

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГОТЕХНІКИ ТА АВТОМАТИКИ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ТА СИСТЕМ**

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Валерій КИРИК

« ____ » _____ 20__ р.

**Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Електричні системи і мережі»
спеціальності 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”
на тему: «Електропостачання житлового району станції
електрифікованої залізниці»**

Виконала:

студентка IV курсу, групи ЕС-71

Іськова Маргарита Сергіївна

Керівник:

Доцент, к.т.н.

Буслова Наїна Володимирівна

Консультант:

Доцент, к.т.н.

Кацадзе Теймураз Лаурсабович

Рецензент:

Доцент, к.т.н.

Денисюк Петро Левкович

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студентка

Київ - 2021 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет електроенерготехніки та автоматики
Кафедра електричних мереж та систем

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”

Освітньо-професійна програма “Електричні системи і мережі”

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Валерій КИРИК

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«__» _____ 202_ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Іськовій Маргариті Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Електропостачання житлового району станції
електрифікованої залізниці»,

керівник проекту Буслова Наїна Володимирівна, доцент, к.т.н.,
затверджені наказом по університету від 21.05.2021 р. №1246-с

2. Строк подання студентом проекту 10.06.2021 р.

3. Вихідні дані до проекту: план району міста в масштабі, експлікація житлових бу-
динків, експлікація громадських споруд.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: 1. Реконструкція тягової підстанції. 2. Характеристика споживачів електричної енергії району залізничної підстанції. 3. Визначення розрахункового навантаження району. 4. Вибір трансформаторних підстанцій. 5. Розрахунок низьковольтної мережі з номінальною напругою 0,38 кВ. 6. Розрахунок розподільної електричної мережі 10 кВ. 7. Розрахунок живильної мережі з номінальною напругою 10 кВ.

5. Перелік графічного матеріалу:

5.1. План електропостачання житлового району.

5.2. Зведені розрахункові дані та прийняті рішення для 0,4 кВ.

5.3. Розподільна мережа 10 кВ.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 16 квітня 2021 року.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Реконструкція тягової підстанції	16.04.2021-21.04.2021	
2	Характеристика споживачів електричної енергії району залізничної підстанції	22.04.2021-26.04.2021	
3	Визначення розрахункового навантаження району	27.04.2021-01.05.2021	
4	Вибір трансформаторних підстанцій	02.05.2021-06.05.2021	
5	Розрахунок низьковольтної мережі з номінальною напругою 0,38 кВ	07.05.2021-12.05.2021	
6	Розрахунок розподільної електричної мережі 10 кВ	13.05.2021-17.05.2021	
7	Розрахунок живильної мережі з номінальною напругою 10 кВ	18.05.2021-21.05.2021	
8	Оформлення пояснювальної записки	22.05.2021-29.05.2021	
9	Оформлення графічної частини	30.05.2021-07.06.2021	

Студент

(підпис)

Іськова М. С.

Керівник проекту

(підпис)

Буслова Н. В.

Додаток

до завдання на дипломний проект

студентки групи ЕС-71 Іської М. С.

на тему:

«Електропостачання житлового району станції електрифікованої залізниці»



Експлікація і характеристика громадських будівель району

Номер по плану	Найменування споруди	Характеристика об'єкта	Кількість об'єктів
40	Поліклініка	100 відвідувань за зміну	1
41, 65	Торговельний центр:		2
	- промтовари	350 м ² торгової площі	
	- кафе	95 місць	
	- перукарня	7 робочих місць	
	- аптека	100 м ² загальної площі	
	- пошта	220 м ² загальної площі	
43, 63	Кінотеатр	150 місць	2
44, 45, 46	Школа	300 місць	3
47, 48, 50, 51	Дитячий садок	120 місць	4
52	- супермаркет	220 м ² торгової площі	1
	- кондитерська	280 м ² торгової площі	
	- хімчистка	200 кг білизни за зміну	
54, 56, 58	Хімчистка	300 кг білизни за зміну	3
55, 57, 59, 60, 61, 62	Відділення банку	95 м ² загальної площі	6

Експлікація і характеристика житлових будівель району

Номер по плану	Поверховість	Кількість квартир	Кількість секцій	Кількість об'єктів
1, 2, 3, 13, 20	9	118	2	5
4, 5, 35, 36, 39	24	424	2	5
6, 7, 11, 18, 25	12	234	4	5
8, 12, 19, 26, 78	9	232	6	5
9, 16, 23, 29	16	387	3	4
10, 17, 24, 30	16	286	2	4
14, 15, 21, 22	12	216	4	4
27, 31, 32, 67	9	127	2	4
28, 49, 68, 74	9	344	10	4
33, 34, 69, 75	5	112	2	4
37, 38, 66, 73	5	144	3	4
42, 53, 64, 72	12	216	4	4
70, 76	9	112	3	2
71, 77	9	116	2	2

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

на тему:

«Електропостачання житлового району станції електрифікованої залізниці»

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП 7105.141.004 ПЗ	Пояснювальна записка	62	
3	A1	ДП 7105.141.01.004 ТК	План електропостачання житлового району	1	
4	A1	ДП 7105.141.02.004 ТК	Зведені розрахункові дані та прийняті рішення для 0,4 кВ	1	
5	A1	ДП 7105.141.03.004 ТК	Розподільна мережа 10 кВ	1	

					<i>ДП 7105.141.004 ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Іськова М. С.				Електропостачання житлового району станції електрифікованої залізниці	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Буслова Н. В.						7	62
Реценз.						<i>НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», ФЕА гр. ЕС-71</i>		
Консультант	Кацадзе Т. Л.							
Затверд.	Кирик В. В.							

Реферат

Обсяг пояснювальної записки дипломного проекту – 64 сторінок формату А4, які включають в себе 10 ілюстрацій та 17 таблиць. Графічна частина складається з трьох креслень формату А1.

Метою дипломного проекту є надання рішень і розрахунків розподільної мережі житлового району станції електрифікованої залізниці 0,38 кВ і живильної мережі 10 кВ. Планується реконструкція тягової підстанції 110/27,5/35/10 кВ з заміною трансформаторів, застарілого обладнання та введенням напруги 35 кВ і 10 кВ.

Виконується розрахунок навантажень житлових будівель та громадських споруд з подальшим приєднанням їх до трансформаторних підстанцій та електропостачальної мережі.

ТЯГОВА ПІДСТАНЦІЯ, ПОТУЖНІСТЬ, ЕЛЕКТРИЧНА МЕРЕЖА, ТРАНСФОРМАТОРНА ПІДСТАНЦІЯ, РОЗПОДІЛЬНІ ПУНКТИ

1. MODERN DEVELOPMENTS IN THE SMART GRID TECHNOLOGY. Science and Technology of the XXI Century: Proceedings of the XXI International Students R&D Online Conference, 17 December, 2020. – К., 2020. Part II. 182 p.

2. THERMONUCLEAR FUSION AS ONE OF THE SOLUTIONS TO THE PROBLEMS OF CLEAN ENERGY. Science and Technology of the XXI Century: Proceedings of the XX International Students R&D Conference, 28 November, 2019. – К., 2019. Part I. 196 p.

3. WILL ARTIFICIAL INTELLIGENCE SOLVE ALL OUR PROBLEMS OR CREATE THE NEW ONES? Significant achievements in science and technology: Матеріали II Університетської студентської науково-практичної конференції, 14 листопада 2018 року [Електронне видання]. – Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 334 с.

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Summary

Thesis project of 64 A4 pages includes 10 illustrations and 10 tables. The graphic part consists of three A1 technical drawings.

The purpose of thesis project is to find solution and to calculate the distribution network of the residential area of the 0,38 kV electrified railway station and the 10 kV supply network.

A planning of reconstruction of the 110/27,5/35/10 kV railway substation with replacement of transformers, obsolete equipment and adding 35 kV and 10 kV levels of voltage is developed.

RAILWAY SUBSTATION, POWER, ELECTRICAL NETWORK, TRANSFORMER SUBSTATION, DISTRIBUTION POINTS

1. MODERN DEVELOPMENTS IN THE SMART GRID TECHNOLOGY. Science and Technology of the XXI Century: Proceedings of the XXI International Students R&D Online Conference, 17 December, 2020. – K., 2020. Part II. 182 p.

2. THERMONUCLEAR FUSION AS ONE OF THE SOLUTIONS TO THE PROBLEMS OF CLEAN ENERGY. Science and Technology of the XXI Century: Proceedings of the XX International Students R&D Conference, 28 November, 2019. – K., 2019. Part I. 196 p.

3. WILL ARTIFICIAL INTELLIGENCE SOLVE ALL OUR PROBLEMS OR CREATE THE NEW ONES? Significant achievements in science and technology: The materials II of student scientific and practical work of university, 14 November, 2018. [Digital edition]. – K, 2018. – 334 c.

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	12
ВСТУП.....	13
1 РЕКОНСТРУКЦІЯ ТЯГОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ.....	14
1.1 Мережі електрифікованих залізничних доріг.....	14
1.2 Характеристика тягової підстанції.....	15
1.3 Основні технологічні рішення.....	16
Висновок до розділу 1.....	17
2 ХАРАКТЕРИСТИКА СПОЖИВАЧІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ РАЙОНУ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ПІДСТАНЦІЇ.....	18
2.1 Категорії надійності електропостачання.....	20
2.2 Вибір рівня електрифікації житлових будинків.....	22
Висновок до розділу 2.....	25
3 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ РАЙОНУ.....	27
3.1 Визначення навантаження громадських будівель району.....	27
3.2 Визначення навантаження житлових будинків району.....	32
Висновок до розділу 3.....	38
4 ВИБІР ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ.....	39
4.1 Правила розміщення трансформаторних підстанцій.....	39
4.2 Визначення кількості трансформаторних підстанцій та їх потужності...39	
Висновок до розділу 4.....	40
5 РОЗРАХУНОК НИЗЬКОВОЛЬТНОЇ МЕРЕЖІ З НОМІНАЛЬНОЮ НАПРУГОЮ 0,38 КВ.....	41
5.1 Визначення схеми мережі 0,38 кВ.....	41
5.2 Вибір кабельних перерізів ліній напругою 0,38 кВ.....	44
Висновок до розділу 5.....	53
6 РОЗРАХУНОК РОЗПОДІЛЬНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ 10 КВ.....	54
6.1 Визначення розрахункового навантаження трансформаторних підстанцій.....	54

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2 Вибір кількості розподільних пристроїв.....	55
6.3 Вибір схеми розподільної мережі.....	55
6.4 Вибір кабельних перерізів ліній напругою 10 кВ	56
Висновок до розділу 6.....	59
7 РОЗРАХУНОК ЖИВИЛЬНОЇ МЕРЕЖІ З НОМІНАЛЬНОЮ НАПРУГОЮ 10 КВ.....	60
7.1 Вибір схеми живильної мережі.....	60
7.2 Вибір кабельних перерізів ліній живильної мережі.....	61
7.3 Вибір типу та потужності трансформаторів електропостачальної мережі.....	62
Висновок до розділу 7.....	62
ВИСНОВКИ.....	63
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	64
Додаток А. Результати перевірки на плагіат.....	65

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АБЖ – агрегат безперебійного живлення;

АВР – автоматичне ввімкнення резерву;

АСКОЕ – автоматизована система комерційного обліку електроенергії;

ДЕС – дизельна електростанція;

КЗ – коротке замикання;

ЛЕП – лінія електропередавання;

ПУЕ – правила улаштування електроустановок;

РЗА – релейний захист та електроавтоматика;

РП – розподільний пункт;

СЦБ – сигналізація, централізація і блокування;

ТП – трансформаторна підстанція;

ЦЖ – центр живлення.

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Тягова підстанції була вперше включена в експлуатацію 11 жовтня 1964 р., і безумовно потребує реконструкцію задля збільшення потужності та заміни застарілого обладнання. До реконструкції номінальна напруга була 110/27,5 кВ, а після реконструкції 110/27,5/35/10 кВ.

Реконструкція ПС «Тягова» передбачає спорудження нової трансформаторної підстанції 35/10 кВ, реконструкцію існуючої ВРУ-27,5 кВ, прокладання нових кабельних ліній напругою 27,5 кВ та 35 кВ від трансформаторів ТДТНЖ-40000/110/35/27,5 кВ та встановлення нових трансформаторів власних потреб потужністю 400 кВА.

Так як тягова підстанція має стратегічне значення, та повинна здійснювати безперебійне живлення залізниці, усі роботи мають виконуватися під напругою, тобто, в умовах діючої електроустановки та безперебійного електропостачання споживачів.

Електропостачання житлового району залізничної станції планують здійснювати від шин 10 кВ додаткової трансформаторної підстанції 35/10 кВ.

Метою дипломного проекту є надання рішень і розрахунків розподільної мережі житлового району станції електрифікованої залізниці 0,38 кВ і живильної мережі 10 кВ.

Задля досягнення поставленої мети в роботі вирішено наступні завдання:

1. проаналізовано комплекс робіт по реконструкції тягової підстанції;
2. визначено категорії надійності громадських споруд та житлових будинків, а також рівень електрифікації будинків;
3. визначено розрахункове навантаження району станції електрифікованої залізниці;
4. обрано місце встановлення та потужність трансформаторних підстанцій;
5. розраховано низьковольтну мережі 0,38 кВ;
6. виконано розрахунок розподільної електричної мережі 10 кВ;
7. обрано перерізи кабелів для живильної мережі 10 кВ та трансформатор електропостачальної мережі.

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 РЕКОНСТРУКЦІЯ ТЯГОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ

1.1 Мережі електрифікованих залізничних доріг

Мережі електрифікованих залізничних доріг відрізняються від інших електричних мереж високою надійністю, особливою моделлю, що обумовлене великою протяжністю електроприймачів і рівновіддаленістю тягових підстанцій. Мережі електрифікованих залізничних доріг мають дві складові: тягові та зовнішні мережі електропостачання.

Тягові мережі працюють на однофазному змінному струмі промислової частоти 50 Гц напругою 25 кВ – (номінальна напруга на шинах підстанцій 27,5 кВ) або на постійному струмі напругою 3,3 кВ. Під час роботи на постійному струмі тягові відстані розміщуються на віддаленості 20-25 км, а під час роботи на змінному струмі на віддаленості 40-50 км одна від одної.

Зовнішні схеми електропостачання живляться під ПС, що розташовані вздовж електрифікованих залізничних доріг, номінальна напруга таких підстанцій становить 500-220 кВ. ПС та електрифіковані залізничні дороги з'єднують ЛЕП, напругою 110-220 кВ. Приклад під'єднання навантаження тягових підстанцій приведено на рис. 1.1.

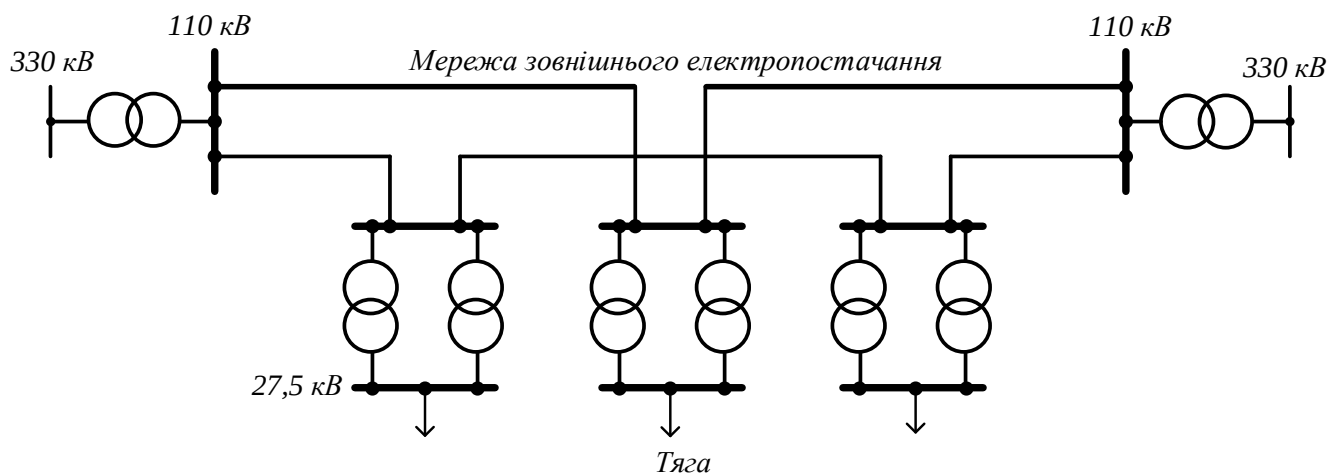


Рисунок 1.1 – Схема приєднання тягових ПС електрифікованої залізничної дороги

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Розподільна мережа, що розташована не далеко від електрифікованої залізничної мережі, може її живити. При змінному струмі це напруга – 110-220 кВ, при постійному струмі – 110-35-10 кВ.

Характерною особливістю роботи тягових підстанцій є живлення з двох незалежних джерел, що забезпечує необхідну надійність.

1.2 Характеристика тягової підстанції

До складу існуючої підстанції тягової 110/27,5/35 кВ входять:

- ВРУ 110 кВ;
- відкрито встановлені трансформатори Т-3 і Т-4 типу ТДТНЖ-40000/110, напругою 110/27,5 кВ;
- ВРУ 27,5 кВ тягової ПС, що складається з 21 комірки:

На території ПС розташовані щити управління, майстерні, акумуляторні і службові споруди, приміщення для розміщення конденсаторів, тимчасовий вагончик майстерня та тимчасова споруда зберігання обладнання.

Споживачі електроенергії ПС 110/27,5 кВ:

- споживачі контактної мережі напругою 27,5 кВ. Максимальна потужність тяги складає $P = 15510$ кВт, $Q = 8140$ кВАр, $S = 17516,3$ кВА, $\cos = 0,885$;
- власні потреби ПС на напрузі 380/220 В (електроосвітлення, електроопалення, вентиляція, живлення пристроїв постійного струму системи РЗА, АСКОВЕ, СЦБ).

Принципова схема тягової підстанції зображена на рисунку 1.2.

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

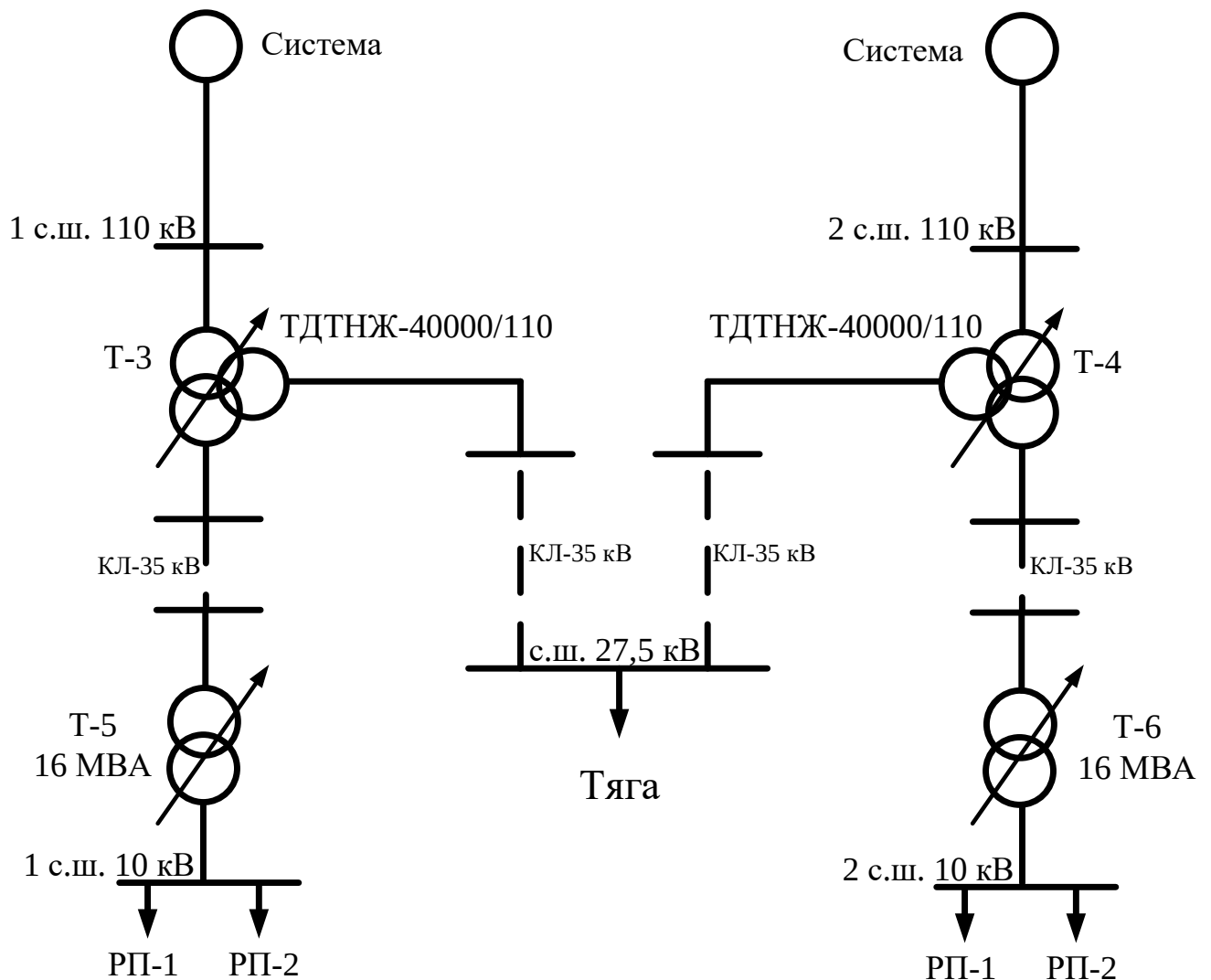


Рисунок 1.2 – Принципова схема тягової підстанції

1.3 Основні технологічні рішення

У табл. 1.1 наведені основні технологічні рішення, щодо реконструкції тягової підстанції.

Таблиця 1.1 – Основні технологічні рішення з реконструкції тягової ПС

Найменування показників	Показник	
	існуюча	проект
Номинальна напруга, кВ	110/27,5	110/27,5/35/10

Продовження таблиці 1.1

Найменування показників	Показник	
	існуюча	проект
Кількість та потужність силових трансформаторів: - трансформатор триобмотковий на напругу 110/35/27,5 кВ, шт. × кВА	Т-3 та Т-4, 2×40000 кВА, (типу ТДТНЖ-40000/110-У1)	-
- трансформатор на напругу 35/10 кВ, шт. × кВА	-	Т-5 та Т-6, 1×2500 кВА (типу ТМН-2500/35-У1)
Схема електричних з'єднань: - на напрузі 110 кВ	110-7 Дві робочі і обхідна система шин	-
- на напрузі 35 кВ	-	35-5 Одна секціонована вимикачем система шин
- на напрузі 27,5 кВ	Нетипова Одна секціонована роз'єднувачами система шин	Нетипова Одна секціонована роз'єднувачами система шин
- на напрузі 10 кВ	-	10-8 Одна секціонована вимикачем система шин

Заміна напруги трансформаторів дає змогу підключити житловий район.

Висновок до розділу 1

Комплекс робіт з реконструкції існуючої тягової підстанції 110/27,5 кВ повинен виконуватись в умовах діючої електроустановки з забезпеченням безперебійного електропостачання споживачів.

Заміна трансформаторів на напругу 110/27,5/35/10 кВ дає можливість здійснити електропостачання житлового району станції електрифікованої залізниці.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА СПОЖИВАЧІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ РАЙОНУ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ПІДСТАНЦІЇ

Проектується електропостачання житлового району, що живиться від тягової підстанції. До складу мікрорайону входять громадські будівлі: дитячий садок, школа, поліклініка, кінотеатр, відділення банку, хімчистка, супермаркет кондитерська та торговий центр з аптекою, поштою, перукарнею та кафе. Площа даних приміщень коливається від 95 м² до 350 м². Приміщення вміщають від 95 до 1000 осіб. Більш детальна інформація про характеристику громадських будівель наведено у таблиці 2.1. План району приведено на рис. 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика громадських будівель

Номер по плану	Найменування споруди	Характеристика об'єкта	Кількість об'єктів
40	Поліклініка	100 відвідувань за зміну	1
41, 65	Торговельний центр:		2
	- промтовари	350 м ² торгової площі	
	- кафе	95 місць	
	- перукарня	7 робочих місць	
	- аптека	100 м ² загальної площі	
	- пошта	220 м ² загальної площі	
43, 63	Кінотеатр	150 місць	2
44, 45, 46	Школа	300 місць	3
47, 48, 50, 51	Дитячий садок	120 місць	4
52	- супермаркет	220 м ² торгової площі	1
	- кондитерська	280 м ² торгової площі	
	- хімчистка	200 кг білизни за зміну	
54, 56, 58	Хімчистка	300 кг білизни за зміну	3
55, 57, 59, 60, 61, 62	Відділення банку	95 м ² загальної площі	6



Рисунок 2.1 – План району, що житиметься від тягової підстанції

Район складається з житлових будинків, їх кількість становить 74. Приміщення призначені для життя людей вміщують від 112 до 424 квартир. В будинках налічують від 5 до 24 поверхів. Більш детальна інформація про характеристику житлових споруд наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Характеристика житлових будівель

Номер по плану	Поверховість	Кількість квартир	Кількість секцій	Кількість об'єктів
1, 2, 3, 13, 20	9	118	2	5
4, 5, 35, 36, 39	24	424	2	5
6, 7, 11, 18, 25	12	234	4	5
8, 12, 19, 26, 78	9	232	6	5
9, 16, 23, 29	16	387	3	4

Закінчення таблиці 2.2

10, 17, 24, 30	16	286	2	4
14, 15, 21, 22	12	216	4	4
27, 31, 32, 67	9	127	2	4
28, 49, 68, 74	9	344	10	4
33, 34, 69, 75	5	112	2	4
37, 38, 66, 73	5	144	3	4
42, 53, 64, 72	12	216	4	4
70, 76	9	112	3	2
71, 77	9	116	2	2

За замовчуванням, приймається, що всі квартири однієї площі та плануванням.

2.1 Категорії надійності електропостачання

Усіх споживачі електричної енергії поділяються на категорії надійності, що прописані у правилах улаштування електроустановок (ПУЕ). Виділяються три категорії надійності, які помічаються римськими цифрами (I, II та III категорії).

I категорія електроприймачів – це споживачі електричної енергії, відключення яких призведе до небезпечної ситуації для життя людей або заподіяння великих матеріальних збитків, тобто, велика кількість браку продукції чи пошкодження дорогоцінного устаткування, розрив громісткого технологічного процесу, а також значні збої у порушенні роботи частин комунального підприємства.

Так як перерва у електропостачанні споживачі першої категорії може призвести до вище наведених наслідків, живлення цієї категорії забезпечується від двох незалежних, взаєморезервуючих джерел живлення. Перемикання джерел живлення повинна бути здійснена дуже швидко, не змінюючи режиму роботи споживачів.

Також перша категорія споживачів, включає особливу групу електроприймачів, для якої передбачається додаткове, третє, незалежне джерело живлення. Таким джерелом може виступати місцева агрегат безперебійної роботи, наприклад, акумуляторна батарея.

До першої категорії споживачів відносяться житлові будинки, що мають більше 16 поверхів, приміщення з великим скупченням людей та лікарні.

II категорія електроприймачів – це споживачі електричної енергії, відключення яких призведе до порушення нормального функціонування підприємств та вплине на звичну дійсність значної групи міського та сільського населення.

Під час аварії або будь-якої незвичайної ситуації допускається перерва в живленні II-ї категорії електроприймачів, доки буде відновлено енергопостачання. Живлення даної категорії споживачів здійснюється двома незалежними, взаєморезервуючими пунктами.

До другої категорії споживачів відносять житлові будинки, що мають понад 5 поверхів.

III категорія електроприймачів – це споживачі електричної енергії, що не увійшли до попередніх двох (I та II категорій). Перерва в живленні даної категорії споживачів не повинна перевищувати однієї доби. Допускається живлення від одного балансуючого пункту, за умови не перевищення перерви електропостачання (не більше однієї доби).

Поділ на категорії надійності громадських будівель наведено у таблиці 2.3. Розподіл усіх приміщень житлового району на категорії споживачів, що живляться від тягової підстанції наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.3 – Категорії надійності громадських споруд

I категорія надійності			
Номер по плану	Найменування споруди	Характеристика об'єкта	Кількість об'єктів
40	Поліклініка	100 відвідувань за зміну	1
55, 57, 59, 60, 61, 62	Відділення банку	95 м ² загальної площі	6
II категорія надійності			
Номер по плану	Найменування споруди	Характеристика об'єкта	Кількість об'єктів
44, 45, 46	Школа	300 місць	3
41, 65	Торговельний центр:		1
	- промтовари	350 м ² торгової площі	
	- аптека	100 м ² загальної площі	
	- кафе	95 місць	
	- перукарня	7 робочих місць	
	- пошта	220 м ² загальної площі	

Закінчення таблиці 2.3

II категорія надійності			
Номер по плану	Найменування споруди	Характеристика об'єкта	Кількість об'єктів
47, 48, 50, 51	Дитячий садок	120 місць	4
III категорія надійності			
Номер по плану	Найменування споруди	Характеристика об'єкта	Кількість об'єктів
54, 56, 58	Хімчистка	300 кг білизни за зміну	3
52	- супермаркет	220 м ² торгової площі	1
	- хімчистка	200 кг білизни за зміну	
	- кондитерська	280 м ² торгової площі	
43, 63	Кінотеатр	150 місць	2

Таблиця 2.4 – Категорії надійності житлових будівель

I категорія надійності				
Номер по плану	Поверховість	Кількість квартир	Кількість секцій	Кількість об'єктів
4, 5, 35, 36, 39	24	424	2	5
II категорія надійності				
Номер по плану	Поверховість	Кількість квартир	Кількість секцій	Кількість об'єктів
9, 16, 23, 29	16	387	3	4
10, 17, 24, 30	16	286	2	4
1, 2, 3, 13, 20	9	118	2	5
6, 7, 11, 18, 25	12	234	4	5
8, 12, 19, 26, 78	9	232	6	5
14, 15, 21, 22	12	216	4	4
27, 31, 32, 67	9	127	2	4
28, 49, 68, 74	9	344	6	4
42, 53, 64, 72	12	216	4	4
70, 76	9	112	3	2
71, 77	9	116	2	2
III категорія надійності				
Номер по плану	Поверховість	Кількість квартир	Кількість секцій	Кількість об'єктів
33, 34, 69, 75	5	112	2	4
37, 38, 66, 73	5	144	3	4

2.2 Вибір рівня електрифікації житлових будівель

За рівнем оснащення державні будівельні норми ДБН В.2.5-23-2010 об'єкти

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

цивільного призначення поділяє на три види. Значення розрахункового навантаження залежить від площі квартири. Квартири, які оснащені побутовими електроприладами за розрахунковим навантаженням умовно поділяють на три види:

1 – це приміщення з повною площею до 95 м^2 від 35 м^2 їх встановлена потужність не перевищує значення 30 кВт включно. В свою чергу перший вид оснащення електроприладами поділяється на п'ять рівнів, що нормують розрахункові питомі навантаження.

2 – це приміщення з повною площею до 300 м^2 від 50 м^2 та високим рівнем комфорту, значення встановленої потужності знаходиться в межах від 30 кВт до 60 кВт. Друга вид оснащення електроприладами в свою чергу поділяється на два рівні нормованих розрахункових питомих навантажень.

3 – це приміщення, що розраховані на одну родину з повною площею до 600 м^2 від 150 м^2 та високим рівнем комфорту, значення встановленої потужності знаходиться в межах від 60 кВт до 140 кВт. Третій вид оснащення електроприладів немає усталених рівнів електрифікації, даний критерій визначається забудовником. Обраний рівень електрифікації житлових будинків наведений у табл. 2.5.

Питомі розрахункові навантаження жителів 1-го та 2-го видів наведені у таблиці 2.6.

Таблиця 2.5 – Рівень електрифікації житлових будівель

І рівень електрифікації, будинки, оснащені плитами, які працюють на природному газі				
Номер по плану	Поверховість	Кількість квартир	Кількість секцій	Кількість об'єктів
33, 34, 69, 75	5	112	2	4
37, 38, 66, 73	5	144	3	4
1, 2, 3, 13, 20	9	118	2	5
8, 12, 19, 26, 78	9	232	6	5
70, 76	9	112	3	2
71, 77	9	116	2	2
27, 31, 32, 67	9	127	2	4
28, 49, 68, 74	9	344	6	4

Закінчення таблиці 2.5

ІІІ рівень електрифікації, будинки, оснащені електричними плитами, які працюють на потужності до 8,5 кВт включно				
Номер по плану	Поверховість	Кількість квартир	Кількість секцій	Кількість об'єктів
4, 5, 35, 36, 39	24	424	2	5
6, 7, 11, 18, 25	12	234	4	5
9, 16, 23, 29	16	387	3	4
10, 17, 24, 30	16	286	2	4
14, 15, 21, 22	12	216	4	4
42, 53, 64, 72	12	216	4	4

Таблиця 2.6 – Питомі розрахункові навантаження

Будинки 1-го виду							
Споживачі електроенергії I рівня електрифікації – в будинках з плитами на природньому газі							
Значення показника, кВт/житло, за кількістю жителів							
1	3	6	9	12	15	18	24
5,00	3,85	3,23	2,72	2,36	2,10	1,91	1,65
40	60	100	200	400	600	1000	
1,31	1,14	1,00	0,87	0,74	0,66	0,60	
Споживачі електроенергії II рівня електрифікації – в будинках з плитами на скрапленому та на твердому паливі							
Значення показника, кВт/житло, за кількістю жителів							
1	3	6	9	12	15	18	24
6,50	5,01	4,20	3,53	3,07	2,72	2,48	2,15
40	60	100	200	400	600	1000	
1,70	1,48	1,30	1,12	0,96	0,86	0,78	
Споживачі електроенергії III рівня електрифікації – в будинках з електроплитами потужністю до 8,5 кВт включно							
Значення показника, кВт/житло, за кількістю жителів							
1	3	6	9	12	15	18	24
10,00	8,19	5,56	4,44	3,76	3,33	3,05	2,72
40	60	100	200	400	600	1000	
2,35	2,10	1,73	1,38	1,31	1,19	1,10	
Споживачі електроенергії IV рівня електрифікації – в будинках з електроплитами потужністю до 10,5 кВт включно							
Значення показника, кВт/житло, за кількістю жителів							
1	3	6	9	12	15	18	24
12,00	9,83	6,67	5,33	4,51	3,99	3,66	3,26
40	60	100	200	400	600	1000	
2,82	2,52	2,08	1,65	1,58	1,43	1,32	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 7105.141.004 ПЗ

Арк.

24

Закінчення таблиці 2.6

Споживачі електроенергії V рівня електрифікації – в будинках на ділянках садовничих товариств							
Значення показника, кВт/житло, за кількістю жителів							
1	3	6	9	12	15	18	24
3,50	2,84	1,91	1,47	1,22	1,07	0,96	0,83
40	60	100	200	400	600	1000	
0,66	0,58	0,52	0,48	0,47	0,46	0,41	
Будинки 2-го виду							
Споживачі електроенергії I рівня електрифікації – в будинках з плитами на природньому газі							
Значення показника, кВт/житло, за кількістю жителів							
1	3	6	9	12	15	18	24
9,00	6,33	5,29	4,36	3,72	3,26	2,94	2,51
40	60	100	200	400	600	1000	
2,00	1,78	1,62	1,47	1,24	1,08	0,99	
Споживачі електроенергії II рівня електрифікації – в будинках з електроплитами потужністю до 10,5 кВт включно							
Значення показника, кВт/житло, за кількістю жителів							
1	3	6	9	12	15	18	24
16,00	13,05	8,34	6,41	5,39	4,77	4,36	3,83
40	60	100	200	400	600	1000	
3,18	2,83	2,51	2,16	1,88	1,77	1,76	

Питомі розрахункові навантаження для кількості жителів, не зазначеної в таблиці, визначається інтерполяцією

Висновок до розділу 2

У району є споживачі усіх трьох категорій надійності, найбільше споживачів II категорії надійності. До I категорії надійності відносяться відділення банку та поліклініка, а також житлові будинки, хмарочоси, що налічують 24 поверхи та містять по 424 квартири.

Економічно доцільним було обрати два рівні електрифікації будинків. До першого рівня електрифікації ті, що оснащені плитами з природнім газом, віднесені п'яти- та дев'ятиповерхові будинки з повною площею до 95 м² від 35 м². Їх встановлена потужність сягає значення не більше 30 кВт включно. До третього рівня електрифікації були віднесені дванадцяти- та шістнадцятиповерхові будинки,

					ДП 7105.141.004 ПЗ		Арк.
							25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

а також будинки з першої категорією надійності двадцяти чотирьох поверхові. Їх площа також знаходиться в межах від 35 м² до 95 м² і встановлена потужність не більше 30 кВ.

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ РАЙОНУ

Житловий район, що живиться від тягової підстанції, складається з громадських будівель та житлових споруд, їх розрахункові значення навантаження обчислюються по різному. Різниця між розрахунками полягає у відсутності або ж наявності особливих приміщень, таких як: фойє, залів, прохідних, лобі, приймальних, сходових кліток, підвалів, мансарда чи горищ і подібне. Дані прибудови враховуються спеціальними коефіцієнтами, що є загальноприйнятими для різних типів приміщень.

3.1 Визначення навантажень громадських будівель району

До громадських будівель відносять приміщення адміністрації міста, навчальні та культурні заклади, поліклініки та лікарні, а також місця надання побутових послуг. Для визначення розрахункового навантаження однієї громадської будівлі потрібні додаткові дані, що наведені в ПУЕ – це значення коефіцієнта потужності та питомого значення розрахункових навантажень. За яким критерієм обирається значення питомого розрахункового навантаження описується в попередньому розділі 2.2. Конкретні значення розрахункових коефіцієнтів потужності і реактивного навантаження, а також, питомих навантажень для громадських будівель даного району наведені у таблиці 3.1 й таблиці 3.2.

Таблиця 3.1 – Розрахункові коефіцієнти для громадських будівель

Номер по плану	Найменування споруди	Характеристика об'єкта	К-сть об'єктів	Розрахункові коефіцієнти	
				потужність $\cos\varphi$	реактивне навантаження $\tan\varphi$
40	Поліклініка	100 відвідувань за зміну	1	0,92	0,43

Завершення таблиці 3.1

Номер по плану	Найменування споруди	Характеристика об'єкта	К-сть об'єктів	Розрахункові коефіцієнти	
				потужність $\cos\varphi$	реактивне навантаження $\tan\varphi$
41, 65	Торговельний центр:		2		
	- промтовари	350 м ² торгової площі		0,8	0,75
	- кафе	95 місць		0,98	0,20
	- перукарня	7 робочих місць		0,97	0,25
	- аптека	100 м ² загальної площі		0,90	0,48
	- пошта	220 м ² загальної площі		0,85	0,62
43, 63	Кінотеатр	150 місць	2	0,95	0,33
44, 45, 46	Школа	300 місць	3	0,95	0,33
47, 48, 50, 51	Дитячий садок	120 місць	4	0,98	0,20
52	- супермаркет	220 м ² торгової площі	1	0,85	0,63
	- кондитерська	280 м ² торгової площі		0,98	0,20
	- хімчистка	200 кг білизни за зміну		0,75	0,88
54, 56, 58	Хімчистка	300 кг білизни за зміну	3	0,75	0,88
55, 57, 59, 60, 61, 62	Відділення банку	95 м ² загальної площі	6	0,85	0,62

Таблиця 3.2 – Значення питомого навантаження для громадських будівель

Номер по плану	Найменування споруди	Характеристика об'єкта	Кількість об'єктів	Питоме навантаження
40	Поліклініка	100 відвідувань за зміну	1	0,15

Завершення таблиці 3.2

Номер по плану	Найменування споруди	Характеристика об'єкта	Кількість об'єктів	Питоме навантаження
41, 65	Торговельний центр:		2	
	- промтовари	350 м ² торгової площі		0,15
	- кафе	95 місць		1,03
	- перукарня	7 робочих місць		1,45
	- аптека	100 м ² загальної площі		0,17
	- пошта	220 м ² загальної площі		0,6
43, 63	Кінотеатр	150 місць	2	0,12
44, 45, 46	Школа	300 місць	3	0,25
47, 48, 50, 51	Дитячий садок	120 місць	4	0,45
52	- супермаркет	220 м ² торгової площі	1	1,03
	- кондитерська	280 м ² торгової площі		0,75
	- хімчистка	200 кг білизни за зміну		0,08
54, 56, 58	Хімчистка	300 кг білизни за зміну	3	0,08
55, 57, 59, 60, 61, 62	Відділення банку	95 м ² загальної площі	6	0,055

На розрахункове значення навантаження громадської будівлі впливає ряд критеріїв: загальна площа, кількість кілограм білизни за зміну, торгова площа, кількість місць, що вміщує в себе підприємство та кількість відвідувань закладу за зміну. Враховуючи усі вище зазначені коефіцієнти, значення питомих розрахункових навантажень та особливості кваліфікації підприємства розраховується навантаження громадських будівель.

Для розрахунку навантаження громадської будівлі потрібно визначити електричне навантаження на вводах та повну потужність.

Електричне навантаження дорівнює добутку питомому розрахункового навантаження на особливість кваліфікації підприємства, а саме: загальна площа, кількість кілограм білизни за зміну, торгова площа, кількість місць, що вміщує в себе підприємство та кількість відвідувань закладу за зміну.

Формула для знаходження електричного навантаження громадської будівлі:

$$P_{\text{будівлі}} = P_{\text{заг.пит}} \cdot n_o, \quad (3.1)$$

де $P_{\text{будівлі}}$ – електричне навантаження громадської будівлі;

$P_{\text{заг.пит}}$ – питоме розрахункове навантаження громадської будівлі;

n_o – особливість кваліфікації громадської будівлі.

Для знаходження повної потужності громадської будівлі потрібно поділити знайдене вище значення електричного навантаження на розрахунковий коефіцієнт потужності.

Формула для знаходження значення повної потужності громадської будівлі:

$$S_{\text{будівлі}} = \frac{P_{\text{будівлі}}}{\cos\varphi}, \quad (3.2)$$

де $S_{\text{будівлі}}$ – повна потужність громадської будівлі;

$P_{\text{будівлі}}$ – електричне навантаження будівлі;

$\cos\varphi$ – розрахунковий коефіцієнт потужності.

Отже, розрахуємо електричне навантаження та повну потужність для кафе та перукарні, що знаходяться в торговому центрі по генплану це будівлі під номером 41 та 65.

Значення електричного навантаження для кафе обчислюються за формулою (3.1):

$$P_{\text{кафе}} = P_{\text{пит.кафе}} \cdot n_{\text{відв}} = 1,03 \cdot 95 = 97,8 \text{ кВт.}$$

Значення повної потужності для кафе обчислюються за формулою (3.2):

$$S_{\text{кафе}} = \frac{P_{\text{кафе}}}{\cos\varphi} = \frac{97,8}{0,98} = 99,847 \text{ кВА.}$$

Значення електричного навантаження для перукарні обчислюються за формулою (3.1):

$$P_{\text{перук}} = P_{\text{пит.перук}} \cdot n_{\text{міс}} = 1,45 \cdot 7 = 10,15 \text{ кВт.}$$

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення повної потужності для перукарні обчислюються за формулою (3.2):

$$S_{\text{перук}} = \frac{P_{\text{перук}}}{\cos\varphi} = \frac{10,15}{0,97} = 10,464 \text{ кВА.}$$

Так як торговий центр містить магазин з промтоварами, кафе, перукарню, аптеку та пошту для знаходження сумарного навантаження будинку потрібно просумувати значення електричного навантаження та повної потужності усіх будівель об'єкту торгового центру.

Розраховані значення електричного навантаження та повної потужності для кожного об'єкта громадської будівлі розраховуються за формулами (3.1) та (3.2) відповідно й наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розраховані значення електричного навантаження та повної потужності для громадських будівель

Номер по плану	Найменування споруди	Характеристика об'єкта	К-сть об'єктів	Розраховані значення	
				$P_{\text{роз}}, \text{ кВт}$	$S_{\text{роз}}, \text{ кВА}$
40	Поліклініка	100 відвідувань за зміну	1	16,304	16,304
41, 65	Торговельний центр:		2		
	- промтовари	350 м ² торгової площі		52,5	65,625
	- кафе	95 місць		97,8	99,847
	- перукарня	7 робочих місць		10,15	10,464
	- аптека	100 м ² загальної площі		17	18,889
	- пошта	220 м ² загальної площі		132	155,294
43, 63	Кінотеатр	150 місць	2	18	18,947
44, 45, 46	Школа	300 місць	3	75	78,947
47, 48, 50, 51	Дитячий садок	120 місць	4	54	55,102

Завершення таблиці 3.3

Номер по плану	Найменування споруди	Характеристика об'єкта	К-сть об'єктів	Розраховані значення	
				$P_{роз}, \text{кВт}$	$P_{роз}, \text{кВт}$
52	- супермаркет	220 м ² торгової площі	1	226,6	266,588
	- конди-терська	280 м ² торгової площі		210	214,286
	- хімчистка	200 кг білизни за зміну		16	21,333
54, 56, 58	Хімчистка	300 кг білизни за зміну	3	24	32
55, 57, 59, 60, 61, 62	Відділення банку	95 м ² загальної площі	6	5,225	5,147

3.2 Визначення навантажень житлових будинків району

Навантаження жилих будинків залежить від багатьох факторів, дане значення не може бути обраховане точно, за допомогою теорії ймовірності та врахування усіх особливостей будинку таких як: фойє, залів, прохідних, лобі, приймальних, сходових кліток, підвалів, мансарда чи горищ намагаються встановити істинне значення навантаження для багатоквартирних будинків.

Електричне навантаження вважається випадковим, тому що залежить від багатьох чинників, які не можливо точно спрогнозувати, наприклад, склад сім'ї її достаток та спосіб життя, що в свою чергу впливає на кількість електричних приладів і так далі.

Визначення навантаження житлового будинку розпочинається з обрахування значення активної потужності для усього будинку, враховуючи питоме навантаження однієї квартири помножене на кількість квартир у багатоквартирному будинку.

Активне навантаження цілого будинку:

$$P_{\text{будинку}} = P_{\text{пит.одн.кв}} \cdot n_{\text{к-сть.кв}}, \quad (3.3)$$

де $P_{\text{будівлі}}$ – електричне навантаження громадської будівлі;

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$P_{\text{пит.одн.кв}}$ – питоме розрахункове навантаження однієї квартири;

$n_{\text{к-сть.кв}}$ – кількість квартир у житловому будинку.

У 2019 році були оновлені державні будівельні норми в яких обов'язковим є встановленні ліфтів у будинках висотою від чотирьох поверхів. Навантаження ліфтів у будинку визначається за формулою, що дорівнює сумі потужності електродвигунів помноженою на коефіцієнти попиту – це відношення розрахункової потужності до сумарного номінального значення потужності.

Навантаження ліфтових установок:

$$P_{\text{ліфтів}} = k_{\text{попиту}} \cdot \Sigma(P_{\text{н}} + \sqrt{0,6} \cdot P_{\text{двигунів}}), \quad (3.4)$$

де $P_{\text{ліфтів}}$ – потужність ліфтів у будинку;

$k_{\text{попиту}}$ – коефіцієнт попиту, що залежить від кількості квартир у будинку та секцій;

$P_{\text{н}}$ – навантаження, що залежить від електромагнітного гальма ліфтової установки, системи управління й освітлення, яке використовується;

$\sqrt{0,6}$ – визначає час, що необхідний для ввімкнення двигунів ліфта;

$P_{\text{двигунів}}$ – встановлена потужність ліфтової установки.

Один із показників, що включає в себе розрахункове активне навантаження – навантаження силових електроприймачів, що в свою чергу дорівнює сумі навантаження ліфтів в будинку та навантаження іншого силового обладнання такого як: вентиляції, механічного і електротеплового обладнання, системи сигналізації та автоматики.

Формула для обрахування значення навантаження силових електроприймачів:

$$P_{\text{роз.обл}} = P_{\text{ліфтів}} + 0,05 \cdot n_{\text{к-сть.кв}}, \quad (3.5)$$

де $P_{\text{роз.обл}}$ – розрахункове значення навантаження силових електроприймачів;

$P_{\text{ліфтів}}$ – потужність ліфтів у будинку;

0,05 – показник електроустаткування;

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$n_{\text{к-сть.кв}}$ – кількість квартир у житловому будинку.

Розрахункове активне навантаження, що враховує розрахункове активне навантаження цілого будинку та коефіцієнт попиту помножений на розрахункове навантаження силового обладнання визначається за формулою:

$$P_{\text{роз}} = P_{\text{будинку}} + 0,9 \cdot P_{\text{роз.обл}}, \quad (3.6)$$

де $P_{\text{роз}}$ – розрахункове активне навантаження;

0,9 – коефіцієнт попиту;

$P_{\text{роз.обл}}$ – розрахункове навантаження силового обладнання.

Для визначення повного розрахункового навантаження житлового будинку, потрібно поділити відповідні значення активного навантаження на їхні коефіцієнт потужності:

$$S_n = \frac{P_{\text{будинку}}}{\cos\varphi_{\text{буд}}} + 0,9 \cdot \left(\frac{P_{\text{ліфтів}}}{\cos\varphi_{\text{ліф}}} + \frac{P_{\text{інше}}}{\cos\varphi_{\text{інше}}} \right), \quad (3.7)$$

де S_n – повне розрахункове навантаження житлового будинку;

$P_{\text{будинку}}$ – активне навантаження будинку;

$\cos\varphi_{\text{буд}}$ – коефіцієнт потужності будинку, обирається в залежності від того чи квартири з електричними плитами, чи працюються на природньому газі, а також враховуючи наявність або ж відсутність побутових кондиціонерів повітря;

$P_{\text{ліфтів}}$ – потужність ліфтів у будинку;

$\cos\varphi_{\text{ліф}} = 0,65$ – коефіцієнт потужності ліфтових установок;

$\cos\varphi_{\text{інше}} = 0,8$ – коефіцієнт потужності усього сантехнічного обладнання будинку району.

Отже, визначимо навантаження житлового будинку №33 по генплану.

Активне навантаження будинку визначається за формулою (3.3):

$$P_{\text{будинку}} = P_{\text{пит.одн.кв}} \cdot n_{\text{к-сть.кв}} = 0,984 \cdot 112 = 110,208 \text{ кВт.}$$

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Навантаження ліфтових установок обчислюється за формулою (3.4):

$$P_{\text{ліфтів}} = k_{\text{попиту}} \cdot \sum (P_{\text{н}} + \sqrt{0,6} \cdot P_{\text{двигунів}}) = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^2 (1,5 + \sqrt{0,6} \cdot 4,5) = 7,977 \text{ кВт.}$$

Навантаження електричного двигуна сантехнічних пристроїв:

$$P_{\text{інше}} = 0,05 \cdot n_{\text{к-сть.кв}} = 0,05 \cdot 112 = 5,6 \text{ кВт.}$$

Навантаження силових електроприймачів обчислюється за формулою (3.5):

$$P_{\text{роз.обл}} = P_{\text{ліфтів}} + P_{\text{інше}} = 7,977 + 5,6 = 13,577 \text{ кВт.}$$

Розрахункове активне навантаження визначається за формулою (3.6):

$$P_{\text{роз}} = P_{\text{будинку}} + 0,9 \cdot P_{\text{роз.обл}} = 110,208 + 0,9 \cdot 13,577 = 122,42 \text{ кВт.}$$

Повне навантаження житлового будинку обчислюється за формулою (3.7):

$$\begin{aligned} S_{33} &= \frac{P_{\text{будинку}}}{\cos \varphi_{\text{буд}}} + 0,9 \cdot \left(\frac{P_{\text{ліфтів}}}{\cos \varphi_{\text{ліф}}} + \frac{P_{\text{інше}}}{\cos \varphi_{\text{інше}}} \right) = \\ &= \frac{110,208}{0,96} + 0,9 \cdot \left(\frac{7,977}{0,65} + \frac{5,6}{0,8} \right) = 132,145 \text{ кВА.} \end{aligned}$$

Для будинків № 33, 34, 69 та 75 розрахунковий коефіцієнт потужності $\cos \varphi_{\text{буд}} = 0,96$, оскільки, дані будинки оснащені плитами, які працюють на природньому газі, а також, відсутні побутові кондиціонери повітря.

Даний розрахунок виконується для усіх будинків району, що живляться від тягової ПС, дані занесені до таблиці 3.4. та таблиці 3.5.

Район містить будівлі громадського та житлового призначення, для розрахунку навантаження громадських будівель, потрібно враховувати менше факторів, що можуть вплинути на збільшення навантаження. Під час розрахунку навантаження житлової частини району, потрібно перш за все враховувати, до якого виду та рівня електрифікації відносяться квартири району, у даному випадку, усі житлові споруди відносять до 1-го виду електрифікації. Перший вид житлових будинків містить V рівнів розрахункових питомих навантажень, у районі, було обрано навантаження I та III рівнів, від рівня електрифікації та наявності чи відсутності вентиляції залежить розрахунковий коефіцієнт потужності, що суттєво впливає на розрахунок. Також, на результуюче значення впливає кількість ліфтів, коефіцієнти попиту та потужність силового обладнання.

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4 – Навантаження житлових будинків, які оснащені газовими плитами

І рівень електрифікації, будинки, які оснащені плитами, які працюють на природньому газі													
Номер по плану	Поверховість	Кількість квартир	Кількість секцій	Кількість об'єктів	Питоме навантаження	$k_{\text{топ. ліф. устано-вок}}$	К-сть ліфтів	$\cos\varphi/\text{tg}\varphi$	$P_{\text{буд, кВт}}$	$P_{\text{ліф, кВт}}$	$P_{\text{роз, обл, кВт}}$	$P_{\text{роз, кВт}}$	$S_{\text{роз, кВА}}$
33, 34, 69, 75	5	112	2	4	0,984	0,80	1	0,96/0,29	110,21	7,977	13,58	122,43	132,15
37, 38, 66, 73	5	144	3	4	0,935	0,80	1	0,96/0,29	134,64	11,97	19,17	151,89	164,92
1, 2, 3, 13, 20	9	118	2	5	0,984	0,80	2	0,92/0,43	116,11	18,79	24,69	138,34	158,87
8, 12, 19, 26, 78	9	232	6	5	0,838	0,80	3	0,92/0,43	194,42	84,57	96,17	280,97	341,47
70, 76	9	112	3	2	0,984	0,80	2	0,92/0,43	110,21	23,93	29,53	136,79	159,23
71, 77	9	116	2	2	0,984	0,80	2	0,92/0,43	114,14	15,95	21,75	133,72	152,69
27, 31, 32, 67	9	127	2	4	0,968	0,80	2	0,92/0,43	122,94	15,95	22,3	143,01	162,86
28, 49, 68, 74	9	344	6	4	0,708	0,70	4	0,92/0,43	243,55	184,73	206,24	367,1	450,34

Таблиця 3.5 – Навантаження житлових будинків, які оснащені електричними плитами

III рівень електрифікації, будинки, які оснащені електричними плитами, які працюють на потужності до 8,5 кВт включно													
Номер по плану	Поверховість	Кількість квартир	Кількість секцій	Кількість об'єктів	Питоме навантаження	$k_{\text{топ ліф. устано- вок}}$	К-сть ліфтів	$\cos\varphi/\text{tg}\varphi$	$P_{\text{буд.}}$ кВт	$P_{\text{ліф.}}$ кВт	$P_{\text{роз.обл.}}$ кВт	$P_{\text{роз.}}$ кВт	$S_{\text{роз.}}$ кВА
4, 5, 35, 36, 39	24	424	2	5	1,295	0,80	5	0,93/0,40	549,08	57,18	78,38	619,62	693,43
6, 7, 11, 18, 25	12	234	4	5	1,363	0,90	3	0,98/0,20	318,94	67,61	79,31	390,32	432,23
9, 16, 23, 29	16	387	3	4	1,31	0,80	4	0,93/0,40	506,97	68,62	97,97	586,14	661,91
10, 17, 24, 30	16	286	2	4	1,345	0,90	3	0,93/0,40	684,67	33,81	48,11	427,97	476,52
14, 15, 21, 22	12	216	4	4	1,372	0,90	3	0,98/0,20	296,35	63,43	74,23	363,16	402,37
42, 53, 64, 72	12	216	4	4	1,372	0,90	3	0,98/0,20	296,35	63,43	74,23	363,16	402,37

Сумарне навантаження району становить 22008,374 кВА, для знаходження навантаження, що використовується для освітлення вулиць району потрібно помножити обраховане значення на коефіцієнт 0,05, отримуємо: $22008,374 \cdot 0,05 = 1100,42$ кВА.

Загальна потужність дорівнює:

$$S_3 = S_c + S_{\text{освітлення}} = 22008,374 + 1100,42 = 23108,79 \text{ кВА.}$$

Потужність району враховує навантаження будинків та споруд і навантаження, що потрібне для освітлення вулиць.

Висновок до розділу 3

На підставі розрахунку навантаження громадських споруди та житлових будинків визначили сумарне навантаження району, при цьому враховано навантаження ліфтів, електричного двигуна сантехнічних пристроїв та силових електроприймачів. Виявили, що найбільше навантаження мають хмарочоси, що вміщують 424 квартири та налічують 24 поверхи. Найменше навантаження мають відділення банку, загальною площею 95 м².

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ВИБІР ТРАНСФОРМАТОНИХ ПІДСТАНЦІЙ

Електрична трансформаторна підстанція 10/0,4 кВ – це останній ступінь перетворення електричної енергії перед потраплянням до електроприймачів 0,4 кВ. ТП складається з одного або двох трансформаторів і включають вимірювальні трансформатори струму та напруги, розподільні пристрої і обладнання для захисту та керування.

4.1 Правила розміщення трансформаторних підстанцій

Існують конкретні правила щодо місця встановлення трансформаторної підстанції. Наприклад, в таких приміщеннях як, навчальні заклади чи спальні корпуси, а також, в закладах охорони здоров'я забороняється встановлення вбудованих та прибудованих ТП, на відміну від громадських будівель де дозволяється розміщувати підстанцію як прибудову, вбудовану або на даху.

Заборонено розміщувати ТП безпосередньо під приміщеннями з підвищеною вологістю, наприклад, ванними кімнатами, а також, обов'язковим є додаткова гідроізоляція, задля недопущення потрапляння вологи у випадках аварій.

Дозволено встановлювати ТП усередині житлового будинку чи в окремій кімнаті підстанції з сухими трансформаторами, за умови можливості транспортування обладнання.

До встановлених ТП повинен забезпечуватись цілодобовий безперешкодний доступ, як персоналу так і великих вантажних машин з обладнання.

Також, трансформаторні підстанції повинні бути розміщені не менш ніж в 10 метрах від житлового будинку.

4.2 Визначення кількості трансформаторних підстанцій та їх потужності

До встановлення приймаються двотрансформаторні підстанції, оскільки, більшість споживачів відносяться до другої категорії надійності.

Обрані потужності трансформаторів для кожної будівлі району та рівень завантаженості у процентах зазначені у таблиці 4.1

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Потужність трансформаторних підстанцій

Номер трансформаторної підстанції	Трансформатор, кВА	$S_{роз}$, кВА	Завантаження ТП у процентах	Номер по плану
№ 1	2×1000	1099,216	55	63, 65, 66, 64, 67
№ 2	2×400	582,49	72,81	68, 69
№ 3	2×630	653,39	51,856	78, 76, 77
№ 4	2×1000	1250,22	62,51	25, 26, 30
№ 5	2×630	935,966	74,28	27, 29, 43, 50, 54, 55
№ 6	2×1000	1175,656	58,783	28, 31, 51, 52, 57
№ 7	2×1600	1846,02	57,688	32, 33, 34, 35, 36, 58
№ 8	2×630	811,157	64,378	37, 38, 46, 53
№ 9	2×1000	1029	51,45	21, 22, 48, 59, 20, 62
№ 10	2×1600	1912,13	59,754	18, 19, 23, 24
№ 11	2×1000	1174,75	58,74	14, 39, 44
№ 12	2×1000	1175,187	58,759	1, 2, 3, 4, 60
№ 13	2×400	479,621	62,2	15, 40, 45
№ 14	2×1600	1986,368	62	5, 6, 41, 47, 49, 61
№ 15	2×1600	1912	59,754	11, 12, 16, 17
№ 16	2×1000	1329,3	66,465	9, 10, 13, 56
№ 17	2×1000	1176,07	58,8	7, 8, 42
№ 18	2×630	741,41	59,32	73, 74, 75
№ 19	2×630	714,29	56,69	71, 72, 70

Двотрансформаторні підстанції дозволяються у випадку аварії чи відключення одного трансформатора, продовжити живлення.

Висновок до розділу 4

Приймаються до встановлення двотрансформаторні підстанції, потужність яких складає 2×400 кВА, 2×630 кВА, 2×1000 кВА, 2×1600 кВА. Місце розташуванням трансформаторних підстанцій відповідають усім правилам розташування.

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 РОЗРАХУНОК НИЗЬКОВОЛЬТНОЇ МЕРЕЖІ З НОМІНАЛЬНОЮ НАПРУГОЮ 0,38 кВ

Мережі 0,38 кВ призначені для передавання електричної потужності від високовольтного обладнання, трансформаторних підстанцій до житлових будинків або громадських споруд. Також, мережі з номінальною напругою 0,4 кВ служать захистом від коротких замикань і дають зможу контролювати значення основних характеристикних параметрів на вході та виході.

5.1 Визначення схеми мережі 0,38 кВ

Вибір схеми мережі з номінальною напругою 0,38 кВ здійснюється в залежності від категорії надійності споживача. Більшість міських споживачі відносяться до II категорії надійності і тому для таких електроприймачів застосовуються схеми з підвищеним ступенем надійності. Введення резерву здійснюється за допомогою перемички, що дозволяє автоматично чи вручну ввести в дію резервне джерело живлення.

Електропостачання споживачі I категорії надійності необхідно здійснювати від двох найближче розташованих ТП, а також обов'язковою вимогою є наявність АВР. Якщо через особливості розташування споживача, неможливо здійснити живлення від двох незалежних споживачів, то допускається живлення від двох різних трансформаторів однієї трансформаторної підстанції. До таких трансформаторів висувається ряд вимог таких як: живлення таких Т повинно здійснюватись від різних джерел живлення і вони повинні мати достатній резерв пропускної здатності. Незалежним джерелом живлення споживача може виступити ДЕС, АБЖ або ж акумуляторні батареї. Схематичне зображення схеми електропостачання споживачі I категорії зображено на рис. 5.1.

До першої категорії споживачів відносять особливу групу надійності електропостачання, для якої потрібно передбачати додаткове, третє, джерело живлення. Незалежним, третім, джерелом живлення споживача може виступити ДЕС, АБЖ або ж акумуляторні батареї. Схема електропостачання споживачів I особливої категорії споживачі наведено на рис. 5.2.

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

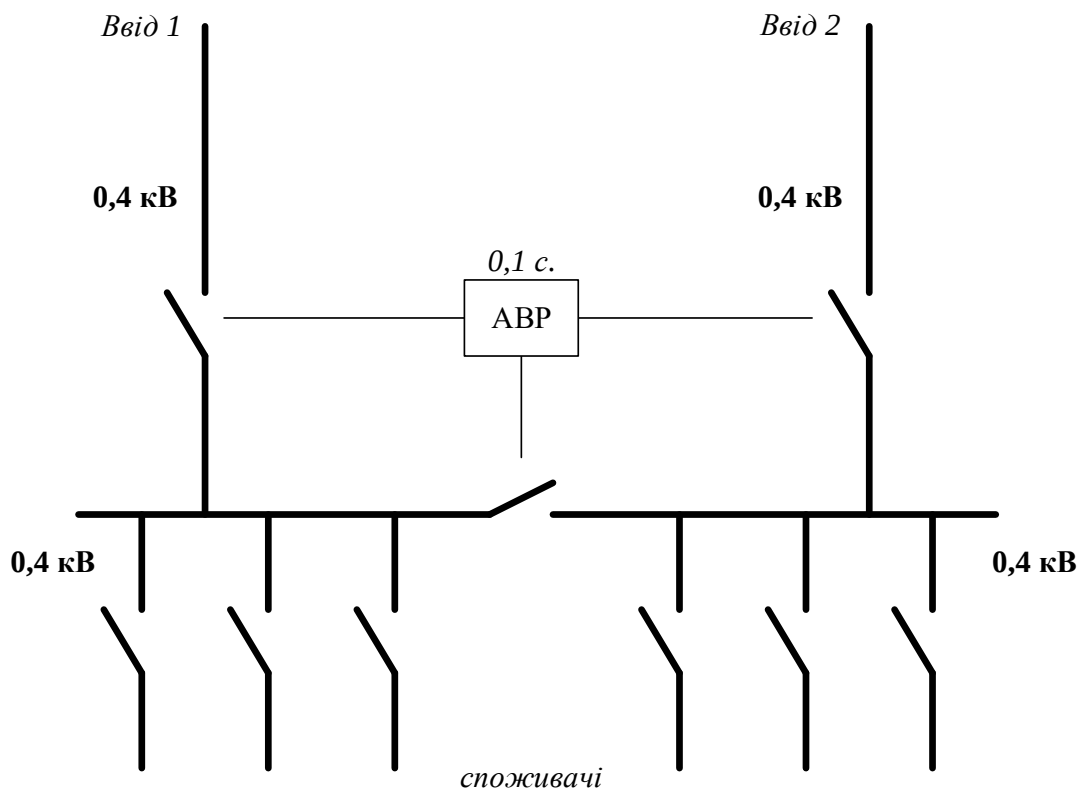


Рисунок 5.1 – Схема електропостачання споживачів I категорії надійності

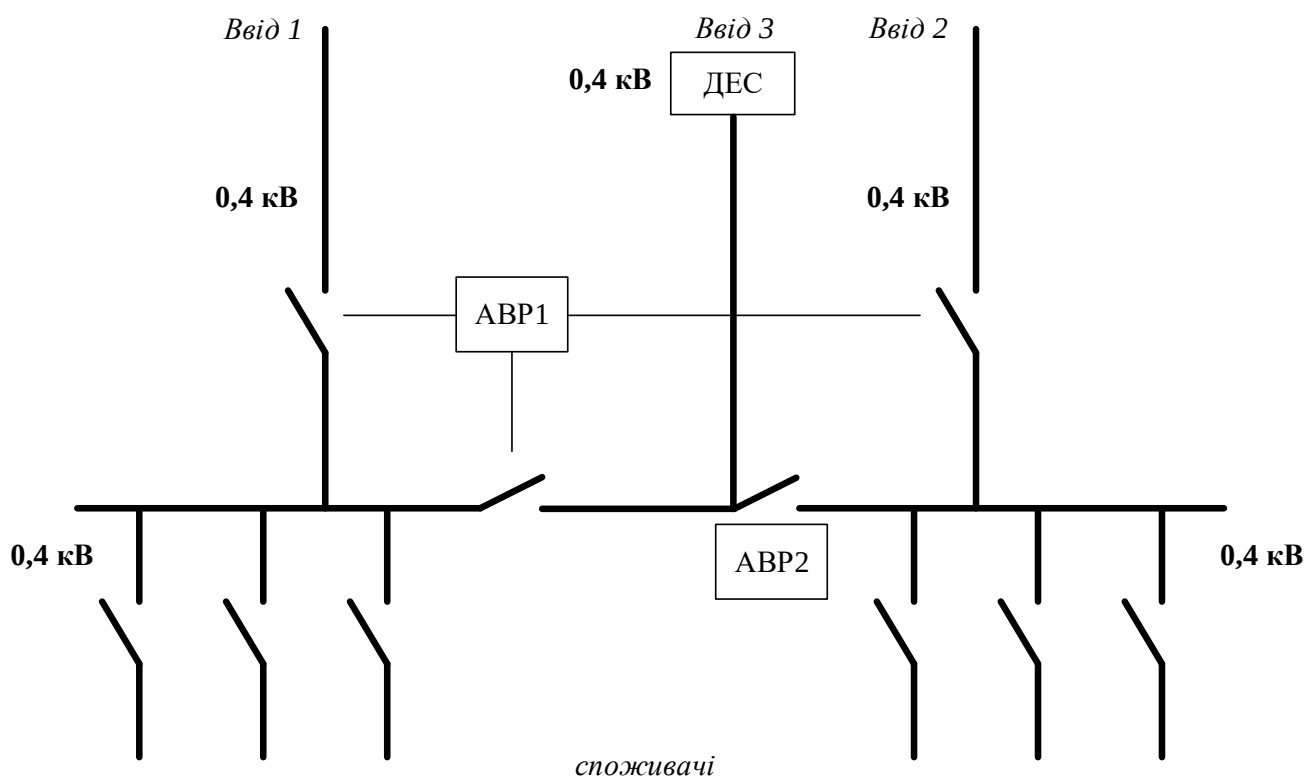


Рисунок 5.2 – Схема електропостачання споживачів I особливої категорії надійності з двома незалежними джерелами живлення

II категорію споживачі рекомендовано жити від двох незалежних взаєморезервованих джерел. Перерва у електропостачанні таких споживачів, допускається на час, який необхідний для введення резервного джерела чи виїзду бригади, для виконання ремонтних робіт. Схема мережі для II категорії надійності споживачів зображено на рис. 5.3.

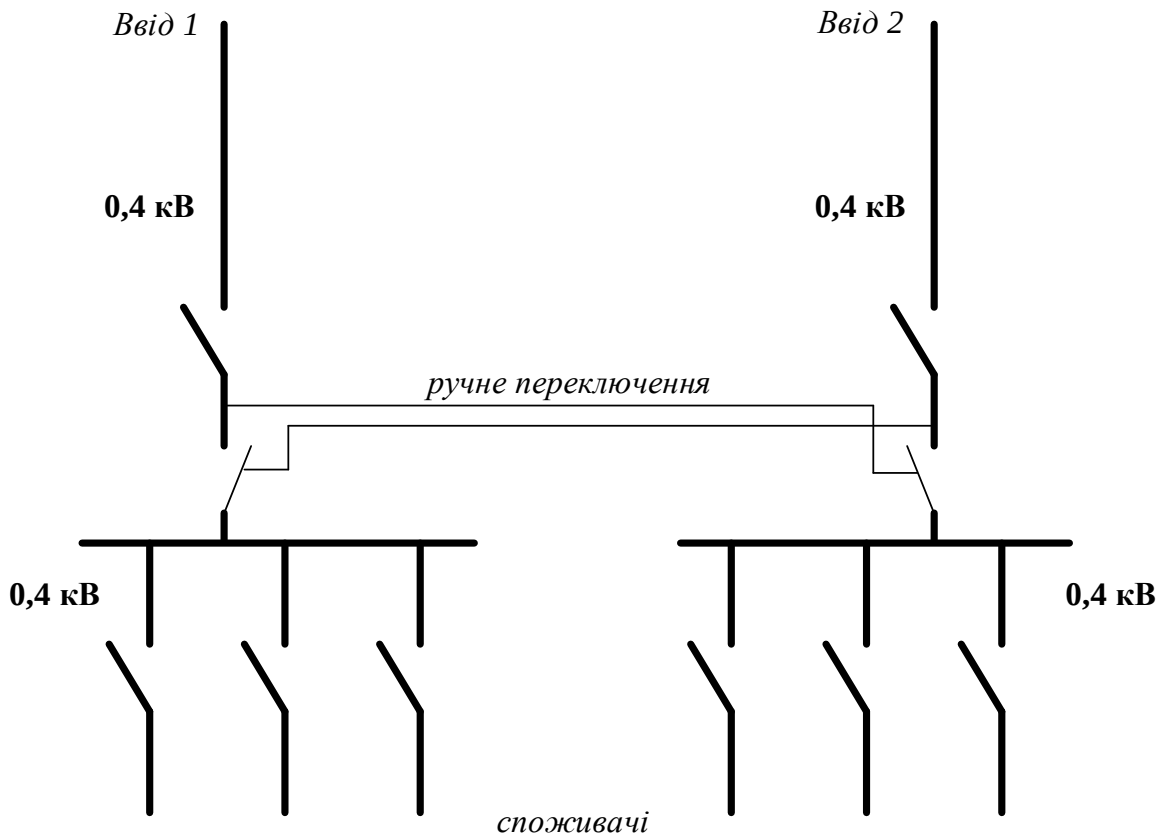


Рисунок 5.3 – Схема живлення II категорії надійності електроприймачів

Електропостачання приймачів III категорії надійності електропостачання здійснюється від одного джерела живлення, але за виконання умови, що у разі аварії чи ремонту, перерва не повинна бути довше однієї доби. Схема живлення споживачів III категорії наведено на рис. 5.4.

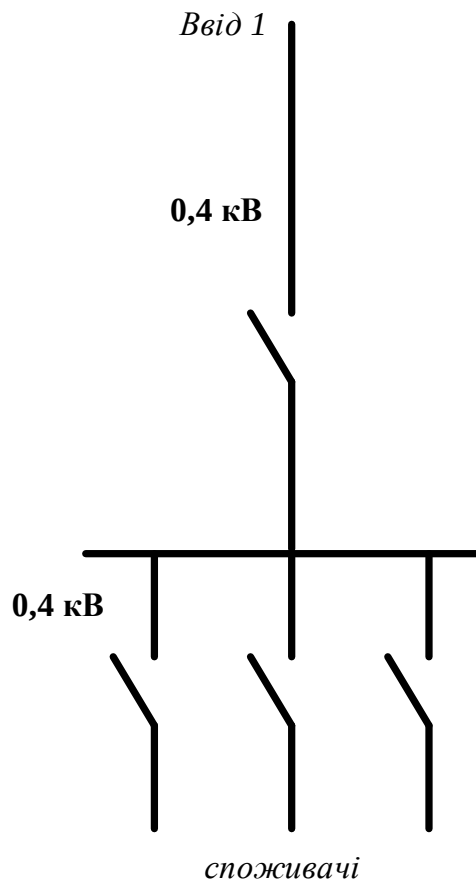


Рисунок 5.4 – Схема живлення III категорії надійності електроприймачів

У районі найбільше споживачі II категорії і найчастіше застосовується схема, яка зображена на рис.5.3. Живлення електроприймачів I категорії виконується від двох найближче розташованих ТП. Споживачі, що віднесені до III категорії надійності живляться від одного джерела живлення.

5.2 Вибір кабельних перерізів ліній номінальною напругою 0,38 кВ

Вибір кабелю здійснюється за допустимим струмом нагрівання і має бути перевірений за допустимими втратами напруги. Для району обирається силовий кабель з алюмінієвими жилами виконаний полівінілхлоридною ізоляцією – АВВГ, який призначений для використання в мережах з напругою до 1 кВ. Експлуатується кабель АВВГ при температурі повітря від -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$, максимальна робота температура нормального функціонування сягає $+70^{\circ}\text{C}$. Кабель марки АВВГ відповідає механічним і електротехнічним вимогам міста, що містить багатоповерхові

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

житлові будинки та налічує безліч громадських споруд. Характеристику кабелю наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Характеристика кабелю АВВГ

Число жил, номінальний переріз, мм ²		Форма перетину жили						
		однодротова жила, цільнотягнута, викона- на колом						
		4×2,5	4×4	4×6	4×10	4×16	4×25	
Опір жили, Ом/км		12,1	7,41	5,11	3,08	1,91	1,2	
Допустимий струм навантаження кабелю при прокладання в землі, А		26	34	41	55	72	93	
Товщина ізоляції, мм		0,8	1,0				1,2	
<i>d</i> – Діаметр кабелю, мм		11,2	13,3	14,5	16,5	19,0	22,8	
Число жил, но- мінальний пе- реріз, мм ²	Форма перетину жили							
	однодротова жила, але з можливістю виготовлення багатоп- роволочною, цільнотягнута, виконана сектором							
	4×35	4×50	4×70	4×95	4×120	4×150	4×185	4×240
Опір жили, Ом/км	0,868	0,641	0,443	0,32	0,253	0,206	0,164	0,125
Допустимий струм наванта- ження кабелю при прокладан- ня в землі, А	112	137	165	197	224	254	286	330
Товщина ізоля- ції, мм	1,2	1,4		1,5		1,6	1,7	1,9
<i>d</i> – Діаметр ка- белю, мм	22,6	26,1	29,2	33,1	36,4	39,6	43,4	49,2

Розрахунок вибору перерізу виконується за наступним алгоритмом:

1. Визначається робочий струм у нормальному режимі роботи, за наступним виразом:

$$I_{p_{\text{ном.р}}} = \frac{S_{\text{роз}}}{2 \cdot n \cdot \sqrt{3} \cdot U}, \quad (5.1)$$

де $I_{p_{nom.p}}$ – робочий струм кабелю у нормальному режимі роботи;

$S_{роз}$ – розрахункова повна потужність будинку чи громадської споруди;

U – напруга, що дорівнює 0,38 кВ;

n – кількість вводів.

2. Знаючи робочий струм з таблиці 5.1 обирається переріз кабелю.

3. Реалізується перевірка обраного перерізу, якщо рівність виконується

$I_{p_{нор.р}} < I_{доп} \cdot k$, обраховується струм у післяаварійному режимі, якщо ж ні, обирається більший переріз та виконується його контроль.

4. Визначення струму у післяаварійному режимі:

$$I_{p_{ав.р}} = \frac{S_{роз}}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U}, \quad (5.2)$$

де $I_{p_{ав.р}}$ – робочий струм кабелю у післяаварійному режимі роботи;

$S_{роз}$ – розрахункова повна потужність будинку чи громадської споруди;

U – напруга, що дорівнює 0,38 кВ;

n – кількість вводів.

5. Знаючи післяаварійний струм за таблицею 5.1 обирається переріз кабелю.

6. Реалізується перевірка обраного перерізу, якщо рівність виконується

$I_{p_{ав.р}} < I_{доп} \cdot 1,3 \cdot k$, обраний переріз кабелю перевіряють на втрати напруги, якщо ж ні, обирається більший переріз та виконується його контроль.

7. Розраховуються втрати напруги у нормальному режимі роботи:

$$\Delta U_{нор.р} = \frac{P_{роз} \cdot r_{жили} \cdot l}{2 \cdot 10 \cdot U^2}, \quad (5.3)$$

де $\Delta U_{нор.р}$ – втрати напруги у нормальному режимі роботи, $\Delta U_{нор.р} < 5 \%$;

$P_{роз}$ – розрахункова активна потужність будинку чи громадської споруди;

$r_{жили}$ – опір жили, обраного кабелю;

l – відстань від ТП до будинку чи громадської споруди;

U – напруга, що дорівнює 0,38 кВ.

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Розраховується значення втрат напруги в аварійному режимі:

$$\Delta U_{\text{ав.р}} = \frac{P_{\text{роз}} \cdot r_{\text{жили}} \cdot l}{10 \cdot U^2}, \quad (5.4)$$

де $\Delta U_{\text{ав.р}}$ – втрати напруги у післяаварійному режимі роботи, $\Delta U_{\text{ав.р}} < 10 \%$;

$P_{\text{роз}}$ – розрахункова активна потужність будинку чи громадської споруди;

$r_{\text{жили}}$ – опір жили, обраного кабелю;

l – відстань від ТП до будинку чи громадської споруди;

U – напруга, що дорівнює 0,38 кВ.

Виконаємо розрахунок вибору кабелю на прикладі трансформаторної підстанції № 1, що живить споруду під номером 63 – кінотеатр, який розрахований на 150 місць, розраховане значення активної потужності становить 18 кВт, а значення повної потужності дорівнює 18,947 кВА.

1. Визначимо робочий струм у нормальному режимі роботи за формулою (5.1):

$$I_{p_{\text{ном.р}}} = \frac{S_{\text{роз}}}{2 \cdot n \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{18,947}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 14,393 \text{ А.}$$

2. Перевірка обраного перерізу:

$$I_{p_{\text{нор.р}}} < I_{\text{доп}} \cdot k,$$

$$14,393 \text{ А} < 26 \cdot 1 = 26 \text{ А} \text{ – умова виконується.}$$

3. Визначимо струму у післяаварійному режимі за формулою (5.2):

$$I_{p_{\text{ав.р}}} = \frac{S_{\text{роз}}}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{18,947}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 28,787 \text{ А.}$$

4. Перевірка обраного перерізу:

$$I_{p_{\text{ав.р}}} < I_{\text{доп}} \cdot 1,3 \cdot k,$$

$$28,787 \text{ А} < 26 \cdot 1,3 \cdot 1 = 33,8 \text{ А} \text{ – умова виконується.}$$

5. Розраховуються втрати напруги у нормальному режимі роботи за формулою (5.3):

$$\Delta U_{\text{нор.р}} = \frac{P_{\text{роз}} \cdot r_{\text{жили}} \cdot l}{2 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{18 \cdot 12,1 \cdot 0,046}{2 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 3,677 \%,$$

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$3,677 \% < 5 \%$ – умова виконується.

6. Розрачується значення втрат напруги в аварійному режимі за формулою (5.4):

$$\Delta U_{\text{ав.р}} = \frac{P_{\text{роз}} \cdot r_{\text{жили}} \cdot l}{10 \cdot U^2} = \frac{18 \cdot 12,1 \cdot 0,046}{10 \cdot 0,38^2} = 7,354 \%,$$

$7,354 < 10 \%$ – умова виконується.

Далі виконується розрахунок для кожної будівлі району, усі розраховані дані та прийняті інженерні рішення наведені у таблиці 5.2.

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2 – Вибір перерізу кабелю для низьковольтної мережі 0,4 кВ

Номер ТП	Номер споруди по плану	Переріз кабелю, мм ²	Кількість вводів	Довжина траси кабелю, км	I, А - у нормальній роботі	I, А - у післяварійному режимі роботи	ΔU , % - у нормальній роботі	ΔU , % - післяварійному режимі роботи
ТП-1. 2×1000 кВА	63	4×2,5	1	0,049	14,393	28,787	3,677	7,354
	65	4×120	2	0,027	132,988	265,975	0,724	1,448
	66	4×50		0,092	62,643	125,285	3,102	6,203
	64	4×240		0,02	152,834	305,669	0,321	0,641
ТП-2. 2×400 кВА	67	4×150	1	0,061	123,72	247,44	0,623	1,246
	68		3	0,025	114,037	228,074	0,646	1,291
	69	4×120	1		0,041	100,391	200,781	0,264
77	4×150	115,994		231,988		0,394	0,789	
76		120,962		241,925		0,393	0,787	
ТП-3. 2×630 кВА	78	4×185	2	0,053	129,702	259,405	0,852	1,705
	25	4×240		0,064	164,176	328,353	1,088	2,176
	26	4×185			129,702	259,405	1,028	2,055
ТП-4. 2×1000 кВА	30	4×240	2	0,048	180,999	361,999	0,89	1,779
	27	4×150		0,097	123,72	247,44	0,987	1,973
	29			0,012	125,709	251,417	0,962	1,923
ТП-5. 2×630 кВА	43	4×4	1	0,041	14,393	28,787	1,874	3,749
	50	4×25		0,023	41,859	83,719	0,506	1,012
	54	4×10		0,06	24,309	48,619	1,544	3,088
	55	4×2,5		0,062	3,91	7,82	1,363	2,725
	28	4×150		3	0,043	114,037	228,074	1,127

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ДП 7105.141.004 ПЗ

Продовження таблиці 5.2

Номер ТП	Номер споруди по плану	Переріз кабелю, мм ²	Кількість вводів	Довжина траси кабелю, км	I, А - у нормальній режимі роботи	I, А - у післяаварійному режимі роботи	ΔU, % - у нормальній режимі роботи	ΔU, % - після аварійному режимі роботи
ТП-6. 2×1000 кВА	31	4×150	1	0,082	123,72	247,44	0,837	1,675
	51	4×25		0,015	41,859	83,719	0,331	0,662
	52	4×185	3	0,035	127,171	254,342	0,912	1,824
	57	4×2,5	1	0,018	3,91	7,82	0,399	0,797
32	4×150	0,074		123,72	247,44	0,758	1,515	
33	4×120	0,015		100,391	200,781	0,162	0,323	
34		0,066				0,704	1,408	
ТП-7. 2×1600 кВА	35	4×185	4	0,025	131,695	263,389	0,873	1,745
	36	0,017		0,59			1,179	
	58	4×10	1	0,035	24,309	48,619	0,885	1,769
	37	4×150		0,028	125,285	250,57	0,307	0,613
38	0,026			0,28			0,56	
ТП-8. 2×630 кВА	46	4×50		2	0,084	59,974	119,948	1,402
	53	4×240	0,028		152,834	305,669	0,437	0,873
	21		0,023				0,362	0,724
	22							
ТП-9. 2×1000 кВА	48	4×25	1	0,069	41,859	83,719	0,525	1,05
	59	4×2,5			3,91	7,82	1,521	3,041
	20	4×150			120,689	241,378	0,506	1,012
	62	4×2,5			0,023	3,91	7,82	0,512

Продовження таблиці 5.2

Номер ТП	Номер споруди по плану	Переріз кабелю, мм ²	Кількість вводів	Довжина траси кабелю, км	I, А - у нормальній режимі роботи	I, А - у післяаварійному режимі роботи	ΔU , % - у нормальній режимі роботи	ΔU , % - після аварійному режимі роботи
ТП-10. 2×1600 кВА	18	4×240	2	0,07	164,176	328,353	1,179	2,358
	19	4×185		0,043	129,702	259,405	0,69	1,38
	23	4×150	4	0,038	125,709	251,417	1,578	3,156
	24		3	0,049	120,666	241,332	1,507	3,015
ТП-11. 2×1000 кВА	14	4×240	2	0,041	152,834	305,669	0,651	1,303
	39	4×185	4	0,04	131,695	263,389	1,406	2,812
	44	4×50	1	0,045	59,974	119,948	0,741	1,483
	1	4×150		0,061	120,689	241,378	0,607	1,214
2	0,027			0,27			0,54	
3	0,042			0,415			0,83	
ТП-12. 2×1000 кВА	4	4×185	4	0,025	131,695	263,389	0,889	1,777
	60	4×2,5	1	0,024	3,91	7,82	2,534	1,068
	15	4×240	2	0,029	152,834	305,669	0,456	0,911
	40	4×2,5	1	0,048	12,386	24,771	3,312	6,623
45	4×50	0,058		59,974	119,948	0,962	1,924	
ТП-13. 2×400 кВА	5	4×185	4	0,02	131,695	263,389	0,694	1,388
	6	4×240	2	0,082	164,176	328,353	1,377	2,754
	41	4×185		0,098	132,988	265,975	1,715	2,629
	47	4×25	1	0,041	41,859	83,719	0,92	1,839
	49	4×150	3	0,064	114,037	228,074	1,665	3,33

Завершення таблиці 5.2

Номер ТП	Номер споруди по плану	Переріз кабелю, мм ²	Кількість вводів	Довжина траси кабелю, км	I, A - у нормальній режимі роботи	I, A - у післяаварійному режимі роботи	ΔU , % - у нормальній режимі роботи	ΔU , % - після аварійному режимі роботи
ТП-14.	61	4×2,5	1	0,098	3,91	7,82	2,142	4,285
ТП-15. 2×1600 кВА	11	4×240	2	0,082	164,176	328,353	1,39	2,781
	12	4×185		0,054	129,702	259,405	0,862	1,723
	16	4×150	4	0,041	125,709	251,417	1,724	3,448
ТП-16. 2×1000 кВА	17		3	0,045	120,666	241,332	1,368	2,735
	9		4	0,026	125,709	251,417	1,085	2,169
	10	4×10	3	0,032	120,666	241,332	0,966	1,933
	13		1	0,021	120,689	241,378	0,204	0,407
	56			0,076	24,309	48,619	1,94	3,88
ТП-17. 2×1000 кВА	7	4×240	2	0,025	164,176	328,353	0,426	0,853
	8	4×185			129,702	259,405	0,404	0,809
	42	4×240		0,023	152,834	350,669	0,358	0,717
ТП-18. 2×630 кВА	73	4×150	1	0,026	125,285	250,57	0,28	0,561
	74		3	0,015	114,037	228,074	0,405	0,811
	75	4×120	1	0,019	100,391	200,781	0,2	0,4
	71	4×150		0,024	115,994	231,988	0,233	0,467
ТП-19. 2×630 кВА	72	4×240	2	0,036	152,834	305,669	0,562	1,125
	70	4×150	1	0,028	120,962	241,925	0,271	0,541

Висновок до розділу 5

У районі найбільше споживачів II категорії надійності, тому найчастіше використовується схема живлення з двома вводами, які, вручну вмикає бригадою за наявністю аварії на одному з них. Живлення електроприймачів I категорії виконується від двох найближче розташованих ТП. Споживачі, що належать до III категорії надійності живляться від одного джерела живлення.

Найбільша кількість вводів виконується алюмінієвим силовим кабелем АВВГ перерізом $4 \times 150 \text{ мм}^2$. Значення напруги у процентах у нормальному та післяаварійному режимах не перевищують 5 % та 10 % відповідно.

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 РОЗРАХУНОК РОЗПОДІЛЬНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ 10 КВ

6.1 Визначення розрахункового навантаження трансформаторних підстанцій

Розподільна мережа являє собою електричну мережу, що протягнута від головного розподільчого щита до безпосередньо розподільних пристроїв.

При визначенні розрахункового навантаження слід використовувати коефіцієнти участі у максимумі навантаження – φ , що обираються у відповідності від призначення будівлі та її завантаженості, таблиця 3.14 ДБН В.2.5-23-2010.

Формула для визначення розрахункового навантаження підстанції:

$$S_{\text{роз.ТП}} = S_{\text{max}} + S_1 \cdot \varphi_1 + \dots + S_n \cdot \varphi_n, \quad (6.1)$$

де $S_{\text{роз.ТП}}$ – розрахункове повне навантаження трансформаторної підстанції з урахування коефіцієнтів участі у максимумі навантаження;

S_{max} – розрахункове значення повної потужності житлового будинку чи громадської споруди, що найбільше завантажена;

S_1, S_n – розрахункове значення повної потужності житлового будинку чи громадської споруди, що приєднане до ТП;

φ_1, φ_n – коефіцієнт участі у максимумі навантаження, залежить від завантаженості приміщення та його призначення.

Виконаємо розрахунок на прикладі трансформаторної підстанції № 1, що живиться споруди під номером 63, 65, 66, 64 та 67. Розрахунок виконується на основі житлового будинку №64, тому що його навантаження найбільше і становить 402,37 кВА.

Отже, розрахункове навантаження ТП-1 2×1000 кВА обчислюється за формулою (6.1) і становить:

$$S_{\text{роз.ТП-1}} = S_{64} + S_{63} \cdot \varphi_{63} + S_{65} \cdot \varphi_{65} + S_{66} \cdot \varphi_{66} + S_{67} \cdot \varphi_{67} = 402,37 + 18,947 \cdot 1 + 350,119 \cdot 0,8 + 164,92 + 162,86 = 1029,192 \text{ кВА.}$$

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналогічно розраховується решта навантажень інших трансформаторних підстанцій. Результати розрахунку зведені в таблиці 6.1

Таблиця 6.1 – Розрахункові навантаження ТП з урахуванням коефіцієнтів участі у максимумі навантаження

ТП	1	2	3	4	5	6
$S_{\text{роз.ТП, кВА}}$	1029,192	582,49	653,39	1250,22	925,337	1057,655
ТП	7	8	9	10	11	12
$S_{\text{роз.ТП, кВА}}$	1836,42	787,473	1012,475	1912,13	1151,063	1175,187
ТП	13	14	15	16	17	18
$S_{\text{роз.ТП, кВА}}$	470,676	1898,784	1912,13	1319,7	1176,07	474,41
ТП	19					
$S_{\text{роз.ТП, кВА}}$	714,29					

6.2 Вибір кількості розподільних пунктів

Кількість розподільних пунктів залежить від поверхневої щільності навантаження. Для знаходження поверхневої щільності навантаження потрібно знати площу та електричне навантаження району, отже:

$$\sigma = \frac{P_{\Sigma}}{S_{\text{району}}} = \frac{19454}{1,2} = 16,212 \frac{\text{МВт}}{\text{км}^2}.$$

Поверхнева щільність становить $16,212 \frac{\text{МВт}}{\text{км}^2}$, до встановлення приймається два РП, оскільки значення перевищує $15 \frac{\text{МВт}}{\text{км}^2}$.

6.3 Вибір схеми розподільної мережі

Обрана схема розподільної мережі повинна відповідати низці критеріїв. Розподільний пункт повинен бути розташована на рівновіддаленій відстані між джерелом живлення та безпосередньо споживачами електричної енергії

У даному випадку, так як найбільше у районі споживачів II категорії надійності для забезпечення надійного електропостачання до встановлення обирається схема РП розімкнута резервована з резервною перемичкою.

Схематичне зображення усіх трансформаторних підстанцій, що входять до кожної з РП наведено на рис. 6.1 та рис. 6.2.

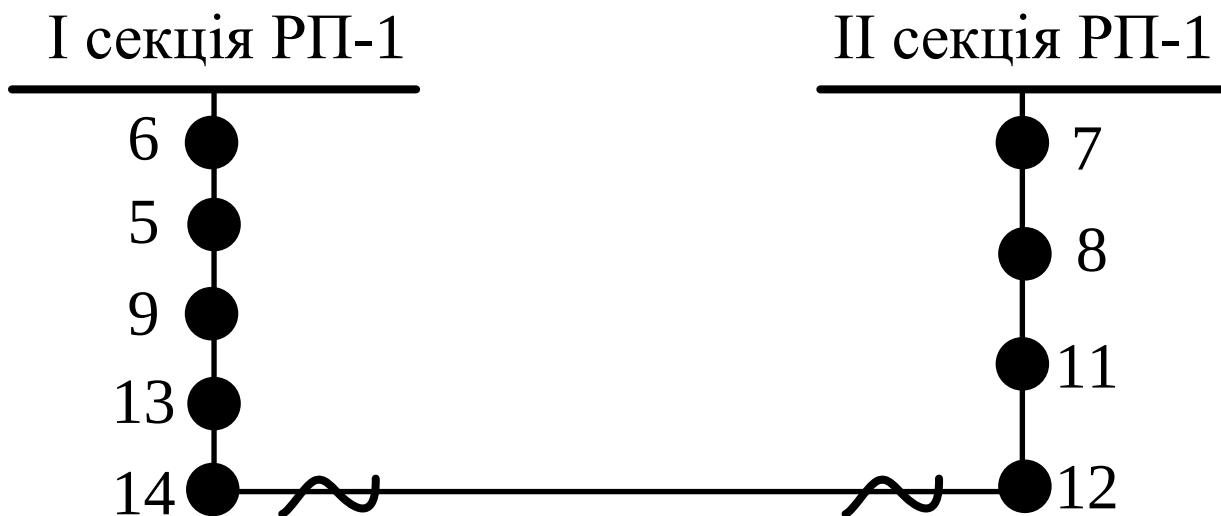


Рисунок 6.1 – Схема розподільної мережі РП-1

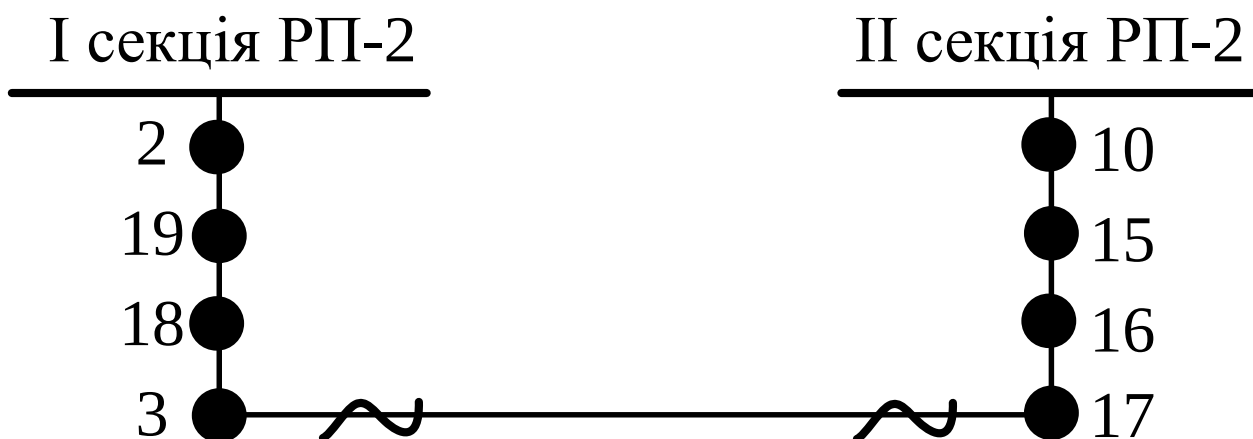


Рисунок 6.2 – Схема розподільної мережі РП-2

6.4 Вибір кабельних перерізів ліній номінальною напругою 10 кВ

Вибраний кабель для розподільної мережі 10 кВ марки АПвЕВ – силовий кабель з ізоляцією із зшитого поліетилену й зовнішнім шаром із полівінілхлоридною ізоляцією, призначений для використання в мережах напругою 10 кВ.

Таблиця 6.2 – Характеристика кабелю АПвЕВ

Кількість жил, номінальний переріз, мм ²		3×35	3×50	3×70	3×95
Допустимий струм навантаження кабелю при прокладання в землі, А	в повітрі	132	158	192	236
	в землі	119	140	171	203
Товщина ізоляції, мм		3,4			
Номінальний переріз екрану, мм ²		16			
d – Діаметр кабелю, мм		43	45	49	53
Вага кабелю, кг/км		2290	2540	2950	3510
Кількість жил, номінальний переріз, мм ²		3×120	3×150	3×185	3×240
Допустимий струм навантаження кабелю при прокладання в землі, А	в повітрі	273	309	355	415
	в землі	232	260	294	340
Товщина ізоляції, мм		3,4			
Номінальний переріз екрану, мм ²		16	25		
d – Діаметр кабелю, мм		56	59	63	68
Вага кабелю, кг/км		3990	4500	5180	6170

Оберемо переріз кабелю лінії 10 кВ для II секції РП-1, що живить ТП-7, ТП-8, ТП-11 та ТП-12 за методом струмових інтервалів.

Лінійно-квадратична потужність II секції РП-1:

$$S_{II \text{ РП-1}} = \sqrt{\frac{S_{ТП7}^2 \cdot l_{РП-ТП7} + S_{ТП8}^2 \cdot \left(\begin{matrix} l_{РП-ТП7} + \\ + l_{ТП7-ТП8} \end{matrix} \right) + S_{ТП11}^2 \cdot \left(\begin{matrix} l_{РП-ТП7} + \\ + l_{ТП7-ТП8} + \\ + l_{ТП8-ТП11} \end{matrix} \right) + S_{ТП12}^2 \cdot l_{\Sigma}}{l_{\Sigma}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{1836,42^2 \cdot 443 + 787,473^2 \cdot 565,5 + 1151,063^2 \cdot 741,5 + 1175,185^2 \cdot 926,2}{926,2}} = 2112,435 \text{ кВА.}$$

Робочий струм у нормальному режимі для II секції РП-1:

$$I_{II \text{ РП-1}} = \frac{S_{II \text{ РП-1}}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{2112,435}{\sqrt{3} \cdot 10} = 121,961 \text{ А.}$$

До встановлення приймається кабель марки АПвЕВ з перерізом 3×95 мм².

Перевірка обраного перерізу у нормальному режимі:

$$I_{II \text{ РП-1}} \leq I_{\text{доп}} \cdot k,$$

$$121,961 \text{ А} \leq 203 \cdot 1 \text{ А, умова виконується.}$$

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Перевірка обраного перерізу у післяаварійному режимі:

$$I_{II \text{ РП-1}} \leq I_{\text{доп}} \cdot k,$$

$$121,961 \text{ A} \leq 203 \cdot 1,3 = 263,9 \text{ A, умова виконується.}$$

Оберемо переріз кабелю ліній 10 кВ для I секції РП-1, що живить ТП-6, ТП-5, ТП-9, ТП-13 та ТП-14 за методом струмових інтервалів.

Лінійно-квадратична потужність I секції РП-1:

$$S_{I \text{ РП-1}} = \sqrt{\frac{S_{\text{ТП6}}^2 \cdot l_{\text{РП-ТП6}} + S_{\text{ТП5}}^2 \cdot \left(\frac{l_{\text{РП-ТП6}} + l_{\text{ТП6-ТП5}}}{+l_{\text{ТП6-ТП5}}} \right) + S_{\text{ТП9}}^2 \cdot \left(\frac{l_{\text{РП-ТП6}} + l_{\text{ТП6-ТП5}} + l_{\text{ТП5-ТП9}}}{+l_{\text{ТП5-ТП9}}} \right) + S_{\text{ТП13}}^2 \cdot \left(\frac{l_{\text{РП-ТП6}} + l_{\text{ТП6-ТП5}} + l_{\text{ТП5-ТП9}} + l_{\text{ТП9-ТП13}}}{+l_{\text{ТП9-ТП13}}} \right) + S_{\text{ТП14}}^2 \cdot l_{\Sigma}}{l_{\Sigma}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{1057,7^2 \cdot 347,2 + 925,3^2 \cdot 621,6 + 1012,5^2 \cdot 800,2 + 470,68^2 \cdot 1074,6 + 1898,78^2 \cdot 1253,2}{1253,2}} =$$

$$= 2276,956 \text{ кВА.}$$

Робочий струм у нормальному режимі для I секції РП-1:

$$I_{I \text{ РП-1}} = \frac{S_{I \text{ РП-1}}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{2276,956}{\sqrt{3} \cdot 10} = 131,46 \text{ A.}$$

До встановлення приймається кабель марки АПвЭВ з перерізом $3 \times 120 \text{ мм}^2$.

Перевірка обраного перерізу у нормальному режимі:

$$I_{I \text{ РП-1}} \leq I_{\text{доп}} \cdot k,$$

$$131,46 \text{ A} \leq 232 \cdot 1 \text{ A, умова виконується.}$$

Перевірка обраного перерізу у післяаварійному режимі:

$$I_{II \text{ РП-1}} \leq I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3,$$

$$131,46 \text{ A} \leq 232 \cdot 1,3 = 301,6 \text{ A, умова виконується.}$$

Отже, для РП-1 до встановлення приймається кабель марки АПвЭВ з перерізом $3 \times 120 \text{ мм}^2$.

Аналогічний розрахунок був проведений для РП-2. В результаті розрахунку та проведення перевірок на допустимість перерізу у нормальному та після аварійному режимах до встановлення у всьому районі приймається кабель марки АПвЭВ з перерізом $3 \times 120 \text{ мм}^2$.

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок до розділу 6

Розрахунок показав необхідність встановлення двох РП – це РП-1 та РП-2 з розімкнутою резервованою схемою з резервними перемичками. До I розподільного пункту приєднуються трансформаторні підстанції: чотири до II секції – ТП-1, ТП-8, ТП-11 та ТП-12 та п'ять до I секції – ТП-6, ТП-5, ТП-9, ТП-13 та ТП-14. До II розподільного пункту приєднуються трансформаторні підстанції: чотири до II секції – ТП-10, ТП-15, ТП-16 та ТП-17 та чотири до I секції – ТП-2, ТП-19, ТП-18 та ТП-3. Під час вибору і перевірки кабельних перерізів ліній номінальною напругою 10 кВ на відповідність вимогам до встановлення обраний кабель марки АПвЕВ з перерізом $3 \times 120 \text{ мм}^2$. Обраний кабель відповідає усім вимогам та пройшов уже необхідні перевірки.

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 РОЗРАХУНОК ЖИВИЛЬНОЇ МЕРЕЖІ З НОМІНАЛЬНОЮ НАПРУГОЮ 10 КВ

Живильні мережі призначені для передачі електричної енергії від опорних пі-
дстанцій енергосистеми до РП. До таких мереж відносять міські мережі напругою
10 кВ.

7.1 Вибір схеми живильної мережі

Для даного району було обрана схема живильної мережі 10 кВ зображена на
рисунку 7.1. У схемі живильної мережі передбачається приєднання ЛЕП до різних
центрів живлення, що забезпечить безперебійну роботу та режим з допустимими
втрати енергії, допоможе зменшити потужність КЗ та спростити РЗ. Також, схема
оснащена функцією автоматичного вводу резерву.

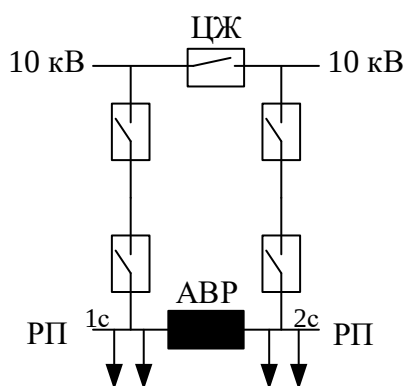


Рисунок 7.1 – Схема живильної мережі

Розрахуємо навантаження РП – 1 та РП – 2, за даними таблиці 6.1, де розраху-
нкові навантаження ТП з урахуванням коефіцієнтів участі у максимумі наванта-
ження, просумуємо потужність ТП, що живляться від до кожної РП.

$$S_{\Sigma \text{РП}-1} = S_{\text{роз.ТП}-1} + S_{\text{роз.ТП}-6} + S_{\text{роз.ТП}-5} + S_{\text{роз.ТП}-9} + S_{\text{роз.ТП}-13} + S_{\text{роз.ТП}-14} + \\ + S_{\text{роз.ТП}-7} + S_{\text{роз.ТП}-8} + S_{\text{роз.ТП}-11} + S_{\text{роз.ТП}-12} = 1029,192 + 1057,655 + \\ + 925,337 + 1012,475 + 470,676 + 1898,784 + 1836,42 + 787,473 +$$

$$+ 1151,063 + 1175,187 = 11344,262 \text{ кВА}$$

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{\Sigma \text{РП-2}} = S_{\text{роз.ТП-4}} + S_{\text{роз.ТП-2}} + S_{\text{роз.ТП-19}} + S_{\text{роз.ТП-18}} + S_{\text{роз.ТП-3}} + S_{\text{роз.ТП-10}} + S_{\text{роз.ТП-15}} + S_{\text{роз.ТП-16}} + S_{\text{роз.ТП-17}} = 1250,22 + 582,49 + 714,29 + 474,41 + 653,39 + 1912,13 + 1912,13 + 1319,7 + 1176,07 = 9994,83 \text{ кВА.}$$

7.2 Вибір кабельних перерізів ліній живильної мережі

Визначення значення струму кожної секції шин живильної мережі.

$$I_{\text{РП-1}} = \frac{11344,262}{3 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 218,32 \text{ А.}$$

Обираємо кабель перерізом 185 мм².

$$I_{\text{РП-2}} = \frac{9994,83}{3 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 192,351 \text{ А.}$$

Обираємо кабель перерізом 150 мм².

Перевірка на допустимість струму для РП – 1:

$$I_{\text{РП-1}} \leq I_{\text{доп}} \cdot k,$$

$$218,32 \text{ А} \leq 294 \cdot 0,87 = 255,78 \text{ А, умова виконується.}$$

Перевірка на допустимість струму для РП – 2:

$$I_{\text{РП-2}} \leq I_{\text{доп}} \cdot k,$$

$$192,351 \text{ А} \leq 260 \cdot 0,87 = 226,2 \text{ А, умова виконується.}$$

Виконаємо перевірку обраного перерізу у післяаварійному режимі для РП-1:

$$I_{\text{РП-1}} \leq I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3,$$

$$218,32 \text{ А} \leq 294 \cdot 0,87 \cdot 1,3 = 332,514 \text{ А, умова виконується.}$$

Виконаємо перевірку обраного перерізу у післяаварійному режимі для РП-2:

$$I_{\text{РП-2}} \leq I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3,$$

$$192,351 \text{ А} \leq 260 \cdot 0,87 \cdot 1,3 = 294,06 \text{ А, умова виконується.}$$

До встановлення приймаються 3×АПвЭВ 3×185 мм² для РП – 1 та 2×АПвЭВ 3×150 мм² для РП – 2.

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.3 Вибір типу трансформаторів та їх потужність для електропостачальної мережі

Потужність трансформаторів електропостачальної мережі залежать від потужності розподільних установок, що приєднуються до нього. Сумарне навантаження з урахуванням коефіцієнтів участі у максимумі навантаження РП становлять:

$$S_{\Sigma \text{РП}-1} = 11344,262 \text{ кВА};$$

$$S_{\Sigma \text{РП}-2} = 9994,83 \text{ кВА}.$$

Для визначення потужності трансформаторів, скористаємось формулою:

$$S_T = (S_{\Sigma \text{РП}-1} + S_{\Sigma \text{РП}-2}) \cdot 0,7 = (11344,262 + 9994,83) \cdot 0,7 = 14937,36 \text{ кВА}.$$

До вставлення приймається два трансформатори ТДН-16000/35, паспортні дані наведені у таблиці 7.1.

Таблиці 7.1 – Паспортні дані трансформатора ТДН-16000/35

Тип трансформатори	Номінальна потужність, МВА	Номінальна напруга обмоток, кВ		Кількість фаз	Частота, Гц	Кліматичне виконання і категорія розміщення
		ВН	НН			
ТДН-16000/35	16	35	10	Трифазний	50	У1; УХЛ1

Висновок до розділу 7

Обрана схема має дві секції шин та автоматичний ввід резерву. Як було зазначено у першому розділі, тягову підстанцію планують реконструювати з новою ПС 35/10 кВ і до встановлення мають бути прийняті два трансформатори типу ТДН-16000/35.

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

У дипломному проекті вирішено питання електропостачання житлового району станції електрифікованої залізниці. Для цього необхідна реконструкція тягової підстанції, що передбачає встановлення двох трансформаторів ТДТНЖ-40000/110 напругою 110/27,5/35/10 кВ з живленням житлового району станції електрифікованої залізниці на напрузі 10 кВ.

Для розподільної мережі 0,38 кВ визначено категорії надійності споживачів і обрано два рівні електрифікації житлових будинків: плити з природнім газом і електричні. Також визначено навантаження громадських споруд та житлових будинків з урахуванням потужності прибудов та особливих приміщень.

Для розподільної мережі 10 кВ обрано потужності двотрансформаторних підстанцій та місця їх встановлення. Від трансформаторних підстанцій до житлових будинків і громадських споруд прокладається кабель марки АВВГ, що пройшов перевірку на допустимий струм нагрівання і відхилення напруги у післяаварійному та нормальному режимі роботи.

До встановлення приймаються два розподільні пункти, тому що поверхнева щільність становить $16,212 \frac{\text{МВт}}{\text{км}^2}$. За допомогою методу економічних інтервалів було обрано перерізи кабелів з маркуванням АПвЭВ, які підводяться до ТП.

Прийнята схема живильної мережі має дві секції шин та автоматичний ввід резерву. Для передачі електричної енергії від опорних підстанцій енергосистеми до РП вибрано кабелі з маркуванням АПвЭВ.

Для живлення району обирається два трансформатори ТДН-16000/35.

Розрахунки розподільної мережі 0,38 кВ і 10 кВ з визначеним навантаженням, а також живильна мережа 10 кВ показали, що електропостачання споживачів житлового району від тягової підстанції буде надійно забезпечено.

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила улаштування електроустановок. Київ 2017 – 617 с.
2. Державні будівельні норми України. Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. ДБН В.2.5-23:2010. – Київ, Мінрегіонбуд України 2010 – 169 с.
3. Матеріали реконструкції тягової підстанції. ТОВ «ПДІ «Енергоінжпроект»
4. «Кабели силовые с бумажной пропитанной и пластмассовой изоляцией» - ЗАО «Завод «Южкабель» - каталог продукции, Харьков – 2010 г.
5. «Силовые кабели среднего и высокого напряжения с изоляцией из сшитого полиэтилена» - ЗАО «Завод «Южкабель» - каталог продукции, Харьков – 2010 г.
6. Электрические системы и сети. [Буслова Н. В., Винославский В. Н., Денисенко Г. И., Перхач В. С.]. – Киев: Главное издательство издательского объединения «Вища школа», 1986 – 584 с.
7. Схеми електропостачання споживачів різних категорій надійності взяті з ресурсу: <https://samelectrik.ru/kakie-byvayut-kategorii-nadezhnostielektrosnabzheniya-po-pue.html>

					ДП 7105.141.004 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ім'я користувача:
Чижевський Володимир Валерійович

ID перевірки:
1008228776

Дата перевірки:
08.06.2021 13:42:20 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
08.06.2021 13:42:54 EEST

ID користувача:
100006981

Назва документа: Іськава

Кількість сторінок: 59 Кількість слів: 10291 Кількість символів: 69222 Розмір файлу: 472.53 KB ID файлу: 1008302392

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

5.81% Схожість

Найбільша схожість: 2.58% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1000077738)

4.22% Джерела з Інтернету 107

Сторінка 61

4.9% Джерела з Бібліотеки 308

Сторінка 62

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 264

Підозріле форматування 12 сторінок