

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Інститут Електроенергетики

(інститут)

Електротехнічний факультет

(факультет)

Кафедра Кафедра електроенергетики

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студента Іванченко Дмитра Юрійовича

(ПІБ)

академічної групи 141-17-1

(шифр)

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

спеціалізації¹ _____

за освітньо-професійною програмою 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему « Розробка системи електропостачання мегамаркету »

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтингово ю	інституційною	
кваліфікаційної роботи	<u>Папаїка Ю.А.</u>			
розділів:	<u>Папаїка Ю.А.</u>			
Вступна частина	<u>Папаїка Ю.А.</u>			
Основна частина:	<u>Папаїка Ю.А.</u>			
Економічний	Тимошенко Л.В.			
Охорона праці	Столбченко О.В.			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	Олішевський Г.С.			
----------------	------------------	--	--	--

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
електроенергетики

(повна назва)

_____ Папаїка Ю.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

«__» _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Іванченко Дмитру Юрійовичу академічної групи 141-17-1
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
спеціалізації¹ _____

за освітньо-професійною програмою 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему «Розробка системи електропостачання мегамаркету», затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 12.04.2021 р. № 201-с.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Вступна частина	Виконати аналіз основних вимог щодо проектування систем електропостачання об'єктів цивільного призначення, зокрема, торгівельно-розважальних центрів або магамаркетів.	09.05.2021 р.
Основна частина	Виконати обґрунтований розрахунок і підбір основного електрообладнання для мега-маркету.	30.05.2021 р.
Економічний	Визначити техніко-економічні показники проекту: капітальні та експлуатаційні витрати, термінокупності проекту.	06.06.2021 р.
Охорона праці	Розробити інженерно-технічні заходи з охорони праці при експлуатації об'єкту.	13.06.2021 р.

Завдання видано _____
(підпис керівника)

Папаїка Ю.А.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 15.04.2020

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

16.06.2021

Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

Іванченко Д.Ю.
(прізвище, ініціали)

Реферат

Тема справжнього дипломного проекту "Електропостачання мегамаркету в торговому центрі з розробкою питань монтажу внутрішнього електрообладнання та електропроводок".

Диплом складається з шести розділів: характеристика мегамаркету, технологічний розрахунок, конструктивний розрахунок, охорона праці, екологія і екологічна експертиза проекту, техніко-економічні показники проекту. Пояснювальна записка оформлена на 58 листах машинописного тексту. Графічний матеріал представлений на "4" аркушах формату А2 та А3 і включає наступні креслення: однолінійні схеми всіх електричних щитів мегамаркету, плани електропостачання. При виконанні дипломного проекту використовувалося 14 сучасних літературних джерел вітчизняних авторів.

Зміст

У «Змісті» наводяться такі наступні елементи:

1. Характеристика Мегамаркета « Dmart Дніпро»
2. Технологічна частина
 - 2.1 Вибір електричного обладнання торгового центру
 - 2.2 Розрахунок освітлення
 - 2.3 Визначення загальної встановленої потужності торгового центру
 - 2.4 Вибір трансформаторної підстанції
 - 2.5 Розрахунок номінальних струмів
 - 2.6 Розрахунок внутрішніх електропроводок
 - 2.7 Розрахунок активних, індуктивних і повних опорів лінії і трансформатора
 - 2.8 Вибір запобіжників
 - 2.9 Вибір повітряних автоматичних вимикачів
 - 2.10 Вибір електромагнітних пускачів
 - 2.12 Вибір рубильника
 - 2.13 Розрахунок заземлюючого пристрою
 - 2.14 Висновок
3. Конструктивна частина
 - 3.1 Монтаж електропроводок
 - 3.2 Розрахунок необхідної кількості матеріалів
 - 3.3 Розрахунок трудомісткості виконуваних монтажних робіт
 - 3.4 Складання календарного план-графіка виконання робіт
 - 3.5 Висновок
4. Охорона праці
 - 4.1 Стан охорони праці на підприємстві
 - 4.1.1 Показники виробничого травматизму
 - 4.1.2 Аналіз стану охорони праці
 - 4.2 Заходи щодо вдосконалення охорони праці на підприємстві
 - 4.3 Заходи безпеки при виконанні електромонтажних

робіт

4.4 Розрахунок системи вентиляції

4.5 Висновок

5. Екологія і екологічний захист природного середовища

5.1 Екологічна експертиза проекту

5.2 Заходи щодо захисту навколишнього природного середовища поблизу торгового центру при виконанні робіт по внутрішньому монтажу електрообладнання

6. Техніко-економічні розрахунки

6.1 Методика техніко-економічних розрахунків

6.2 Визначення капіталовкладень

6.3 Визначення щорічних витрат виробництва

6.4 Висновок

Висновки

Література

Вступ

Розвиток виробництва базується на сучасних технологіях, широко використовують електричну енергію. У зв'язку з цим зростають вимоги до якості електричної енергії, її економного використання і раціональному витрачанню матеріальних ресурсів при спорудженні систем електропостачання. Звідси - підвищення ролі інженерів-електриків.

При спорудженні нових і реконструкції діючих підприємств виконується великий обсяг робіт з монтажу електричного обладнання та електроустановок. Електромонтажні роботи, як найважливіша частина комплексу будівельно-монтажних робіт, зазвичай є завершальними, значною мірою визначають термін введення об'єктів в експлуатацію. Висока якість електромонтажних робіт - один з важливих засобів забезпечення ритмічної, продуктивної і безпечної роботи електроустановок і технологічних машин. Удосконалення електромонтажних робіт вимагає впровадження нової техніки, сучасних засобів механізації, передовий монтажної технології, високої організації праці. Залежно від галузі промисловості, типів електрообладнання, визначаються послідовність виконання монтажу та необхідні кадри, матеріали, інструменти, обладнання, пристосування.

Рішення задач організації правильного монтажу, технічного обслуговування і ремонту електротехнічних виробів в значній мірі визначається підготовкою і кваліфікацією електротехнічного персоналу, який повинен володіти глибокими знаннями і практичними навичками в області монтажу та експлуатації електроустановок.

1. Характеристика Мегамаркета «Dmart Дніпро»

Мегамаркет «Dmart Дніпро» це сучасний магазин для реалізації продовольчих і не продовольчих товарів. Мегамаркета «Dmart Дніпро»- одна з провідних мереж супермаркетів, де кожен знайде для себе всі необхідні товари для життя.

Мегамаркет «Dmart Дніпро» успішно працює і розвивається в Дніпрі з кінця 2020 року.

Мегамаркет «Dmart Дніпро» дбає про кожного нашого покупця, тому тут приділяють велику увагу комфорту, бездоганному сервісу та дизайну маркету. Одним з великих досягнень є величезний асортимент продовольчих і не продовольчих товарів, щоб кожен клієнт міг придбати все необхідне в одному місці. При цьому тут збалансували ціни так, щоб вони були приємними для покупців, не перевищували середньо ринкові та були конкурентними. Для наших постійних клієнтів передбачена дисконтна програма лояльності, яка дає можливість купувати товари із постійною знижкою.

В нашому мегамаркеті Ви можете здійснювати покупки за готівковим і безготівковим розрахунком. За бажанням Ви можете відвідати торговельний зал або замовити все необхідне через інтернет-магазин з доставкою на будь-яку зазначену Вами адресу.

Мегамаркет пропонує широкий асортимент різних категорій товару, який налічує понад 75 000 найменувань. В нашому мегамаркеті Ви знайдете:

- продукти харчування та напої;
- товари для дому;
- книжки та іграшки для дітей;
- канцтовари;
- товари для домашніх тварин;
- товари для пікніку та відпочинку;
- спортивні товари;
- побутова техніка;

- садові інструменти;
- святкові товари та багато іншого.

Ми пропонуємо своїм покупцям тільки якісні товари відомих виробників, як вітчизняних, так і імпортних. Кожен товар ми дбайливо відбираємо, щоб до кошиків наших споживачів потрапляли найкращі продукти.

2. Технологічна частина

2.1 Вибір електричного обладнання мегамаркета торгового центру

Для внутрішнього електрообладнання торгового центру передбачається наступне електрообладнання: ввідно-розподільний пристрій передбачається виконанням щитами типу ВРУМ, які будуть встановлюватися в електрощитовій; облік електроенергії здійснюється лічильниками активної енергії, встановленими на вступній панелі ВРУ; електроосвітлення передбачається трьох типів -робоче, чергове і евакуаційне; управління освітленням передбачається ручне – вимикачами, датчиками руху та автоматичними вимикачами із щитків; типи світильників і види електропроводки вибираємо в залежності від призначення приміщень і умов середовища; для освітлення торгового центру передбачається використання джерел світла – світлодіодні світильники різного типу; заземлення передбачається виконанням занулення і захисного заземлення; для системи зрівнювання потенціалів передбачається встановлення в електрощитовій поруч з ВРУ Головною Шини зрівнювання потенціалів (ГШУП), в місцях установки обладнання (розподільних щитків) встановлені Додаткові Шини зрівнювання потенціалів (ДШУП).

Електротехнічна частина проекту виконана на підставі архітектурно-будівельної частини, опалення та вентиляції, водопроводу і каналізації.

За ступенем електропостачання електротокоемієннікі відносяться до споживачів III категорії.

Напруга мережі прийнято 380/220 В при глухозаземленій нейтралі трансформатора.

Як розподільного пристрою прийняті електричні щити, розташовані в електрощитовій та по АБК мегамаркету.

Облік електроенергії здійснюється на вступній панелі ВРУ.

Струмopриймачами силового обладнання є: технологічне обладнання АБК зони, світильники, електродвигуни вентиляторів і насосів, теплові завіси, автоматичні двері, навантаження підключається світлової реклами.

В якості силових розподільних щитів прийняті щити бренду HAGER.

Проектом передбачається робоче, аварійне (чергове) і евакуаційне освітлення, виконане світлодіодними світильниками. Групові та розподільні мережі виконані кабелем ВВГ нгд в електротехнічних лотках; в електрокоробах; в пустотах перегородок; приховано під шаром штукатурки. Всі розетки використовуються двополюсні з 3-м заземлюючим контактом. Мережа до розеток виконується кабелем ВВГ нгд перетином від 2,5 мм² до 16 мм² в гофротрубі приховано за ГКЛ стінами, відкрито в електротехнічних лотках. Управління освітленням місцеве виконується вимикачами та датчиками руху.

Проектом передбачається відключення вентиляції у разі пожежі і дистанційний пуск пожежних насосів.

Для захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом всі металеві частини електрообладнання і світильників, а також заземлюючі контакти розеток, нормально не перебувають під напругою повинні бути заземлені, за допомогою N-провідника до шини N розподільного щитка, щитка ДШУП, від якого на ящик ГШУП. У проекті прийнята система заземлення TN-CS, згідно ПУЕ. На введенні передбачений контур повторного заземлення нульового проводу.

Заземлюючих пристроїв виконано зовнішнім контуром, що складається зі сталі смуговий 40x4, прокладених в землі по периметру будівлі на глибині

0,5 м. Опір заземлювального пристрою в будь-який час року має бути не більше 10 Ом. Проектом передбачається система зрівнювання потенціалів шляхом об'єднання всіх металевих частин (основний захисний провідник, заземлюючий провідник або затиск, сталеві труби комунікацій будівлі, металеві частини конструкцій, труб водопроводу, каналізації, опалення) на вводі в будинок. Головна Заземлювальна Шина ГШУП встановлюється в електрощитовій і приєднується до шини РЕ ВРУ проводом ПВЗ-25. ГШУП з'єднується з додатковими шинами ДШУП проводом ПВЗ-6, 16.

Всі роботи по монтажу і захисних заходів з електробезпеки виконати згідно з ПУЕ 2020 р.

2.2 Розрахунок освітлення

Електричне освітлення - найважливіший фактор, від якого в значній мірі залежать перебування людей.

Основні показники штучного освітлення (освітленість, яскравість, спектральний склад світла, пульсація світлового потоку, сліпуче дію джерел світла) повинні забезпечувати нормальні та безпечні умови праці людей, сприяти підвищенню продуктивності праці, сприяти підвищенню продуктивності праці і якості продукції. Важлива вимога, що пред'являється до освітлювальної установки - її економічність.

Як джерела світла будемо застосовувати світлодіодні світильники різного типу. Основна перевага світлодіодних світильників – енергоефективність, невисока вартість, надійність. Штучне освітлення приміщень в даний час здійснюється, головним чином, електричними світильниками.

Як джерела світла вибираємо світлодіодні лампи, як найбільш економічні.

Для освітлення робочих місць вибираємо загальне освітлення.

Для освітлення торгових залів вибираємо трекове освітлення.

Розрахуємо кількість встановлених ламп загального освітлення[10]

$$n_o = \frac{K'_3 \cdot E_o \cdot S_{\Pi}}{\Phi_{\text{ло}} \cdot z_o \cdot \eta_o}, (2.1)$$

де K'_3 - коефіцієнт запасу, приймається в залежності від ступеня забрудненості приміщення;

E_o - норма загальної освітленості, лк;

S_{Π} - площа приміщення, м²;

$\Phi_{\text{ло}}$ - необхідний світловий потік від однієї лампи загального освітлення, лм;

z_o - коефіцієнт нерівномірності освітленості лампами загального освітлення в залежності від типу світильника, відстані між світильниками і висоти їх підвісу;

η_o - коефіцієнт використання світлового потоку від ламп загального освітлення

Висота підвісу світильника H_3 розраховується по [10]

$$H_3 = h_{\text{про}} - (h_p - h_{\Pi}), (2.2)$$

де $h_{\text{про}}$ - висота приміщення, м;

h_p - відстань від підлоги до освітлюваної (робочої) поверхні, м;

h_{Π} - відстань від стелі до світильника, м

Для визначення коефіцієнта $\eta_{\text{про}}$ необхідно розрахувати показник приміщення φ_{Π} за формулою[10]

$$\varphi_{\Pi} = \frac{a_{\Pi} \cdot b_{\Pi}}{H_c (a_{\Pi} + b_{\Pi})}; (2.3)$$

де a_{Π} - довжина приміщення, м;

b_{Π} - ширина приміщення, м

Знаходимо висоту підвісу світильників:

$$H_3 = 7,8 - (0,8 + 4) = 3 \text{ м}$$

Знайдемо показник приміщення для торгового залу магазину:

$$\varphi_n = \frac{54 \cdot 48}{3 \cdot (54 + 48)} = 8.5$$

По таблиці [10, 14] знаходимо коефіцієнт використання світлового потоку від ламп загального освітлення $\eta_{\text{про}} = 0,7$; норма загальної освітленості $E_o = 400$ лк; коефіцієнт запасу для світлодіодних ламп $Do'_3 = 1,5$; необхідний світловий потік від одного прожектора потужністю 35 Вт $\Phi_{\text{ло}} = 2800$ лм; коефіцієнт нерівномірності освітленості $z_o = 1,15$.

Підставляючи значення коефіцієнтів у формулу (2.1) знайдемо кількість прожекторів:

$$n_0 = \frac{1,5 \cdot 400 \cdot 2592}{2800 \cdot 1,15 \cdot 0,7} = 689, \text{ ламп}$$

Тоді кількість світильників, необхідних для освітлення торгових залів дорівнюватиме:

$$n = n_0 = 689, \text{ світильника для торгового залу}$$

Для інших приміщень розрахунки проводимо аналогічно, а дані розрахунку заносимо в таблицю 2.1.

Приміщення	Площа приміщення, $S_p, \text{ м}^2$	Кількість світильників, n	Кількість	світильників Марка світильника лампи	Потужність, Вт	
					один	загальний
Торговий зал	2592	689	689	TRL Oval-V35-Bc	35	24115
Коридор АБК	172,9	18	18	LINE LED 50W/2286/1R/OP/2.0/WH	50	900
Коридор	134,4	12	12	LINE LED	45	540

розвантажувальна				45W/840/2198/3R/VS110/1, 72/BL		
Розвантажувальна рампа	126,9	11	11	LINE LED 45W/840/2198/3R/VS110/1,	45	495
Склади	171	20	20	LINE LED 45W/840/2198/3R/VS110/1, 72/BL	45	900
Рибний цех	16,6	4	4	LINE LED 45W/840/2198/3R/VS110/1, 72/BL	45	180
Овочевий цех	36,7	11	11	LINE LED 45W/840/2198/3R/VS110/1, 72/BL	45	495
М'ясний цех	36,7	9	9	LINE LED 45W/840/2198/3R/VS110/1, 72/BL	45	405
Відділ кулінарія	78	18	18	LINE LED 45W/840/2198/3R/VS110/1, 72/BL	45	810
Мийний цех	50	9	9	LINE LED 45W/840/2198/3R/VS110/1, 72/BL	45	405
Цех випічка	90	16	16	LINE LED 45W/840/2198/3R/VS110/1, 72/BL	45	720
Електроцитова	16	1	1	LINE LED 45W/840/2198/3R/VS110/1, 72/BL	45	45

2.3 Визначення загальної встановленої потужності торгового центру

Загальна встановлена потужність торгового центру визначається за формулою:

$$S_y = S_{осв} + S_{роз} + S_{эд} + S_{проч} \quad (2.4)$$

де S_y - загальна встановлена потужність мегамаркету, Вт;

$S_{осв}$ – потужність освітлення, Вт;

$S_{роз}$ – потужність розеток, Вт;

$S_{эд}$ – потужність електродвигунів (вентиляції), Вт;

$S_{проч}$ – потужність іншого силового електрообладнання, Вт

Потужність освітлення визначається за формулою:

$$S_{\text{осв}} = \Sigma S_{\text{осв. уч. } i}, (2.5)$$

де $\Sigma S_{\text{осв. уч. } i}$ – потужність освітлення в окремих приміщеннях, Вт. В нашому випадку живлення світильників іде з 4-х щитів – ШО1,ШО2,ШО3,ШО4. Розрахунки по кожному представлені в Однолінійних схемах (додаються окремо).

Підставляючи значення отримаємо:

$$S_{\text{осв}} = 1393 + 4283 + 23449 + 1466 = 30\,591, \text{ Вт}$$

Потужність на розетки визначаємо за формулою:

$$S_{\text{роз}} = \Sigma S_{\text{роз. уч. } i}, (2.6)$$

де $\Sigma S_{\text{роз. уч. } i}$ – потужність обладнання в окремих приміщеннях, Вт. Живлення розеток виконується від розподільчих щитів в кожному із цехів, приміщень – ШЕ1,ШТ1-8,ШВН1,ШВН2,ШХ1. Розрахунки по кожному представлені в Однолінійних схемах (додаються окремо).

Підставляючи значення отримаємо:

$$S_{\text{роз}} = 60100 + 16574 + 8760 + 11643 + 162759 + 87000 + 57000 + 161334 + 29970 + 13450 + 12535 + 30000 + 21374 = 372\,560, \text{ Вт}$$

Потужність електродвигунів визначаємо за формулою:

$$S_{\text{эд}} = \Sigma S_{\text{эд. } i}; (2.7)$$

де $S_{\text{эд. } i}$ – потужність кожного окремого електродвигуна, Вт

Електродвигуни застосовуються в системі вентиляції мегамаркету, холодильної системи, компресорно-конденсаторний блок, живлення виконується від розподільчих щитів – ШВ1,ШВ2,ШВ3,ВРУ1,ВРУ2,ШК-Н. Розрахунки по кожному представлені в Однолінійних схемах (додаються

окремо).

Підставляючи значення отримаємо:

$$S_{\text{эд}} = 6070 + 63196 + 2480 + 115000 + 101000 + 38800 = 326\,546 \text{ , Вт ;}$$

Підставляючи значення в формулу (2.4) отримаємо загальну встановлену (номінальну) потужність електрообладнання торгового центру:

$$S_{\text{y}} = 30\,591 + 372\,560 + 326\,546 = 729\,697 \text{ , кВт}$$

2.4 Вибір трансформаторної підстанції

Трансформаторну підстанцію вибираємо з умови [7]

$$S_{\text{T}} \geq S_{\text{H}} \text{ (2.9)}$$

де S_{T} – повна потужність трансформатора, кВт;

S_{H} – повна потужність навантаження, кВт;

729,7 кВт;

Вибираємо найближчу велику потужність трансформатора [2]:

Марка трансформатора ТМ 800;

Номінальна потужність трансформатора - 800 кВА;

Схема і група з'єднань обмоток - Y / ZH - 11;

Напруга на первинній обмотці - 10 кВ;

Напруга на вторинній обмотці - 0,4 кВ;

Втрати холостого ходу - 330/365 Вт;

Втрати короткого замикання - 9000 Вт;

Напруга короткого замикання $U_{\text{к}} = 6\% U_{\text{H}}$;

Струм холостого ходу $i_{\text{х}} = 2,6\% I_{\text{H}}$;

Вид перемикачів відгалужень обмоток - ПБЗ

2.5 Розрахунок номінальних струмів

Однолінійні схеми з електропостачання мегамаркету додаються окремо. Всі розрахунки виконані і внесені в данні схеми.

Розглянемо розрахунок номінального струму на прикладі електричного щита ВРП-3.

Номінальний струм розраховується за формулою [7]

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cos \varphi_n \eta_n}, (2.10)$$

де I_n - номінальний струм, А;

P_n - потужність електрообладнання, Вт;

U_n - лінійна напруга, В;

$\cos \varphi_n$ - коефіцієнт потужності;

η_n - коефіцієнт корисної дії (згідно таблиці 3.11 ДБН В.2.5-23:2010).

$I_n = \frac{37620}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85 \cdot 1} = 9,31$ А – номінальний струм для живлення електрообладнання на позн. 6,370.

По аналогії розраховуємо інші електроприлади і заносимо данні в однолінійну схему щита **ВРП-3** та всіх наступних щитів.

Номінальний струм для освітлювальних приладів визначається за формулою

$$I_{n.осв} = P_n / U_\phi, (2.11)$$

де $I_{n.осв}$ - номінальний струм, А;

P_n - номінальна потужність освітлювальних приладів, Вт;

U_ϕ - фазна напруга мережі, В.

Розрахунок номінального струму освітлювальних приладів розглянемо на прикладі світильників для приміщення щитової та коридору – група 14М2.

Номінальний струм для освітлювальних приладів, А

$$I_{н.осв} = 500 / 220 = 2,27 \text{ А} .$$

По аналогії розраховуємо інші освітлювальні прилади і заносимо данні в однолінійні схеми щитів.

2.6 Розрахунок внутрішніх електропроводок

2.6.1 Загальні відомості

Каналізація електроенергії до електроустановок може здійснюватися електропроводки, прокладаються по території підприємств, всередині будівель та споруд , по зовнішніх стінах і т. п. Вони являють собою сукупність ізольованих проводів і силових кабелів.

За способами виконання і конструктивним формам внутрішні електропроводки поділяються на відкриті і приховані. При відкритій електропроводці проводи та кабелі прокладаються безпосередньо по поверхні стін, стель, по фермах, по опорах, машин, обладнання та т. П.

При прихованій електропроводці їх прокладають всередині конструктивних елементів будівель і споруд (в стінах, підлогах, фундаментах, перекриттях, а також в трубах, гнучких металевих рукавах, коробах). Прихована електропроводка забезпечує високу безпеку, надійність і довговічність. Відповідає більш високим естетичним і гігієнічним вимогам. Однак її вартість вища, і, крім того, не можуть нагляд за її станом і заміна в разі потреби.

Внутрішні електропроводки, відповідно до ПУЕ, повинні відповідати умовам навколишнього середовища електро- і пожежної безпеки, видами використовуваних проводів і кабелів, надійністю, зручністю експлуатації і економічними показниками (мінімум приведених річних витрат).

Оболонки і ізоляція проводів і кабелів, що застосовуються в електропроводках, повинні відповідати способу прокладки і умов навколишнього середовища. Ізоляція, крім того, повинна відповідати номінальній напрузі мережі.

У місцях, де можливі механічні пошкодження електропроводки, відкрито прокладені проводи і кабелі повинні бути захищені від них своїми захисними оболонками, а якщо такі оболонки відсутні або недостатньо стійки по відношенню до механічних впливів, - трубами, коробами, огорожами або застосуванням прихованої електропроводки.

Для живлення переносних і пересувних електроприймачів слід застосовувати шнури і гнучкі кабелі з мідними жилами, спеціально призначені для цієї мети, з урахуванням можливих механічних впливів. Всі жили вказаних провідників, в тому числі заземлювальна, повинні бути в спільній оболонці, оплітці або мати спільну ізоляцію.

До електропроводок ставляться такі вимоги [4, 6]:

1. Допустимі тривалі струми на проводи та кабелі електропроводок повинні прийматися з урахуванням температури навколишнього середовища і способу прокладки.
2. Механічна і електрична міцність електропроводок повинна забезпечувати довговічність внутрішніх проводок 10 ... 12 років, кабельних ліній - 25 років.
3. Електропроводки потрібно прокладати так, щоб вони не захаращували приміщення, не псували зовнішній вигляд обладнання.
4. Конструкція електропроводки повинна забезпечити можливість заміни проводів, безпеку при обслуговуванні і експлуатації, пожежну безпеку.
5. Електропроводки необхідно виконувати з урахуванням економічних вимог.

При проектуванні внутрішніх електропроводок слід керуватися чинними «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ), «Нормами технологічного проектування електроустановок» (НТПЕ), і «Будівельними нормами і правилами».

Перетини проводів і кабелів внутрішніх електропроводок вибирають по допустимому нагріву і по допустимим втрат напруги. Крім того, площі перетинів проводів і кабелів не менше ніж дозволяється за умовами механічної міцності.

2.6.2 Розрахунок внутрішніх електропроводок по допустимому нагріву

Провід й кабелі повинні бути обрані таким чином, щоб температура дроти при тривалому протіканні струму навантаження не була більше гранично допустимої.

При розрахунках дрот внутрішньої електропроводок вибирають за значенням гранично допустимого струму.

Так як вибір проводів по допустимому нагріву тісно пов'язане з вибором захисних апаратів, то розрахунок починають з вибору захисту від перевантажень і коротких замикань.

Вибираємо проведення за умовами

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{н.дв}}, (2.12)$$

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{в}}, (2.13)$$

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{Т.сп}}, (2.14)$$

де $I_{\text{доп}}$ - допустимий струм провідника, А;

$I_{\text{н.дв}}$ - номінальний струм електродвигуна, А;

$I_{\text{в}}$ - номінальний струм плавкої вставки, А;

$I_{\text{сп}}$ - струм спрацьовування теплового розчеплювача, А

Вибір типу проводів і кабелів

1. Для ліній освітлення вибираємо дроти трижильні дроти з мідними жилами ВВГ нгд відповідних перетинів;
2. Для прокладки міжповерхових проводок до освітлювальних щитів вибираємо трижильні дроти з мідними жилами ВВГ нгд відповідних перетинів;
3. Для силової проводки вибираємо кабель з мідними жилами ВВГ нгд відповідних перетинів.

Вибір площі поперечного перерізу проводів і кабелів для ліній живлення розподільчих щитів мегамаркету.

Розглянемо на прикладі живлення шафи вентиляції ШВ1 з потужністю 5460 Вт. Згідно формули 2.10 визначаємо номінальний струм для даної лінії живлення.

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cos \varphi_n \eta_n}, (2.10)$$

$$I_n = \frac{5460}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85 \cdot 1} = 9,77 \text{ А}$$

З умов наведених вище вибираємо по таблиці ДБН В.2.5-23:2010 вибираємо площа перетину дроту, для даної лінії живлення - 6 мм².

Для інших ліній живлення розрахунок проводимо аналогічно, а дані розрахунку заносимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 - Вибір перерізу проводів та кабелів для ліній живлення розподільчих щитів (від щита ВРП-3)

Лінія	1M1	2M1	3M1	4M1	5M1	6M1	7M1	8M1	9M1	10M1	11M1
Перетин електропроводки, F, мм	35,0	6,0	50,0	4,0	4,0	10,0	10,0	10,0	95,0	35,0	25,0

Лінія	1M2	2M2	3M2	4M2	5M2	6M2	7M2	8M2	9M2	10M2	11M2
Перетин електропроводки, F, мм	95,0	25,0	10,0	10,0	25,0	16,0	70,0	50,0	4,0	6,0	35,0

Лінія	12M2	13M2	14M2	17M2							
Перетин електропроводки, F, мм	16,0	6,0	1,5	25,0							

Всі перерізи ліній які відходять до споживачів, також відображаються в однолінійних схемах

2.6.3 Розрахунок внутрішніх електропроводок по допустимій втраті напруги

При перевірці проводів і кабелів по допустимій втраті напруги повинно бути дотримано наступну умову

$$\Delta U_{расч} \leq U_{доп}, (2.16)$$

де $\Delta U_{розр}$ - розрахункова втрата напруги, %;

$\Delta U_{доп}$ - допустима втрата напруги, %

Відповідно до ПУЕ втрата напруги для внутрішніх електропроводок не повинні бути більше 2,5%.

Розрахункова втрата напруги визначається за формулою

$$\Delta U_{\text{расч}} = \frac{P \cdot l}{c \cdot F}, \quad (2.17)$$

де P - потужність електроустановки, кВт;

l - довжина лінії, м;

c - постійний для даного проводу коефіцієнт, що залежить від напруги мережі, числа фаз і матеріалу дроти;

F - площа поперечного перерізу жили, мм²

Розглянемо розрахунок втрати напруги розглянемо на прикладі лінії живлення 7М1 для щита ШТ2 :

$$\Delta U_{\text{расч}} = \frac{8,76 \cdot 60}{77 \cdot 10} = 0,68, \text{ В}$$

$$\Delta U_{\text{расч}} \% = 0,2\%$$

Аналогічно проводимо розрахунок втрат напруги для інших ліній внутрішніх електропроводок, а результати розрахунків зведемо в таблицю 2.5

Таблиця 2.5 – Втрати напруги в лініях внутрішніх електропроводок

Лінія	1М1	2М1	3М1	4М1	5М1	6М1	7М1	8М1	9М1	10М1	11М1
F , мм	35,0	6,0	50,0	4,0	4,0	10,0	10,0	10,0	95,0	35,0	25,0
$\Delta U_{\text{расч}}$, %	0,2	0,1	0,09	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2

Лінія	1М2	2М2	3М2	4М2	5М2	6М2	7М2	8М2	9М2	10М2	11М2
F , мм	95,0	25,0	10,0	10,0	25,0	16,0	70,0	50,0	4,0	6,0	35,0
$\Delta U_{\text{расч}}$, %	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,4	0,4	0,1	0,1	0,3

Лінія	12М2	13М2	14М2	17М2							
F , мм	16,0	6,0	1,5	25,0							
$\Delta U_{\text{расч}}$, %	0,1	0,10	0,1	0,2							

2.7 Розрахунок активних, індуктивних і повних опорів лінії і трансформатора

2.7.1 Визначення опорів лінії

Опір лінії визначається за такою формулою

$$R_{л} = r_0 \cdot l, \quad (2.18)$$

$$x_{л} = x_0 \cdot l, \quad (2.19)$$

$$z_{л} = \sqrt{R_{л}^2 + x_{л}^2}; \quad (2.20)$$

де r_0 - активний опір 1 км проводу, Ом / км;

x_0 - індуктивний опір 1 км проводу, Ом / км;

l - довжина дроту (лінії),

$$r_0 = \frac{1000 \cdot \rho}{F}, \quad (2.21)$$

де ρ - питомий опір матеріалу проводу, Омм;

F - номінальне перетин провідника, мм²

Розрахунок опору лінії 2М1:

По [2] для мідних проводів $\rho = 18,9 \cdot 10^{-9}$ Омм

Тоді:,

$$r_0 = \frac{1000 \cdot 18,9 \cdot 10^{-9}}{6 \cdot 10^{-6}} = 3,15, \quad \text{Ом/км}$$

$$R = 3,150,015 = 0,047, \quad \text{Ом};$$

$$x = 0,30,015 = 0,0045, \quad \text{Ом};$$

$$z_{л} = \sqrt{0,047^2 + 0,065^2} = 0,08, \quad \text{Ом}$$

Аналогічно проводимо обчислення для інших ліній електропроводок і дані розрахунків заносимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.7 - Активні та індуктивні опори ліній внутрішніх електропроводок

лінія	1M1	2M1	3M1	4M1	5M1	6M1	7M1	8M1	9M1	10M1	11M1	1M2	2M2	3M2	4M2
l , км	0,040	0,040	0,020	0,085	0,150	0,065	0,060	0,065	0,075	0,060	0,085	0,100	0,060	0,105	0,020
r_0 , Ом/км	0,27	2,3	0,38	3,15	3,15	3,15	3,15	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	12,6	7,5	7,5
$R \cdot 10^{-3}$, Ом	0,27	2,3	0,38	47	85	110	63	34	28,5	34	40	45	189	157	135
$x \cdot 10^{-3}$, Ом	0,3	0,3	0,3	65	8,1	10,5	6	5,4	4,5	5,4	6,3	7,2	4,5	6,3	5,4

лінія	5M2	6M2	7M2	8M2	9M2	10M2	11M2	12M2	13M2	14M2	17M2
l , км	0,115	0,065	0,03	0,030	0,040	0,020	0,020	0,020	0,140	0,035	0,035
R_0 , Ом/км	18,9	18,9	12,6	4,7	7,5	6,3	18,9	12,6	12,6	4,7	4,7
$r \cdot 10^{-3}$, Ом	397	453	378	564	225	189	718	290	340	380	164
$x \cdot 10^{-3}$, Ом	6,3	7,2	9	36	9	9	11	6,9	8,1	24	10,5

2.7.2 Опір трансформатора

Опір силового трансформатора визначається за такими формулами

$$z_T = \frac{U_k \cdot U_\delta}{100 \cdot S_T}, \quad (2.22)$$

$$R_T = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_\delta^2}{S_T^2}, \quad (2.23)$$

$$x_T = \sqrt{z_T^2 - R_T^2}, \quad (2.24)$$

де z_T - повне сопропівлення трансформатора, Ом;

U_k - напруга короткого замикання трансформатора, В;

U_δ - базисна напруга, В;

S_T - повна номінальна потужність трансформатора, ВА;

$\Delta P_{\text{кз}}$ - втрата потужності в трансформаторі при короткому замиканні, Вт;

R_T - активний опір трансформатора, Ом;

x_T - індуктивний опір трансформатора, Ом

Розрахунок опору силового трансформатора

$U_k = 6\%$, тоді перераховуючи на вольти отримаємо:

$$U_k = 380\text{В} * 0,06 = 22,8 \text{ В}$$

$$Z_T = \frac{22,8 * 380^2}{100 * 800000} = 0,041 \text{ , Ом};$$

$$R_T = \frac{9000 * 380^2}{800000^2} = 0,002 \text{ , Ом};$$

$$x_T = \sqrt{0,041^2 - 0,002^2} = 0,041 \text{ , Ом};$$

2.9 Вибір повітряних автоматичних вимикачів

Автоматичні вимикачі вибирають за наступними умовами [7] $U_{н. а} \geq U_{н. у}; (2.31)$

$$I_a \geq I_{н. у}; (2.32)$$

$$I_{н. р} \geq k_{н.т} \cdot I_{р. \text{ макс}}; (2.33)$$

$$I_{н. э} \geq k_{н.э} \cdot I_{к. \text{ макс}}; (2.34)$$

$$I_{пр. \text{ откл}} \geq I_{к. \text{ макс}}; (2.35)$$

де $U_{н. а}$ - номінальна напруга автомата, В;

$U_{н. у}$ - номінальну напругу електроустановки, В;

I_a - номінальний струм автомата, А;

$I_{н. у}$ - номінальний струм електроустановки, А;

$I_{н. р}$ - номінальний струм теплового розчеплювача автомата, А;

$k_{н.р}$ - коефіцієнт надійності, що враховує розкид по струму спрацьовування теплового розчеплювача;

$I_{р. \text{ макс}}$ - максимальний робочий струм ланцюга, що захищається запобіжниками, А;

$I_{н. е}$ - струм відсічення електромагнітного розчеплювача, А;

$k_{н.е}$ - коефіцієнт надійності, що враховує розкид по струму електромагнітного розчеплювача і пускового струму електродвигуна;

$I_{к. \text{ макс}}$ - максимальний струм короткого замикання в місці установки автомата, А;

$I_{пр. \text{ Вкл}}$ - гранично відключає струм,

$$I_{к.мах} = \frac{U_n}{\sqrt{3}(Z_T + Z_l)}, \quad (2.36)$$

чи

$$I_{к.мах} = \frac{U_\phi}{(Z_T + Z_l)}, \quad (2.37)$$

де Z_T - опір трансформатора, Ом;

Z_l - опір лінії, Ом

Вибираємо автомат для лінії 4М1 живлення щита вентиляції ШВЗ:

$$U_{н. а} \geq 380 \text{ В};$$

$$I_a \geq 5,8 \text{ А};$$

$$I_{н. р} \geq 1,25,8 = 7, \text{ А};$$

$$Z_l = \sqrt{0,047^2 + 0,065^2} = 0,08 \text{ Ом};$$

$$I_{к.мах} = \frac{380}{\sqrt{3}(0,25 + 0,08)} = 667, \text{ А};$$

$$I_{к.мах} = \frac{380}{\sqrt{3}(0,041+0,08)} = 1809,5 \text{ А}$$

$$I_{н. з} \geq 1809,5 \text{ А};$$

$$I_{пр. откл} \geq 1,5667 = 1000 \text{ А}$$

Вибираємо автомат ЕАТОН у якого:

- номінальний струм вимикача - 20 А;
- номінальна напруга - 415 В;
- з тепловим і електромагнітним расцепителем - Т і Е;
- номінальний струм розчеплювача - 10 А;
- граничний струм, що відключається вимикачем - 6000 А

Інші автоматичні вимикачі вибираємо аналогічно, а всі отримані дані відображаємо в однолінійних схемах щита ВРП-3

2.10 Вибір електромагнітних пускачів

Електромагнітні пускачі вибираємо за наступними умовами [7]

$$U_{н. п} \geq U_{н. у}; (2.38)$$

$$I_{н. п} \geq I_{расч}; (2.39)$$

$$I_{н. р} \geq I_{н. дв}; (2.40)$$

де $U_{н. п}$ - номінальна напруга магнітного пускача, В;

$U_{н. у}$ - номінальну напругу електроустановки, В;

$I_{н. п}$ - номінальний струм магнітного пускача, А;

$I_{розр}$ - розрахунковий струм, А;

$I_{н. р}$ - номінальний струм нагрівального елемента теплового реле, А;

$I_{н. дв}$ - номінальний струм електродвигуна, А

Вибираємо пускач для лінії 4М1 живлення щита вентиляції ШВЗ:

$$U_{н. п} \geq 380 \text{ В};$$

$$I_{н. п} \geq 5,6 \text{ А};$$

$$I_{н. р} \geq 5,6 \text{ А}$$

Вибираємо магнітний пускач ПМЛ 150104

2.12 Вибір рубильника

Рубильники вибираємо за наступними умовами [2, 7]

$$U_{н. р} \geq U_{н. уст}; (2.41)$$

$$I_{н. р} \geq I_{н. уст}; (2.42)$$

де $U_{н. п}$ - номінальна напруга рубильника, В;

$U_{н. уст}$ - номінальну напругу електроустановки, В;

$I_{н. р}$ - номінальний струм рубильника, А;

$I_{н. уст}$ - номінальний струм електроустановки, АА

$$U_{н. р} \geq 380;$$

$$I_{н. р} \geq 222 \text{ А}$$

Вибираємо рубильник з бічної рукояткою типу РБ з номінальним струмом - 400 А і з номінальною напругою - 380 В.

2.13 Розрахунок заземлюючого пристрою

Трансформаторна підстанція розташовується в третій кліматичній зоні. Від підстанції відходить кабельна лінія до торгового центру. Заземлюючий контур у вигляді прямокутного чотирикутника виконуємо шляхом закладення в ґрунт вертикальних сталевих стрижнів довжиною 5 м і діаметром \varnothing 12 мм, з'єднаних між собою сталевією смугою 40×4 мм. Глибина закладення стрижнів - 0,8 м, смуги - 0,9 м. Струм замикання на землю на стороні 10 кВ $I_s = 8$ А.

Визначаємо розрахунковий опір ґрунту для систем заземлення

$$\rho_{расч} = k_c \cdot k_1 \cdot \rho_{изм} ; (2.43)$$

де $\rho_{розр}$ - розрахунковий опір систем заземлення, Ом;

k_c - коефіцієнт сезонності;

k_1 - коефіцієнт враховує стан ґрунту при вимірюванні;

$\rho_{изм}$ - питомий опір ґрунту отримане при вимірюванні; Омм;

$$\rho_{расч} = 1,15 \cdot 1 \cdot 120 = 138 , \text{ Омм} (2.44)$$

Опір вертикального заземлювача [7]

$$R_B = 0,366 \cdot \left(\lg \frac{2l}{d} + 0,5 \lg \frac{4h_{cp} + l}{4h_{cp} - l} \right) / l ; (2.45)$$

де R_B - опір вертикального заземлювача, Ом;

l - довжина стрижня, м;

d - діаметр стержня, м;

h_{cp} - середня глибина закладення стрижнів,

$$R_B = 0,366 \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot 5}{0,012} + 0,5 \lg \frac{4 \cdot 3,3 + 5}{4 \cdot 3,3 - 5} \right) / 5 = 31,2 , \text{ Ом} (2.46)$$

Опір повторного заземлення $R_{п.з}$ не повинно перевищувати 30 Ом при $\rho = 100$ Омм і нижче

При $\rho > 100$ Омм допускається приймати

$$R'_{п.з} = 30 \rho / 100; (2.47)$$

$$R'_{п.з} = 30138 / 100 = 41, \text{ Ом}$$

Для повторного заземлення приймаємо один стрижень довжиною 5 м і діаметром 12 мм, опір якого 31,2 Ом < 41 Ом.

Загальний опір всіх п'яти повторних заземлювачів [7]

$$r_{п.з} = R_{п.з} / n; (2.48)$$

де n - число повторних заземлювачів, шт,

$$r_{п.з} = 31,2 / 5 = 6,24 \text{ Ом.}$$

Визначаємо розрахунковий опір нейтралі трансформатора з урахуванням повторних заземлювачів [7]

$$r_{иск} = r_{п.з} \cdot r_3 / (r_{п.з} - r_3); (2.49)$$

де r_3 - опір заземлення, Ом

$$r_{иск} = 4 \cdot 6,24 / (6,24 - 4) = 11, \text{ Ом}$$

В відповідність з ПУЕ опір заземлювального пристрою при приєднанні до нього електрообладнання напругою до і понад 1000 В не повинно бути більше 10 Ом і $125 / I_3$ якщо останнім менше 10 Ом.

$$r_{иск} = 125 / I_3; (2.50)$$

Приймаємо для розрахунку найменше з цих значень $r_{позов} = 10$ Ом.
Визначаємо теоретичне число стрижнів [7]

$$n_T = R_B / r_{иск}; (2.51)$$

$$n_T = 31,2 / 10 = 3,12$$

Приймаємо чотири стрижні і маємо в своєму розпорядженні їх в ґрунті на відстані 5 м один від іншого.

Довжина лінії

$$l_T = a \cdot n; (2.52)$$

де a - відстань між стрижнями, м

$$l_T = 5 \cdot 4 = 20 \text{ м}$$

Визначимо опір лінії зв'язку

$$R_T = 0,366 \cdot \rho_{расч} \cdot \lg \frac{2l^2}{d \cdot h} / l; (2.53)$$

де l - довжина лінії зв'язку, м;

d - ширина смуги, м;

h - глибина залягання, м.

$$R_T = 0,366 \cdot 300 \cdot \lg \frac{2 \cdot 20^2}{0,04 \cdot 0,9} / 20 = 23,9;$$

$$\rho_{расч} = 2,5 \cdot 1 \cdot 120 = 300 \text{ Омм.}$$

При $n = 4$ і $a / l = 5/5 = 1$, $\eta_B = 0,69$ і $\eta_T = 0,45$.

Тоді дійсне число стрижнів

$$n_\delta = R_B \cdot \eta_T \left(\frac{1}{r_{иск} \cdot \eta_T} - \frac{1}{R_T} \right) / \eta_B; (2.54)$$

де η_r - коефіцієнт екранування систем заземлення;

η_b - коефіцієнт екранування лінії

$$n_o = 31,2 \cdot 0,45 \left(\frac{1}{10 \cdot 0,45} - \frac{1}{23,9} \right) / 0,69 = 3,67$$

Приймаємо для монтажу $n_o = n_r = 4$ стержня і проводимо перевірочний розрахунок.

Дійсне опір штучного заземлення

$$r_{иск} = \frac{R_B \cdot R_r}{R_r \cdot n \cdot \eta_B + R_B \cdot \eta_r}; (2.55)$$

$$r_{иск} = \frac{31,2 \cdot 23,9}{23,9 \cdot 4 \cdot 0,69 + 31,2 \cdot 0,45} = 9,6 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом.}$$

Опір заземлювального пристрою з урахуванням повторних заземлювачів нульового проводу [7]

$$r_{расч} = r_{иск} \cdot r_{п.з} / (r_{иск} + r_{п.з}); (2.56)$$

$$r_{расч} = 9,6 \cdot 6,24 / (9,6 + 6,24) = 3,78 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом.}$$

Таким чином в результаті проведених розрахунків було отримано, що для заземлення трансформаторної підстанції необхідно чотири стрижні (штирі) заземлювача і п'ять стрижнів для повторного заземлення кабелю і торгового центру.

2.14 Висновок

В результаті виконання електротехнічних розрахунків з електропостачання торгового центру було вибрано електрообладнання, розраховане електричне освітлення і обрані освітлювальні установки переважно з світлодіодними світильниками, була розрахована повна потужність торгового центру і обрана трансформаторна підстанція з трансформатором ТМ-800, розраховані номінальні струми електроустановок, обрані перетину проводів і кабелів і перевірені по допустимій втраті напруги, розраховані

активні і індуктивні опору проводів і трансформатора, були обрані запобіжники в ланцюгу 0,4 кВ, для захисту електродвигунів і освітлювальних ліній були обрані автоматичні повітряні вимикачі, для включення і захисту електродвигунів були обрані магнітні пускачі, для відключення електрики в торговому центрі був обраний рубильник, для заземлення торгового центру і трансформаторної підстанції було розраховано заземлюючих пристроїв.

3. Конструктивна частина

3.1 Монтаж електропроводок

Електропроводки називається сукупність проводів і кабелів з відносяться до них кріпленнями, що підтримують захисними конструкціями і деталями.

При прихованій електропроводці їх прокладають всередині конструктивних елементів будівель і споруд (в стінах, підлогах, фундаментах, перекриттях, а також в трубах, гнучких металевих рукавах, коробах). Прихована електропроводка забезпечує високу безпеку, надійність і довговічність. Відповідає більш високим естетичним і гігієнічним вимогам.

При великому числі кабелів прокласти їх за елементами будівлі і в трубах стає практично неможливим. У таких випадках кабелі прокладають на лотках і в коробах. Короба мають закриту порожнисту конструкцію прямокутного типу. Вони можуть бути глухими, зі знімними або відкриваються кришками. Короба забезпечують захист кабелів і проводів від механічних пошкоджень, пилу і інших забруднень. У комплект лотків і коробів входять елементи, що забезпечують створення траси з необхідними поворотами і розгалуженнями в горизонтальній і вертикальній площинах, а також елементи для їх з'єднання і закріплення. При з'єднанні лотків забезпечується безперервна електрична зв'язок для створення ланцюга заземлення.

Монтаж електропроводок у коробах зводиться до їх установці і кріпленню на опорні конструкції, укладанні в них заготовлених мірних відрізків кабелів і проводів, закріплення їх і виконання необхідних з'єднань [4, 6, 9].

У коробах як кабелі, так і дроти можуть прокладатися багатошарово з довільним розташуванням. Сумарна площа їх перетину, розрахована за зовнішнім діаметрам, не повинна перевищувати 40% перетину короба в світлі. Пучки кабелів і проводів

скріплюють бандажами - на горизонтальних ділянках на відстані не більше 4-5 м, а на вертикальних - не більше 1 м. При горизонтальній установці лотків і коробів кріплення проводів і кабелів на прямих ділянках не потрібно, при вертикальній же установці дроти і кабелі закріплюються на відстані, що не перевищує 1 м, а в місцях повороту траси або відгалуження - 0,5 м до і після повороту або відгалуження

3.2 Розрахунок необхідної кількості матеріалів

Необхідна кількість проводів (кабелів) визначається як:

$$l_{\text{еп}} = \sum l_{\text{еп},i} \quad (3.1)$$

де $l_{\text{еп (каб)}}$ - загальна довжина проводу (кабелю) певного перерізу, м;

$\sum l_{\text{еп},i}$ - сума довжин проводів певного перерізу на інших ділянках, м

Розрахунок проведемо як сума проводів певного перерізу відходячи від кожного електричного щита.

Тоді необхідну кількість проводів:

$$l_{\text{еп (S=1,5)}} = \text{ШО1} + \text{ШВ1} + \text{ВРП} + \text{ШО2} + \text{ШО3} + \text{ШВ2} + \text{ШВ3} + \text{ШО4} = 319 + 244 + 30 + 2309 + 260 + 1199 + 1088 + 650 = 6099, \text{ м};$$

$$l_{\text{еп (S=2,5)}} = \text{ШЕ1} + \text{ШТ1} + \text{ШТ2} + \text{ШТ3} + \text{ШТ4} + \text{ШТ5} + \text{ШТ6} + \text{ШТ7} + \text{ШХ1} + \text{ШЕ2} + \text{ШВН1} + \text{ШВН2} + \text{ШО3} + \text{ШВ2} + \text{ШО4} + \text{ШТ8} = 773 + 244 + 220 + 243 + 622 + 621 + 1362 + 161 + 285 + 1061 + 694 + 268 + 2535 + 660 + 545 + 536 = 10\,830, \text{ м};$$

$$l_{\text{еп (S=4)}} = \text{ВРП-3} + \text{ШТ4} + \text{ШТ5} + \text{ШТ6} + \text{ШХ1} + \text{ШВН2} + \text{ШВ2} + \text{ШТ8} = 365 + 86 + 59 + 1365 + 162 + 45 + 251 + 26 = 2359, \text{ м};$$

$$l_{\text{еп (S=6)}} = \text{ВРП} + \text{ШТ4} + \text{ШТ6} + \text{ШВН1} + \text{ШВ2} = 60 + 18 + 1034 + 85 + 150 = 1347, \text{ м};$$

$$l_{\text{еп (S=10)}} = \text{ВРП} = 315, \text{ м};$$

$$l_{\text{еп (S=16)}} = \text{ВРП} + \text{ШТ4} + \text{ШТ5} + \text{ШВ2} = 250 + 74 + 14 + 115 = 453, \text{ м};$$

$$l_{\text{еп (S=25)}} = \text{ВРП} = 280, \text{ м};$$

$$l_{\text{эп}}(S=35) = \text{ВРП} + \text{ШТ5} = 120 + 37 = 157 \text{ , м};$$

$$l_{\text{эп}}(S=50) = \text{ВРП} = 70 \text{ , м};$$

$$l_{\text{эп}}(S=70) = \text{ВРП} = 85 \text{ , м};$$

$$l_{\text{эп}}(S=95) = \text{ВРП} = 175 \text{ , м};$$

$$\Sigma l_{\text{эп}}(S=1,5\dots95) = 22\,170 \text{ м};$$

Необхідна кількість кабельних металевих лотків (коробів) визначається як:

$$l_{\text{к}} = \Sigma l_{\text{к.і}} \quad (3.2)$$

де $l_{\text{до}}$ - загальна довжина короба певного розміру, м;

$\Sigma l_{\text{к.і}}$ - сума довжин коробів певного розміру на інших ділянках, м

Тоді необхідну кількість коробів:

$$l_{\text{к}}(50 \times 50) = 315 \text{ м (згідно плану лоткових мереж);}$$

$$l_{\text{к}}(100 \times 50) = 588 \text{ м (згідно плану лоткових мереж);}$$

$$l_{\text{к}}(200 \times 50) = 210 \text{ м (згідно плану лоткових мереж);}$$

$$l_{\text{к}}(300 \times 50) = 54 \text{ м (згідно плану лоткових мереж);}$$

$$l_{\text{к}}(400 \times 50) = 45 \text{ м (згідно плану лоткових мереж);}$$

$$l_{\text{к}}(600 \times 50) = 117 \text{ м (згідно плану лоткових мереж);}$$

$$\Sigma l_{\text{к}} = 1329 \text{ м}$$

Необхідна кількість розеток визначається як:

$$n_{\text{роз}} = \Sigma n_{\text{роз.і}} \quad (3.3)$$

де $n_{\text{троянд}}$ - загальна кількість розеток, м;

$\Sigma n_{\text{троянд.і}}$ - сумарна кількість розеток на і тих поверххах, м

Розрахунок проводимо згідно плану розташування розеток, розділимо на розетки торгівельної зали, АБК та офісного приміщення.

Тоді необхідну кількість розеток:

$$n_{\text{роз}} = 151 + 101 + 31 = 283, \text{ шт}$$

Необхідна кількість світильників визначається як:

$$n_{\text{св}} = \sum n_{\text{св},i}, (3.4)$$

де $n_{\text{св}}$ - загальна кількість світильників, м;

$\sum n_{\text{св},i}$ - сумарна кількість певного світильників на поверхах, м

Розрахунок проводимо згідно плану розташування розеток, розділимо на розетки торгівельної зали, АБК та офісного приміщення.

Тоді необхідну кількість світильників:

$$n_{\text{св (торг зала)}} = 689, \text{ шт};$$

$$n_{\text{св (АБК)}} = 148, \text{ шт};$$

$$n_{\text{св (Офіси)}} = 48, \text{ шт};$$

$$\sum n_{\text{св}} = 885 \text{ шт}$$

Необхідна кількість електрощитів визначається як:

$$n_{\text{ещ}} = \sum n_{\text{ещ},i}, (3.5)$$

де $n_{\text{ещ}}$ - загальна кількість електрощитів, шт;

$\sum n_{\text{ещ},i}$ - сумарна кількість певного типу електрощитів, шт

В розрахунок беремо щити ВРП, силової групи, освітлення та вентиляції.

Тоді необхідну кількість електрощитів:

$$n_{\text{ещ}} = 1 + 12 + 4 + 3 = 20, \text{ шт}$$

3.3 Розрахунок трудомісткості виконуваних монтажних робіт

Трудомісткість монтажу електропроводок визначається як:

$$T_{\text{эп}} = (t_{\text{эп}} / 100) \cdot l_{\text{эп}}, (3.7)$$

де $T_{\text{эп}}$ - трудомісткість монтажу електропроводок, чол*год;

$t_{\text{эп}}$ - трудомісткість монтажу 100 м проводу, чол*год

Тоді трудомісткість монтажу електропроводок складе:

$$T_{\text{каб}} = (4/100) \cdot 22\,170 = 887, \text{ чол./год}$$

Трудомісткість монтажу коробів визначається як:

$$T_{\text{еп}} = (t_{\text{еп}} / 100) \cdot l_{\text{еп}} \quad (3.8)$$

де $T_{\text{еп}}$ - трудомісткість монтажу електропроводок, чол./год;

$t_{\text{еп}}$ - трудомісткість монтажу 100 м коробів, чол*год;

Тоді трудомісткість монтажу коробів складе:

$$T_{\text{кор}} = (19/100) \cdot 1\,329 = 252, \text{ чол*год}$$

Трудомісткість монтажу розеток визначається як:

$$T_{\text{троянд}} = (t_{\text{роз}} / 100) \cdot n_{\text{троянд}} \quad (3.9)$$

де $T_{\text{троянд}}$ - трудомісткість монтажу розеток, чол*год;

$t_{\text{роз}}$ - трудомісткість монтажу 100 розеток, чол*год;

$n_{\text{троянд}}$ - кількість розеток, шт

Тоді трудомісткість монтажу розеток складе:

$$T_{\text{крроз}} = (34/100) \cdot 283 = 96, \text{ чол./год}$$

Трудомісткість монтажу світильників визначається як:

$$T_{\text{св}} = (t_{\text{св}} / 100) \cdot n_{\text{св}} \quad (3.10)$$

де $T_{\text{св}}$ - трудомісткість монтажу світильників, чол*год;

$t_{\text{св}}$ - трудомісткість монтажу 100 світильників, чол*год;

$n_{\text{св}}$ - кількість світильників, шт

Тоді трудомісткість монтажу світильників складе:

$$T_{\text{св}} = (115/100) \cdot 851 = 978, \text{ чол./год}$$

Трудомісткість монтажу електрощитів визначається як:

$$T_{\text{ещ}} = (t_{\text{ещ}} / 100) \cdot n_{\text{ещ}} \quad (3.11)$$

де $T_{\text{ещ}}$ - трудомісткість монтажу електрощитів, чол*год;

$t_{\text{ещ}}$ - трудомісткість монтажу 100 електрощитів, чол*год;

$n_{\text{ещ}}$ - кількість електрощитів, шт

Тоді трудомісткість монтажу електрощитів складе:

$$T_{\text{ещ}} = (275/100) \cdot 20 = 55, \text{ чол*год}$$

Тоді загальна трудомісткість електромонтажних робіт складе:

$$T_{\circ} = 887 + 252 + 96 + 978 = 2213, \text{ чол*год}$$

3.4 Складання календарного плану - графіка виконання робіт

Після ретельного опрацювання технічної документації (пояснювальної записки, робочих креслень) складають технологічну карту майбутніх робіт по електромонтажу обладнання, прокладання різного роду комунікацій і після цього по кожній технологічній операції і роботі заготовляють комплекти оснащення, кріпильних деталей, інструментів, кабельних розводок і т. д. Бригада робітників і фахівців приступає до монтажних робіт після отримання замовником обладнання, засобів автоматизації, кабелів і труб. Таким чином, монтажні роботи можуть початися тільки після повного завершення на об'єкті будівельних робіт, постачання обладнання та повнокомплектною заготовки оснащення, кріпильних та інших допоміжних елементів. Оскільки кожен з цих комплексів робіт вимагає певного часу, для їх ув'язки доцільно складати календарні графіки, відповідно до яких потім організується взаємодія всіх учасників спорудження об'єкта [4, 6, 9].

На підставі документів складають докладний перелік всіх робіт і визначають послідовність їх виконання (див. Графік виконання робіт). Крім того, потрібні відомості про планові (проектних) обсягах роботи, трудомісткості і тривалості їх виконання, наявних і необхідних ресурсах, терміни поставки матеріалів і устаткування. Частина цих відомостей може бути отримана з кошторисів, інші розраховуються плановиками, нормувальниками і технологами монтажного підприємства.

3.5 Висновок

Складений календарний план-графік електромонтажних робіт дозволяє якісно організувати виконання електромонтажних робіт по монтажу електрообладнання, що в свою чергу може значно скоротити терміни електромонтажних робіт і збільшити продуктивність праці робітників.

Складений календарний план-графік виконання електромонтажних робіт дозволяє 6 робочим при 7 годинний робочий день виконати комплекс електромонтажних робіт за 67 днів.

4. Охорона праці

4.1 Стан охорони праці на підприємстві

4.1.1 Показники виробничого травматизму

Дані по кількості робочих і нещасних випадків заносимо в табл. 4.1.

Таблиця 4.1. - Показники травматизму

Призначення показників	Дані по рокам		
	2019	2020	2021
Середньо списковий склад працівників	18	20	21
Загальна кількість нещасних випадків	3	2	2
Число нещасних випадків зі смертельними наслідками	0	0	0
Загальна кількість днів непрацездатності	13	10	6

Визначаємо коефіцієнт частоти нещасних випадків за формулою [13]

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 1000 \quad ;(4.1)$$

де $K_{\text{ч}}$ - коефіцієнт частоти нещасних випадків;

T - загальна кількість нещасних випадків;

P - середньосписковий склад працівників

Підставляємо значення за 2019 р в формулу (4.1) отримаємо:

$$K_q = \frac{3}{18} \cdot 1000 = 167$$

Підставляємо значення за 2020 р в формулу (4.2) отримаємо:

$$K_q = \frac{2}{20} \cdot 1000 = 100$$

Підставляємо значення за 2021 р в формулу (4.2) отримаємо:

$$K_q = \frac{2}{21} \cdot 1000 = 95$$

Визначаємо коефіцієнт тяжкості травматизму за формулою [13]:

$$K_T = \frac{Д}{T - T_1}; (4.2)$$

де K_T - коефіцієнт тяжкості травматизму;

Д - загальне число днів непрацездатності;

T_1 - число нещасних випадків зі смертельними наслідками

Підставляємо значення за 2019 р в формулу (4.2) отримаємо:

$$K_T = \frac{13}{3 - 0} = 4,3$$

Підставляємо значення за 2020 р в формулу (4.2) отримаємо:

$$K_T = \frac{10}{2 - 0} = 5$$

Підставляємо значення за 2021 р в формулу (4.2) отримаємо:

$$K_T = \frac{6}{2 - 0} = 3$$

Визначаємо коефіцієнт втрат від нещасних випадків по:

$$K_{\pi} = \frac{D}{P} \cdot 1000 \quad ;(4.3)$$

де K_{π} - коефіцієнт втрат від нещасних випадків

Підставляємо значення за 2019 р в формулу (4.3) отримаємо:

$$K_{\pi} = \frac{13}{18} \cdot 1000 = 722$$

Підставляємо значення за 2020 р в формулу (4.2) отримаємо:

$$K_{\pi} = \frac{10}{20} \cdot 1000 = 500$$

Підставляємо значення за 2021 р в формулу (4.2) отримаємо:

$$K_{\pi} = \frac{6}{21} \cdot 1000 = 286$$

Результати розрахунків коефіцієнтів травматизму представимо у вигляді діаграм (рис. 2.1, 2.2, 2.3)

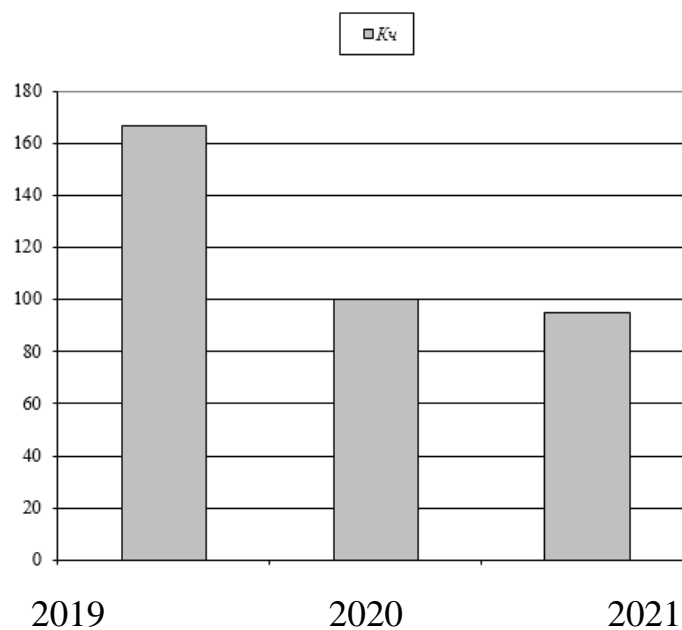


Рисунок 2.1. - Діаграма значення коефіцієнт тяжкості по роках

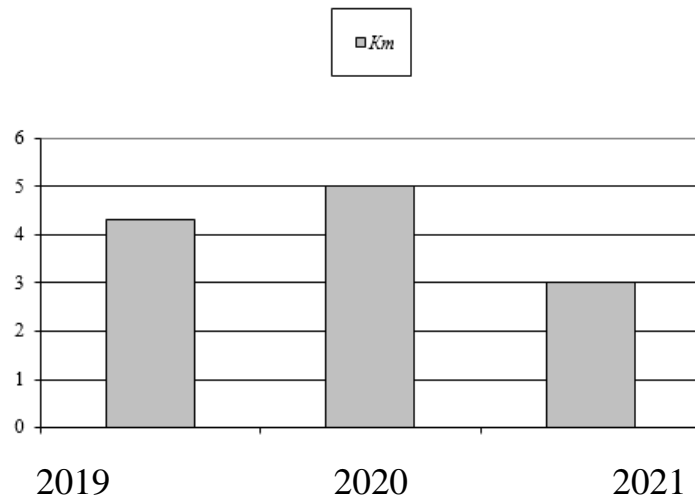


Рисунок 2.2. - Діаграма значення коефіцієнт тяжкості по роках

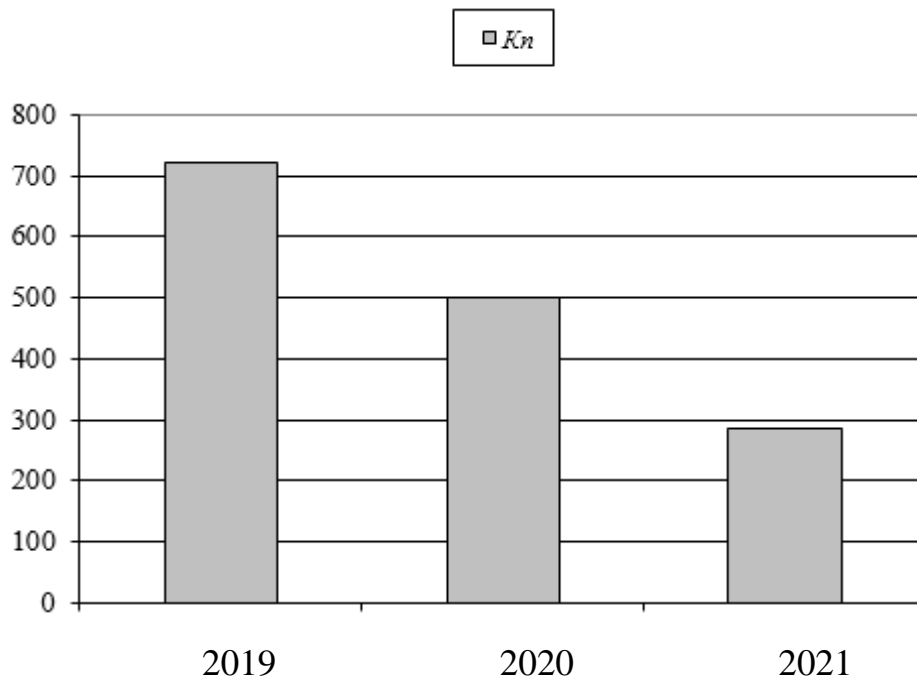


Рисунок 2.3. – Діаграма значення коефіцієнта частоти по роках

4.1.2 Аналіз стану охорони праці

У своїй роботі щодо дотримання техніки безпеки фірма керується такими правовими нормами:

а) будівельні норми і правила з техніки безпеки і виробничої санітарії, правила і норми, що забезпечують індивідуальний захист робітників від виробничих і професійних захворювань;

б) типові положення про службу охорони праці в будівельно-монтажних організаціях і на підприємствах будівельної індустрії;

в) правила і норми з охорони праці жінок, молоді;

г) правила, що регулюють діяльність органів державного нагляду в галузі охорони праці;

д) норми, що передбачають відповідальність за порушення законодавства про охорону праці.

Нещасні випадки на виробництві і профзахворювання розслідуються відповідно до Положення про розслідування та облік нещасних випадків на виробництві.

Все знову надійшли робочі проходять обов'язковий медичний огляд.

Проводиться вступний інструктаж з ТБ під час вступу на роботу, первинний і чергові на робочих місцях.

Щорічно проводиться атестація робочих і службовців, ІТП на знання Правил з техніки безпеки за участю інспекторів Держгірпромнагляду.

Основними причинами травматизму є травми робочих через неакуратне поводження працівників з інструментом, тобто пряме недотримання техніки безпеки при виконанні монтажних та інших робіт.

4.2 Заходи щодо вдосконалення охорони праці на підприємстві

Для зменшення нещасних випадків при виконанні монтажних, налагоджувальних та інших робіт, в проекті пропонуються заходи, спрямовані на підвищення охорони праці.

4.3 Заходи безпеки при виконанні електромонтажних робіт

Під час монтажу та експлуатації внутрішніх силових і освітлювальних електропроводок повинні обов'язково виконуватися: Інструктивні вказівки з техніки безпеки при електромонтажних роботах, Правила технічної експлуатації

електроустановок споживачів і Правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів [12].

До виконання робіт з монтажу та експлуатації електропроводок допускаються особи, які пройшли медичний огляд, вступний інструктаж і інструктаж на робочому місці.

Інструктаж проводить безпосередньо керівник робіт.

Використовувані при монтажі та експлуатації інструменти, інвентар, пристосування і механізми повинні бути випробувані відповідно до норм і термінами, передбаченими відповідними нормами Правил техніки безпеки і Правил Держгіртехнагляду.

Перед початком робіт з монтажу електропроводок перевіряється підготовка робочих місць, наявність необхідного інвентарю, інструменту та пристосувань.

Всі роботи на висоті 1,5 м і вище необхідно виконувати на лісах з огорожею або на сходах і драбинах. Електромонтери, які працюють на висоті, повинні мати індивідуальні комплекти інструменту і необхідних деталей.

На сходах і драбинах дозволяється працювати на висоті не більше 4 м, а також не можна користуватися електричним або пневматичним інструментом. Сходи і драбини не можна ставити на проміжні опори (ящики, бочки та ін.).

При пробитті отворів і канавок в бетоні, цеглі шлямбури, зубила і молотки не повинні мати збитих потилиць.

Роботи з електрозварювання і пайку проводів, наконечників та інших деталей слід виконувати в захисних окулярах і брезентових рукавицях.

При протягуванні проводів в труби потрібно бути особливо обережним подає провід в трубу, щоб її допускати одночасного затягування в трубу пальців.

Ручні переносні лампи при виконанні монтажних робіт дозволяється застосовувати на напругу 24 В, а в особливо небезпечних приміщеннях - на 12 В, при цьому вторинна обмотка понижуючого трансформатора повинна бути заземлена.

Робота під напругою допускається у виняткових випадках. Монтажні роботи при цьому виконують під наглядом інженера або техника-електрика з дотриманням спеціальних застережних заходів:

застосовувані інструменти повинні мати ізолюючі рукоятки або ж працюючий повинен бути в діелектричних рукавичках;

працюючий повинен бути ізольований від землі і не торкатися до поруч стоїть, не мають такої ізоляції;

працюючий повинен дотримуватися обережності, щоб не торкнутися одночасно двох фаз або фази і заземлених частин.

При роботі в безпосередній близькості від частин установки, що знаходяться під напругою, повинні застосовуватися огороження і гумові накладки.

Основною умовою безпеки персоналу, що обслуговує діючі електроустановки та електропроводки, є виключення можливості випадкового дотику його до частин електроустановок і електропроводок, що знаходяться під напругою.

Захист від ураження електричним струмом повинен передбачатися гару проектуванні, монтажі та ремонті електроустановок.

Вступні і розподільні пристрої, групові щитки і інші апарати повинні захищатися кожухами, що замикаються на замок дверцятами. Електропроводка і світильники повинні розташовуватися на висоті 2,5 м відповідно до вимог ПУЕ.

У місцях з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом вивішуються попереджувальні плакати: «Стій! Небезпечно для життя».

При обслуговуванні електропроводок перш ніж доторкатися до струмоведучих частин слід переконатися у відсутності напруги за допомогою покажчика напруги. Всі ремонтні, профілактичні та інші експлуатаційні роботи виконують на повністю відключеною установці. При цьому на щиті виймають запобіжники, що захищають обслуговується ділянку електропроводки, а на комутаційний апарат вивішують забороняє плакат «Не включати - працюють люди!»

Замінювати згорілі запобіжники треба тільки при відключеному напрузі або за допомогою ізолюючих кліщів.

Забороняються роботи в темряві. Не допускається під напругою замінити електричні лампи, чистити арматуру світильників.

Роботи з техобслуговування за електропроводки дозволяється проводити лише електромонтерами, які пройшли перевірку знань з техніки безпеки і мають кваліфікаційну групу не нижче III.

При виконанні робіт з технічного обслуговування повинні строго дотримуватися правила техніки безпеки при експлуатації електротехнічних установок в сільськогосподарському виробництві.

Не дозволяється виконувати роботи з технічного обслуговування та поточного ремонту на обладнанні, що знаходиться під напругою.

Сільські електричні мережі напругою 380/220 В виконують з глухо заземленою нейтраллю споживчого трансформатора.

Щоб виключити можливість ураження людини струмом, в електроустановках з ізольованою нейтраллю влаштовують захисне заземлення, що складається з заземлювача і провідника, який з'єднує металеві частини електроустановок, які не перебувають під напругою, з заземлювачем.

Заземлювальні пристрої генераторів і трансформаторів потужністю вище 100 кВА повинні мати опір не вище 4 Ом, а установок потужністю нижче 100 кВА - 10 Ом.

Заземлення підлягають корпуси електродвигунів, трансформаторів, генераторів, електротеплових приладів, світильників, приводи електричних апаратів, металеві каркаси і шафи розподільних і силових щитів, металеві кабельні муфти, оболонки силових кабелів, сталеві труби електропроводок, металеві корпуси пересувних та переносних електроприймачів.

Заземлювачем служать сталеві труби, металеві стрижні, профільна сталь, які забивають землю на глибину до 25 м і з'єднують між собою.

Контакти в заземленнях робляться в основному електрозварюванням, кожна установка приєднується до заземлення з допомогою окремого провідником.

У чотирьох провідних мережах 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю генератора або трансформатора металеві частини, нормально не перебувають під напругою, приєднують до нульового проводу.

На кінцевій опорі, близько введення в будівлю, нульовий провід повторно заземлюють. Опір повторного заземлення має бути не більше 10 Ом, а в установках, де опір основного заземлення допускається не більше 10 Ом, має бути не більше 30 Ом, при цьому число заземлювачів повинно бути не менше трьох.

Токоведущі фази електроустановки забарвлюють в жовтий, зелений і червоний колір, нульові шини при заземленої нейтралі - в чорний.

Заземлювальні провідники і шини, прокладені відкрито, фарбують в чорний колір.

Надійним засобом захисту людини від дотику до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, є захисні пристрої, що вимикають по току витоків, які відключають установку при струмі витоків 20 мА і вище протягом 0,05 сек

5. Екологія і екологічний захист природного середовища

5.1 Екологічна експертиза проекту

Останнім часом все більша увага приділяється питанням екології та захисту природи від шкідливого впливу людської діяльності. Всі ситуації, що виникають і потребують вирішення в даній області, регулюються законом "Про охорону навколишнього середовища України". Контроль за використанням закону здійснюють органи виконавчої влади - Кабінет Міністрів України, Держнагляд України, Міністерство екології, а також відповідні правоохоронні органи і управління адміністрації країв і областей.

При проектуванні і введенні в експлуатацію проводиться екологічна експертиза проєктованих технологій і об'єктів. Державна екологічна експертиза проводиться органами Державного комітету України з охорони природи на основі принципів законності і наукової обґрунтованості.

При проведенні екологічної експертизи основну увагу приділяють факторам і об'єктам, надають шкідливий вплив на стан навколишнього природного середовища. Розгляд вищевказаних чинників ведуть шляхом аналізу, узагальнення та розгляду необхідної інформації. Без проведення Державної екологічної експертизи введення в експлуатацію технологій або об'єктів не допускається, а також не проводиться подальше проектування без розробки заходів з охорони навколишнього природного середовища.

Виконання проекту з монтажу внутрішніх електропроводок має здійснюватися відповідно до технічної та технологічної документації, згідно з прийнятими нормативами, що забезпечує дотримання вимог екології та безпеки. Торговий центр, де повинні бути виконані заходи щодо монтажу внутрішнього електрообладнання, не

повинен мати шкідливого впливу і не забруднювати навколишнє природне середовище.

Для збереження навколишнього природного середовища дуже важливо строго дотримуватися всі санітарні норми і екологічні вимоги з охорони навколишнього природного середовища.

5.2 Заходи щодо захисту навколишнього природного середовища поблизу торгового центру при виконанні робіт по внутрішньому монтажу електрообладнання

При виконанні монтажних робіт в торговому центрі необхідно дотримуватися запобіжних екологічної безпеки. Будівельний і монтажний сміття необхідно видаляти з торгового центру в спеціальні контейнери для збору сміття в спеціально відведений місцях. Спалювання сміття категорично не допускається.

6. Техніко-економічне обґрунтування проектних рішень.

В кваліфікаційній роботі ступеню бакалавра виконується розробка електропостачання мегамаркету «Dmart». Для безперервної роботи сучасного мегамаркету, основним із елементів є якість та надійність головного електричного ввідно-розподільчого пристрою. Повинні бути застосовані трансформатори та головні розподільчі пристрої згідно розрахункових параметрів системи. Саме це дозволить зменшити експлуатаційні витрати, витрати на поточний ремонт електрообладнання, та втрати електроенергії в елементах мережі. У спеціальній частині розглянуто установку ВРП-3 з регулюючими автоматичними вимикачами номіналом від 800А до 640А та якісні трансформатори типу ТСЗ-800/5А. Це дозволить:

- покращити технічні показники електропостачання мегамаркету;
 - зменшити експлуатаційні витрати;
 - зменшити витрати на поточний ремонт електрообладнання;
- підвищити надійність і безпеку обслуговування об'єкту

6.1 Розрахунок капітальних інвестицій

Капітальні інвестиції – це кошти, призначені для створення і придбання основних фондів і нематеріальних активів, що підлягають амортизації.

Визначаємо капітальні вкладення при улаштуванні головної щитової мегамаркету та розробці ВРП-3 . Для цього представляємо вартість обладнання і мережі у вигляді таблиць 3.1 і 3.2 відповідно.

Таблиця 6.1 – Розрахунок капітальних витрат обладнання

Найменування	Тип	Ціна одиниці тис. грн/шт	Кількість, шт	Вартість, тис. грн
Головний розподільчий пристрій ВРП-3	ВРП-3	409	1	302
Коб.Σ =				302

Ціна, на обладнання ВРП-3 узята з сайту компанії по збиранню електричних щитів ТОВ «Техпромзв'язок» та сайту <https://tps-dp.com.ua/> [7].

При визначенні величини проектних капіталовкладень ($K_{пр}$) можна скористатися формулою:

$$K = K_{об} + Z_{тзс} + Z_{м(н)} + Z_{пр}$$

де $K_{об}$ – вартість устаткування за зведенням витрат (без ПДВ), тис. грн.;

$Z_{тзс}$ – транспортно-заготівельні і складські витрати, тис. грн.;

$Z_{м(н)}$ – витрати на монтаж і налагодження устаткування, тис. грн.;

$Z_{пр}$ – інші одноразові вкладення грошових коштів, тис. грн.;

Транспортно-заготівельні і складські витрати $Z_{тзс}$ приймаються у процентах від вартості обладнання, конструкції і складуть 3%.

Витрати на монтажні ($Z_{м}$) і на налагоджувальні роботи ($Z_{н}$) можна визначити наступним чином:

$$Z_{\text{м(н)}} = \sum (Ч_i * a_i * t_i) * K_d * K_{\text{см}} * K_{\text{пр}}$$

де $Ч_i$ – чисельність працівників i -го розряду, необхідних для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), чел.;

a_i – годинна тарифна ставка працівника i -го розряду, грн.;

t_i – час, необхідний для виконання певного обсягу монтажних

(налагоджувальних робіт), год.; (Всього на одну людину: збирання корпусу 24 год, монтаж автоматики по 56 год, роз'ючення всіх клемників по 80 год)

K_d – коефіцієнт, що враховує розмір доплат; 1,2 (за роботи в шкідливих умовах);

$K_{\text{см}}$ – коефіцієнт, що враховує єдиний соціальний внесок;

$K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт.

$$Z_{\text{м(н)}} = (2 * 75 * 24 + 2 * 100 * 56 + 2 * 100 * 80) * 1,2 * 1,22 * 1,2 = 54$$

$Z_{\text{пр}}$ – разові витрати грошових коштів, тис.грн. Приймаємо 7 тис.грн на проведення проектно-конструкторських робіт.

$$K = 302 + (302 * 0,03) + 54 + 7 = 372,06 \text{ тис. грн.}$$

6.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

Основні статті витрат:

1. Амортизаційні відрахування (C_a).
2. Заробітна плата обслуговуючого персоналу (C_3).
3. Єдиний соціальний внесок (C_c).
4. Витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання і мереж (C_T).
5. Інші витрати ($C_{\text{ін}}$).
- 6.

Таким чином загальні експлуатаційні витрати складуть:

$$Z_{EKC} = C_a + C_3 + C_c + C_m + C_{np}, \text{ тис.грн}$$

6.2.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи з терміну його корисного використання. Мінімально допустимі терміни корисного використання для обладнання становить 5 років. Розрахунки приводимо в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Розрахунок річних амортизаційних відрахувань обладнання

Найменування	Балансова вартість обладнання, тис. грн	Мінімальний строк експлуатації	Річна сума амортизаційних відрахувань
ВРП-3	365,06	5	18,3

Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом усього амортизаційного періоду і дорівнює:

$$N_a = \frac{\Phi_{п} - Л}{\Phi_{п} * T_{п}} * 100\%$$

де $\Phi_{п}$ – первісна (або переоцінена) вартість об'єкта основних засобів;

$Л$ – розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів.

Якщо визначити очікувану ліквідаційну вартість об'єкта основних засобів складно, то при прямолінійному методі амортизації дозволяється вважати її рівною нулю.

$$N_a = \frac{365,06 - 0}{365,06 * 5} * 100\% = 20$$

Тоді річні амортизаційні відрахування АО за прямолінійним методом:

$$AO = \frac{\Phi_{п} * N_{а}}{100} = \frac{365,06 * 5}{100} = 18,3$$

Річні амортизаційні відрахування на залишкову вартість обладнання становлять $C_{a.зал} = 18,3$ тис. грн.

6.2.2. Розрахунок річного фонду заробітної плати

Розрахунок річного фонду заробітної плати здійснюється за категоріями персоналу (робітники, КСС), що обслуговує об'єкт проектування, відповідно до їхньої чисельності, режиму роботи, за погодинними тарифними ставками, посадовими окладами, формами і системами оплати праці і преміювання, що застосовують на підприємстві.

Основна заробітна плата працівників – це винагорода за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці (норми часу, виробітку, обслуговування, посадові обов'язки). Вона визначається тарифними ставками і відрядними розцінками, посадовими окладами для спеціалістів, службовців і керівників.

При визначенні основної заробітної плати робітників (за відрядною або погодинною формами оплати) необхідно знати погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду та розрахувати номінальний річний фонд робочого часу робітника.

Номінальний річний фонд робочого часу одного робітника $F_{н}$ визначається відповідно до режиму його роботи (кількістю робочих днів і тривалістю зміни):

$$F_{н} = (Дк - Дсв - Двих) * Тзм$$

де Дк, Дсв, Двих – кількість календарних, святкових і вихідних днів у році відповідно;

Тзм – тривалість зміни, годин.

Результати розрахунку основної заробітної плати обслуговуючого персоналу представляються у табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Розрахунок річного фонду основної заробітної плати
обслуговуючого персоналу

№ п/п	Найменування професій робітників	Явочний штат у зміну, осіб.	Обліковий склад з урахуванням змінності роботи, осіб	Годинна тарифна Ставка або денна Заробітна плата, грн.	Номінальний річний фонд робочого часу, годин	Усього основна зарплата, грн.
1	Інженер-енергетик	1	1	108	2000	216 000

$$F_H = (365 - 11 - 104) * 8 = 2000$$

Додаткова заробітна плата обслуговуючого персоналу визначається в розмірі 8-10% від основної заробітної плати.

Таким чином, загальна величина річного фонду заробітної плати складає:

$$C_z = Z_{осн} + Z_{дод} , \text{ грн. (4.8)}$$

де $Z_{осн}$, $Z_{дод}$ – основна і додаткова заробітна плата відповідно.

$$C_z = 216\,000 + (216\,000 * 0,08) = 233\,280 , \text{ грн}$$

4.2.3. Єдиний соціальний внесок

Єдиний соціальний внесок визначається на підставі встановленого чинним законодавством відсотка від суми основної та додаткової заробітної плати . В даному розрахунку не приймаємо $C_c = 0$.

4.2.4. Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт електротехнічного обладнання включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтним робітникам і можуть визначатися за фактичними даними підприємства.

Для нашого мегамаркету витрати на обслуговування і ремонт закладені в заробітній платі інженера-енергетика, який відповідальний за електричні мережі. Що стосується вартості обладнання (елементів), які можуть вийти із ладу, то якщо воно ще на підлягає гарантійній заміні (строк згідно договору), це все виходить без коштовно, а якщо гарантійний строк вийшов, то вартість згідно прайсу цін постачальника.

Тому в даному розрахунку $C_m = 0$.

4.2.5. Розрахунок вартості спожитої електроенергії

Вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування протягом року, визначається виходячи з його встановленої потужності, річного фондуробочого часу об'єкта проектування та втрат електроенергії за формулою:

$$C_3 = W_p \cdot C_e, \text{ грн.}, (4.10)$$

де W_p – кількість спожитої за рік електроенергії, кВт • год; Згідно розрахунків приведених в Однолінійній схемі, споживання в годину становить 355 кВт/год, тоді в рік виходить – 355 кВт/год * 24 год * 365 днів = 3 109 800 кВт/год (режим роботи мегамаркету 24/7).

C_e – тариф на електроенергію станом на конкретну дату, грн. / кВт • год;
Тариф в 2021 році становить 1,67 грн/кВт/год.

$$C_3 = 3\,109\,800 \cdot 1,67 = 5\,193\,366, \text{ грн.},$$

Таким чином загальні експлуатаційні витрати складуть:

$$Z_{\text{ЕКС}} = C_a + C_3 + C_c + C_r + C_{\text{пр}}, \text{ тис.грн} = 18,3 + 233,3 + 0 + 0 + 5\,193,4 = 5\,445 \text{ тис, грн.}$$

Висновки

Для розрахунку електропостачання торгового центру було вибрано електрообладнання: світильники трекового типу для освітлення торгових залі, лінійні світлодіодні на підвісі для освітлення зони технології, світильники 600x600 для освітлення зони АБК (офісів); силові щити розділені на групи живлення, розеткові (силові), освітлення та вентиляція. Розраховано електричне освітлення і вибрано необхідну кількість відповідних світильників, була розрахована повна потужність торгового центру, яка склала 729,7 кВт і обрана трансформаторна підстанція з трансформатором ТМ-800 ($Y / Z_n - 11$), розраховані номінальні струми електроустановок, обрані перетину проводів і кабелів відповідно до номінальних струмами ліній і перевірені по допустимій втраті напруги. Для силової проводки вибрали кабель з мідними жилами ВВГ нгд відповідних перетинів. Для прокладки освітлювальних магістральних проводок вибираємо трижильні кабелі ВВГ нгд , а для відгалужувальних ліній і спусків вибираємо трижильні дроти з мідними жилами ВВГ нгд, відповідних навантаженні перетинів. Розраховані активні і індуктивні опору проводів і трансформатора для подальшого визначення струмів короткого замикання. Були обрані запобіжники в ланцюгу 0,4 - ПП-31 з номінальним струмом плавкої вставки 630 А. Для захисту електродвигунів і освітлювальних ліній були обрані автоматичні повітряні вимикачі - ЕАТОН з номінальним струмом автомата 20 А і відповідними навантаженні струмами розчеплювача. Для включення і захисту електродвигунів були обрані магнітні пускачі ПМЛ 150104 і ПМЛ 110004 і теплові реле РТТ 0. Для відключення електрики в торговому центрі був обраний рубильник типу РБ з номінальним струмом - 800 А і з номінальною напругою - 380 В. Для заземлення торгового центру і трансформаторної підстанції було розраховано заземлюючих пристроїв - вибрано чотири стрижні (штирі) заземлювача і п'ять стрижнів для повторного заземлення кабелю і торгового центру довжиною 5 м і діаметром $\varnothing 12$ мм, з'єднаних між собою сталеву смугою 40×4 мм.

У третій розділі було розраховано необхідну кількість матеріалів, розрахована трудомісткість на виконувани операції з монтажу електрообладнання. Складено календарний план-графік виконання робіт, який дозволяє якісно організувати виконання електромонтажних робіт по монтажу електрообладнання, що в свою чергу

може значно скоротити терміни електромонтажних робіт і збільшити продуктивність праці робітників. Складення календарний план-графік Виконання електромонтажних робіт дозволяє 6 робочим при 7 годинний робочий день Виконати комплекс електромонтажних робіт за 67 дня.

У четвертому розділі розраховані показники травматизму, розроблені заходи з охорони праці, які можуть істотно знизити кількість нещасних випадків, а також знизити їх тяжкість, а розроблена система вентиляції дозволить забезпечити хороший мікроклімат в приміщенні.

У п'ятому розділі розроблено заходи щодо захисту навколишнього природного середовища, які дозволяють забезпечити екологічну безпеку при проведенні електромонтажних робіт і поблизу торгового центру.

У шостому розділі наводиться техніко-економічні показники із збиранню та монтажу головного ввідно-розподільчого пристрою ВРП-3. Розраховані затрати на обслуговування. Таким чином, з економічної точки зору запропонований проект є доцільним до впровадження на підприємстві.

Література

1. Правила устройства электроустановок. 6-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 2006.
2. Державні будівельні норми України, Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. ДБН В.2.5-23:2010 Київ, Міністерство регіонального розвитку та будівництва України 2010. – 102 с..
3. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 6-750 кВ. ГКД 341.004.001-94. МИНЭНЕРГО УКРАИНЫ—Х. : Издательство «ИНДУСТРИЯ», 2011. —76 с.
4. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудованиестанций и подстанций: Учебник для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.
5. Электрооборудование «Укрэлектроапарат» <http://uea.com.ua/categories/suhie-transformatory>
6. Методичні вказівки до виконання дипломних проектів (робіт) для здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за напрямом 6.050701 – "Електротехніка та електротехнології" / І.В. Жежеленко, Ю.А. Папаїка, О.Г. Лисенко – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – 40 с.
7. Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов / Под ред. Б.А. Князевского. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с., ил.
8. ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. – Київ,-1995. – 38 с.

ДОДАТОК А

		Позначення	Найменування	К- ть	Примітка
1					
2			Документація		
3					
4	A4		Пояснювальна записка	56	
5					
6			Графічні матеріали		
7					
8	A2		План-схема електропостачання мегамаркету.		
9	A3		Однолінійна схема Щита ВРП-3 живлення мегамаркету.		