	103,7	>3	0,77	0,82	0,69	140,9	51,1	5	1,19	167,7
Дата			СП 4														
Арк.			Охолоджуючий тунель	2	6	-	7	13,2		0,7	0,75	0,89	9,24	8,13	1		
			Охолоджуючий стіл	2	1,9	-	2	3,8		0,3	0,8	0,75	1,15	0,86	2		
			Електронагрівач води	2	1,1	-	1	2,2		0,6	0,7	1,04	1,32	1,35	2		
			Глазурувальна машина	2	2,85	-	3	5,7		0,6	0,75	0,87	3,42	3,01	2		
			Температор ТМА-80	2	6,8	-	7	13,6		0,8	0,97	0,27	10,88	2,72	2		
			Піч ротаційна	2	40	-	40	80		0,8	0,95	0,34	64,04	21,12	2		
			Всього по СП 4	12	1,1	-	40	118,5	>3	0,77	0,82	0,696	90	37,18	5	1,19	107,1
			СП 6 Кондитерська ділянка														
			Кремозбивач	1	7	-	7	6,6		0,7	0,75	0,88	4,62	4,07	1		
			Охолоджуючий стіл	2	1,9	-	2	3,8		0,3	0,8	0,75	1,14	0,86	2		
			Насос	2	1,1	-	1	2,2		0,6	0,7	1,02	1,32	1,35	2		
			Глазурувальна машина	2	2,85	-	3	5,7		0,6	0,75	0,88	3,43	3,04	2		
			Температор ТМА-80	2	6,8	-	7	13,6		0,8	0,97	0,25	10,86	2,74	2		
			Холодильник	2	5	-	5	10		0,8	0,95	0,33	8	2,64	2		
			Всього по СП 5	11	1,1	-	40	41,9	>3	0,77	0,82	0,69	29,4	14,66	5	1,19	35,02
			Адміністративне приміщення														
			СП6														
			Мікрохвильова піч	1	1	-	2	1,5		0,2	0,97	0,89	0,3	0,26	1		
			Електрочайник	1	1	-	2	2		0,2	0,6	0,336	0,4	0,13	2		
			Цихрова техніка	3	1	-	2	6		0,7	0,76	0,34	4,2	1,39	3		
			Принтер	3	0,6	-	1	3		0,7	0,78	0,25	2,1	0,53	4		
			Холодильник	1	2	-	2	2		0,8	0,75	0,26	1,6	0,40	5		

Змн.		Продовження табл. А.1																
	Арк.		Вентилятор	2	2	-	2	4		0,8	0,89	0,75	3,2	2,40	6			
№ докум.		Всього по СП6	11	1	-	2	18,5	>3	3,4	0,78	0,465	11,80	5,13	7	1,1	13,0	5,58	14,2
		СП7			-													
		Технологічні насоси	3	1	-	2	6		0,7	0,6	0,33	4,2	1,39	1				
		Компресори	3	1	-	2	6		0,44	0,75	0,33	2,64	0,87	2				
		Насоси	3	1		2	6		0,3	0,75	0,25	1,8	0,45	3				
Підпис		Всього по СП7	9	1	-	2	18	>3	0,48	0,7	0,30	8,64	2,72	6	1	8,6	2,7	9,07
		Склад готової продукції																
Дата		Вентилятори	2	1	-	2	3		0,6	0,97	0,25	1,8	0,45	1				
		Ваги	2	0,5	-	1	1		0,25	0,75	0,88	0,25	0,22	1				
		Кондиціонер	2	2	-	2	4		0,35	0,8	0,75	1,4	1,05	1				
		Транспортер	2	2	-	2	4		0,45	0,6	1,33	1,8	2,40	1				
		Бойлери	3	2	-	2	6		0,5	0,6	1,33	3	4,00	1				
		Всього по складу Готової продукції	11	0,5	-	2	18	>3	2,17	3,74	4,55	8,25	8,16	5	1	8,25	8,1216	11,59
		Всього по цеху	88	0,5	-	75	534	>3	1,18			454,09	179,87			535,27	211,22	575,44
Арк.																		

Таблиця А. 2 – Розрахунок освітлення кондитерського цеху глазурування виробів

Приміщення	Габаритні розміри, м		h=H-hp-hc	p _n	p _{ст}	p _p	Ен, лк	Кзап	індекс	η,%	Φ,лм	тип обраного світильника	Φ _{ном}	N, шт	Р _о , Вт	Рроз, Вт	Qроз, Вар
ділянка цеху	45	35	4,5-1,5-0=3	0,7	0,5	0,1	300	1,5	4,4	0,73	1067979,5	ПВЛІМ 1*80 з ламп. ЛД80	5200	205	80	16430, 5	8215
допоміжні приміщення																	
Складське приміщення	5	5	4,5-1,5-0=3	0,3	0,1	0,1	75	1,3	0,8	0,73	4240,0	ПВЛІМ 1*40 з ламп. ЛД 40	2300	2,00	40	80,00	28,0
фарчоблок	3	3	4,5-1,5-0=3	0,3	0,1	0,1	75	1,3	0,5	0,73	1324,3	ПВЛІМ 1*40 з ламп. ЛД 40	2300	1,00	40	40,00	14,0
Туалет	3	3	4,5-1,5-0=3	0,3	0,1	0,1	75	1,3	0,5	0,73	1324,3	ПВЛІМ 1*40 з ламп. ЛД 40	2300	1,00	40	40,00	14,0
коридор	25	1	4,5-1,5-0=3	0,3	0,1	0,1	75	1,3	0,2	0,73	3678,9	ПВЛІМ 1*40 з ламп. ЛД 40	2300	2,00	40	80,00	28,0
Кабінет керівника	5	4	4,5-1,5-0=3	0,3	0,1	0,1	300	1,3	0,5	0,73	11858,4	ПВЛІМ 1*40 з ламп. ЛД 40	2300	6,00	40	240,00	84,0
адмін. приміщення	4	4	4,5-1,5-0=3	0,3	0,1	0,1	75	1,3	0,4	0,73	2307,7	ПВЛІМ 1*40 з ламп. ЛД 40	2300	1,00	40	40,00	14,0

Змт.	Апр.	№ докум.	Подпис	Дата

Apr.	
------	--

Таблиця Б.1 – Вибір кабелів від ТП до СП мережі кондитерського цеху

№ СП	Р, кВт	I _р , А	F _{ст2} , мм ²	I _{доп} , А	Тип кабелю	R ₀ , мОм/м	X ₀ , мОм/м	L, м	U, %
СП1	98,62	142,43	50	160	АВВГ	0,67	0,06	25	0,02
СП2	96,91	140,15	50	160	АВВГ	0,67	0,06	36	0,03
СП3	167,75	242,43	95	250	АВВГ	0,18	0,06	40	0,02
СП4	107,13	154,72	50	160	АВВГ	0,67	0,06	45	0,03
СП5	34,97	50,56	16	75	АВВГ	2,08	0,07	50	0,04
СП6	18,51	26,74	4	31	АВВГ	8,35	0,1	28	0,04
СП7	2,72	3,93	4	31	АВВГ	8,35	0,1	68	0,02
СП8	8,2	11,7	4	31	АВВГ	8,35	0,1	28	0,02

Таблиця Б.3 – Вибір живлення для приймачів кондитерського цеху

Ел приймач	Р, кВт	I _р , А	F _{ст2} , мм ²	I _{доп} , А	Тип кабеля чи шинопроводу	R ₀ , мОм/м	X ₀ , мОм/м	L, м	U, %
ШМА 1		975		1600	ШМА-73У3	0,031	0,017	7	0,32
ШМА 2		975		1600	ШМА-73У3	0,031	0,017	14	0,94
ШРА 1		380		400	ШРА-73	0,15	0,17	22	3,15
ШРА 2		375		400	ШРА-73	0,15	0,17	22	3,12
10,11	40	57,81	10	60	АВВГ	3,33	0,07	6	0,69
21,22	40	57,81	10	60	АВВГ	3,33	0,07	6	0,69
33,34	40	57,81	10	60	АВВГ	3,33	0,07	6	0,69
45,46	40	57,81	10	60	АВВГ	3,33	0,07	4	0,53
СП7	2,7	387	4	31	АВВГ	8,35	0,1	67	0,023
69,70,71	1	1,46	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	4,6	0,037
72,73,74	1	1,46	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	6,6	0,047
75,76,77	1	1,46	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	7,3	0,058

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б

Таблиця Б.2 – Вибір живлення в цеховій мережі до окремих електроспоживачів

№ прийм.	назва приймача	P, кВт	I _p , А	F _{ст} , мм2	I _{доп} , А	Тип кабеля	R ₀ , мОм/м	X ₀ , мОм/м	I,м	U, %
1	Машина тістозмішувальна	3	4,33	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	9	0,23
2,3	Діжеперекидач	1,9	2,73	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	6	0,10
4,5	Тістодільник	1,1	1,57	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	6	0,06
6,7	Тістозакруглювач	2,85	4,14	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	7	0,17
8,9	Шафа розстойна	6,8	9,85	4	31	АВВГ	8,35	0,1	8	0,46
10,11	Ротаційна піч	40	57,81	10	60	АВВГ	3,33	0,07	5	0,68
	СП 2									
12	Машина просіювальна	1,8	2,62	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	8	0,12
13,14	Діжеперекидач	1,9	2,76	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	6	0,10
15,16	Просіювач муки	1,1	1,61	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	5	0,05
17,18	Тістозакруглювач	2,85	4,14	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	7	0,17
19,2	Шафа розстойна	6,8	9,85	4	31	АВВГ	8,35	0,1	6	0,34
21,22	Ротаційна піч	40	57,81	10	60	АВВГ	3,33	0,07	5	0,68
	СП 3									
23,24	Охолоджуючий тунель	3	4,34	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	6	0,15
25,26	Охолоджуючий стіл	1,9	2,73	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	4	0,06
27,28	Нагрівач	1,1	1,57	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	5	0,05
29,3	Глазуровальна машина	2,85	4,15	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	6	0,14
31,32	Температор ТМА-80	3	4,36	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	4	0,10
33,34	Піч ротаційна	40	57,81	10	60	АВВГ	3,33	0,07	5	0,68
	СП 4									
35,36	Охолоджувальний тунель	6	8,68	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	4	0,20
37,38	Охолоджуючий стіл	1,9	2,73	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	4	0,06
39,4	нагрівач	1,1	1,62	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	4	0,04
41,42	Глазуровальна машина	2,85	4,3	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	4	0,10

Таблиця Б.4 – Розрахунок капітальних вкладень за варіантами живлення

	Елемент схеми	Одиниця вимірювання	Кількість	Вартість, грн.	Всього, грн.
Варіант 1	СУ-9533-11	шт.	8	2056	16488
	КЛ до СП				
	4 мм	м.	96	45	2294,4
	16 мм	м.	50	138	6900
	50 мм	м.	106	175	18550
	95 мм	м.	40	192	7680
	Всього	тис.грн.			51912
Варіант 2	СУ-9533-11	шт.	1	2056	2056
	КЛ до СП				
	2,5 мм.	м	18	30	435
	4 мм.	м	68	45	1796
	10 мм.	м	19	60	1066
	ШМА-73УЗ	м	20	1200	24000
	ШРА-73	м	40	1000	40000
	Всього	тис.грн.			69353

Таблиця Б.5 – Розрахунок поточних витрат за варіантами 1 та 2

	Елемент схеми	К, грн.	Н _а , %	Н _е , %	Н _{а.е.} , %	С, грн.
Варіант 1	Силові пункти цеху	14760	15	5	20	2952
	Кабельні лінії цеху	35424,4	5	5	10	3542,44
	Всього					6494,64
Варіант 2	Кабельні лінії цеху	3291,3	5	5	10	329,13
	Силові пункти	1845	15	5	20	369
	Шинопровід	64000	15	5	20	12800
	Всього					13498,13

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця Б. 6 – Розрахунок вартості втрат електроенергії за варіантом 1

КЛ	F _{кл} , мм	I _p , А	r, мОм/м	l, м	ΔP, кВт	ΔE, кВт год	B, тис.грн
СП1	50	142,49	0,67	25	0,34	976,8	2,40
СП2	50	140,17	0,67	36	0,47	1361,1	3,35
СП3	95	242,40	0,18	40	0,42	1215,1	2,99
СП4	50	154,77	0,67	45	0,72	2074,3	5,10
СП5	16	50,52	2,08	50	0,27	762,5	1,88
СП7	4	3,91	8,35	68	0,01	25,0	0,06
СП8	4	11,74	8,35	28	0,03	92,5	0,23
Всього							16,01

Таблиця Б.7 – Розрахунок вартості втрат електроенергії (2 варіант)

КЛ	F _{кл} , мм	I _p , А	r, мОм/м	l, м	ΔP, кВт	ΔE, кВт*год	B, тис.грн
ШМА 1	0	975	0,031	5	0,15	423,2	1,04
ШМА 2	0	975	0,031	15	0,44	1269,6	3,12
ШРА 1	0	380	0,15	20	0,43	1244,2	3,06
ШРА 2	0	375	0,15	20	0,42	1211,7	2,98
10,11	10	57,76	3,33	5	0,06	159,8	0,39
21,22	10	57,76	3,33	5	0,06	159,8	0,39
33,34	10	57,76	3,33	5	0,06	159,8	0,39
45,46	10	57,76	3,33	4	0,04	127,8	0,31
СП7	4	3,93	8,35	68	0,01	25,0	0,06
69,70,71	2,5	1,45	8,35	5	0,00	0,3	0,00
72,73,74	2,5	1,45	8,35	6	0,00	0,3	0,00
75,76,77	2,5	1,45	8,35	7	0,00	0,4	0,00
Всього							11,76

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змн.		Продовження табл.Б.2.										
Арк.		43,44	Температор ТМА-80	6,8	9,85	4	31	АВВГ	8,35	0,1	5	0,29
№ докум.		45,46	Піч ротаційна	40	57,82	10	60	АВВГ	3,33	0,07	4	0,54
			СП 6 Кондитерська ділянка									
		47	Кремозмішувачі	7	10,14	4	31	АВВГ	8,35	0,1	4	0,24
		48,49	Охолоджуючий стіл	1,9	2,76	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	5	0,08
		50,51	насос	1,1	1,62	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	5	0,05
		52,53	Глазуровальна машина	2,85	4,14	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	5	0,12
		53,55	Температор ТМА-80	6,8	9,86	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	4	0,23
		56,57	холодильник	5	7,25	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	5	0,21
			СП6									
		58	мікрохвильова піч	1	1,46	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	5	0,04
Підпис		59	чайник	1	1,46	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	6	0,05
		60,61,62	ІТ-техніка	1	1,46	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	5	0,04
		63,64,65	принтер	0,6	0,86	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	4	0,02
		66	холодильник	2	2,91	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	6	0,10
		67,68	Вентилятор	2	2,91	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	7	0,12
			СП7									
		69,70,71	Технологічні насоси	1	1,46	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	5	0,04
		72,73,74	Компресори	1	1,46	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	6	0,05
		75,76,77	Насоси	1	1,45	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	7	0,06
			СП8									
		78,79	Вентилятори	1	1,46	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	4	0,03
		80,81	Ваги	0,5	0,74	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	5	0,02
		82,83	Кондиціонер	2	2,92	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	6	0,10
		84,85	Транспортер	2	2,92	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	7	0,12
		86,87,88	бойлери	2	2,92	2,5	23	АВВГ	8,35	0,1	5	0,08
Дат												
Арк.												
	Арк.											

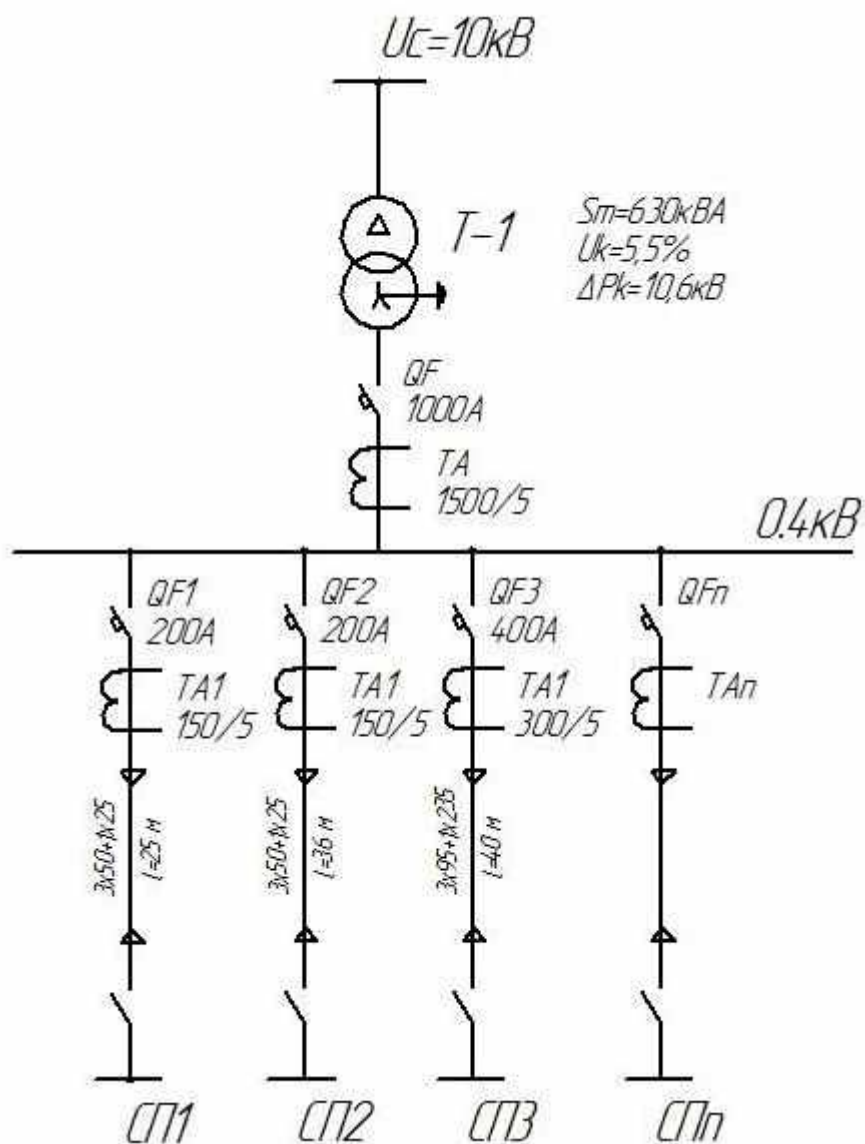


Рис.В.1 – Схема для розрахунку струмів КЗ в мережі 0,4 кВ

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

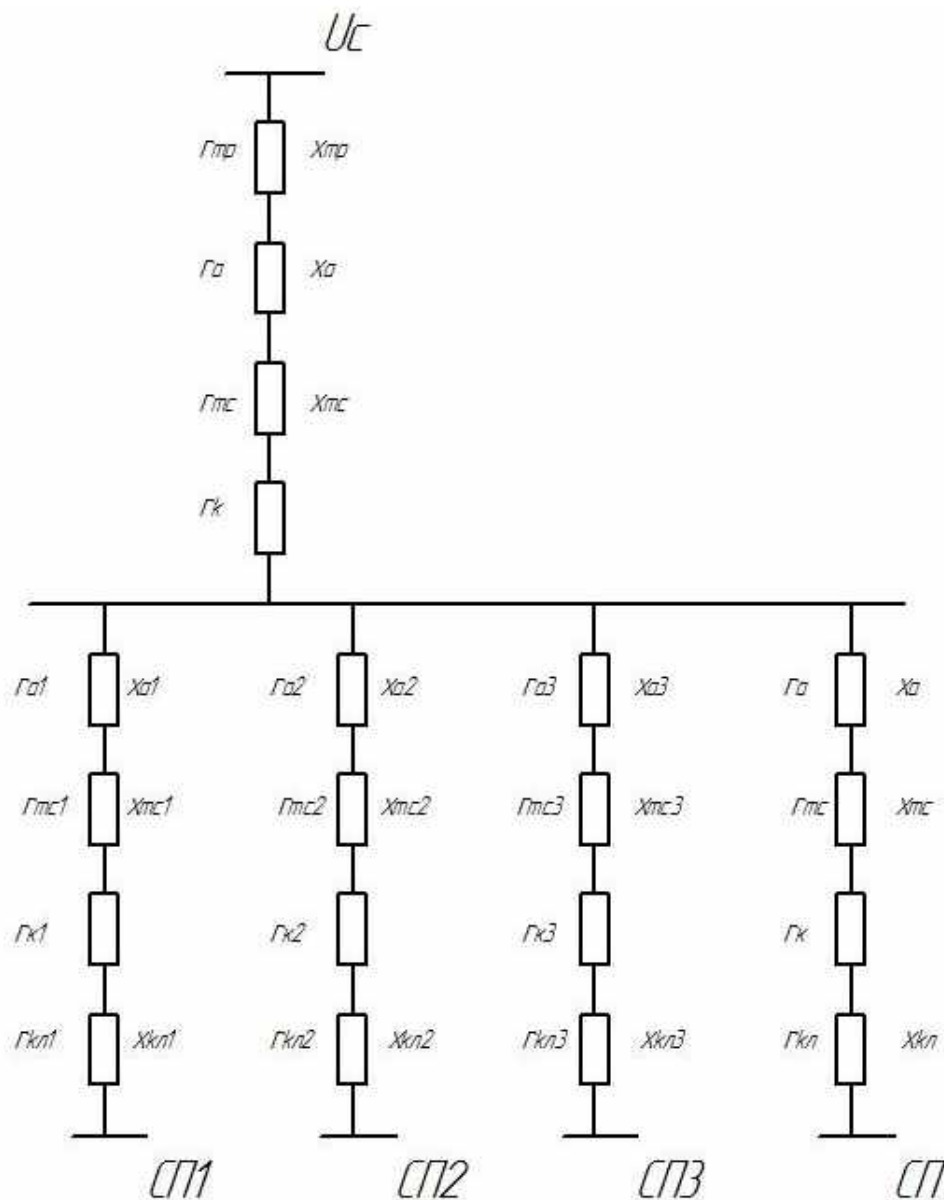


Рисунок В.2 – Схема заміщення

Таблиця В.1 – Опори для розрахунку струмів КЗ

СП	Р, кВт	I, А	автомат	R, мОм	X, мОм	Rконт, мОм	Xконт, мОм	Rкл, мОм/м	Xкл, мОм/м	довжина, м
1	98,60	142,49	200/2	0,36	0,28	0,6	0,4	0,67	0,06	25
2	97,00	140,17	200/2	0,36	0,28	0,6	0,4	0,67	0,06	36
3	167,74	242,40	400/5	0,15	0,1	0,4	0,4	0,18	0,06	40
4	107,10	154,77	200/2	0,36	0,28	0,6	0,4	0,67	0,06	45
5	34,96	50,52	70/5	2,4	1,3	1	-	2,08	0,07	50
6	12,98	18,76	50/5	5,5	2,7	1,3	-	3,33	0,07	60
7	8,64	12,49	50/5	5,5	2,7	1,3	-	8,35	0,1	68
8	8,25	11,92	50/5	5,5	2,7	1,3	-	8,35	0	28

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця В.2 – Результати розрахунків струмів КЗ в мережі 0.4 кВ

Точка КЗ	Сумарний опір до точки КЗ			$I_K^{(3)}$, А	$I_{уд}$, А	$Z^{(1)}$, мОм	$I_K^{(1)}$, кА
	R, мОм	X, мОм	Z, мОм				
К1	33,1	9,89	34,51	6,7	9,42	2,22	3,96
К2	40,2	9,89	41,63	5,6	7,81	2,22	2,75
К3	23,3	9,67	25,02	9,2	12,98	0,13	2,47
К4	46,5	9,89	47,52	4,9	6,85	2,22	2,20
К5	122,67	10,45	123,21	1,9	2,64	4,43	1,98
К6	221,89	11,67	222,21	1,0	1,46	9,88	1,65
К7	589,67	11,67	590,04	0,4	0,55	24,08	1,46
К8	255,78	11,67	256,24	0,9	1,27	24,08	3,53

Таблиця В.3 – Вибір автоматичних вимикачів 0,4 кВ

№ п/п	Rн, кВт	Iн, А	Iн.авт., А	Тип автомата	Iн.розч., А	Iу.тепл, А	Iу.розч., А
1	3	4,336	50	A3110	15	18,75	150
2,3	1,9	2,746	50	A3110	15	18,75	150
4,5	1,1	1,588	50	A3110	15	18,75	150
6,7	2,85	4,119	50	A3110	15	18,75	150
8,9	6,8	9,827	50	A3110	15	18,75	150
10,11	40	57,84	70	A3130	150	187,5	450
СП1	105,24	152,05	200	A3734C	250	312,5	750
12	1,8	2,603	50	A3110	15	18,75	150
13,14	1,9	2,747	50	A3110	15	18,75	150
15,16	1,1	1,586	50	A3110	15	18,75	150
17,18	2,85	4,117	50	A3110	15	18,75	150
19,2	6,8	9,827	50	A3110	15	18,75	150
21,22	40	57,81	70	A3130	150	187,5	450
СП2	103,31	149,27	200	A3734C	250	312,5	750
23,24	3	4,336	50	A3110	15	18,75	150
25,26	1,9	2,746	50	A3110	15	18,75	150
27,28	1,1	1,588	50	A3110	15	18,75	150
29,3	2,85	4,119	50	A3110	15	18,75	150
31,32	3	4,339	50	A3110	15	18,75	150
33,34	40	57,82	70	A3130	150	187,5	450
СП3	178,42	257,82	400	A3734B	400	500	1200

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Продовження табл.В.3

35,36	6	8,676	50	A3110	15	18,75	150
7,38	1,9	2,747	50	A3110	15	18,75	150
39,4	1,1	1,588	50	A3110	15	18,75	150
41,42	2,85	4,119	50	A3110	15	18,75	150
43,44	6,8	9,827	50	A3110	15	18,75	150
45,46	40	57,80	70	A3130	150	187,5	450
СП4	115,88	167,47	200	A3734C	250	312,5	750
47	7	10,18	100	A3734C	150	200	360
48,49	1,9	2,746	50	A3110	15	18,75	150
50,51	1,1	1,588	50	A3110	15	18,75	150
52,53	2,85	4,118	50	A3110	15	18,75	150
53,55	6,8	9,826	50	A3110	15	18,75	150
56,57	5	7,228	50	A3110	15	18,75	150
СП5	39,06	56,46	100	A3734C	150	187,50	450
58	1	1,447	50	A3110	15	18,75	150
59	1	1,447	50	A3110	15	18,75	150
60,61,62	1	1,447	50	A3110	15	18,75	150
63,64,65	0,6	0,869	50	A3110	15	18,75	150
66	2	2,891	50	A3110	15	18,75	150
67,68	2	2,891	50	A3110	15	18,75	150
СП6	14,14	20,44	100	A3734C	150	187,50	450
69,70,71	1	1,446	50	A3110	15	18,75	150
72,73,74	1	1,4461	50	A3110	15	18,75	150
75,76,77	1	1,446	50	A3110	15	18,75	150
СП7	9,05	13,08	100	A3734C	150	187,50	450
78,79	1	1,446	50	A3110	15	18,75	150
80,81	0,5	0,724	50	A3110	15	18,75	150
82,83	2	2,896	50	A3110	15	18,75	150
84,85	2	2,896	50	A3110	15	18,75	150
86,87,88	2	2,896	50	A3110	15	18,75	150
СП8	11,58	16,73	100	A3734C	150	187,50	450

								Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Таблиця В.4 – Вибір трансформаторів струму цеху

Призначення	Номер точки обліку	I _р , А	Тип ТС	I _н , А	K _{тс}
ввід 1 сш РУ	КО1	1274	ТСВ-44-50	1200	240
ввід 2 сш РУ	КО2	1274	ТСВ-44-50	1200	240
СП1	ТО1	142,5	ТСВ3-18-20	150	30
СП2	ТО2	140,2	ТСВ3-18-20	150	30
СП3	ТО3	242,4	ТСВ-44-50	250	50
СП4	ТО4	154,7	ТСВ3-18-20	150	30
СП5	ТО5	50,5	ТСВ-17-20	60	12
СП6	ТО6	18,7	ТСА-14	20	4
СП7	ТО7	12,5	ТСА-14	20	4
СП8	ТО8	11,9	ТСА-14	20	4

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Додаток Г

Таблиця Г.1 Кошторисна вартість системи електропостачання

№ п/п	Найменування і технічна характеристика обладнання	Од. вимір.	Кіль- кість	Ціна одиниці, грн.	Вартість доставки, грн	Вартість монтажу, п/н, грн	Всього, грн.
1	Комірка КРУ з вимикачем 10кВ	шт.	2	132650	2653	13265	281218
2	КТП 2хТМ 630/10	шт.	1	388790	3888	58319	450996
3	КЛ 10кВ ААШВ (3х50)	км	0,6	135080	810	32419	114278
4	УКРМ 0,4-25/4-5	шт.	1	13279	133	1992	15404
5	УКРМ 0,4-35/4-5	шт.	3	15547	466	6996	54104
6	УКРМ 0,4-50/4-5	шт.	1	17350	174	2603	20126
7	СУ-9533-11	шт.	8	9140	731	10968	84819
8	Щит осв.ЩО 31-32	шт.	1	3215	32	482	3729
9	КЛ-0,4кВ АВВГ 4х2,5	м	300	9,20	28	2208	4996
10	КЛ-0,4кВ АВВГ 4х4	м	121	12,45	15	1205	2727
11	КЛ-0,4кВ АВВГ 4х10	м	70	20,10	14	1126	2547
12	Цехова мережа АПВ 16мм ²	м	50	24,85	12	994	2249
13	Цехова мережа АПВ 50 мм ²	м	106	73,20	78	6207	14044
14	Цехова мережа АПВ 95 мм ²	м	40	142,50	57	4560	10317
15	Вимикач автоматичний АВМ 20	шт.	2	29600	592	5920	65712
16	Вимикач автоматичний АЗ734С	шт.	3	12880	386,4	3864	42890
17	Вимикач автоматичний АЗ734Б	шт.	1	14230	142,3	1423	15795
18	Вимикач автоматичний АЗ110		92	458	421,36	4213,6	46771
	Всього						1232722

Арк.

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

Таблиця Д.2 - Розрахунок трудомісткості ремонтно-експлуатаційних робіт

Назва елементів схеми	Кіль- кість	Тривалість, міс			Структура ремонтного циклу			Трудомісткість, нормо-год.								
								Нормативна			За рем. цикл				Річна	
		$T_{p.ц.},$ міс	$T_{p.п.},$ міс	$T_{o.п.},$ міс	n_k	n_m	n_o	Q_k^H	Q_m^H	Q_o^H	Q_k	Q_m	Q_o	Q^Σ	Q_p	Q_{mo}
Вимикач 10кВ	2	240	12	0	1	19	0	36	10	0,00	72	380	0,00	452	109,9	352,8
Приводи до вимикачів	2	36	12	0	1	2	0	18	6	0,00	36	24	0,00	60	98	151,2
КТП 2хТМ 630/10	1	144	36	2	1	3	68	880	165	16,50	880	495	1122	2497	15,6	50,4
КЛ 10кВ ААПВ (3х50)	0,6	240	12	12	1	19	19	75	23	5,75	45	262,2	65,55	372,85	34,5	100,80
УКРМ 0,4-25/4-5	1	96	12	1	1	7	88	48	14	1,40	48	98	123,2	269,2	819	2376
УКРМ 0,4-35/4-5	3	96	12	1	1	7	88	55	16	1,60	165	336	422,4	923,4	98,7	288
УКРМ 0,4-50/4-5	1	96	12	1	1	7	88	60	18	1,80	60	126	158,4	344,4	321,7	285,1
СУ-9533-11	8	120	12	0	1	9	0	60	20	0,00	480	1440	0,00	1920	33,1	29,4
Щит осв.ЩО 31-32	1	120	12	0	1	9	0	25	10	0,00	25	90	0,00	115	2,6	2,3
ТС 10 кВ	4	144	36	2	1	3	68	8	2,4	0,24	32	28,8	65,3	126,1	242,5	60
ОПН-10	6	72	12	1	1	5	66	3	1	0,10	18	30	39,6	87,6	139,5	33,6
Засоби обліку і вимірювання, РЗА	8	60	12	1	1	4	55	4,5	1,5	0,20	36	48	88	172	190,5	48
КЛ-0,4кВ АВВГ	0,491	240	12	12	1	19	19	60	18	4,50	29,6	167,9	41,9	239,4	37,85	9,6
Цехова мережа АПВ 16мм	0,5	168	12	0	1	13	0	18,	6	0,00	9	39	0,00	48	19,7	64,8
Цехова мережа АПВ 50 мм	1,06	168	12	0	1	13	0	32	9	0,00	33,9	124	0,00	157,9	78,8	259,2
Цехова мережа АПВ 95 мм	0,4	168	12	0	1	13	0	41	12	0,00	16,4	62,4	0,00	78,8	11,1	32,4
Вимикач автоматичний АВМ 20	2	60	12	0	1	4	0	28	9	0,00	56	72	0,00	128	15,6	21,6
Вимикач автоматичний А3734С	3	60	12	0	1	4	0	20	6	0,00	60	72	0,00	132,00	102,20	151,2

Продовження табл. Г.2

Назва елементів схеми	Кіль- кість	Тривалість, міс			Структура ремонтного циклу			Трудомісткість, нормо-год.								
								Нормативна			За рем. цикл				Річна	
		$T_{p.ц.},$ міс	$T_{p.п.},$ міс	$T_{o.п.},$ міс	n_r	n_m	n_o	Q_{κ}^H	Q_m^H	Q_o^H	Q_{κ}	Q_m	Q_o	Q^{Σ}	Q_p	$Q_{то}$
Вимикач автоматичний А3734Б	1	60	12	0	1	4	0	20	6	0,00	20	24	0,00	44	232,2	291,6
Вимикач автоматичний А3110	92	48	12	0	0	3	0	0,00	3	0,00	0,00	828	0,00	828	44	115,2
Електродвигуни до 0,8 кВ	22	144	12	0	1	11	0	11	2	0,00	242	484	0,00	726	124,7	316,8
Електродвигуни 0,81-1,5 кВт	12	144	12	0	1	11	0	12	2	0,00	144	264	0,00	408	222,3	626,4
Електродвигуни 3,1-6 кВт	34	144	12	0	1	11	0	15	3	0,00	510	1122	0,00	1632	136	367,2
Всього															1189,3	20999

Таблиця Г.3 - Річні амортизаційні відрахування

№ п/п	Елемент схеми електропостачання	Кількість.	Балансова вартість, тис.грн.	Норма амортизації, H_a , %	Річні амортизаційні відрахування тис.грн.
1	Комірка КРУ з вимикачем 10кВ	2	281,23	10	28,12
2	КТП 2хТМ 630/10	1	450,96	10	45,10
3	КЛ 10кВ ААШВ (3х50)	0,6	114,28	5	5,71
4	УКРМ 0,4-25/4-5	1	15,41	15	2,31
5	УКРМ 0,4-35/4-5	3	54,11	15	8,12
6	СУ-9533-11	8	84819	10	8482
7	Щит осв.ЩО 31-32	1	3729	10	373
8	КЛ-0,4кВ АВВГ4х2,5	300	4996	5	250
9	КЛ-0,4кВ АВВГ4х4	121	2727	5	136
10	КЛ-0,4кВ АВВГ4х10	70	2547	5	127
11	Цехова мережа АПВ 16мм ²	50	2249	5	112
12	Цехова мережа АПВ 50 мм ²	106	14044	5	702
13	Цехова мережа АПВ 95 мм ²	40	10317	5	516
14	Вимикач автоматичний АВМ 20	2	65712	20	13142
15	Вимикач автоматичний АЗ734С	3	42890	20	8578
16	Вимикач автоматичний АЗ734Б	1	15795	20	3159
17	Вимикач автоматичний АЗ110	92	46771	20	9354
18	Всього		1185951		137313

Таблиця Г.4 - Кошторис річних експлуатаційних витрат

Стаття витрат	Витрати, тис. грн	% до підсумку
Основна та додаткова заробітна плата експлуатаційних робітників з відрахуванням соцстраху та інші фонди	79,04	21,62%
Вартість експлуатаційних матеріалів	19,76	5,40%
Поточні ремонти	81,19	22,21%
Амортизаційні відрахування	137,3	37,56%
Загальновиробничі витрати	39,2	10,74%
Інші витрати	9,02	2,47%
Всього	365,6	100,00%

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Арк.

Таблиця Г.5 - Техніко-економічні показники схеми електропостачання

Показники	Одиниця виміру	Значення
1. Макс. електричного навання	тис. кВт	0,704
2. Кількість спожитої електроенергії за рік	млн кВт год	3,165
3. Втрати ел.ен. в схемі	млн кВт год	0,051
4. Кількість корисно спожитої електроенергії	млн кВт год	3,1142
5. Коефіцієнт потужності	від. од.	0,9889
6. Коефіцієнт корисної дії по споживанню ел.ен.	%	98,4
7. Собівартість 1 кВт·год електроенергії	грн/кВт год	2,6238
8. Кошторисна вартість схеми	тис. грн	1232,722
9. Питома кошторисна вартість (по відношенню до максимуму навантаження)	тис. грн/кВт	1,751
10. Середній тариф	грн/кВт год	2,5064

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		