

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Тарасенко М. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 27 » січня 2021 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Попович Іванні Іванівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи електропостачання торговельного центру

Керівник роботи Костик Любов Миколаївна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 26 » січня 2021 року № 4/7-47

2. Термін подання студентом завершеної роботи 18 червня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи План будівлі та розміщення обладнання торгового центру, прогнозовані графіки електричних навантажень, паспортні дані та технічні характеристики комутаційного та захисного обладнання, паспортні дані та технічні характеристики трансформаторної підстанції та розподільчих пристроїв.

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

1. Аналітичний розділ

2. Розрахунковий розділ

3. Проектно-конструкторський розділ

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці

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

1. Схема електричних з'єднань торговельного центру 1л. ф – А1

2. Електрично-принципова схема ВРП 1л. ф – А1

3. Електрично-принципова схема щита силового 1л. ф – А1

4. Електрично-принципові схеми ЩО і ЩАО 1л. ф – А1

5. План та схема силової мережі торговельних приміщень 1л. ф – А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності та основи хорони праці	Гурик О. Я., к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 27 січня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	15.02.2021	
2	Аналітичний розділ	28.02.2021	
3	Розрахунковий розділ	31.03.2021	
4	Проектно-конструкторський розділ	30.04.2021	
5	Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	01.06.2021	
6	Висновки	10.06.2021	
7	Оформлення пояснювальної записки	15.06.2021	
8	Оформлення графічної частини	15.06.2021	

Студент

_____ (підпис)

Попович І. І.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Костик Л. М.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Попович Іванна Іванівна – Розробка системи електропостачання торгівельного центру.

Стор.– 59; рис. - 5; табл. - 15; креслень - 5; джерел - 19; додатків - 10.

Цілями даної кваліфікаційної роботи бакалавра є розробка системи електропостачання торгівельного центру.

Проведено розрахунок освітлення, вибрано силові трансформатори. На основі розрахункових навантажень вибрано перерізи проводів та кабелів. Крім того вибрано повітряні автоматичні вимикачі, магнітні пускачі з тепловими реле та запобіжники. Розроблена система вентиляції, що дозволить забезпечити хороший мікроклімат в приміщенні. Також розраховано необхідну кількість матеріалів, трудоемність на виконанні операції по монтажу електрообладнання. Складений календарний план-графік виконання робіт, який дозволяє якісно організувати виконання електромонтажних робіт по монтажу електрообладнання.

Перелік ключових слів: ТРАНСФОРМАТОР, КОНТУР ЗАЗЕМЛЕННЯ, ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА, ТРАНСФОРМАТОРНА ПІДСТАНЦІЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ, ЩИТ ОСВТЛЕННЯ, РОЗПОДІЛЬЧИЙ ПУНКТ, АВТОМАТИЧНИЙ ВИМИКАЧ.

КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розробив Попович І.І.
Керівник Костик Л.М.

Літ.	Арк.	Аркушів

РЕФЕРАТ

3 1

Н. Контр. Вакуленко
Зав. каф. Гарасенко

ТНТУ, ФПТ, ЕТс-41

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Загальна характеристика проєктованого об'єкту	8
1.2 Особливості організації електропостачання у торговельному центрі	9
1.3 Особливості електромонтажних робіт в ТЦ	10
1.4 Етапи проєктування систем електропостачання в ТЦ	11
1.5 Автоматизація управління електропостачанням в ТЦ	12
1.6 Висновки до розділу 1. Постановка завдань кваліфікаційної роботи	13
2 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	14
2.1 Вибір електричного обладнання торговельного центру	14
2.2 Розрахунок освітлення	16
2.3 Визначення загальної встановленої потужності гіпермаркету	18
2.4 Вибір трансформаторної підстанції	19
2.5 Розрахунок номінальних струмів	20
2.6 Розрахунок внутрішніх електропроводок	24
2.6.1 Розрахунок по допустимому нагріву	24
2.6.2 Розрахунок внутрішніх електропроводок за допустимою втратою напруги	26
2.7 Розрахунок активних, індуктивних і повних опорів лінії і трансформатора	28
2.7.1 Визначення опорів лінії	28
2.7.2 Опорів трансформатора	29
2.8 Висновки до розділу 2	30

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Попович І.І.			ЗМІСТ	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Костик Л.М.					4	2
Н. Контр.		Вакуленко О.О.			ТНТУ, ФПТ, ЕТс-41			
Зав. каф.		Гарасенко М.Г.						

3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	31
3.1 Вибір запобіжників	31
3.1.1 Вибір запобіжників в мережі 0,4 кВ	31
3.1.2 Вибір запобіжників в мережі 10 кВ	32
3.2 Вибір повітряних автоматичних вимикачів	32
3.3 Вибір електромагнітних пускачів	35
3.4 Вибір електротеплових струмових реле	35
3.5 Вибір рубильників	36
3.6 Розрахунок заземлюючого пристрою	36
3.7 Розрахунок необхідної кількості матеріалів	39
3.8 Розрахунок вентиляційної системи	41
3.9 Висновки до розділу 3	44
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	45
4.1 Електробезпека	45
4.2 Пожежна безпека	52
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	56
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	58
ДОДАТКИ	60

ВСТУП

Розвиток виробництва базується на сучасних технологіях, які широко використовують електричну енергію. У зв'язку з цим зростають вимоги до якості електричної енергії, її економного використання і раціонального витрачання матеріальних ресурсів при спорудженні систем електропостачання.

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.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВСТУП	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Попович І.І.						
Керівник		Костик Л.М.					6	2
Н. Контр.		Вакуленко О.О.						
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.				ТНТУ, ФПТ, ЕТс-41		

У випускний кваліфікаційної роботі розглянуто такий об'єкт як торговий центр. Цей об'єкт належить до першої категорії надійності електропостачання. Навантаження торгового центру складається з освітлювальної навантаження, силових електроприймачів всього торгового центру, систем димовидалення, вентиляції, холодопостачання, опалення, систем антизледеніння і тд.

Розглянутий торговий центр складається з великої кількості різних цехів: м'ясного, рибного, хлібопекарського, А так само в ньому присутні приміщення для орендарів таких як: аптеки, квіткові магазини, зоомагазини.

У даній кваліфікаційній роботі ми розглянемо оптимізацію системи електропостачання для покращення роботи даного об'єкта, а так само основні етапи проектування системи електропостачання торгового центру, відповідному сучасним вимогам надійності, енергоефективності і показникам якості електроенергії.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна характеристика проектного об'єкту

Поряд з об'єктом розташовані житлові будинки та інші адміністративні і громадські будівлі, частина яких у разі неполадок в електромережі, що живить їх, можливо підключити до проектного об'єкту при встановленні додаткового обладнання. Наявність електричних потужностей передбачає можливість в перспективі будівництво ще однієї адміністративної будівлі і розширення сфери послуг, що надаються.

У залах торговельного центру здійснюється демонстрація та продаж споживачам будівельних матеріалів, побутової техніки, спец. одягу, інструментів, сантехніки та багато іншого. Усі торговельні зали розміщені на першому та цокольному поверхах гіпермаркету. Споживачі торговельних залів відносяться до I та II категорій надійності.

На першому поверсі даного об'єкту розміщене кафе. Персонал даного кафе обслуговує як і відвідувачів так і працівників гіпермаркету. Усі споживачі даного закладу відносяться до II категорії надійності. Проте в кафе передбачене аварійне освітлення для забезпечення безпечного виходу відвідувачів з даного закладу у разі виникнення проблем з електропостачанням.

В адміністративно-побутовому комплексі розташовані кабінети керівництва торговельним центром, гардероб, душові та санвузли для персоналу. Крім цього там розташовані пульти керування та пультиохорони. Усі споживачі даного комплексу відносяться до II категорії по надійності електропостачання. Також передбачене аварійне освітлення для забезпечення безпечного виходу працівників у разі відключення електроенергії.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Попович І.І.			1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Костик Л.М.					8	6
Н. Контр.		Вакуленко О.О.			ТНТУ, ФПТ, ЕТс-41			
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.						

В окремій будівлі розташована насосна станція пожежогасіння, яка забезпечує пожежну безпеку гіпермаркту. В даному приміщенні відбувається цілодобове чергування спеціально навченого персоналу рятувальників.

Тривалість роботи торговельного центру – 14 годин 7 днів в тиждень. Тривалість робочого дня обслуговуючого персоналу складає 8 годин 7 днів в тиждень по ковзаючому графіку, а також добові чергування.

1.2 Особливості організації електропостачання у торговельному центрі

Від якісної проводки і справної автоматики електромереж залежить стабільність і безпеку їх роботи.

Від якісної проводки і справної автоматики електромереж в залежить стабільність і безпеку їх роботи. Кожен торговий центр складається з безлічі магазинів, де потрібно забезпечити якісне і багаторівневе освітлення. Великі обсяги електроенергії йде на функціонування ескалаторів і пасажирських ліфтів. На всіх торгових точках є електроприлади, які постійно споживають електрику - каси, торгове і кліматичне обладнання різноманітного призначення. У кафе і ресторанах постійно працюють морозильні ларі, електропечі, духові шафи.

Система відеоспостереження, пожежна сигналізація також не можуть працювати, якщо в ТЦ, коли відключена електроенергія і немає доступу до резервних джерел живлення. З урахуванням перерахованих нюансів, електропостачання торгових центрів є складною і комплексним завданням, в рамках вирішення якої потрібно забезпечити стабільність і функціональність системи з урахуванням розрахованого на багато користувачів енергоспоживання.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Особливості електромонтажних робіт в ТЦ

Кожна електромережа починається з технічного завдання, покупки відповідного обладнання та витратних матеріалів, і завершується монтажем і перевіркою роботи змонтованої системи. Етапи електромонтажних робіт в торговому центрі, в загальному, вигляді виглядають так:

Видалення старої або несправну електропроводку при необхідності.

Підключення об'єкта до централізованої подачі електроенергії (якщо ТЦ тільки будується, і не має підключення до базових інженерних систем життєзабезпечення).

Розробка проекту електропостачання торгового центру на основі попередньо складеного технічного завдання.

Розмітка проводки за рівнями і ділянкам.

Підготовка до електромонтажу: штроблення стін, укладання кабель-каналів, свердління технологічних отворів, підготовка точок установки розеток і вимикачів, монтаж розподільчих шаф, стійок і інших допоміжних елементів для побудови електромережі.

Електромонтаж: прокладка кабелю і заземлення, установка вимикачів і розеток, монтаж освітлювальних приладів.

Підключення апаратури, виконання пусконаладжувального тестування системи.

Здача мережі в експлуатацію, консультування представників замовника, заповнення супровідної документації до обладнання.

Кожен етап включає в себе безліч окремих видів робіт, націлених на реалізацію певного завдання. Наприклад, пусконаладження включає в себе:

Огляд системи на наявність видимих дефектів монтажу.

Контроль наявності ланцюга між заземлювачами і заземлюють елементами.

Замір опору ізоляції та різних обмоток.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контроль справної роботи автоматичних вимикачів, випробування пристроїв захисного відключення.

Головна складність при проектуванні і монтажу електромережі в ТЦ полягає в тому, що при такій великій кількості елементів і операцій легко можна пропустити неякісно виконану роботу електрика. Дешеве обладнання також здатне привести до виникнення аварійної ситуації. Тому установкою і пусконаладженням системи повинні займатися професіонали з бездоганною репутацією. При укладанні договору з підрядником необхідно переконатися, що виконавець відповідає за свою роботу і надає гарантію на надані послуги.

1.4 Етапи проектування систем електропостачання в ТЦ

Розробка проекту системи електропостачання в ТЦ – багатокомпонентна завдання. Помилки в проекті призводять до того, що при виникненні перевантаження в мережі несподівано відбуваються відключення електроенергії. Тому коректність проектної документації дуже важлива. Складання проекту проходить в два етапи:

Складання технічного завдання.

Розробка концепції проекту.

На першому етапі потрібно врахувати ряд факторів, щоб в результаті система була досить надійною, безпечною і продуктивною. Для складання техзавдання використовують детальний архітектурний план будівлі, де вказані всі нюанси планування приміщень. Щоб розрахувати потужність і інші параметри на окремих ділянках мережі і правильно вибрати обладнання, орієнтуються на технічні умови і запити майбутніх споживачів електрики. Ще один важливий для проектувальників показник - гранична потужність, яку готовий забезпечити постачальник електрики. Список документів, які необхідні для проектування системи електропостачання в ТЦ:

Технічні умови.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічне завдання.

Правовстановлюючі документи на будівлю.

Акт про розмежування балансової та експлуатаційної відповідальності.

Довідка від постачальника електроенергії на дозволену потужність.

1.5 Автоматизація управління електропостачанням в ТЦ

Для оптимізації витрат на електрику в торгових центрах в обов'язковому порядку реалізується автоматизація управління електропостачанням. Автоматика включення і відключення освітлювальних приладів, ділянок мережі і окремо взятих пристроїв вирішує комплекс завдань:

Економія часу і виключення одноманітних дій по включенню і виключенню електроприладів.

Економія бюджету на електроенергії за рахунок енергоефективних рішень.

Віддалений контроль і оперативна настройка роботи ділянок системи в залежності від поточних потреб торгового центру.

Контроль і облік часу роботи різноманітного обладнання.

Забезпечення безпеки.

Дотримання санітарно-гігієнічних вимог до функціонування будівлі.

Основний засіб автоматизації це спеціалізоване програмне забезпечення, яке визначає положення контролерів і виконує всі перераховані задачі. Функціональність ПО для диспетчеризації системи електропостачання:

Візуальне відображення відомостей про поточний стан системи у вигляді піктографічних зображень в реальному часі.

Відтворення звукових, колірних та інших сигналів про аварійні ситуації, про порушення рекомендованого режиму роботи обладнання і про інші події, які виходять за рамки стандартного функціонування системи.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оперативне введення даних для регулювання системи за допомогою клавіатури або іншого призначеного для користувача інтерфейсу.

Після проектування і складання на об'єкті засобів автоматизації проводяться пусконаладжувальні роботи. Під час тестів перевіряється коректність спрацьовування автоматики при різних умовах експлуатації. Після успішного тестування настає етап навчання персоналу, який в подальшому буде відповідати за роботу засобів автоматизації.

1.6 Висновки до розділу 1. Постановка завдань кваліфікаційної роботи

У зв'язку з будівництвом нового адміністративно-торгівельного центру виникла необхідність розробки схеми електропостачання. АТЦ включає в себе споживачів першої та другої категорії тому необхідно забезпечити резервування електропостачання. Для живлення цих трьох приміщень використовують 3 двотрансформаторні підстанції та дизель-генератор, який на схемі не вказаний. ТП отримують живлення від ГПП по двох лініях живлення за змішаною схемою електропостачання. Живлення подається на розподільчий пристрій 10 кВ кабельною лінією від якої вже живляться вищевказані ТП. Кожна трансформаторна підстанція має дві секції шин, які розділені секційним вимикачем, для забезпечення безперебійного електропостачання.

Під час розробки проекту реконструкції необхідно:

1. забезпечити живлення АТЦ від найближчої ГПП;
2. для живлення будівель АТЦ виконати розрахунок та провести вибір трансформаторних підстанцій;
3. виконати розрахунок та провести вибір захисної та комутаційної апаратури, а також живлячих кабелів;
4. здійснити розрахунок та вибір заземлення;
5. розрахувати релейний захист кабельних ліній та ТП.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір електричного обладнання торговельного центру

Для внутрішнього облаштування торгового центру передбачається наступне електрообладнання: ввідно-розподільний пристрій передбачається виконанням щитами типу ВРУМ, які встановлюватимуться в електрощитовій; облік електроенергії здійснюється лічильниками активної енергії (встановленими на ввідній панелі ВРП; електроосвітлення передбачається трьох типів – робоче, чергове і евакуаційне; керування освітленням передбачається ручне – вимикачами з щитків освітлення; типи світильників і види електропроводки вибираємо залежно від призначення приміщень і умов середовища; для освітлення торгового центру передбачається використання джерел світла – люмінесцентні лампи, лампи розжарювання, точкові світильники, світлодіодна індикація; заземлення передбачається виконанням занулення і захисного заземлення; для системи зрівнювання потенціалів передбачається встановлення в електрощитовій поряд з ВРП головної шини зрівнювання потенціалів (ГШЗП), в місцях встановлення обладнання (розподільчих щитків) встановлені додаткові шини зрівнювання потенціалів (ДШЗП).

По мірі надійності електропостачання електроприймачі відносяться до споживачів II категорії.

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

Як розподільний пристрій прийняті панелі серії ВРП, розташовані в електрощитовій на 1-му поверсі.

Облік електроенергії здійснюється на ввідній панелі ВРП.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Попович І.І.			2 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Костик Л.М.					14	19
Н. Контр.		Вакуленко О.О.			ТНТУ, ФПТ, ЕТс-41			
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.						

Струмоприймачами силового обладнання є: технологічне обладнання, електродвигуни вентиляторів і насосів, обладнання ліфта, теплові завіси, автоматичні двері, навантаження світлової реклами, що підключається.

Як силові розподільні щити прийняті щити серії ПР8513, ПР8503.

Проектом передбачається робоче, аварійне, чергове і евакуаційне освітлення, виконане світильниками з люмінесцентними лампами, лампами розжарювання, точковими світильниками і світильниками зі світлодіодною індикацією.

Групові і розподільні мережі виконані кабелем ВВГ, проводом ПБПП і ПВС в електротехнічних лотках, в електрокоробах, в порожнинах плит перекриття, приховано під шаром штукатурки. Усі розетки використовуються двополюсні з 3-м заземляючим контактом. Мережа до розеток виконується проводами ПБПП перерізом 3×4 і 3×2,5 мм² приховано під штукатуркою та відкрито в електротехнічних коробах. Керування освітленням місцеве однополюсними вимикачами і з щитків освітлення.

Проектом передбачається відключення вентиляції при пожежі і дистанційний пуск пожежних насосів.

Для захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом усі металеві частини електрообладнання і світильників, а також заземлюючі контакти розеток, які нормально не знаходяться під напругою мають бути заземлені за допомогою *N*-проводника до шини *N* розподільного щитка, щитку ДШЗП, від якого на ящик ГШЗП. У проекті прийнята система заземлення TN - C – S, згідно ГОСТ Р505714.-2-94. На введенні передбачений контур повторного заземлення нульового провода.

Заземлюючий пристрій виконаний зовнішнім контуром, що складається із сталі смугової 40×4, прокладеної в землі по периметру будівлі на глибині 0,5 м. Опір заземлюючого пристрою у будь-яку пору року має бути не більше 10 Ом. Проектом передбачається система зрівнювання потенціалів шляхом об'єднання усіх металевих частин (основного захисного провідника, заземлюючого провідника або затиску, сталевих труб комунікацій

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

будівлі, металевих частини конструкцій, труб водопроводу, каналізації, опалення) на введенні у будівлю. Головна заземлююча шина ГШЗП встановлюється в електрощитовій і приєднується до шини РЕ ВРП проводом ПВЗ-25. ГШЗП з'єднується з додатковими шинами ДШЗП проводом ПВЗ-16, 25.

Усі роботи по монтажу і захисні заходи по електробезпеці виконати згідно ПУЕ 1999 р.

Згідно РД 34.21.122-87 передбачається громозахист по III категорії.

2.2 Розрахунок освітлення

Для освітлення робочих місць вибираємо загальне освітлення.

Для освітлення торгових залів вибираємо світильники GE RS-436.

Розрахуємо кількість встановлених ламп загального освітлення [10]:

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

де K'_3 – коефіцієнт запасу, приймається залежно від міри забрудненості приміщення;

E_o – норма загальної освітленості, лк;

S_{II} – площа приміщення, м²;

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

z_o – коефіцієнт нерівномірності освітленості лампами загального освітлення залежно від типу світильника, відстані між світильниками і висоти їх підвісу;

η_o – коефіцієнт використання світлового потоку від ламп загального освітлення.

Висота підвісу світильника H_c розраховується по [10]:

$$H_c = h_o - (h_p - h_n), \quad (2.2)$$

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де h_o – висота приміщення, м;

h_p – відстань від підлоги до освітлюваної (робочою) поверхні, м;

h_n – відстань від стелі до світильника, м.

Для визначення коефіцієнта η_o необхідно розрахувати показник приміщення φ_n по формулі [10]:

$$\varphi_n = \frac{a_n \cdot b_n}{H_c (a_n + b_n)}, \quad (2.3)$$

де a_n – довжина приміщення, м;

b_n – ширина приміщення, м.

Знаходимо висоту підвісу світильників:

$$H_c = 3 - (0,8 + 0) = 2,2 \text{ м} .$$

Знайдемо показник приміщення для кафе гіпермаркету:

$$\varphi_n = \frac{3 \cdot 6}{2,2 \cdot (3 + 6)} = 0,9 .$$

По таблиці [10, 14] знаходимо коефіцієнт використання світлового потоку від ламп загального освітлення $\eta_o = 0,38$; норма загальної освітленості $E_o = 50 \text{ лк}$; коефіцієнт запасу для люмінесцентних ламп $K'_3 = 1,5$; необхідний світловий потік від однієї люмінесцентної лампи потужністю 18 Вт $\Phi_{\text{ло}} = 720 \text{ лм}$; коефіцієнт нерівномірності освітленості $z_o = 0,4$.

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

$$n_o = \frac{1,5 \cdot 50 \cdot 18}{720 \cdot 0,4 \cdot 0,38} = 12 \text{ ламп} .$$

Тоді кількість світильників, необхідних для освітлення кафе буде рівна:

$$n = n_o / 4 = 12 / 4 = 3 \text{ світильника} .$$

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

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Основні показники освітлення приміщень ТЦ

Приміщення	Площа $S_n, \text{ м}^2$	К-сть світильн.	Марка світильника	Кількість ламп n	Потужність ламп, Вт	
					однієї	загальна
Кафе	18	3	ARS / R 4×18	12 (ЛБ-18)	18	216
Склад	63	9	ARS / R 4×18	36 (ЛБ-18)	18	648
Сходовий прохід	18	4	GE 236	8 (ЛБ-36)	36	288
Електрощитова	9	2	GE 236	4 (ЛБ-36)	36	144
Цокольний поверх	99	17	ARS / R 4×18	68 (ЛБ-18)	18	1224
Прохід 1, 2, 3 поверхи	117	20	ARS / R 4×18	80 (ЛБ-18)	18	1440
Прохід мансарда	45	8	ARS / R 4×18	32 (ЛБ-18)	18	576
Торговий зал	270	88	K 300 / 122	88 (GE - 22)	22	1931

2.3 Визначення загальної встановленої потужності гіпермаркету

Загальна встановлена потужність гіпермаркету визначаємо по формулі:

$$S_{\text{в}} = S_{\text{осв.}} + S_{\text{роз.}} + S_{\text{е.д.}} + S_{\text{ін.}}, \quad (2.4)$$

де $S_{\text{в}}$ – загальна встановлена потужність торгового центру, ВА;

$S_{\text{осв.}}$ – потужність освітлення, кВА;

$S_{\text{роз.}}$ – потужність розеток, ВА;

$S_{\text{е.д.}}$ – потужність електродвигунів, ВА;

$S_{\text{ін.}}$ – потужність іншого силового електрообладнання, ВА

Потужність освітлення визначається по формулі:

$$S_{\text{осв}} = \sum S_{\text{осв.пр.і}}, \quad (2.5)$$

де $\sum S_{\text{осв.пр.і}}$ – потужність освітлення в окремих приміщеннях, ВА.

Підставляючи значення отримаємо:

$$S_{\text{осв}} = 8472 + 3 \cdot 8964 + 9856 = 45220 \text{ ВА.}$$

Потужність на розетки визначаємо по формулі:

$$S_{\text{роз}} = n \cdot K_{\text{одн}} \cdot U \cdot I_{\text{доп.роз.}}, \quad (2.6)$$

де n – кількість розеток;

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{одн}$ – коефіцієнт одночасності;

U – напруга в мережі, В;

$I_{доп.роз}$ – допустимо граничний струм на розетку, А.

Підставляючи значення отримаємо:

$$S_{роз} = (20 + 21 + 21 + 21 + 36) \cdot 0,1 \cdot 220 \cdot 6 = 15708 \text{ ВА}$$

Повна потужність електродвигунів визначається по формулі:

$$S_{e.d.} = \frac{P_{e.d.}}{\cos\varphi}, \quad (2.7)$$

де $P_{e.d.}$ – загальна потужність електродвигунів, Вт;

$\cos\varphi$ – коефіцієнт потужності.

Потужність електродвигунів визначаємо по формулі:

$$P_{e.d.} = \Sigma P_{e.d.i}, \quad (2.8)$$

де $P_{e.d.i}$ – потужність кожного окремого електродвигуна, Вт.

Підставляючи значення отримаємо:

$$P_{e.d.} = 3 \cdot 4 + 2 \cdot 2 = 16 \text{ кВт} ;$$

$$S_{e.d.} = \frac{16000}{0,9} = 17778 \text{ ВА.}$$

Підставляючи значення у формулу (2.4) отримаємо загальну встановлену (номінальну) потужність електрообладнання гіпермаркету :

$$S_{\Sigma} = 45,22 + 15,708 + 17,778 + 6 = 84,7 \text{ кВА} .$$

2.4 Вибір трансформаторної підстанції

Трансформаторну підстанцію вибираємо з умови [7]:

$$S_T \geq S_H, \quad (2.9)$$

де S_m – повна потужність трансформатора, кВА;

S_H – повна потужність навантаження, кВА;

$$S_{\Sigma} = 45,22 + 15,708 + 17,778 + 6 = 84,7 \text{ кВА} .$$

Виберемо найближчу більшу потужність силового трансформатора:

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Марка трансформатора ТМ 100;
 Номінальна потужність –100 кВА ;
 Схема і група з'єднань обмоток –Y / Z_n - 11 ;
 Напруга первинної обвитки –10 кВ ;
 Напруга на вторинній обвитки –0,4 кВ ;
 Втрати на холостому ході –330 / 365 Вт ;
 Втрати короткого замикання –2270 Вт ;
 Напруга к.з. $U_k = 4,5 \%U_n$;
 Струм на холостому ході $i_x = 2,6 \%I_n$;
 Вид перемикання відгалужень обмоток – ПБВ.

2.5 Розрахунок номінальних струмів

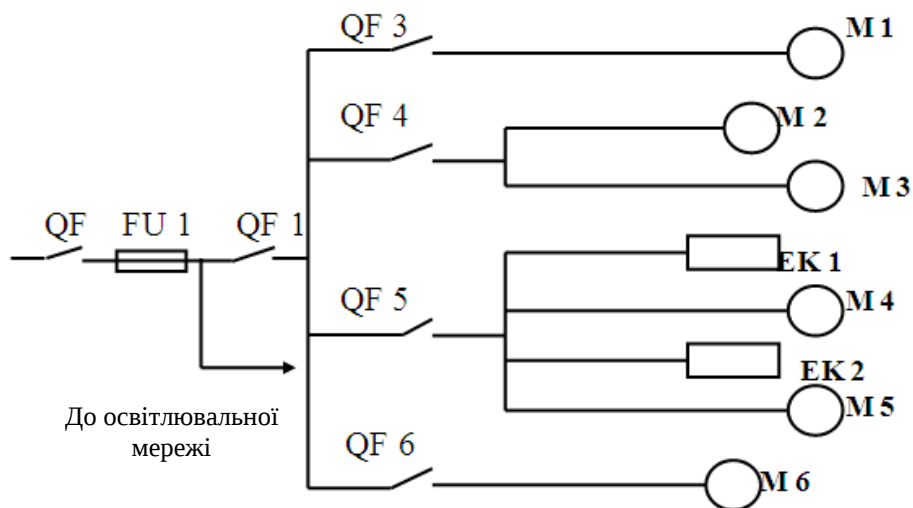
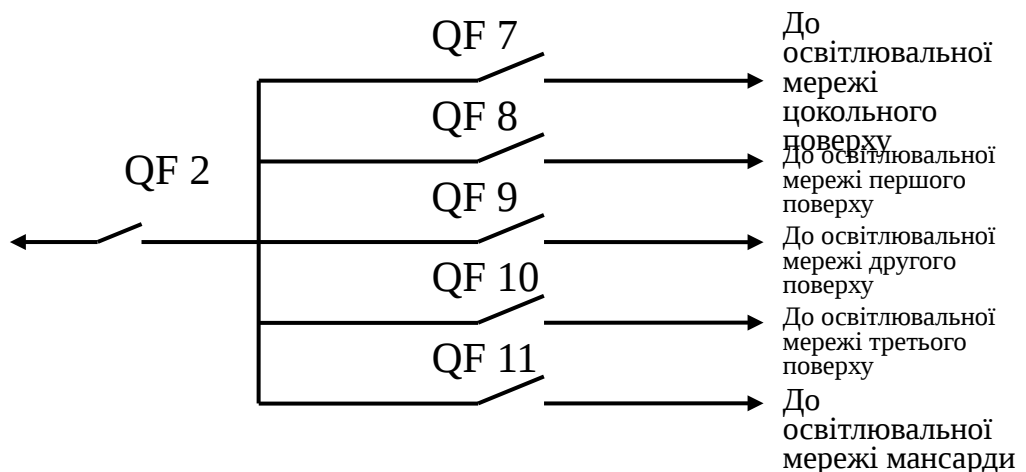


Рисунок 2.1 – Силовая схема электропитания ТЦ



						КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			20

Рисунок 2.2 – Силова схема освітлювальної мережі ТЦ

Таблиця 2.2 – Номінальна потужність електроустановок

Найменування електроустановки	ЕК-1 ЕК-2	М-1, М-6, М-2, М-3	М-4 М-5	ARS / R 4×18	GE 236	K300/122
Номінальна потужність, Вт	3000	3000	2000	4x18	2x36	22

Номінальний струм електродвигуна розраховується по формулі [7]:

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

де I_n – номінальний струм, А;

P_n – потужність електродвигуна, Вт;

U_l – лінійна напруга, В;

$\cos\varphi_n$ – коефіцієнт потужності;

η_n – коефіцієнт корисної дії.

Номінальний струм для освітлювальних приладів визначається по формулі [3]:

$$I_{n.осв} = \frac{P_n}{U_\phi}, \quad (2.11)$$

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

P_n – номінальна потужність освітлювальних приладів, Вт;

U_ϕ – фазна напруга мережі, В.

Номінальний струм для електродвигуна

$$I_n = \frac{3000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,9 \cdot 0,87} = 5,8 \text{ А.}$$

Номінальний струм для освітлювальних приладів

$$I_{n.осв} = \frac{72}{220} = 0,33, \text{ А.}$$

Інші розрахунки проводимо аналогічно проведеним розрахункам, дані заносимо в табл. А.1.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

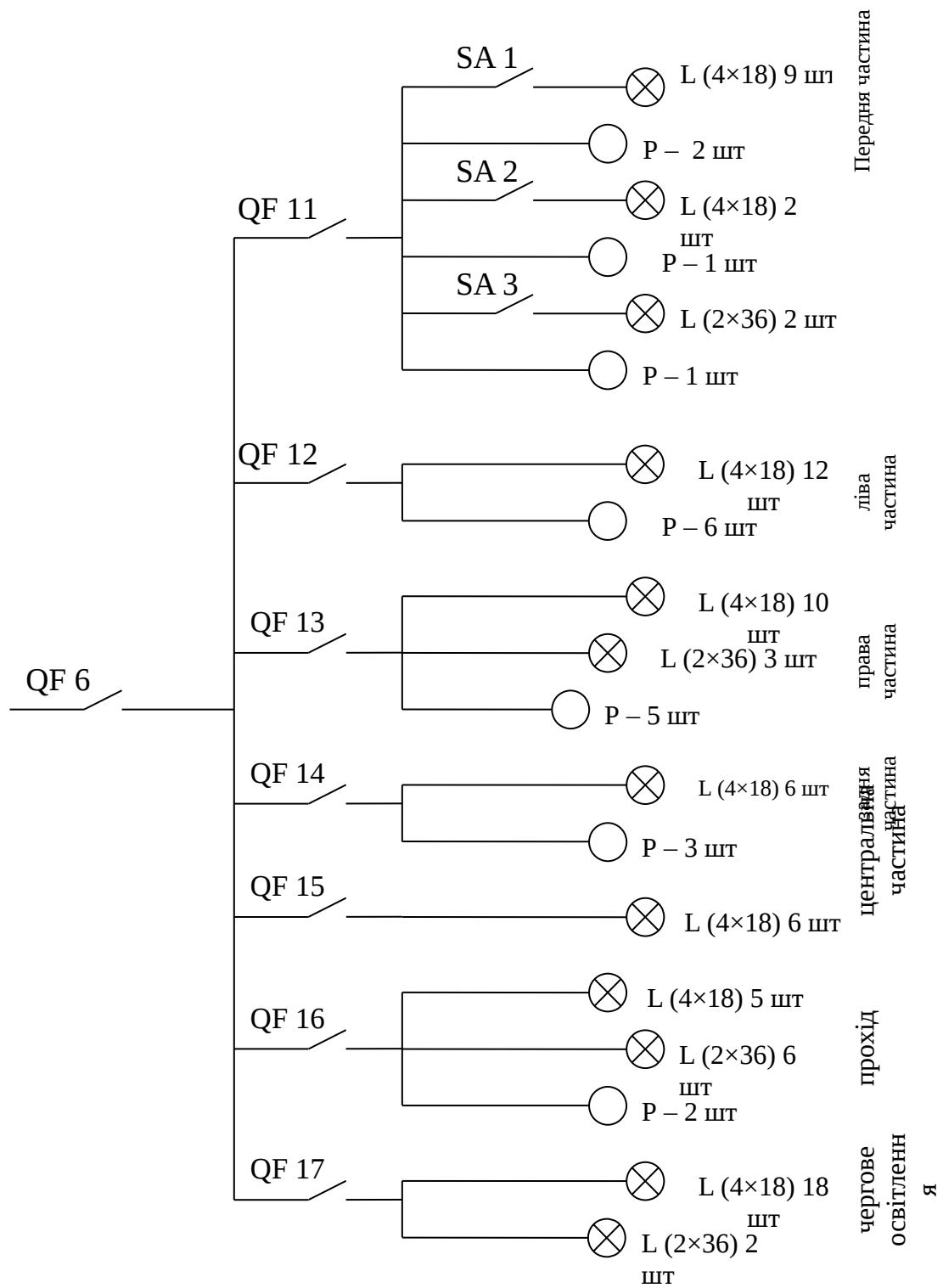


Рисунок 2.3 – Принципова схема освітлювальної мережі цокольного поверху

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

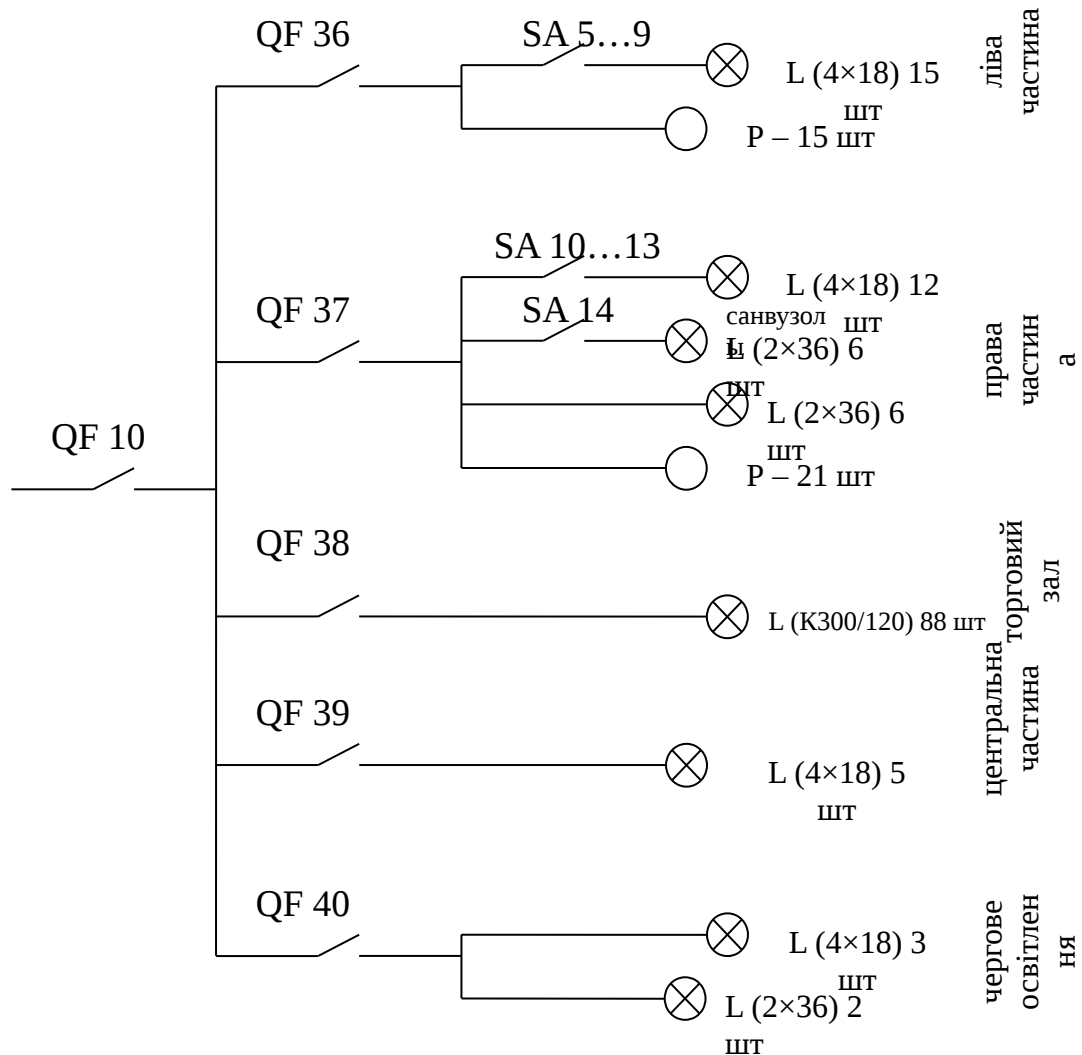


Рисунок 2.5 – Принципова схема освітлювальної мережі мансарди

Таблиця 2.4 – Номінальні струми електроустановок

Найменування електроустановки	М-1, М-6, М-2, М-3	М-4, М-5	ЕК-1, ЕК-2	ARS / R 4 × 18	GE236	K 300 / 122
Номінальний струм, А	5.8	3.9	7.9	0.33	0.33	0.1

2.6 Розрахунок внутрішніх електропроводок

2.6.1 Розрахунок по допустимому нагріву

При розрахунках проводу внутрішніх електропроводок вибирають за значенням гранично допустимого струму.

Вибираємо проводи за умовами [1]:

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

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{пл.вст.}}, \quad (2.13)$$

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

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

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

$I_{\text{пл.вст}}$ – номінальний струм плавкої вставки, А;

$I_{\text{Т.ср}}$ – струм спрацьовування теплового розчіплювача, А

Вибір типу дротів і кабелів:

- для ліній освітлення вибираємо трижильні проводи з мідними жилами ПБПП відповідних перерізів;
- для прокладення міжповерхових проводок до освітлювальних щитів вибираємо трижильні проводи з мідними жилами ПВ відповідних перерізів;
- для силової проводки вибираємо кабель з мідними жилами ВВГ відповідних перерізів.

Для лінії освітлення цокольного поверху лівої частини торгового залу :

$$I_{\text{н}} = I_{\text{осв}} + I_{\text{р}}, \quad (2.15)$$

де $I_{\text{осв}}$ – струм освітлювальної мережі, А;

$I_{\text{р}}$ – струм в розетках, А

$$I_{\text{осв}} = 12 \cdot 4 \cdot 18 / 220 = 3,9, \text{ А};$$

$$I_{\text{р}} = 6 \cdot 6 \cdot 0,2 = 7,2, \text{ А};$$

$$I_{\text{н}} = 3,9 + 7,2 = 11,1, \text{ А}.$$

З умов приведених вище по таблиці [11] вибираємо площу перерізу проводу для освітлювальної мережі цокольного поверху лівої частини торгового залу, 1 мм².

Для інших поверхів торгового залу розрахунок проводимо аналогічно, а дані розрахунку заносимо в табл. 2.5.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5 – Вибір перерізу дротів і кабелів

№ лінії	0, 1	3	2	12	27	7, 8, 9, 10, 11, 14, 20	26	4, 5, 13, 15, 18, 21, 23, 24, 25, 5.1, 5.2, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4	16, 17, 19, 22, 38, 39, 40
Переріз електропроводки , F , $мм^2$	50	50	8	4	3	2,5	2	1,5	1

Усі інші лінії, відгалуження і спуски до розеток виконуємо мідними дротами з перерізом жил 1 мм^2 .

2.6.2 Розрахунок внутрішніх електропроводок за допустимою втратою напруги

При перевірці проводів і кабелів по допустимій втраті напруги має бути дотримана наступна умова [1]

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

де $\Delta U_{роз}$ – розрахункова втрата напруги %;

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

Відповідно до ПУЕ втрати напруги для внутрішніх електропроводок не повинні перевищувати 2,5 %.

Розрахункова втрата напруги визначається по формулі [1]

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

Розрахунок втрати напруги (лінія Л4 живлення електродвигуна ліфта):

$$\Delta U_{роз} = \frac{3 \cdot 15}{77 \cdot 1,5} = 0,39 \text{ В};$$

$$\Delta U_{роз} \% = 0,1\%.$$

Аналогічно проводимо розрахунок втрат напруги для інших ліній внутрішніх електропроводок, а результати розрахунків зведемо в табл. 2.6.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6 – Втрати напруги в лініях внутрішніх електропроводок

№ лінії	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$F, \text{мм}^2$	70	8	50	1,5	1,5	2,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	2,5	2,5
$\Delta U_{\text{роз}}, \%$	0,004	0,009	0,003	0,1	0,3	0,4	0,1	0,2	0,18	0,21	0,25	0,2	0,05	0,05	0,05
№ лінії	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$F, \text{мм}^2$	1	1	1,5	1	2,5	1,5	1	1,5	1,5	1,5	2	3	1,5	1	1
$\Delta U_{\text{роз}}, \%$	0,003	0,001	0,07	0,6	0,07	0,1	0,07	0,04	0,06	0,3	0,18	0,26	0,27	0,03	0,03

Загальна втрата напруги складає 5,39, що перевищує допустиму норму 2,5 %.

Для зменшення загальної втрати напруги необхідно збільшити площі перерізів жил проводів на ділянках з більшою втратою напруги.

Таблиця 2.7 – Уточнені перерізи проводів і втрати напруги в лініях внутрішніх електропроводок

№ лінії	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$F, \text{мм}^2$	70	10	50	6	6	6	6	10	10	10	10	10	1,5	2,5	2,5
$\Delta U_{\text{роз}}, \%$	0,004	0,009	0,003	0,025	0,075	0,16	0,02	0,05	0,045	0,05	0,06	0,08	0,05	0,05	0,05
№ лінії	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$F, \text{мм}^2$	1	1	1,5	4	2,5	4	1	1,5	1,5	4	4	6	4	1	1
$\Delta U_{\text{роз}}, \%$	0,003	0,001	0,07	0,15	0,07	0,04	0,07	0,04	0,06	0,1	0,09	0,13	0,1	0,03	0,03

В результаті уточнення перерізів жил внутрішніх електропроводок отримали загальну втрату напруги в гіпермаркеті 2,42 %, що менше допустимої втрати напруги для внутрішніх електропроводок.

2.7 Розрахунок активних, індуктивних і повних опорів лінії і трансформатора

2.7.1 Визначення опорів лінії

Опір лінії визначається за наступними формулами [2]:

$$R_L = r_0 \cdot l; \quad (2.18)$$

$$x_L = x_0 \cdot l; \quad (2.19)$$

$$z_L = \sqrt{R_L^2 + x_L^2}, \quad (2.20)$$

де r_0 – значення активного опору 1 км проводу, Ом/км;

x_0 – значення індуктивного опору 1 км проводу, Ом/км;

l – довжина проводу (лінії), км.

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

де ρ – питомий опір матеріалу проводу, Ом·м;

F – номінальний переріз провідника, мм² ;

Розрахунок опору лінії Л-4:

Згідно [2] для мідних проводів $\rho = 18,9 \cdot 10^{-9}$ Ом·м .

Тоді:

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

$$R = 3,15 \cdot 0,015 = 0,047 \text{ Ом};$$

$$x = 0,3 \cdot 0,015 = 0,0045 \text{ Ом};$$

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

Аналогічно проводимо обчислення для інших ліній електропроводок і дані розрахунків заносимо в табл. 2.7.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.7 – Активні та індуктивні опори ліній електропроводок

№ лінії	l , км	R_0 , Ом/км	$r \cdot 10^{-3}$, Ом	$x \cdot 10^{-3}$, Ом
1	0,001	0,27	0,27	0,3
2	0,001	2,3	2,3	0,3
3	0,001	0,38	0,38	0,3
4	0,015	3,15	47	65
5	0,027	3,15	85	8,1
6	0,035	3,15	110	10,5
7	0,02	3,15	63	6
8	0,018	1,9	34	5,4
9	0,015	1,9	28,5	4,5
10	0,018	1,9	34	5,4
11	0,021	1,9	40	6,3
12	0,024	1,9	45	7,2
13	0,015	12,6	189	4,5
14	0,021	7,5	157	6,3
15	0,018	7,5	135	5,4
16	0,021	18,9	397	6,3
17	0,024	18,9	453	7,2
18	0,03	12,6	378	9
19	0,12	4,7	564	36
20	0,03	7,5	225	9
21	0,03	6,3	189	9
22	0,038	18,9	718	11
23	0,023	12,6	290	6,9
24	0,027	12,6	340	8,1
25	0,081	4,7	380	24
26	0,035	4,7	164	10,5
27	0,05	3,15	157	15
28	0,06	4,7	282	18
29	0,023	18,9	434	6,9
30	0,023	18,9	434	6,9

2.7.2 Опорів трансформатора

Опір трансформатора визначається згідно формул:

$$z_T = \frac{U_k \cdot U_b}{100 \cdot S_T}; \quad (2.22)$$

$$R_T = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_b^2}{S_T^2}; \quad (2.23)$$

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

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

де z_m – повний опір трансформатора, Ом ;

U_k – напруга короткого замикання трансформатора, В ;

S_m – повна номінальна потужність трансформатора, ВА ;

$\Delta P_{кз}$ – втрата потужності в трансформаторі при к.з., Вт ;

R_m – активний опір трансформатора, Ом ;

x_m – індуктивний опір трансформатора, Ом .

Розрахунок опору силового трансформатора

$U_k = 4,5 \%$, тоді перераховуючи на вольти отримаємо $U_k = 17,1 \text{ В}$.

$$z_T = \frac{17,1 \cdot 380^2}{100 \cdot 100000} = 0,25, \text{ Ом};$$

$$R_T = \frac{2270 \cdot 380^2}{1000000^2} = 0,03, \text{ Ом};$$

$$x_T = \sqrt{0,25^2 - 0,03^2} = 0,25, \text{ Ом}.$$

2.8 Висновки до розділу 2

При розрахунку електропостачання гіпермаркету було вибрано наступне електрообладнання: світильники ARS/R 4×18 – для освітлення торгових залів і офісних приміщень, GE 236 – для сходових проходів, К 300/122 – для освітлення виставкового залу мансарди; силові ЩС і освітлювальні ЩО щити. Розраховано електричне освітлення і вибрана необхідна кількість відповідних світильників, була розрахована повна потужність гіпермаркету, яка склала 84,7 кВА і вибрана трансформаторна підстанція з трансформатором ТМ-100 (Y/Zn - 11), розраховані номінальні струми електрообладнання, вибрані перерізи проводів і кабелів відповідно до номінальних струмів ліній і перевірені по допустимій втраті напруги. Розраховано активні і індуктивні опори проводів і трансформатора для подальшого визначення струмів короткого замикання.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Вибір запобіжників

3.1.1 Вибір запобіжників в мережі 0,4 кВ

Запобіжники вибирають за наступними параметрами [7]:

$$U_{н.зп} = U_{н.уст} ; \quad (3.1)$$

$$I_{н.зп} \geq I_{н.у} ; \quad (3.2)$$

$$I_{пл.вст.} \geq k_o \cdot \Sigma I_{p(n-1)} + I_n / \alpha , \quad (3.3)$$

де $U_{н.уст}$. – номінальна напруга електроустановки, В;

$U_{н.зп}$. – номінальна напруга запобіжника, В;

$I_{н.зп}$. – номінальний струм запобіжника, А;

$I_{н.у}$. – номінальний струм установки, А;

$I_{пл.вст.}$. – номінальне значення струму плавкої вставки, А ;

I_{max} – максимальний струм в колі, А;

α – пусковий коефіцієнт;

k_o – значення коефіцієнта одночасності;

$\Sigma I_{p(n-1)}$ – сума робочих струмів усіх електродвигунів, окрім того, який має велику різницю між номінальним і пусковим струмом, А;

I_n - пусковий струм двигуна, А.

Вибираємо запобіжник для лінії 0,4 кВ :

$$U_{н.зп.} = 380 \text{ В};$$

$$I_{н.зп.} \geq 222 \text{ А};$$

$$I_g = 0,9 \cdot 216 + 21 / 2,5 = 203 \text{ А.}$$

Вибираємо запобіжники ПП-31, струмом плавкої вставки – 630 А .

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Попович І.І.			3 ПРОЕКТНО- КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Костик Л.М.					31	14
Н. Контр.		Вакуленко О.О.				ТНТУ, ФПТ, ЕТс-41		
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.						

3.1.2 Вибір запобіжників в мережі 10 кВ

Запобіжники вибирають за наступними параметрами [2]

$$U_{н.зп.} = U_{н.уст.} ; \quad (3.4)$$

$$I_{н.зп.} \geq I_{р.форс.} ; \quad (3.5)$$

$$I_{зп.відкл.} \geq I'' , \quad (3.6)$$

де $U_{н.уст.}$ – номінальна напруга електроустановки, В;

$U_{н.зп.}$ – номінальна напруга запобіжника, В;

$I_{н.зп.}$ – номінальний струм запобіжника, А;

$I_{р.форс.}$ – струм в колі у форсованому режимі, А;

$I_{зп.відкл.}$ – граничний відключаючий струм, А;

I'' – надперехідний струм к.з. в місці встановлення запобіжника, А

Вибираємо запобіжник для кола 10 кВ:

$$U_{н.зп.} = 10 \text{ кВ} ;$$

$$I_{н.зп.} \geq 1,4 \cdot (222 / 26,3) = 12 \text{ А} ;$$

$$I_{пл.вст.} \geq 12 \text{ А} .$$

Для мережі 10 кВ вибираємо запобіжник ПКТ - 40 у якого:

- номінальна напруга – 10 кВ;
- номінальний струм запобіжника – 40 А;
- номінальний струм плавкої вставки – 15 А;
- максимально відключаючий струм – не обмежений.

3.2 Вибір повітряних автоматичних вимикачів

Автоматичні вимикачі вибирають за наступними умовами [7]:

$$U_{н.а} \geq U_{н.у} ; \quad (3.7)$$

$$I_a \geq I_{н.у} ; \quad (3.8)$$

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{н.р} \geq k_{н.т} \cdot I_{р.мах} ; \quad (3.9)$$

$$I_{н.е} \geq k_{н.е} \cdot I_{к.мах} ; \quad (3.10)$$

$$I_{гр.відкл} \geq I_{к.мах} ; \quad (3.11)$$

де $U_{н.а}$ – значення номінальної напруги вимикача, В ;

$U_{н.у}$ – значення номінальної напруги електроустановки, В ;

I_a – номінальний струм автомата, А;

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

$I_{н.р}$ – значення номінального струму теплового розчіплювача, А;

$k_{н.т}$ – значення коефіцієнта надійності;

$I_{р.мах}$ – максимальний робочий струм кола, 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;

$I_{к.мах}$ – значення максимального струму к.з. в місці, А;

$I_{гр.відкл}$ – гранично-допустимий відключаючий струм, А

$$I_{к.мах} = \frac{U_n}{\sqrt{3}(Z_T + Z_L)}, \quad (3.12)$$

$$I_{к.мах} = \frac{U_\phi}{(Z_T + Z_L)}, \quad (3.13)$$

де Z_T – опір трансформатора, Ом ;

Z_L – опір лінії, Ом .

Вибираємо автоматичний вимикач для лінії Л-4 електродвигуни ліфта:

$$U_{н.а} \geq 380 \text{ В} ;$$

$$I_a \geq 5,8 \text{ А} ;$$

$$I_{н.р} \geq 1,25 \cdot 5,8 = 7,25 \text{ А} ;$$

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

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$I_{н.е.} \geq 667 \text{ А};$$

$$I_{гр.відкл.} \geq 1,5 \cdot 667 = 1000 \text{ А}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач з параметрами:

- номінальний струм вимикача – 63 А;
- номінальна напруга – 415 В;
- з тепловим і електромагнітним розчеплювачем – Т і Е;
- номінальний струм розчеплювача – 10 А;
- граничний струм, що відключається вимикачем – 6000 А

Інші вимикачі вибираємо аналогічно, дані заносимо в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Вибір автоматичних повітряних вимикачів

Позначення	Виконання розчеплювача	Номінальний струм вимикача, А	Номінальний струм розчеплювача, А	Граничний струм відключення при $U_H = 415 \text{ В}$
QF2, QF5	T i E	63	10	6000
QF3	T i E	63	16	6000
QF4	T i E	63	20	6000
QF6, QF7, QF8, QF9, QF10	T i E	63	32	6000
QF1	T i E	63	50	6000
QF14, QF15, QF16, QF20, QF21, QF22, QF26, QF27, QF28, QF32, QF33, QF34, QF39, QF40	T i E	63	6	6000
QF11, QF12, QF13, QF17, QF18, QF24, QF30	T i E	63	10	6000
QF19, QF23, QF25, QF29, QF31, QF35, QF38	T i E	63	16	6000
QF36	T i E	63	20	6000
QF37	T i E	63	25	6000

3.3 Вибір електромагнітних пускачів

Електромагнітні пускачі вибираємо за наступними умовами:

$$U_{н.п.} \geq U_{н.у.} ; \quad (3.14)$$

$$I_{н.п.} \geq I_{роз} ; \quad (3.15)$$

$$I_{н.р.} \geq I_{н.дв.} ; \quad (3.16)$$

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

$U_{н.у.}$ – номінальна напруга електроустановки, В;

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

$I_{роз}$ – розрахунковий струм, А;

$I_{н.р.}$ – номінальний струм нагрівального елемента, А;

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

Вибираємо пускач для електродвигуна ліфта М-1.

$$U_{н.п.} \geq 380 \text{ В};$$

$$I_{н.п.} \geq 5,6 \text{ А};$$

$$I_{н.р.} \geq 5,6 \text{ А}.$$

Вибираємо магнітний пускач ПМЛ 150104

Для інших електродвигунів магнітні пускачі вибираємо аналогічно і заносимо дані в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Вибір пускачів

Електродвигун	Магнітний пускач	$U_{н.п.},$ В	$I_{н.п.},$ А	$U_{кот.},$ В
М-1	ПМЛ 150104	380	10	380
М-2, М-3, М-6, М-4, М-5	ПМЛ 110004	380	10	380

3.4 Вибір електротеплових струмових реле

Для електродвигуна М-1, М-2, М-3, М-4, М-5, М-6 вибираємо теплове реле РТТ 0 з номінальним струмом –10 А .

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

3.5 Вибір рубильників

Вибираємо за наступними умовами [2, 7]:

$$U_{н.р.} \geq U_{н.уст.}; \quad (3.17)$$

$$I_{н.р.} \geq I_{н.уст.}; \quad (3.18)$$

де $U_{н.р.}$ – номінальна напруга рубильника, В;

$U_{н.уст.}$ – номінальна напруга електроустановки, В;

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

$I_{н.уст.}$ – номінальний струм електроустановки, А,

$$U_{н.р.} \geq 380 \text{ В};$$

$$I_{н.р.} \geq 222 \text{ А}.$$

Вибираємо рубильник з бічним руків'ям типу РБ з номінальним струмом – 400 А і з номінальною напругою – 380 В .

3.6 Розрахунок заземлюючого пристрою

Трансформаторна підстанція розташовується в третій кліматичній зоні. Від підстанції відходить кабельна лінія до торгового центру. Контур заземлення виконаємо за допомогою прямокутного чотирикутника, заставляючи в ґрунт вертикальні сталеві стержні довжиною 5 м і діаметром $\varnothing 12 \text{ мм}$, сполучені між собою сталеву смугою $40 \times 4 \text{ мм}$. Глибина заставляння стержнів – 0,8 м , смуги – 0,9 м. Струм замикання на землю на стороні $10 \text{ кВ } I_3 = 8 \text{ А}$.

Визначаємо розрахунковий опір ґрунту для стержневих заземлювачів:

$$\rho_{роз} = k_c \cdot k_1 \cdot \rho_{вим}, \quad (3.19)$$

де $\rho_{роз}$. – розрахунковий опір стержневих заземлювачів, Ом;

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

k_c – коефіцієнт сезонності;

k_1 – коефіцієнт, що враховує стан ґрунту при вимірюванні;

$\rho_{вим}$ – питомий опір ґрунту, отриманий при вимірюванні; Ом·м.

$$\rho_{роз.} = 1,15 \cdot 1 \cdot 120 = 138, Ом \cdot м .$$

Опір вертикального заземлювача [7]:

$$R_B = \frac{0,366 \cdot \left(\lg \frac{2l}{d} + 0,5 \lg \frac{4h_{cp} + l}{4h_{cp} - l} \right)}{l}, \quad (3.20)$$

де R_B – значення опору вертикального заземлювача, Ом ;

l – довжина стержня, м ;

d – діаметр стержня, м ;

h_{cp} – середня глибина заставляння стержнів, м .

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

Значення опору повторного заземлення $R_{н.з.}$ не має перевищувати 30 Ом при $\rho = 100 Ом \cdot м$ і нижче.

При $\rho > 100 Ом \cdot м$:

$$R'_{н.з.} = \frac{30 \cdot \rho}{100}; \quad (3.21)$$

$$R'_{н.з.} = \frac{30 \cdot 138}{100} = 41 Ом.$$

В якості повтрного заземлення приймаємо один стержень завдовжки 5 м і діаметром 12 мм , опір якого 31,2 Ом < 41 Ом .

Значення повного опору усіх п'яти повторних заземлювачів [7]:

$$r_{н.з.} = \frac{R_{н.з.}}{n}; \quad (3.22)$$

де n – число повторних заземлювачів, шт

$$r_{н.з.} = \frac{31,2}{5} = 6,24 Ом.$$

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо розрахунковий опір нейтралі трансформатора з урахуванням повторних заземлювачів:

$$r_{роз} = r_{н.з.} \cdot r_3 / (r_{н.з.} - r_3), \quad (3.23)$$

де r_3 – опір заземлення, Ом

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

У відповідності з ПУЕ опір заземлення не повинен бути більшим 10 Ом і $125 / I_3$, якщо останнє менше 10 Ом.

$$r_{роз.} = 125 / I_3. \quad (3.24)$$

Прийmemo $r_{роз.} = 10 \text{ Ом}$.

Визначаємо теоретичне число стержнів:

$$n_m = R_6 / r_{роз.}; \quad (3.25)$$

$$n_m = 31,2 / 10 = 3,12.$$

Прийmemo 4 стержні і розташовуємо їх в гранті на віддалі 5 м один від одного.

Довжина з'єднувальної смуги:

$$l_r = a \cdot n; \quad (3.26)$$

де a – відстань між стержнями, м

$$l_r = 5 \cdot 4 = 20 \text{ м}$$

Визначимо опір з'єднувальної смуги [7]:

$$R_r = \frac{0,366 \cdot \rho_{роз.} \cdot \lg \frac{2l^2}{d \cdot h}}{l}; \quad (3.27)$$

де l – довжина з'єднувальної смуги, м;

d – ширина з'єднувальної смуги, м;

h – глибина залягання, м.

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

$$\rho_{роз.} = 2,5 \cdot 1 \cdot 120 = 300 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

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

Тоді дійсне число стержнів [7]:

$$n_{\delta} = R_B \cdot \eta_G \left(\frac{1}{r_{\text{роз}} \cdot \eta_G} - \frac{1}{R_G} \right) / \eta_B; \quad (3.28)$$

де η_G – коефіцієнт екранування стержневих заземлювачів;

η_B – коефіцієнт екранування з'єднувальної смуги,

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

Прийmemo до встановлення $n_{\delta} = n_m = 4$ стержні і здійснимо перевірку.

Значення дійсного опору заземлення [7]:

$$r_{\text{роз.}} = \frac{R_B \cdot R_G}{R_G \cdot n \cdot \eta_B + R_B \cdot \eta_G}; \quad (3.29)$$

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

Опір заземлюючого пристрою з урахуванням повторних заземлювачів нульового проводу [7]:

$$r_p = r_{\text{роз.}} \cdot r_{\text{н.з.}} / (r_{\text{роз.}} + r_{\text{н.з.}}); \quad (3.30)$$

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

В результаті проведених розрахунків визначено, що для заземлення трансформаторної підстанції необхідно чотири стержні (штиря) заземлювачі і п'ять стержнів для повторного заземлення кабелю і гіпермаркету.

3.7 Розрахунок необхідної кількості матеріалів

Необхідна кількість проводів (кабелів) визначається як:

$$l_{\text{ен}} = \sum l_{\text{ен.і}}, \quad (3.31)$$

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

$\sum l_{\text{ен.і}}$ – сума довжин проводів певного перерізу на i -тих ділянках, м.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді необхідна кількість проводів:

$$l_{en (S=1)} = 21 + 24 + 38 \cdot 3 + 23 + 23 + 2,5 \cdot 100 = 455 \text{ м};$$

$$l_{en (S=1,5)} = 15 + 30 + 23 \cdot 3 + 27 \cdot 3 = 195 \text{ м};$$

$$l_{en (S=2,5)} = 21 + 18 + 30 \cdot 3 = 129 \text{ м};$$

$$l_{en (S=4)} = 12 + 30 \cdot 3 + 81 \cdot 3 + 35 + 60 = 440 \text{ м};$$

$$l_{en (S=6)} = 50 \text{ м};$$

$$\Sigma l_{en (S=1,6)} = 1269 \text{ м};$$

$$l_{каб (S=6)} = 15 + 27 + 35 + 20 = 97 \text{ м};$$

$$l_{каб (S=10)} = 1 + 18 + 15 + 18 + 21 + 24 = 97 \text{ м};$$

$$l_{каб (S=50)} = l_{каб (S=70)} = 1 \text{ м};$$

$$\Sigma l_{каб (S=6,70)} = 196 \text{ м}.$$

Необхідна кількість коробів визначається як:

$$l_{кор} = \Sigma l_{кор.i}, \quad (3.32)$$

де $l_{кор}$ – загальна довжина короба певного розміру, м;

$\Sigma l_{кор.i}$ – сума довжин коробів певного розміру на i -тих ділянках, м.

Тоді необхідна кількість коробів :

$$l_{кор (100 \times 80)} = 50 + 50 \cdot 3 + 35 = 235 \text{ м};$$

$$l_{кор. (25 \times 16)} = 126 + 120 \cdot 3 + 102 + 2,5 \cdot 100 = 838 \text{ м};$$

$$\Sigma l_{кор} = 1073 \text{ м}.$$

Необхідна кількість розеток визначається як:

$$n_{роз.} = \Sigma n_{роз.i}, \quad (3.33)$$

де $n_{роз.}$ – загальна кількість розеток, м;

$\Sigma n_{роз.i}$ – сумарна кількість розеток на i -тих поверхах, м

Тоді необхідна кількість розеток :

$$n_{роз.} = 20 + 18 + 21 + 21 + 36 = 116 \text{ шт}.$$

Необхідна кількість світильників визначається як:

$$n_{св} = \Sigma n_{св.i}, \quad (3.34)$$

де $n_{св}$ – загальна кількість світильників, м;

$\Sigma n_{св.i}$ – сумарна кількість певного типу світильників на i -тих поверхах.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді необхідна кількість світильників :

$$n_{св (ARS/R)} = 68 + 68 \cdot 3 + 30 = 302 \text{ шт} ;$$

$$n_{св (Ge 236)} = 13 + 18 \cdot 3 + 14 = 81 \text{ шт};$$

$$n_{св (K 300/122)} = 88 \text{ шт};$$

$$\Sigma n_{св} = 471 \text{ шт.}$$

Необхідна кількість електроцитів визначається як:

$$n_{еуц} = \Sigma n_{еуц.i} , \quad (3.35)$$

де $n_{еуц}$ – загальна кількість електроцитів, шт;

$\Sigma n_{еуц.i}$ –кількість певного типу електроцитів на i -тих поверхах, шт

Тоді необхідна кількість електроцитів :

$$n_{еуц} = 1 + 2 + 1 + 1 + 1 = 6 \text{ шт} . \quad (\text{освітлювальні, в т.ч. 1 силовий}$$

електроцит).

Необхідна кількість відгалужувальних коробок визначається як:

$$n_{в.к.} = \Sigma n_{в.к.i} , \quad (3.36)$$

де $n_{в.к.}$. – загальна кількість електроцитів, шт;

$\Sigma n_{в.к.i}$ –кількість певного типу електроцитів на i -тих поверхах, шт..

Тоді необхідна кількість відгалужувальних коробок:

$$n_{в.к.} = 101 + 104 + 107 + 107 + 124 = 543 \text{ шт} .$$

3.8 Розрахунок вентиляційної системи

Розрахунок потрібного повітрообміну.

Потрібний повітрообмін визначається згідно формули [13]:

$$L = k \cdot V , \quad (3.46)$$

де L – необхідний повітрообмін, $m^3 / год$;

k – коефіцієнт повітрообміну;

V – об'єм приміщення, m^3 .

Потрібний повітрообмін в гіпермаркеті:

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L = 5 \cdot (15 \cdot 33 \cdot 3) = 7425 \text{ м}^3 / \text{год} .$$

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідна продуктивність вентилятора.

Необхідну продуктивність вентилятора визначимо згідно формули [13]:

$$L_6 = K_3 \cdot L, \quad (3.47)$$

де L_6 – продуктивність вентилятора, $m^3 / год$;

K_3 – коефіцієнт запасу.

Відповідно потрібна продуктивність вентилятора:

$$L_6 = 1,6 \cdot 7425 = 1880 m^3 / год .$$

Для вентилявання приміщень торговельного центру виберемо 2 осьові вентилятори СВМ - 4м [5], у яких: частота обертання колеса 2900 об / хв , продуктивність 100 $m^3 / хв$ (6000 $m^3 / год$) , тиск 0,65 кПа .

Втрати тиску вентиляторів в повітрообміні знайдемо згідно формули:

$$H_{nn} = H_{nn} + H_m, \quad (3.48)$$

де H_{nn} – втрати тиску в повітрепроводі, Па ;

H_{nn} – втрати тиску на прямих ділянках повітрепроводу, Па ;

H_m – втрати тиску в окремих колінах, переходах, жалюзях, Па .

Втрати тиску на прямих ділянках повітрепроводу знайдемо згідно формули:

$$H_{nn} = \varphi \cdot l_n \cdot \gamma_n \cdot V_{cp} / 2 \cdot d_m, \quad (3.49)$$

де φ – коефіцієнт, що враховує опір повітрепроводу;

l_n – довжина прямих ділянок повітрепроводу, м ;

γ_n – щільність повітря у повітрепроводі, $кг / м^3$;

V_{cp} – середня швидкість повітря у повітрепроводі, м / с ;

d_m – діаметр повітрепроводу, м ,

$$\gamma_n = 353 / (273 + t_g), \quad (3.50)$$

де t_g – температура повітря в приміщенні, $^{\circ}C$.

Знайдемо щільність повітря у повітрепроводі:

$$\gamma_n = 353 / (273 + 18) = 1,2.$$

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знайдемо втрати тиску у прямих ділянках повітропроводу :

$$H_{nn} = 0,02 \cdot 15 \cdot 1,2 \cdot 62 / 2 \cdot 0,5 = 13 \text{ Па} .$$

Місцеві втрати тиску визначимо згідно формули:

$$H_M = 0,5 \cdot \psi_M \cdot V_{2cp} \cdot \gamma_n , \quad (3.51)$$

де ψ_M – значення коефіцієнту місцевих втрат тиску.

Відповідно, значення місцевих втрат тиску:

$$H_M = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 62 \cdot 1,2 = 23,8 \text{ Па} .$$

Відповідно, значення втрат тиску вентилятора в повітрообміннику:

$$H_{nn} = 13 + 23,8 = 36,8 \text{ Па} .$$

Для перевірки необхідного тиску вентилятора повинна виконуватися така умова:

$$H > H_{nn} , \quad (3.52)$$

де H – значення тиску вентилятора, Па .

$$650 \text{ Па} > 36,8 \text{ Па} .$$

Умова виконується, відповідно даний вентилятор відповідає усім вимогам.

Значення потужності електричного двигуна для приводу розрахуємо згідно формули:

$$P_{\text{дв}} = H \cdot L_g / (3,6 \cdot 106 \cdot \eta_n \cdot \eta_e) , \quad (3.53)$$

де $P_{\text{дв}}$ – потужність електричного двигуна, кВт ;

η_n – коефіцієнт корисної дії передачі;

η_e – коефіцієнт корисної дії вентилятора.

Відповідно значення потужності електричного двигуна приводу:

$$P_{\text{дв}} = 650 \cdot 11880 / (3,6 \cdot 106 \cdot 0,9 \cdot 0,9) = 2,6 \text{ кВт} .$$

Згідно даних таблиці [14] виберемо найближче значення більшої потужності електричного двигуна 3 кВт і електродвигун марки 4A90 L 2УЗ.

Знайдемо значення сумарної площі повітрозабірників:

$$\Sigma F_3 = L_g / 3600 \cdot V_3 , \quad (3.54)$$

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ΣF_3 – сумарна площа повітрязабірників, m^2 ;

V_3 - швидкість руху повітря в повітрообміннику, m / c .

$$\Sigma F_3 = 11800 / (3600 \cdot 6) = 0,55 m^2 .$$

Необхідну кількість повітрязабірників визначимо згідно формули:

$$n_3 = \Sigma F_3 / f_3 , \quad (3.55)$$

де n_3 – необхідна кількість повітрязабірників;

f_3 – площа одного повітрязабірника, m^2 .

Тоді необхідної кількості повітрязабірників розміром 10×10 см :

$$n_3 = 0,55 / 0,01 = 55 шт .$$

3.9 Висновки до розділу 3

В даному розділі було проведено вибір запобіжники в колі 0,4 кВ – ПП-31 з номінальним струмом плавкої вставки 630 А і в колі 10 кВ – ПКТ - 40 з номінальним струмом плавкої вставки 15 А. Для захисту електродвигунів і освітлювальних ліній були вибрані автоматичні повітряні вимикачі з номінальним струмом автомата 63 А, що відповідають навантаженню струмами розчеплювача. Для включення і захисту електродвигунів були вибрані магнітні пускачі ПМЛ 150104 і ПМЛ 110004 і теплові реле РТТ 0. Для відключення електрики в гіпермаркеті був вибраний рубильник типу РБ з номінальним струмом – 400 А і з номінальною напругою – 380 В. Для заземлення торгового центру і трансформаторної підстанції було розраховано заземлюючий пристрій – вибрано чотири стержні (штиря) заземлювача і п'ять стержнів для повторного заземлення кабелю і гіпермаркету завдовжки 5 м і діаметром 12 мм, сполучених між собою сталевую смугою 40×4 мм.

Крім цього розроблена система вентиляції, що дозволить забезпечити хороший мікроклімат в приміщенні.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Електробезпека

Оперативне обслуговування і огляди електроустановок

Оперативні перемикання повинен виконувати оперативний або оперативно-ремонтний персонал, допущений розпорядливим документом керівника організації, черговий електрик або електромонтер по експлуатації електрообладнання.

У електроустановках напругою вище 1000 В працівники з числа оперативного персоналу, одноосібно обслуговуючі електроустановки, повинні мати групу по електробезпеці IV, інші працівники в зміні – групу III.

У електроустановках напругою до 1000 В працівники з числа оперативного персоналу, які одноосібно обслуговують електроустановки, повинні мати групу III.

У електроустановках не допускається наближення людей, механізмів і вантажопідійомних машин до необгородженим струмоведучих частинам, які знаходяться під напругою, на менші відстані ніж вказаних в таблиці. 4.1.

Одноосібний огляд електроустановок, електротехнічної частині технологічного обладнання може виконувати працівник, що має групу не нижче III, з числа оперативного персоналу, що обслуговують цю електроустановку в робочий час або знаходиться на чергуванні, або працівник з числа адміністративно-технічного персоналу, що має групу V, для електроустановок напругою вище 1000 В, і працівник, що має групу IV, для електроустановок напругою до 1000 В і право одноосібного огляду на підставі письмового розпорядження керівника організації.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Попович І.І.						
Керівник		Костик Л.М.					45	7
Консультант		Гурик О.Я.				ТНТУ, ФПТ, ЕТс-41		
Н. Контр.		Вакуленко О.О.						
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.						

Таблиця 4.1 – Допустимих відстаней до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою

Напруга, кВ	Відстань від людей і використовуваних ними інструментів і пристосувань, від тимчасових обгороджень, м	Відстані від механізмів і вантажопідійомних машин в робочому і транспортному положенні, від стропів, вантажозахватних пристосувань і вантажів, м
До 1	Не нормується (без дотику)	1,0
1-35	0,6	1,0

Працівники, не обслуговуючі електроустановки, можуть допускатися до них у супроводі оперативного персоналу, що має групу IV – в електроустановках напругою вище 1000 В, і що має групу III – в електроустановках напругою до 1000 В, або працівника, що має право одноосібного огляду.

Супроводжуючий працівник повинен стежити за безпекою людей, допущених в електроустановки, і попереджати їх про заборону наближатися до струмоведучих частин.

При огляді електроустановок дозволяється відкривати двері щитів, складок, пультів керування та інших пристроїв.

При огляді електроустановок напругою вище 1000 В не допускається входити в приміщення, камери, не обладнані обгородженнями (вимоги до встановлення обгороджень приведені в ПУЕ) або бар'єрами, що перешкоджають наближенню до струмоведучих частин на відстані менші ніж вказаних в табл. 6.1. Не допускається проникати за обгородження і бар'єри електроустановок.

Не допускається виконання будь-яких робіт під час огляду.

При замиканні на землю в електроустановках напругою 3-35 кВ наближатися до місця замикання на відстань менше 4 м в ЗРП допускається тільки для оперативних перемикачів з метою ліквідації замикання і

звільнення людей, що потрапили під напругу. При цьому слід користуватися електрозахисними засобами.

Відключати і включати роз'єднувачів, віддільників і вимикачі напругою вище 1000 В з ручним приводом необхідно в діелектричних рукавичках.

Знімати і встановлювати запобіжники слід при знятій напрузі.

Допускається знімати і встановлювати запобіжники, що знаходяться під напругою, але без навантаження.

Під напругою і під навантаженням допускається замінювати: запобіжники у вторинних колах, запобіжники трансформаторів напруги і запобіжники пробкового типу.

При знятті і встановленні запобіжників під напругою необхідно користуватися:

- у електроустановках напругою вище 1000 В – ізолюючими кліщами(штангою) із застосуванням діелектричних рукавичок і засобів захисту обличчя і очей;
- у електроустановках напругою до 1000 В – ізолюючими кліщами або діелектричними рукавичками і засобами захисту обличчя або очей.

Двері приміщень електроустановок, камер, щитів і складок, окрім тих, в яких проводяться роботи, мають бути закриті на замок.

Порядок зберігання і видачі ключів від електроустановок визначається розпорядженням керівника організації. Ключі від електроустановок повинні знаходитися на обліку у оперативного персоналу.

Ключі мають бути пронумеровані і зберігатися в ящику, що замикається. Один комплект має бути запасним.

Ключі повинні видаватися під розписку:

- працівникам, що мають право одноосібного огляду (у тому числі оперативному персоналу) від усіх приміщень;
- при допуску по наряду-допуску (допускаючому з числа оперативного персоналу, відповідальному керівникові і виконавцеві робіт) від приміщень, в яких належить працювати.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ключі підлягають поверненню щодня після закінчення огляду або роботи.

Видача і повернення ключів повинні записуватись в спеціальному журналі довільної форми або в оперативному журналі.

При нещасних випадках для звільнення потерпілого від дії електричного струму напруга має бути знята негайно без попереднього дозволу.

Організаційні і технічні заходи по забезпеченню електробезпеки

До роботи в електроустановках повинні допускатися особи, що пройшли інструктаж і навчання безпечним методам праці, перевірку знань правил безпеки і інструкцій відповідно до займаної посади стосовно виконуваної роботи з привласненням відповідної кваліфікаційної групи по техніці безпеки і які не мають медичних протипоказань, встановлених Міністерством охорони здоров'я.

Для забезпечення безпеки робіт в діючих електроустановках повинні виконуватися наступні організаційні заходи:

- призначення осіб, відповідальних за організацію і безпеку виконання робіт;
- оформлення наряду або розпорядження на виконання робіт;
- здійснення допуску до проведення робіт;
- організація нагляду за проведенням робіт;
- оформлення закінчення роботи, перерв в роботі, переведень на інші робочі місця;
- встановлення раціональних режимів праці і відпочинку.

Для забезпечення безпеки робіт в електроустановках слід виконувати:

- відключення установки (частини установки) від джерела живлення;
- перевірку відсутності напруги;
- механічне замикання приводів комутаційних апаратів;
- зняття запобіжників ;

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- від'єднання кінців живлячих ліній та інші заходи, що унеможливають помилкове подання напруги до місця роботи;
- заземлення відключених струмоведучих частин (накладення переносних заземлювачів, включення заземлюючих ножів);
- обгородження робочого місця або струмоведучих частин, які залишилися під напругою, до яких в процесі роботи можна доторкнутися або наблизитися на неприпустиму відстань.

При проведенні робіт зі зняттям напруги в діючих електроустановках або поблизу них:

- відключення установки (частини установки) від джерела живлення електроенергією;
- механічне замикання приводів відключених комутаційних апаратів;
- зняття запобіжників;
- від'єднання кінців живлячих ліній та інші заходи, що забезпечують неможливість помилкового подання напруги до місця роботи;
- встановлення знаків безпеки і обгороджень струмоведучих частин, які залишаються під напругою, до яких в процесі роботи можна доторкнутися або наблизитися на неприпустиму відстань;
- накладення заземлень (включення заземлюючих ножів або накладення переносних заземлень);
- обгородження робочого місця і встановлення попереджувальних знаків безпеки.

При проведенні робіт на струмоведучих частинах, що знаходяться під напругою виконують роботи по наряду не менше ніж двоє особи, із застосуванням електрозахисних засобів, із забезпеченням безпечного розташування працюючих і використовуваних механізмів і пристосувань.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

4.2 Пожежна безпека

Головні причини можливих пожеж в електроустановках це пожежі, пов'язані з експлуатацією електроустановок, які відбуваються :

- від КЗ;
- від порушення правил експлуатації електронагрівних приладів;
- від перевантаження електродвигунів і електричних мереж;
- від утворення великих місцевих перехідних опорів;
- від електричних іскр і дуг.

Короткі замикання представляють найбільшу пожежну небезпеку.

Струми КЗ на декілька порядків перевищують номінальні струми проводів і струмоведучих частин і досягають сотень і тисяч ампер. Такі струми можуть не лише перегріти, але і запалити ізоляцію, розплавити струмоведучі частини і проводи. Плавлення металевих деталей машин і апаратів супроводжується розльотом іскр, які у свою чергу здатні запалити близько розташовані горючі речовини і матеріали, послужити причиною вибуху.

Короткі замикання в електроустановках виникають найчастіше із-за відмови електричної ізоляції внаслідок її старіння і відсутності контролю за її станом. Неправильна експлуатація електроустановок неминуче веде до виникнення пожеж. Не дотримуються пожежобезпечної відстані до горючих матеріалів, при експлуатації електронагрівних приладів для обігріву приміщень. Ігноруються чіткі технічні вказівки по режиму роботи.

На проєктованому об'єкті на кожні 800 м² площі будівлі встановлюються по чотири порошкових або вуглекислотних вогнегасники (місткістю 5 літрів).

У приміщеннях електрощитових 0,4 кВ і ВРП 10 кВ по два вуглекислотних вогнегасники .

Порошкові вогнегасники (ОП) призначені для гасіння пожеж твердих, рідких і газоподібних речовин (залежно від марки використовуваного

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

вогнегасного порошку), а також електроустановок, що знаходяться під напругою до 1 кВ.

Вуглекислотні вогнегасники призначені для гасіння загорянь різних речовин і матеріалів, а також електроустановок, кабелів і проводів, що знаходяться під напругою до 10 кВ.

При проведенні основних проектованих робіт на цьому об'єкті передбачаються наступні заходи пожежної безпеки

- під'їзні шляхи повинні мати покриття, придатне для проїзду пожежних автомобілів у будь-яку пору року. Ворота для в'їзду мають бути шириною не менше 4 м;
- на початок основних будівельних робіт на будівництві має бути забезпечене протипожежне водопостачання від пожежних гідрантів на водопровідній мережі;
- при реконструкції і введенні об'єктів в експлуатацію чергами частина, що будується, має бути відокремлена від діючої протипожежними перегородками;
- двері на шляхах евакуації повинні відкриватися вільно і по напрямленню виходу з будівлі;
- забороняється захаращувати евакуаційні шляхи і виходи (у тому числі проходи, коридори, тамбури, галереї, ліфтові холи, сходові майданчики). Фіксувати самозакриваючі двері сходових кліток, а також знімати їх;
- виконання робіт всередині будівель із застосуванням горючих речовин і матеріалів одночасно з іншими будівельно-монтажними роботами, пов'язаними із застосуванням відкритого вогню(зварювання і т. п.), не допускається.

Оперативна ліквідація аварій є процесом відділення пошкодженого устаткування (ділянки мережі) від системи електроспоживання, а також виробництва операцій з метою:

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

- усунення небезпеки для обслуговуючого персоналу і устаткування, не зачепленого аварією;
- запобігання розвитку аварії;
- негайного (в найкоротший строк) відновлення електропостачання споживачів;
- створення найбільш надійної післяаварійної схеми електропостачання і окремих її частин;
- з'ясування стану устаткування, що відключилося під час аварії, і можливості включення його в роботу.
- у аварійних ситуаціях необхідні перемикання робляться тільки оперативним персоналом відповідно до інструкцій підприємств, з дотриманням норм і правил роботи в електроустановках і із застосуванням усіх необхідних захисних засобів.

У профілактику аварійних ситуацій входить, підтримка енергетичного устаткування на підприємствах в належному технічному стані шляхом технічних і організаційних заходів профілактичного характеру, що планомірно проводяться системою планово-запобіжного ремонту (ПЗР).

Системою ПЗР залежно від режимів роботи електроустаткування і умов його експлуатації встановлюється чергування, періодичність і об'єми технічних обслуговувань і ремонтів електроустаткування з урахуванням забезпечення безперебійної роботи підприємства і безпечного ведення робіт. Планово-запобіжний ремонт включає роботи по догляду, міжремонтному обслуговуванню і проведенню поточних і капітальних ремонтів електроустаткування.

Проведення ремонтів електроустаткування, передбачених системою ПЗР, забезпечує зниження витрат на його утримання, зменшує кількість і час простоїв, число аварій, підвищує надійність роботи і якість ремонту.

Передчасний знос окремих частин і деталей електроустаткування, як правило, є наслідком незадовільного обслуговування або погано проведеного ремонту. Це може створити аварійну ситуацію в електричній мережі або

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

привести до виходу електроустаткування з ладу. Тому попередження передчасного зносу і забезпечення робочого стану устаткування є одним з основних завдань технічного обслуговування електроустаткування.

Приклад передбачуваних аварійних ситуацій :

При виконанні земляних робіт сталося ушкодження одного з живлячих кабелів 10 кВ. Діями обслуговуючого персоналу для відновлення електропостачання були проведені наступні дії:

Відключення пошкодженої живлячої лінії 10кВ. Включення секційного вимикача на РП 0,4 кВ чим було забезпечено електропостачання об'єкту у виниклій аварійній ситуації. Проведені заходи по забезпеченню безпеки відновних робіт.

У час відновлення живлячого кабелю 10кВ на РП 0,4кВ виникає перегрівання ножів секційного вимикача із за неповного їх включення, що приводить їх до вигорання із-за поганого контакту і розплавленню частини алюмінієвих шин, що з'єднуються з секційним вимикачем. Це призводить до часткового відключення будівлі. Діями чергового персоналу робиться відключення секційного вимикача і попереджається виникнення пожежі на РП 0,4 кВ. Для забезпечення електроенергією відповідальних споживачів (ліфти, холодильне устаткування) персонал в електрощитовій, розташованій в цокольному поверсі будівлі, за допомогою кабелю робить тимчасове підключення і відновлює працездатність цих споживачів. Після відновлення живлячого кабелю 10 кВ черговий персонал робить включення об'єкту в нормальний режим, робить відновлення працездатності секційної зборки 0,4 кВ згідно спеціально розробленому для цього графіку проведення відновних робіт.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі бакалавра здійснено системи електропостачання торгівельного центру.

При розрахунку електропостачання торгівельного центру було вибрано наступне електрообладнання: світильники ARS/R 4×18 – для освітлення торгових залів і офісних приміщень, GE 236 – для сходових проходів, К 300/122 – для освітлення виставкового залу мансарди; силові ЩС і освітлювальні ЩО щити. Розраховано електричне освітлення і вибрана необхідна кількість відповідних світильників, була розрахована повна потужність гіпермаркету, яка склала 84,7 кВА і вибрана трансформаторна підстанція з трансформатором ТМ-100 (Y/Zn - 11), розраховані номінальні струми електрообладнання, вибрані перерізи проводів і кабелів відповідно до номінальних струмів ліній і перевірені по допустимій втраті напруги. Для силової проводки вибрали кабель з мідними жилами ВВГ відповідних перерізів. Для прокладення освітлювальних магістральних проводок вибрано трижильні проводи з мідними жилами ПБПП, а для відгалужувальних ліній і спусків вибрано трижильні проводи з мідними жилами ПВС, відповідних навантаженню перерізів. Розраховані активні і індуктивні опори проводів і трансформатора для подальшого визначення струмів короткого замикання. Були вибрані запобіжники в колі 0,4 кВ – ПП-31 з номінальним струмом плавкої вставки 630 А і в колі 10 кВ – ПКТ - 40 з номінальним струмом плавкої вставки 15 А. Для захисту електродвигунів і освітлювальних ліній були вибрані автоматичні повітряні вимикачі з номінальним струмом автомата 63 А, що відповідають навантаженню струмами розчеплювача. Для включення і захисту електродвигунів були вибрані магнітні пускачі ПМЛ 150104 і ПМЛ 110004 і теплові реле РТТ 0. Для відключення електрики в

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Попович І.І.			ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Костик Л.М.					56	2
Н. Контр.		Вакуленко О.О.			ТНТУ, ФПТ, ЕТс-41			
Зав. каф.		Гарасенко М.Г.						

торгівельному центрі був вибраний рубильник типу РБ з номінальним струмом – 400 А і з номінальною напругою – 380 В. Для заземлення торгового центру і трансформаторної підстанції було розраховано заземлюючий пристрій – вибрано чотири стержні (штиря) заземлювача і п'ять стержнів для повторного заземлення кабелю і гіпермаркету завдовжки 5 м і діаметром 12 мм, сполучених між собою сталеву смугою 40 × 4 мм.

Крім цього розроблена система вентиляції, що дозволить забезпечити хороший мікроклімат в приміщенні.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бакулин В.И. Внутренние электропроводки / В.И. Бакулин, А.П. Бодин, Ф.И. Московкин – Москва: Россельхозиздат, 1973
2. Будзко И.А. Электроснабжение сельского хозяйства / И.А. Будзко, Т.Б. Пещинская, В.И. Сукманов – Москва: «Колос», 2000
3. Гессен В.Ю. Курсовое и дипломное проектирование по электроснабжению сельского хозяйства / В.Ю. Гессен – Москва: Колос, 1987
4. Груба В. И. Монтаж и эксплуатация электрооборудования / В.И. Груба, В.В. Калинин, М.И. Макаров – Москва: "Недра", 1991
5. Журавлев Б.А. Справочник мастера-вентиляционника / Б.А. Журавлев – Москва: Стройиздат, 1983
6. Ихра П.Д. Монтаж электроустановок в с.х. / П.Д. Ихра – Москва, Колос, 1983
7. Каганов И.Л. Курсовое и дипломное проектирование / И.Л. Каганов – Москва: Агропромиздат, 1990
8. Канакин Н.С. Техничко-экономические вопросы электрификации сельского хозяйства / Н.С. Канакин, Ю.М. Коган – М: Энергоатомиздат, 1986
9. Лаленков В.Н. Монтаж электрооборудования промышленных предприятий и установок / В.Н. Лаленков – Харьков: издательство ХГУ, 1968
10. Пособие по расчету и проектированию естественного, искусственного и совмещенного освещения (к СНиП II-4-79) / Под редакцией к.т.н., Краснова М.И. и др. – Москва: Стройиздат, 1985
11. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) – Москва: Главгосэнергонадзор России, 1998
12. Саккулин В.П. Охрана труда при монтаже и эксплуатации электроустановок / В.П. Саккулин – Ленинград: Агропромиздат, 1986

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Попович І.І.				ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ		
Керівник	Костик Л.М.						
						58	2
Н. Контр.	Вакуленко О.О.				ТНТУ, ФПТ, ЕТс-41		
Зав. каф.	Гарасенко М.Г.						

13. Соляунов П.В. Охрана труда / П.В. Соляунов и др. – Москва: Колос, 1977
14. Справочник молодого механика сельской электрификации / Под редакцией д.т.н., профессора Листова П.Н. – Москва: ПРОФТЕХИЗДАТ, 1963
15. Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х. : Видавництво "Форт", 2017. - 760 с.
16. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів [Текст] : [затв. ... Наказ М-ва палива та енергетики України 25.07.2006 № 258] / М-во палива та енергетики України. - Х. : Індустрія : Енергетичні рішення, 2012. - 318 с.
17. ДНАОП 0.00-2.32-2001 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
18. Маліновський А.А., Хохулін Б.К. «Основи електропостачання», Національний університет «Львівська політехніка», 2005.
19. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник. 5-е вид. / За ред. М.П. Гандзюка. - К.: Каравела, 2011. - 384 с.

					КРБ 19-040.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

ДОДАТКИ

Таблиця А.1 – Розрахунок навантажень торговельного центру

Початкові дані							Середня потужність групи ЕП		Ефективне число електроприймачів	Коефіцієнт розрахункового навантаження	Розрахункова потужність			Розрахунковий струм
За завданням технологів				За довідковими даними			Активна	Реактивна			Активна	Реактивна	Повна	
Коефіцієнт				Використання	Активній потужності	Реактивній потужності								
Найменування характерних електроприймачів підключених до вузла живлення	Кількість ЕП	Номинальна встановлена потужність					К _в	cosφ	tgφ	P _с , кВт	Q _с , кВАр	п _е	к _р	P _р , кВт
		Одног о ЕП	Загальн а											
		P _{уст} , кВт	P _н , кВт											
1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11	12	13	14
Гр. №1														
Світильник ARS/R 4x18	3961	0,072	285,2	0,90	0,92	0,43	256,67	109,34						
Світильник люм.2x36	264	0,072	19,0	0,90	0,92	0,43	17,11	7,29						
Світильник люм. Line 1x28	1353	0,028	37,9	0,90	0,95	0,33	34,10	11,21						
Світильник люм.2x26	365	0,052	19,0	0,90	0,92	0,43	17,08	7,28						
Прожектор МГЛ 150	70	0,15	10,5	0,90	0,85	0,62	9,45	5,86						
Світильник точковий 1x35	788	0,035	27,6	0,90	1	0,00	24,82	0,00						
Побутові розетки	2100	0,06	126,0	0,60	0,95	0,33	75,60	24,85						
Разом по Гр. №1	8901	0,469	525,14	0,83	0,93	0,38	434,83	165,82	7002	1	434,83	165,82	465,37	707,06
Гр. №2														
Теплова завіса	8	18	144	0,80	0,95	0,33	115,20	37,86						
Теплова завіса	6	9	54	0,80	0,95	0,33	43,20	14,20						
Теплова завіса	2	24	48	0,80	0,95	0,33	38,40	12,62						
Теплова завіса	3	15	45	0,80	0,95	0,33	36,00	11,83						
Теплова завіса	4	6	24	0,80	0,95	0,33	19,20	6,31						
Разом по Гр. №2	23	72	315	0,80	0,95	0,33	252,00	82,83	23	1	252,00	82,83	265,26	403,03
Гр. №3														
Вент. система ел. нагрів	2	15	30	0,65	0,95	0,33	19,50	6,41						
Вент. система ел. нагрів	3	9	27	0,65	0,95	0,33	17,55	5,77						

продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Вент. система ел. нагрів	5	21	105	0,65	0,95	0,33	68,25	22,43						
Вент. система ел. нагрів	3	34	102	0,65	0,95	0,33	66,30	21,79						
Вент. система водяна	20	2	40	0,65	0,8	0,75	26,00	19,50						
Разом по Гр. №3	33	81	304	0,65	0,93	0,38	197,60	75,90	18	1	197,60	75,90	211,68	321,61
Гр. №4														
Кондиціонер	12	6	72	0,50	0,85	0,62	36,00	22,31						
Кондиціонер	3	52	156	0,50	0,85	0,62	78,00	48,34						
Кондиціонер	1	36	36	0,50	0,85	0,62	18,00	11,16						
Кондиціонер	3	17	51	0,50	0,85	0,62	25,50	15,80						
Разом по Гр. №4	19	111	315	0,50	0,85	0,62	157,50	97,61	12	1,03	162,23	97,61	189,33	287,65
Гр. №5														
Ескалатор	2	6,5	13	1,00	0,6	1,33	13,00	17,33						
Ескалатор	2	5,5	11	1,00	0,6	1,33	11,00	14,67						
Ліфт	4	7,8	31,2	0,20	0,6	1,33	6,24	8,32						
Холодильні вітрини	160	0,45	72	0,80	0,65	1,17	57,60	67,34						
Разом по Гр. №5	168	20,25	127,2	0,69	0,63	1,23	87,84	107,66	33	1	87,84	107,66	138,95	211,11
разом по 0,4кВ	9144	284,7	1586,3	0,71	0,91	0,47	1129,77	529,82	1	1	1129,77	582,80	1271,2 3	1931,4 4
втрати в тр-рах											5,19	51,26	52	78,28
втрати в лінії													0,00	0,00
разом приведена до 10 кВ											1134,96	634,06	1300,0 6	75,06

Таблиця А.2 – Розрахункова потужність центрального офісу «Vodafone»

Початкові дані							Середня потужність групи ЕП		Ефективне число електроприймачів	Коефіцієнт розрахункового навантаження	Розрахункова потужність			Розрахунковий струм
За завданням технологів				За довідковими даними			Активна	Реактивна			Активна	Реактивна	Повна	
Найменування характерних електроприймачів підключених до вузла живлення		Номінальна встановлена потужність		Використання	Активний потужності	Реактивний потужності								
Кількість ЕП	Одного ЕП	Загальна	К _в				cosφ	tgφ	P _с , кВт	Q _с , кВАр	P _р , кВт	Q _р , кВАр	S _р , кВА	I _р , А
				P _{уст} , кВт	P _н , кВт									
Гр. №1														
Світильник ARS/R 4x18	766	0,072	55,2	0,90	0,92	0,43	49,64	21,15						
Побутові розетки	400	0,06	24,0	0,60	0,95	0,33	14,40	4,73						
Разом по Гр. №1	1166	0,132	79,15	0,81	0,93	0,40	64,04	25,88	1166	1	64,04	25,88	69,07	104,94
Гр. №2														
Теплова завіса	4	18	72	0,80	0,95	0,33	57,60	18,93						
Теплова завіса	2	9	18	0,80	0,95	0,33	14,40	4,73						
Разом по Гр. №2	6	27	90	0,80	0,95	0,33	72,00	23,67	6	1	72,00	23,67	75,79	115,15
Гр. №3														
Вент. система з ел. нагрівом.	1	21	21	0,65	0,95	0,33	13,65	4,49						
Вент. система з ел. нагрівом.	2	34	68	0,65	0,95	0,33	44,20	14,53						
Вент. система водяна	1	7,5	7,5	0,65	0,8	0,75	4,88	3,66						
Разом по Гр. №3	4	62,5	96,5	0,65	0,94	0,36	62,73	22,67	4	1	62,73	22,67	66,70	101,33
Гр. №4														
Кондиціонер	6	9	54	0,50	0,85	0,62	27,00	16,73						
Кондиціонер	4	6	24	0,50	0,85	0,62	12,00	7,44						
Ліфт	2	7,8	15,6	0,20	0,6	1,33	3,12	4,16						
Разом по Гр. №4	12	22,8	93,6	0,45	0,83	0,67	42,12	28,33	12	1	42,12	28,33	50,76	77,12
разом по 0,4кВ	1188	112,4	359,3	0,67	0,92	0,42	240,88	100,54	1	1	240,88	110,60	265,06	402,71
втрати в тр-рах											1,51	12,98	13	19,85
втрати в лінії													0,00	0,00
разом приведена до 10 кВ											242,39	123,58	272,08	15,71

Таблиця А.3 – Розрахункова потужність ТЦ «Сільпо»

Початкові дані						Середня потужність групи ЕП			Ефективне число електроприймачів	Коефіцієнт розрахункового навантаження	Розрахункова потужність			Розрахунковий струм									
За завданням технологів				За довідковими даними			Активна	Реактивна			Активна	Реактивна	Повна										
Кількість ЕП		Номінальна встановлена потужність		коефіцієнт																			
Найменування характерних електроприймачів підключених до вузла живлення	Кількість ЕП	Одного ЕП	Загальна	Використання	Активній потужності	Реактивній потужності	Активна	Реактивна	η_e	K_p	Активна	Реактивна	Повна	Розрахунковий струм									
		$P_{уст}, кВт$	$P_n, кВт$												K_v	$\cos\phi$	$tg\phi$	$P_c, кВт$	$Q_c, кВАр$	$P_p, кВт$	$Q_p, кВАр$	$S_p, кВА$	$I_p, А$
Гр. №1																							
Світильник ARS/R 4x18	1451	0,072	104,5	0,90	0,92	0,43	94,02	40,05															
Побутові розетки	602	0,06	36,1	0,60	0,95	0,33	21,67	7,12															
Разом по Гр. №1	2053	0,132	140,59	0,82	0,93	0,41	115,70	47,18	2053	1	115,70	47,18	124,95	189,84									
Гр. №2																							
Вент. система ел. нагрівачами	4	21	84	0,65	0,95	0,33	54,60	17,95															
Вент. система ел. нагрівачами	3	34	102	0,65	0,95	0,33	66,30	21,79															
Теплова завіса	4	18	72	0,80	0,95	0,33	57,60	18,93															
Разом по Гр. №2	11	73	258	0,69	0,95	0,33	178,50	58,67	11	1	178,50	58,67	187,89	285,48									
Гр. №4																							
Кондиціонер	10	6	60	0,50	0,85	0,62	30,00	18,59															
Кондиціонер	6	4	24	0,50	0,85	0,62	12,00	7,44															
Разом по Гр. №4	16	10	84	0,50	0,85	0,62	42,00	26,03	16	1,03	43,26	26,03	50,49	76,71									
разом по 0,4кВ	2080	83,1	482,6	0,70	0,93	0,39	336,20	131,88	1	1	336,20	145,06	366,16	556,32									
втрати в тр-рах											2,14	18,56	19	28,39									
втрати в лінії													0,00	0,00									
разом приведена до 10 кВ											338,34	163,62	375,83	21,70									

Таблиця А.4 – Розрахунок кількості світильників

Позначення на плані	Найменування приміщення	Довжина	Ширина	Площа	Освітленість ЛК	К-ть світильників розрахункове ARS/R 4x18	К-ть світильників установл ARS/R 4x18	К-ть світиль. Line 428	К-ть світиль. ЛРЗ 5 Вт
л.4	Сходово-ліфтовий хол	7,9	2,5	19,9	75	1			
л.5	Сходово-ліфтовий хол	7,9	2,5	19,9	75	1			
л.6	Сходово-ліфтовий хол			0,0					
с.6	Жіночий санвузол	3,4	3,0	10,1	75	1	2		
с.7	Чоловічий санвузол	3,4	3,1	10,5	75	1	2		
с.8	Рекреація	3,4	1,6	5,4	75	1	1		
с.9	Приміщення прибирального інвентаря	1,8	1,2	2,1	75	1	1		
с.10	Приміщення прибирального інвентаря	1,8	1,2	2,1	75	1	1		
б.1	Балкон			0,0					
т.7	Тамбур	4,7	2,3	11,0	75	1	2		
к.4	Коридор	31,5	2,5	78,7	75	5	16	57	8
к.5	Коридор	31,5	2,5	78,7	75	5	16	57	8
к.6	Коридор	11,2	2,5	28,0	75	1	7	12	24
к.7	Коридор	31,6	2,5	79,0	75	5	11	37	3
к.8	Коридор	24,0	2,0	48,0	75	4	13	11	21
к.9	Коридор	31,6	2,5	79,0	75	5	11	30	6
х.2	Хол	30,7	8,0	245,6	75	10	12	20	129
.201	Бутик	7,8	3,7	28,9	400	8	8		
.202	Бутик	7,8	4,0	30,8	400	8	8		
.203	Бутик	7,8	7,8	60,8	400	14	16		
.204	Бутик	7,8	3,9	30,4	400	8	8		
.205	Бутик	7,8	3,9	30,0	400	8	8		
.206	Бутик	5,6	3,9	21,4	400	6	6		
.207	Бутик	5,6	4,0	21,9	400	6	6		
.208	Бутик	5,6	3,8	21,2	400	6	6		
.209	Бутик Н.П.	5,6	4,1	22,8	400	7	6		
.210	Бутик Н.П.	5,6	5,1	28,3	400	8	6		
.211	Бутик	5,6	3,9	21,6	400	6	6		
.212	Бутик	5,6	3,8	20,8	400	6	6		
.213	Бутик	5,6	4,4	24,1	400	6	6		
.214	Бутик Н.П.	5,6	3,3	18,1	400	5	6		

продовження таблиці А.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
.215	Бутик Н.П.	5,6	3,3	18,1	400	5	6		
.216	Бутик	5,6	4,3	24,1	400	7	7		
.217	Бутик	5,6	3,8	20,8	400	6	6		
.218	Бутик	5,6	3,9	21,6	400	6	6		
.219	Бутик Н.П.	5,6	5,1	28,3	400	7	6		
.220	Бутик Н.П.	5,6	4,1	22,8	400	7	6		
.221	Бутик	5,6	3,8	21,2	400	6	6		
.222	Бутик	5,6	4,0	22,1	400	6	6		
.223	Бутик	5,6	3,9	21,4	400	6	6		
.224	Бутик	8,2	3,7	30,3	400	8	8		
.225	Бутик	8,2	3,9	31,8	400	8	8		
.226	Бутик	8,2	3,9	31,8	400	8	8		
.227	Бутик	8,2	3,9	31,8	400	8	8		
.228	Бутик	8,2	3,9	31,8	400	8	8		
.229	Бутик	8,2	3,9	31,8	400	8	8		
.230	Бутик	8,2	3,9	31,8	400	8	8		
.231	Бутик	8,2	3,8	31,1	400	8	8		
.232	Бутик	8,2	3,8	30,6	400	8	8		
.233	Бутик Н.П.	8,2	3,9	31,4	400	8	8		
.234	Бутик Н.П.	8,2	3,8	30,6	400	8	8		
.235	Бутик	8,2	3,9	31,8	400	8	8		
.236	Бутик	8,2	3,9	31,8	400	8	8		
.237	Бутик Н.П.	8,2	1,9	15,1	400	5	5		
.238	Бутик Н.П.	20,8	6,8	142,3	400	30	23		
.239	Бутик Н.П.	5,7	5,6	31,6	400	8	10		
.240	Бутик	5,6	2,9	15,9	400	5	6		
.241	Бутик Н.П.	5,6	4,9	27,1	400	7	6		
.242	Бутик Н.П.	5,6	4,9	27,1	400	7	6		
.243	Бутик	5,6	2,9	15,9	400	5	6		
.244	Бутик Н.П.	5,7	5,6	31,6	400	8	10		
.245	Бутик Н.П.	7,8	5,7	44,5	400	11	11		
.246	Бутик	7,8	3,8	29,6	400	8	8		
.247	Бутик	7,8	3,8	29,6	400	8	8		
			Разом світильн иків:	408	451	224	199		

Таблиця А.5 – Розрахункова таблиця моментів ліній для ЩО-4

		ЩО-4(24 гр.)			Довжина L									
		2 Поверх			5ти пров.									
		(ЩРН-24з-2 36 УХЛЗ)			лінії до									
					3х провонд.									
№ Гр.	Довжина кабелю	к-ть світильників	P _{світ.} кВт	COS φ	P _p кВт з обліком ПРА=1,2	чи 3х провонд. до центру навантаження	Коеф. ПРА	Довжина L і P ділянки лінії				Момент лінії	Струм А	S кВА
								L1	P1	L2	P2			
11	59,56	16	0,072	0,92	1,3824		1,2	1,96	0,576	3,7	0,576		6,83	1,503
2	54,58	12	0,072	0,92	1,0368	13,2	1,2	3,98	0,432	3,7	0,432	77,70	5,12	1,127
3	69,08	12	0,072	0,92	1,0368		1,2	9,5	0,432	3,7	0,432		5,12	1,127
4	44,31	12	0,072	0,92	1,0368	13,7	1,2					14,20	5,12	1,127
5	36,58	12	0,072	0,92	1,0368	9,53	1,2					9,88	5,12	1,127
6	49,54	12	0,072	0,92	1,0368	15,6	1,2					16,17	5,12	1,127
7	40,45	16	0,072	0,92	1,3824	8,1	1,2					11,20	6,83	1,503
8	71,35	13	0,072	0,92	1,1232		1,2	1,7	0,504	3,7	0,432		5,55	1,221
9	73,39	12	0,072	0,92	1,0368	20,6	1,2	4,1	0,432	3,7	0,432	96,54	5,12	1,127
10	87,26	12	0,072	0,92	1,0368		1,2	9,8	0,432	3,7	0,432		5,12	1,127
11	109,07	16	0,072	0,92	1,3824		1,2	13,5	0,576	3,7	0,576		6,83	1,503
12	90,89	16	0,072	0,92	1,3824	24	1,2	5,6	0,576	3,7	0,576	150,36	6,83	1,503
13	83,17	16	0,072	0,92	1,3824		1,2	1,8	0,576	3,7	0,576		6,83	1,503
14	71,12	16	0,072	0,92	1,3824	21,8	1,2					30,14	6,83	1,503
15	46,81	63	0,028	0,95	2,1168	10,4	1,2					22,01	10,13	2,228
16	81,05	63	0,028	0,95	2,1168	23,5	1,2					49,74	10,13	2,228
17	60,22	40	0,035	1	1,4	16,8	1					23,52	6,36	1,400
18	56,58	10	0,072	0,92	0,864	13,5	1,2					11,66	4,27	0,939
19	73,62	13	0,072	0,92	1,1232	16,3	1,2					18,31	5,55	1,221
20	94,98	10	0,072	0,92	0,864	23,4	1,2					20,22	4,27	0,939
21														
Ввідною кабкль(введення від ШРС-1 до ЩС-4)					25,16	24						603,84		
								Сума моментів 3ф лінії +		1244				
								сума моментів 1ф лінії*1,39						

Таблиця А.6 – Розрахункова таблиця моментів групових ліній ЩО-5

			ЩО-5(24 гр.)		Довжина L								
--	--	--	--------------	--	-----------	--	--	--	--	--	--	--	--

№ Гр.	Довжина кабелю	к-ть світил.	2 Поверх		Рр кВт з обліком ПРА=1,2	3х проводн. чи до центру	Коеф. ПРА	Довжина L і P ділянки лінії				Момент лінії	Струм А	S кВА	
			(ЩРН-24з-2 36 УХЛЗ)					COS φ	L1	P1	L2				P2
			Рсвіт. кВт	Рсвіт. кВт											
1	42,04	12	0,072	0,92	1,0368		1,2	5,5	0,432	3,7	0,432		5,12	1,127	
2	54,53	12	0,072	0,92	1,0368	17,4	1,2	0,5	0,432	3,7	0,432	89,20	5,12	1,127	
3	82,26	16	0,072	0,92	1,3824		1,2	6	0,576	3,7	0,576		6,83	1,503	
4	72,71	16	0,072	0,92	1,3824		1,2	5,4	0,576	3,7	0,576		6,83	1,503	
5	54,99	12	0,072	0,92	1,0368	14,3	1,2	3,46	0,432	3,8	0,432	87,36	5,12	1,127	
6	68,17	12	0,072	0,92	1,0368		1,2	9,4	0,432	3,8	0,432		5,12	1,127	
7	83,17	11	0,072	0,92	0,9504		1,2	7	0,792				4,70	1,033	
8	71,35	10	0,072	0,92	0,864	22	1,2	3,2	0,432	2,6	0,288	86,09	4,27	0,939	
9	84,76	10	0,072	0,92	0,864		1,2	8,6	0,432	2,6	0,288		4,27	0,939	
10	102,25	11	0,072	0,92	0,9504	36,2	1,2					34,40	4,70	1,033	
11	126,57	12	0,072	0,92	1,0368		1,2	10	0,288	2,2	0,576		5,12	1,127	
12	98,39	13	0,072	0,92	1,1232	37	1,2	0,5	0,576	6,2	0,36	165,38	5,55	1,221	
13	84,07	16	0,072	0,92	1,3824		1,2	3,9	0,576	3,7	0,576		6,83	1,503	
14	54,99	7	0,072	0,92	0,6048	10,5	1,2					6,35	2,99	0,657	
15	110,89	49	0,028	0,95	1,6464	30,2	1,2					49,72	7,88	1,733	
16	69,76	32	0,035	1	1,12	26,2	1					29,34	5,09	1,120	
17	54,99	32	0,035	1	1,12	19,8	1					22,18	5,09	1,120	
18	82,71	49	0,035	1	1,715	16,2	1					27,78	7,80	1,715	
19	102,93	30	0,035	1	1,05	33,7	1					35,39	4,77	1,050	
20	79,53	49	0,029	0,95	1,7052	14,8	1,2					25,24	8,16	1,795	
21	37,27	16	0,035	1	0,56	8,3	1					4,65	2,55	0,560	
22	92,71	10	0,072	0,92	0,864	24,2	1,2					20,91	4,27	0,939	
23	84,98	10	0,072	0,92	0,864	9	1,2					7,78	4,27	0,939	
24	108,39	11	0,072	0,92	0,9504	36,3	1,2					34,50	4,70	1,033	
25	62,26	10	0,072	0,92	0,864	12,6	1,2					10,89	4,27	0,939	

Таблиця А.7 – Розрахунок перерізу кабелю і вибір авт. вим. ЩО-4

№ Гр.	Введення	Груп.Автомат		Кабель	Споживач	P _p кВт	cos φ	Момент	Струм А	Коеф .	S, мм ²	ΔU%	I Кз	Фаза
	50А		3P	ВВГ 5x10	L=24м.	ПРА=1,2								
1		10А	1P		Осв.Бутик(203)	1,3824	0,92		6,83				8,538	А
2		8А	1P	ВВГ 5x1, 5	Осв.Бутик(208,209)	1,0368	0,92	77,70	5,12	72	0,173	0,719	6,403	В
3		8А	1P		Осв.Бутик(220,221)	1,0368	0,92		5,12				6,403	С
4		8А	1P	ВВГ 3x1, 5	Осв.Бутик(212,217)	1,0368	0,92	14,20	5,12	12	0,190	0,789	6,403	А
5		8А	1P	ВВГ 3x1, 5	Осв.Бутик(210,211)	1,0368	0,92	9,88	5,12	12	0,132	0,549	6,403	В
6		8А	1P	ВВГ 3x1, 5	Осв.Бутик(218,219)	1,0368	0,92	16,17	5,12	12	0,216	0,899	6,403	С
7		10А	1P	ВВГ 3x1, 5	Осв.Бутик(201,202)	1,3824	0,92	11,20	6,83	12	0,150	0,622	8,538	А
8		8А	1P		Осв.Бутик(204,205)	1,1232	0,92		5,55				6,937	В
9		8А	1P	ВВГ 5x1, 5	Осв.Бутик(206,207)	1,0368	0,92	96,54	5,12	72	0,215	0,894	6,403	С
10		8А	1P		Осв.Бутик(222,223)	1,0368	0,92		5,12				6,403	А
11		10А	1P		Осв.Бутик(224,225)	1,3824	0,92		6,83				8,538	В
12		10А	1P	ВВГ 5x1, 5	Осв.Бутик(226,227)	1,3824	0,92	150,36	6,83	72	0,335	1,392	8,538	С
13		10А	1P		Осв.Бутик(228,229)	1,3824	0,92		6,83				8,538	А
14		10А	1P	ВВГ 3x1, 5	Осв.Бутик(230,231)	1,3824	0,92	30,14	6,83	12	0,403	1,674	8,538	В
15		13А	1P	ВВГ 3x1, 5	Встр.Свет.Кор	2,1168	0,95	22,01	10,13	12	0,295	1,223	12,660	С
16		13А	1P	ВВГ 3x1, 5	Встр.Свет.Кор	2,1168	0,95	49,74	10,13	12	0,666	2,764	12,660	А
17		8А	1P	ВВГ 3x1, 5	Точки(Хол)	1,4	1	23,52	6,36	12	0,315	1,307	7,955	В
18		6А	1P	ВВГ 3x1, 5	Осв.Коридор	0,864	0,92	11,66	4,27	12	0,156	0,648	5,336	С
19		8А	1P	ВВГ 3x1, 5	Осв.Коридор	1,1232	0,92	18,31	5,55	12	0,245	1,017	6,937	А
20		6А	1P	ВВГ 3x1, 5	Осв.Коридор	0,864	0,92	20,22	4,27	12	0,270	1,123	5,336	В
21		10А	1P		Резерв									С
Відною кабель(введення від ШРС-1 до ЩС-4)						25,16		603,84		72				

Таблиця А.8 – Розрахунок перерізу кабелю і вибір автоматичних вимикачів ЩО-5

№ Гр	Введення	Груп. Автомат		Кабель	Споживач	P _p кВт	cos φ	Момент	Струм А	Коеф .	S _{мм²}	ΔU%	I Кз	Фаза
						з обліком		лінії		С	по	втрати		
	50А		3Р	ВВГ 5х10	L=25м.	ПРА=1,2					втратам	у лінії	Kз=1,25	
1		8А	1Р		Осв.Бутик(213,214)	1,0368	0,92		5,12				6,403	А
2		8А	1Р	ВВГ 5х1, 5	Осв.Бутик (215,216)	1,0368	0,92	89,20	5,12	72	0,20	0,826	6,403	В
3		10А	1Р		Осв.Бутик(232,233)	1,3824	0,92		6,83				8,538	С
4		10А	1Р		Осв.Бутик(246,247)	1,3824	0,92		6,83				8,538	А
5		8А	1Р	ВВГ 5х1, 5	Осв.Бутик(242,243)	1,0368	0,92	87,36	5,12	72	0,19	0,809	6,403	В
6		8А	1Р		Осв.Бутик(240,241)	1,0368	0,92		5,12				6,403	С
7		6А	1Р		Осв.Бутик(245)	0,9504	0,92		4,70				5,870	А
8		6А	1Р	ВВГ 5х1, 5	Осв.Бутик(244)	0,864	0,92	86,09	4,27	72	0,19	0,797	5,336	В
9		6А	1Р		Осв.Бутик(239)	0,864	0,92		4,27				5,336	С
10		6А	1Р	ВВГ 3х1, 5	Осв.Бутик(238)	0,9504	0,92	34,40	4,70	12	0,46	1,911	5,870	А
11		8А	1Р		Осв.Бутик(238)	1,0368	0,92		5,12				6,403	В
12		8А	1Р	ВВГ 5х1, 5	Осв.Бутик(236,237)	1,1232	0,92	165,38	5,55	72	0,37	1,531	6,937	С
13		10А	1Р		Осв.Бутик(234,235)	1,3824	0,92		6,83				8,538	А
14		4А	1Р	ВВГ 3х1, 5	Підсобки.Туалет	0,6048	0,92	6,35	2,99	12	0,08	0,353	3,735	В
15		10А	1Р	ВВГ 3х1, 5	Встр.Свет.Кор	1,6464	0,95	49,72	7,88	12	0,66	2,762	9,847	С
16		8А	1Р	ВВГ 3х1, 5	Точки(Хол)	1,12	1	29,34	5,09	12	0,39	1,630	6,364	А
17		8А	1Р	ВВГ 3х1, 5	Точки(Хол)	1,12	1	22,18	5,09	12	0,30	1,232	6,364	В
18		10А	1Р	ВВГ 3х1, 5	Подсв. (Ескалатор)	1,715	1	27,78	7,80	12	0,37	1,544	9,744	С
19		6А	1Р	ВВГ 3х1, 5	Точки(Коридор)	1,05	1	35,39	4,77	12	0,47	1,966	5,966	А
20		13А	1Р	ВВГ 3х1, 5	Встр.Свет.Кор	1,7052	0,95	25,24	8,16	12	0,34	1,402	10,199	В
21		4А	1Р	ВВГ 3х1, 5	Точки(Хол)	0,56	1	4,65	2,55	12	0,06	0,258	3,182	С
22		6А	1Р	ВВГ 3х1, 5	Осв.Коридор	0,864	0,92	20,91	4,27	12	0,28	1,162	5,336	А
23		6А	1Р	ВВГ 3х1, 5	Осв.Хол	0,864	0,92	7,78	4,27	12	0,10	0,432	5,336	В
24		6А	1Р	ВВГ 3х1, 5	Осв.Коридор	0,9504	0,92	34,50	4,70	12	0,46	1,917	5,870	С
25		6А	1Р	ВВГ 3х1, 5	Осв.Коридор	0,864	0,92	10,89	4,27	12	0,15	0,605	5,336	А
26		10А	1Р		Резерв									В
27		10А	1Р		Резерв									С
Ввідною кабкль(введення від ШРС-1 до ЩС-5)						27,17		678,68		72				