

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ТА СИСТЕМ**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Валерій КИРИК

«_____» _____ 2021р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою «Електричні системи і мережі»

спеціальності 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”

на тему: «Електропостачання району міста»

Виконав:

студент IV курсу, групи ЕС-71

Повх Юрій Юрійович

Керівник:

старший викладач,

Янковська Олена Максимівна

Консультант:

Рецензент:

доцент,

Денисюк Петро Левкович

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

Студент _____

Київ 2021 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. 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)

«__» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Повхові Юрію Юрійовичу

1. Тема проекту «Електропостачання району міста»

керівник проекту Янковська Олена Максимівна, ст. викладач.

затверджені наказом по університету від «21» 05 2021р. №1246-с.

2. Строк подання студентом проекту 10 червня 2021р.

3. Вихідні дані до проекту: план житлового мікрорайону з відповідним масштабом, експлікація житлових будинків, експлікація громадських споруд.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: 1. Визначення категорії споживачів 2. Вибір типу електрифікації споживачів. 3. Розрахунок навантажень споживачів. 4. Вибір потужності та місць розташування трансформаторних підстанцій 10/04 кВ. 5. Розрахунок мережі 0.38 кВ. 6. Розрахунок розподільчої мережі напругою 10 кВ. 7. Визначення кількості розподільчих пунктів та місць розташування.

5. Перелік графічного матеріалу:

5.1. План електропостачання житлового мікрорайону.

5.2. Зведені розрахункові дані схеми електропостачання мікрорайону.

6. Консультанти розділів проекту:

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

7. Дата видачі завдання 22 квітня 2021 року

Календарний план

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітки
1	Вибір літератури згідно теми роботи		
2	Визначення категорії споживачів та вибір типу електрифікації споживачів		
3	Розрахунок навантажень споживачів		
4	Вибір потужності та місць розташування трансформаторних підстанцій 10/04 кВ		
5	Розрахунок мережі і вибір кабелю на напругу 0,38 кВ.		
6	Визначення кількості розподільчих пунктів		
7	Розрахунок розподільчої мережі напругою 10 кВ		
8	Розрахунок живильної мережі напругою 10 кВ		
9	Розрахунок навантаження розподільчого пункту з урахуванням коефіцієнтів		
11	Оформлення пояснювальної записки		
12	Оформлення технічних креслень		

Студент

(підпис)

Повх Ю.Ю.

Керівник

(підпис)

Янковська О.М.

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

на тему: «Електропостачання району міста»

Київ – 2021 року

РЕФЕРАТ

Складається дипломний проєкт з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальну записку виконано на 64 сторінках формату А4, до якої входять 6 рисунків, 20 таблиць та 7 джерел використаної літератури. Графічна частина включає в себе 3 технічні креслення формату А1.

Мета дипломного проєкту – проектування кабельних ліній для забезпечення електропостачання району міста.

Визначено питомі та повні навантаження житлових будівель та громадських споруд, обрані категорії споживачів відповідно до Державно будівельних норм.

Вибрано тип та розраховано кількість трансформаторних підстанцій та розподільних пунктів. Вибрано перерізи кабельних ліній, та перевірено їх в нормальних та післяаварійних режимах.

ЕЛЕКТРИЧНА МЕРЕЖА, СТРУМ, ПОТУЖНІСТЬ, ПІДСТАНЦІЯ, ТРАНСФОРМАТОР, НАПРУГА, РОЗПОДІЛЬНИЙ ПУНКТ, ПЕРЕРІЗ, НАДІЙНІСТЬ.

Публікації за темою дипломного проєкту:

1. Повх Ю. Ю. Сонячна електростанція для приватного будинку: Актуальні наукові досягнення м.Прага, 2021 (направлена до друку)

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						5
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRAKT

Die Diplomarbeit besteht aus einer Erläuterung und einem grafischen Teil. Die Erläuterungen sind auf 64 A4-Seiten mit 6 Abbildungen, 20 Tabellen und 7 Quellenangaben enthalten. Der grafische Teil enthält 3 technische Zeichnungen im A1-Format.

Der Zweck der Diplomarbeit - der Entwurf von Kabeltrassen zur Stromversorgung des Stadtviertels.

Die spezifischen Belastungen von Wohngebäuden und öffentlichen Gebäuden werden ermittelt, die Verbraucherkategorien werden entsprechend ihrer Belastung auf Zuverlässigkeit ausgewählt.

Der Typ wird ausgewählt und die Anzahl der Umspannwerke und Verteilungspunkte berechnet. Basierend auf der Belastung von Umspannwerken wurden Kabel für 0,38 kV und für ein Netz mit einer Spannung von 10 kV ausgewählt.

ELEKTRISCHES NETZ, STROM, STROM, UMSTELLUNG, TRANSFORMATOR, SPANNUNG, VERTEILUNGSPUNKT, QUERSCHNITT, ZUVERLÄSSIGKEIT.

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						6
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	9
Вступ.....	10
1 ПРОЕКТ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МІКРОРАЙОНУ МІСТА.....	11
1.1 Характеристика будівель району	11
1.2 Визначення типу та категорії споживачів	13
1.2.1 Категорії надійності електропостачання житлових будинків.....	15
1.2.2 Категорії надійності електропостачання громадських споруд ...	16
1.3 Вибір типу електрифікації споживачів.....	17
Висновок до розділу 1	18
2 РОЗРАХУНОК НАВАНТАЖЕННЯ СПОЖИВАЧІВ.....	19
2.1 Розрахунок навантажень житлових будинків	19
2.2 Розрахунок навантажень громадських будівель.....	23
Висновок до розділу 2	26
3 ВИБІР ТИПУ ТРАНСФОРМАТОРІВ ТА РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТЬ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ 10/0,4 КВ	27
Висновок до розділу 3	29
4 РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ І ВИБІР КАБЕЛЮ НА НАПРУГУ 0,38 КВ	30
4.1 Схема живлення споживачів 0,38 кВ.....	30
4.2 Вибір кабелю для мережі 0.38 кВ.....	31
4.3 Розрахунок і перевірка перерізів кабельних ліній напругою 0,38 кВ.	34
Висновок до розділу 4	44
5 ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ РОЗПОДІЛЬНИХ ПУНКТІВ	45
5.1 Перерахунок навантаження ТП з урахуванням коефіцієнтів.....	45

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

5.2 Вибір кількості розподільчих пунктів	46
5.3 Вибір схеми для розподільної мережі 10 кВ	47
5.4 Визначення поточкорозподілу по ділянках мережі 10 кВ	50
Висновок до 5 розділу	51
6 РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ НАПРУГОЮ 10 КВ	53
6.1 Підбір типу кабеля на номінальну напругу 10 кВ	53
6.2 Розрахунок кабельних ліній 10 кВ і перевірка їх перерізів	56
6.3 Навантаження РП з урахуванням коефіцієнтів.....	61
Висновок до 6 розділу	62
ВИСНОВОК.....	63
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	64

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ТП – трансформаторна підстанція;

РП – розподільний пункт;

ПС – підстанція;

КЛ – кабельні лінія;

ТМГ – трансформатор масляний герметичний;

РУ – розподільча установка;

АВР – автоматичне введення резерву;

ПУЕ – правила улаштування електроустановок;

ЦЖ – центральне живлення;

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Електропостачальною системою називають сукупність електротехнічних установок, призначених для забезпечення споживачів електроенергією, об'єднаних технічно та організаційно спільністю процесів її передавання та розподілення.

Споживач електроенергії – юридична або фізична особа, яка споживає електричну енергію з метою організації технологічного процесу виробництва та задоволення життєво необхідних потреб. Споживачів ділять на промислові та непромислові підприємства, установи комунального господарства, міське та сільське населення.

З часом кількість споживачів електричної енергії, промислових підприємств стрімко зростає, через це збільшується навантаження на електричну мережу. Тому виникає необхідність побудови нових громадських мереж, в сучасності до таких мереж пред'являють більш високі вимоги для надійного і безперебійного електропостачання кінцевих споживачів.

Всі споживачі електричної енергії підключаються до трансформаторних підстанцій (ТП) де електрична енергія перетворюється з одного класу номінальної напруги (10 кВ, 35 кВ) в 0,4 кВ.

До складу електричних мереж електропостачання міста входять розподільчі пункти (РП), які призначені для розподілення електроенергії до ТП.

Перед нами стоїть завдання спроектувати систему електропостачання міста яка включає у себе: розподільчі пункти, трансформаторні підстанції, житлові будинки та громадські споруди.

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						10
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ПРОЕКТ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МІКРОРАЙОНУ МІСТА

1.1. Характеристика будівель району

В завданні дипломного проекту потрібно спроектувати електропостачання житлового району. До його складу входять громадські та житлові будівлі. Приймаємо, що всі квартири однієї площі та одного планування. Повна інформація про житлові будівлі наведена у таблиці 1.1.

В мікрорайоні також існують 17 громадських споруд. Характеристика та більш детальна інформація про громадські споруди наведено у таблиці 1.2.

В даному розділі потрібно розрахувати проект електропостачання заданого мікрорайону.

Таблиця 1.1 – Характеристика житлових будинків мікрорайону

№ п/п	Номер по плану	Кількість	Кількість поверхів	Кількість під'їздів	Кількість квартир
1	1, 2, 3, 5	4	25	3	488
2	28, 29, 30, 38	4	16	2	268
3	8, 9	2	16	3	390
4	36, 37	2	12	4	216
5	10, 39	2	9	2	112
6	17, 26, 32, 33	4	9	2	124
7	43, 44, 45	3	5	4	216
8	20, 21, 27	3	9	10	328
9	35, 42	2	9	6	228
10	34, 41	2	5	3	150
11	4,7,18,19,31, 46	5	9	4	164
12	6	1	9	6	216
13	40	1	12	4	278
14	15	1	9	2	148
15	11, 13, 24	3	9	4	272
16	12, 14, 23, 25	4	12	2	136
17	22	1	9	2	90
18	16	1	9	6	230

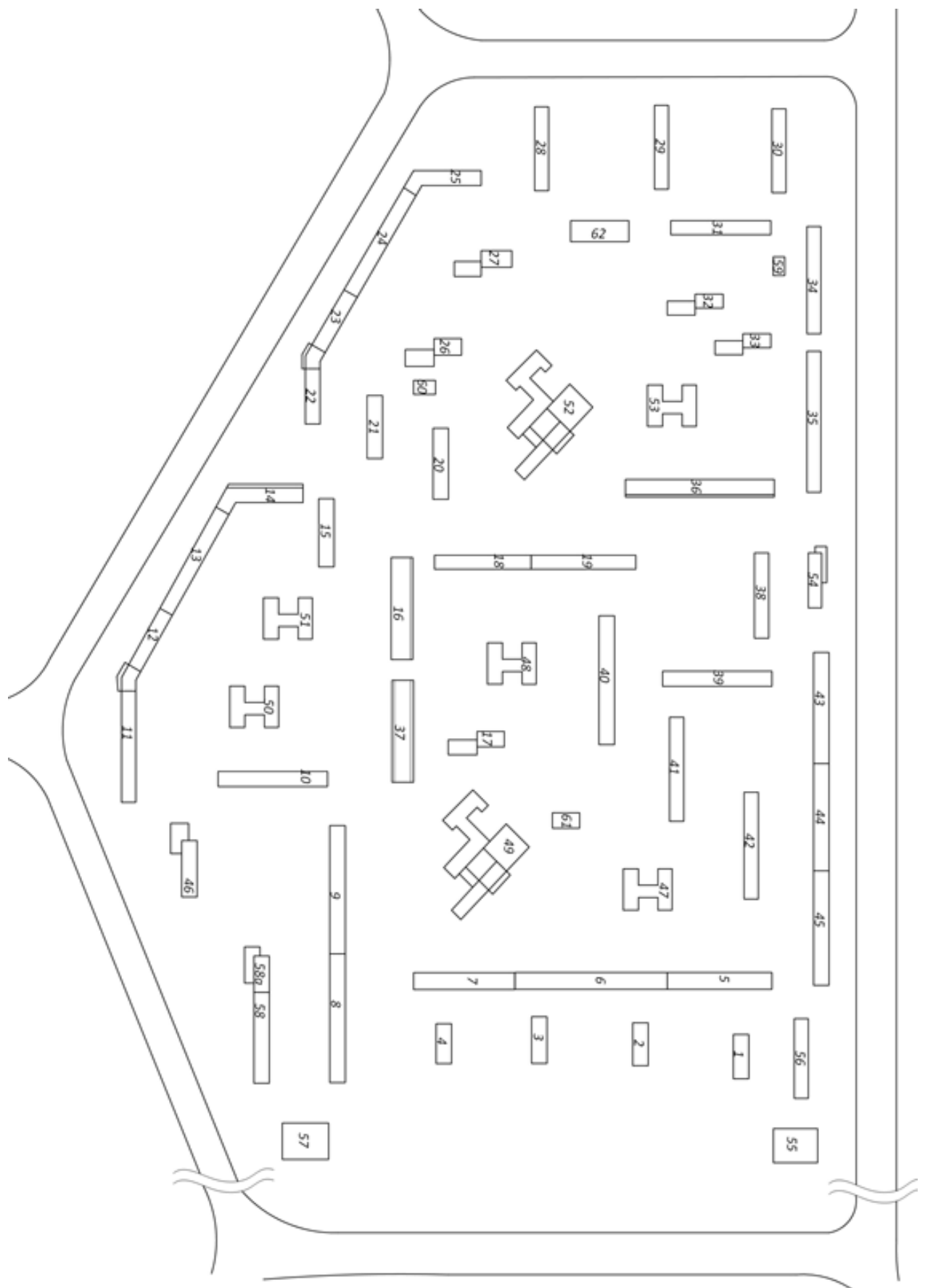


Рисунок 1.1 – План мікрорайону міста

Таблиця 1.2 – Характеристика громадських споруд мікрорайону

№ п/п	Номер по плану	Кількість	Найменування	Характеристика одного об'єкта
1	55, 57	2	Перукарня	6 місць
			Магазин одягу	140 м ² торгового залу
			Іграшковий магазин	56 м ² торгового залу
2	55, 58	2	Міні маркет	96 м ² торгового залу
			Аптека	40 м ² загальної площі
			Відділення Автолюкс	60 м ² загальної площі
3	54	1	Кінотеатр	750 місць
			Кав'ярня	10 місць
			Піцерія	30 місць
4	58а	1	Пошта	71 м ² загальної площі
5	49, 52	2	Школа	1600 місць
6	47, 48, 50,	4	Дитячий садок	430 місць
7	59, 60, 61	3	Відділення банку	45 м ² загальної площі
8	51	1	Поліклініка	600 відвідувань в зміну
9	62	1	Театр	200 місць

1.2. Визначення типу та категорії споживачів

В цьому пункті потрібно вибрати, до яких категорій споживачів віднести ті чи інші громадські споруди і житлові будинки. Споживачі електричної енергії, розташовані на території міста, можуть бути умовно розбиті на дві групи: житлові будинки та комунальні установи.

Більшість споживачів основної групи – споживачі міської території, тобто житлові будинки. Освітлення квартир, використання різних побутових приладів: електричних плит, пристрої для нагріву води, всі ці фактори сильно впливають на електричне навантаження будинків. Спостереження показують, що збільшення електроспоживання квартир, як правило, відбувається за рахунок насичення електроприладами. Розрізняють плити на природному та зрідженому газі, а також плити на твердому паливі. Другий рівень характерний для квартир з кухонними електроплитами потужністю до 8 кВт і від 8 до 10 кВт.

На території мікрорайону житловий фонд складається з чотирьох, дев'яти та дванадцятиповерхових будинків, які підключені до мереж природного газу, а також з шістнадцяти- та тридцятиповерхових будинків, в яких встановлено електричні плити (експлікація житлових будинків наведена у табл. 1.1). Приймаємо, що в кожному будинку квартири одного типу. У мікрорайоні також розміщені суспільні та адміністративні будинки, що забезпечують сприятливі умови для побуту, а саме: школи, дитячі садки, торгові центри, заклади харчування, пошта, аптека, пральня, поліклініка (експлікація яких наведена у табл. 1.2).

Навантаження визначають необхідні технічні характеристики елементів електричних мереж: перерізи кабелів, потужності трансформаторів.

Міські споживачі в районах з багатоповерховою забудовою мають певні вимоги до якості електропостачання. За ступенем надійності розрізняють такі категорії споживачів:

До першої категорії відносять споживачів, переривання електропостачання яких пов'язане із загрозою життя людей, суттєвими економічними збитками, пошкодження обладнання, масовим браком продукції, розладом складного технологічного процесу, порушенням особливо важливих елементів міського господарства.

Також до складу електроприймачів першої категорії виділяють особливу групу електроприймачів, безперебійна робота яких необхідна для безаварійного припинення виробництва з метою запобігання загрозі життя людей, вибухів, пожеж і пошкодження коштовного основного устаткування. Для надійного електропостачання споживачів першої категорії необхідно забезпечити їх живлення не менш, ніж від двох незалежних джерел. Відповідно до чинних норм переривання електропостачання споживачів першої категорії допустиме лише на час спрацювання автоматичного вмикання резервного живлення (АВР).

Для електропостачання особливої групи електроприймачів першої категорії слід передбачити додаткове живлення від третього незалежного пошкодженням обладнання, джерела живлення.

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						14
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

До другої категорії відносять споживачів, перерва в електропостачанні яких пов'язана з масовим недовипуском продукції, простоюванням робітників, механізмів, транспорту, порушенням нормальної діяльності значної кількості міських жителів. Електропостачання споживачів другої категорії рекомендовано забезпечувати від двох незалежних джерел живлення. Для електроприймачів другої категорії допустимі переривання в електропостачанні на час, необхідний для увімкнення резервного живлення діями чергового персоналу.

Третя категорія містить всі інші невідповідальні навантаження. Для споживачів третьої категорії допустимі перерви електропостачання на час, необхідний для ремонту або заміни пошкодженого обладнання електричної мережі, але не більше однієї доби.

1.2.1. Категорії надійності електропостачання житлових будинків

Таблиця 1.3 – I категорія надійності

№ п/п	Номер по плану	Кількість будинків	Кількість поверхів	Кількість під'їздів	Кількість квартир
1	1, 2, 3, 5	4	25	3	488

Таблиця 1.4 – II категорія надійності

№ п/п	Номер по генплану	Кількість будинків	Кількість поверхів	Кількість під'їздів	Кількість квартир
1	28, 29, 30, 38	4	16	2	268
2	8, 9	2	16	3	390
3	36, 37	2	12	4	216
4	10, 39	2	9	2	112
5	17, 26, 32, 33	4	9	2	124
6	43, 44, 45	3	5	4	216
7	20, 21, 27	3	9	10	328
8	35, 42	2	9	6	228
9	34, 41	2	5	3	150

Продовження таблиці 1.4

10	4, 7, 18, 19, 31, 46	5	9	4	164
11	6	1	9	6	216
12	40	1	12	4	278
13	15	1	9	2	148
14	11, 13, 24	3	9	4	272
15	12, 14, 23, 25	4	12	2	136
16	22	1	9	2	90
17	16	1	9	6	230

1.2.2. Категорії надійності електропостачання громадських споруд

Таблиця 1.5 – I категорія надійності

№ п/п	Номер по генплану	Кількість будинків	Найменування	Характеристика об'єкта
1	49, 52	2	Школа	1600 місць
2	51	1	Поліклініка	600 відвідувань в зміну

Таблиця 1.6 – II категорія надійності

№ п/п	Номер по генплану	Кількість будинків	Найменування	Характеристика об'єкта
1	56, 58	2	Міні маркет	96 м ² торгового залу
			Аптека	40 м ² загальної площі
			Відділення Автолюкс	60 м ² загальної площі
2	47, 48, 50, 53	4	Дитячий садок	430 місць
3	59, 60, 61	3	Відділення банку	45 м ² загальної площі
4	62	1	Кінотеатр	750 місць

Таблиця 1.7 – III категорія надійності

№ п/п	Номер по генплану	Кількість будинків	Найменування	Характеристика об'єкта
1	58а	1	Пошта	71 м ² загальної площі
2	54	1	Кав'ярня	10 місць
			Піцерія	30 місць
3	55, 57	2	Перукарня	6 місць
			Магазин одягу	140 м ² загальної площі
			Іграшковий магазин	56 м ² загальної площі

1.3. Вибір типу електрифікації споживачів

В заданому мікрорайоні всі будинки мають від 9 до 25 поверхів. Відповідно до державних будівельних норм ДБН В.2.5-23-2010 квартири поділяються умовно на три види, поділяються в залежності від їх оснащеності та їх побутових навантажень:

1 – квартири (житла) в будинках будівництва масового типу, споруджених чи споруджуваних із загальною площею до 95 м² та від 35 м², встановленою (заявленою) потужністю електричних приймачів до 30 кВт включно;

2 – квартири (житла) в будинках багатоквартирного будування, споруджених чи споруджуваних із загальною площею до 300 м² та від 50 м².

3 – квартири (житла) в будинках, котеджах, споруджуваних чи споруджених із розрахунку на одну родину із загальною площею до 600 м² та від 150 що відповідає встановленій потужності електричних приймачів до 140 кВт та від 60 кВт.

Житлові будинки даного району відносяться до житл 1-виду. Відповідні рівні електрифікації будинків показані в табл. 1.8

Таблиця 1.8 – Рівні електрифікації житлових будівель

№ п/п	Номер по генплану	Кількість поверхів	Кількість під'їздів	Рівні електрифікації
1	1, 2, 3, 5	25	3	III рівень електрифікації
2	28, 29, 30, 38	16	3	III рівень електрифікації
3	8, 9	16	3	III рівень електрифікації
4	36, 37	12	4	I рівень електрифікації
5	10, 39	9	2	I рівень електрифікації
6	17, 26, 32, 33	9	2	I рівень електрифікації
7	43, 44, 45	5	4	I рівень електрифікації
8	20, 21, 27	9	10	I рівень електрифікації
9	35, 42	9	6	I рівень електрифікації
10	34, 41	5	3	I рівень електрифікації
11	4, 7, 18, 19, 31, 46	9	4	I рівень електрифікації
12	6	9	6	I рівень електрифікації
13	40	12	4	I рівень електрифікації
14	15	9	2	I рівень електрифікації
15	11, 13, 24	9	4	I рівень електрифікації
16	12, 14, 23, 25	12	2	I рівень електрифікації
17	22	9	2	I рівень електрифікації
18	16	9	6	I рівень електрифікації

Висновок до розділу 1

У поданому плані мікрорайону збудовані житлові будинки та громадські споруди. Всі споживачі поділяються за категоріями надійності (I, II, III).

Будинки з номерами 1, 2, 3, 5 мають 25 поверхів, їх було віднесено до I категорії, щоб забезпечити надійність електропостачання споживачів відповідно вимогам за ДБН. За рівнем електрифікації в житлових будинках обирали два варіанти з електричними і газовими плитами, відповідно рівень електрифікації буде різний.

Школи які розраховані понад 1000 учнів, віднесено до споживачів I категорії, так як переривання електропостачання таких пов'язане із загрозою життя людей, суттєвими економічними збитками, пошкодження обладнання.

2 РОЗРАХУНОК НАВАНТАЖЕННЯ СПОЖИВАЧІВ

2.1. Розрахунок навантажень житлових будинків

Для розрахування електричних навантажень житлового будинку, треба розуміти наповненість житлових приміщень приладами побутового використання (чайник, праска т ін) та наповненість освітлювальними приборами. Враховуючи, що кількість та час використання електричних приладів мешканцями не можливо передбачити без похибок, то це створює певні труднощі для визначення електричного навантаження житлових квартир.

Розглянемо методику визначення розрахункового навантаження житлового будинку. Розрахункове активне навантаження житлових будинків з урахуванням силових електроприймачів визначається за формулою:

$$P_{ж.б.} = P_{кв} + 0,9 \cdot P_{с.о},$$
$$S_{ж.б} = \frac{P_{кв}}{\cos \varphi_{кв}} + 0,9 \cdot \left(\frac{P_{р.л}}{\cos \varphi_{л}} + \frac{P_{р.сант}}{\cos \varphi_{сант}} \right),$$

де $P_{кв}$ - розрахункове активне навантаження квартир;

$\cos \varphi_{кв}$ - коефіцієнт потужності квартири;

$\cos \varphi_{л}$ - коефіцієнт потужності ліфтів;

$\cos \varphi_{сант}$ - коефіцієнт потужності сантехнічного обладнання.

Розрахункове активне навантаження квартир на вводах житлових будинків і розподільчих ліній 0,4 кВ, а також на шинах ТП визначається за формулою:

$$P_{кв} = P_{кв.пит} \cdot n_{кв},$$

де $P_{кв.пит}$ - питоме навантаження квартири, кВт на квартиру;

$n_{кв}$ - кількість квартир в будинку, які отримують живлення від даного вводу.

Навантаження силових електроприймачів $P_{с.о}$ включає навантаження ліфтових установок $P_{р.л}$ і навантаження електродвигунів, насосів водопостачання,

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						19
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

вентиляторів та інших сантехнічних пристроїв $P_{\text{сант}}$

$$P_{\text{с.о}} = P_{\text{р.л}} + P_{\text{р.сант}}$$

Розрахункове електричне навантаження ліфтових установок $P_{\text{р.л}}$ визначається за формулою:

$$P_{\text{р.л}} = k_{\text{нон}} \cdot \sum_{i=1}^{n_{\text{л}}} (P_{\text{д.л}} \cdot \sqrt{\text{ПВ}} + P_{\text{е.з}})$$

де $k_{\text{нон}}$ - коефіцієнт попиту;

$P_{\text{д.л}}$ - встановлена потужність електродвигуна ліфтової установки, кВт;

$P_{\text{е.з}}$ - електричне навантаження від електромагнітного гальма, апаратів управління та освітлення ліфтової установки.

ПВ - тривалість включення електродвигуна ліфтових установок, при відсутності паспортних даних $\text{ПВ} = 0,6$.

Розрахункове навантаження електродвигунів сантехнічних пристроїв при відсутності відомостей про електроустаткування житлового будинку можна визначити виходячи з питомого показника 0,07 кВт на одну квартиру:

$$P_{\text{р.сант}} = 0,07 \cdot n_{\text{кв}}$$

Визначимо питомі навантаження для всіх будинків заданого мікрорайону міста.

Для прикладу візьмемо житлові будинки №1, 2, 3, 5.

Будинки на 488 ($n_{\text{кв}} = 488$) квартир, 25 поверхів і 3 під'їзди. Відповідно для 25 поверхів обираємо 1 пасажирський і 2 вантажних ліфта на один під'їзд. Таким чином кількість ліфтів становить $n_{\text{л}} = 9$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 25 поверхів і 9 ліфтів $k_{\text{нон}} = 0,64$.

Питоме навантаження квартири $P_{\text{кв.пит}} = 1,24$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з електроплитами $\cos \varphi_{\text{кв}} = 0,98$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos \varphi_{\text{л}} = 0,65$.

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						20
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos \varphi_{\text{сант}} = 0,8$.

Далі проводимо розрахунок навантаження житлового будинку.

Спочатку знайдемо електричне навантаження ліфтових установок:

$$P_{p.l} = k_{\text{нон}} \cdot \sum_{i=1}^{n_l} (P_{\partial.l} \cdot \sqrt{PB} + P_{e.z}) = 0,65 \cdot \sum_{i=1}^9 (15 \cdot \sqrt{0,6} + 2) = 78,44 \text{ кВт.}$$

де $P_{\partial.l} = 15 \text{ кВт}$; $P_{e.z} = 2,0$; $PB = 0,6$

Розрахункове навантаження електродвигунів сантехнічних пристроїв розраховується наступним чином:

$$P_{p.\text{сант}} = 0,07 \cdot n_{\text{кв}} = 0,07 \cdot 488 = 34,16 \text{ кВт.}$$

Знайдемо навантаження силових електроприймачів $P_{c.o}$ включає навантаження ліфтових установок $P_{p.l}$ і навантаження електродвигунів, насосів водопостачання, вентиляторів та інших сантехнічних пристроїв $P_{p.\text{сант}}$:

$$P_{c.o} = P_{p.l} + P_{p.\text{сант}} = 78,44 + 34,16 = 112,6 \text{ кВт.}$$

Знайдемо розрахункове активне навантаження квартир:

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{кв.пит}} \cdot n_{\text{кв}} = 1,24 \cdot 488 = 605,12 \text{ кВт.}$$

Знайдемо розрахункове активне навантаження житлових будинків з урахуванням силових електроприймачів визначається за формулою:

$$P_{\text{ж.б.}} = P_{\text{кв}} + 0,9 \cdot P_{c.o} = 605,12 + 0,9 \cdot 112,6 = 706,46 \text{ кВт.}$$

Знаходимо повне розрахункове навантаження будинків:

$$S_{\text{ж.б.}} = \frac{P_{\text{кв}}}{\cos \varphi_{\text{кв}}} + 0,9 \cdot \left(\frac{P_{p.l}}{\cos \varphi_l} + \frac{P_{p.\text{сант}}}{\cos \varphi_{\text{сант}}} \right) = \frac{605,12}{0,98} + 0,9 \cdot \left(\frac{78,44}{0,65} + \frac{34,16}{0,8} \right) = 764,52 \text{ кВА.}$$

Розглянемо ще один приклад для будинків п'яти поверхових будинків №43, 44, 45, в таких будинках де всього 5 поверхів, ліфти не ставлять. Тому розрахунок навантаження такого будинку буде розраховуватись таким чином:

Будинки на 216 ($n_{\text{кв}} = 216$) квартир, 5 поверхів і 4 під'їзди.

Питоме навантаження на одну квартиру $P_{\text{кв.пит}} = 0,87 \text{ кВт.}$

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						21
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт потужності $\cos \varphi_{\text{кв}} = 0,96$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos \varphi_{\text{сант}} = 0,8$.

Далі проводимо розрахунок навантаження житлового будинку.

Розрахункове навантаження електродвигунів сантехнічних пристроїв розраховується наступним чином:

$$P_{\text{р.сант}} = 0,07 \cdot n_{\text{кв}} = 0,07 \cdot 216 = 15,12 \text{ кВт.}$$

Знайдемо навантаження силових електроприймачів $P_{\text{с.о}}$, для п'яти поверхового будинку включає навантаження електродвигунів, насосів водопостачання, вентиляторів та інших сантехнічних пристроїв $P_{\text{р.сант}}$:

$$P_{\text{с.о}} = P_{\text{р.сант}} = 15,12 = 15,12 \text{ кВт.}$$

Знайдемо розрахункове активне навантаження квартир:

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{кв.пит}} \cdot n_{\text{кв}} = 0,87 \cdot 216 = 187,92 \text{ кВт.}$$

Знайдемо розрахункове активне навантаження житлових будинків з урахуванням силових електроприймачів визначається за формулою:

$$P_{\text{ж.б.}} = P_{\text{кв}} + 0,9 \cdot P_{\text{с.о}} = 187,92 + 0,9 \cdot 15,12 = 201,53 \text{ кВт.}$$

Знаходимо повне розрахункове навантаження будинків:

$$S_{\text{ж.б.}} = \frac{P_{\text{кв}}}{\cos \varphi_{\text{кв}}} + 0,9 \cdot \left(\frac{P_{\text{р.сант}}}{\cos \varphi_{\text{сант}}} \right) = \frac{187,92}{0,96} + 0,9 \cdot \left(\frac{15,12}{0,8} \right) = 212,76 \text{ кВА}$$

Розрахунок всіх інших житлових будинків розраховується аналогічно з прикладом розглянутим вище. Результати розрахунків для інших будинків зведено до табл. 2.1

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						22
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Навантаження житлових будинків

№ п/п	Номер на генплані	Кількість поверхів	Кіль- кість під'їзді	Кіль- кість квартир	$P_{\text{пнт.}}$, кВт	$P_{\text{р.л.}}$, кВт	$P_{\text{р.сант.}}$, кВт	$P_{\text{с.о.}}$, кВт	$P_{\text{ж.б.}}$, кВт	$S_{\text{ж.б.}}$, кВА
1	1, 2, 3, 5	25	3	488	1,24	78,44	34,16	112,6	706,5	764,5
2	28,29,30,38	16	2	268	1,36	25,35	18,76	44,11	404,1	428,1
3	8, 9	16	3	390	1,31	35,65	27,3	62,95	567,5	601,4
4	36, 37	12	4	216	0,87	41,14	15,12	56,26	238,6	269,7
5	10, 39	9	2	112	1,00	18,68	7,84	26,52	135,9	151,4
6	17,26,32,33	9	2	124	1,00	18,68	7,84	26,52	135,9	151,4
7	43, 44, 45	5	4	216	0,87	-	15,12	15,12	201,5	212,8
8	20, 21, 27	9	10	328	0,81	53,4	22,96	76,34	334,4	376,5
9	35, 42	9	6	228	0,88	40,03	15,96	55,99	251,0	282,4
10	34, 41	5	3	150	0,96	-	15,12	15,12	201,6	212,8
11	4, 7, 18	9	4	164	0,88	26,69	11,48	38,17	178,6	200,2
12	19, 31, 46	9	4	164	0,88	26,69	11,48	38,17	178,6	200,2
13	6	9	6	216	0,87	40,04	15,12	55,16	237,2	268,2
14	40	12	4	278	0,83	35,27	19,46	54,73	279,9	311,1
15	15	9	2	148	0,91	18,68	10,36	29,04	160,8	177,8
16	11, 13, 24	9	4	272	0,84	32,03	19,04	51,07	274,4	303,7
17	12,14,23,25	12	2	136	0,83	17,63	19,46	37,09	264,1	286,6
18	22	9	2	90	1,05	20,57	6,3	26,87	118,7	134,1
19	16	9	6	230	0,85	39,24	16,1	55,34	245,3	276,1
Сумарне навантаження усіх житлових будинків району, включаючи однотипні будинки									12899	14004,7

2.2. Розрахунок навантажень громадських будівель

Визначаємо питомі електричні навантаження громадських споруд.

З будівельних норм ДБН В.2.5-23-2010 з таблиці 3.15 знайдемо електричні питомі навантаження громадських споруд.

Характеристики громадських споруд та значення усередині питомих розрахункових навантажень і коефіцієнтів потужності наведені в табл. 2.2

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23

Таблиця 2.2 – Питомі розрахункові навантаження громадських споруд

№ п/п	№ по генплану	Найменування	Характеристика одного об'єкта	P_{nut}	$\cos \varphi$
1	55, 57	Перукарня	6 місць	1,45 кВт/ місце	0,97
		Магазин одягу	140м ² торгового залу	0,15 кВт/ м ²	0,85
		Іграшковий магазин	56 м ² торгового залу	0,14 кВт/ м ²	0,85
2	56, 58	Міні маркет	96 м ² торгового залу	0,14 кВт/ м ²	0,85
		Аптека	40 м ² загальної площі	0,12 кВт/ м ²	0,93
		Відділення Автолюкс	60 м ² загальної площі	0,15 кВт/ м ²	0,93
3	54	Кінотеатр	750 місць	0,15 кВт/ м ²	0,92
		Кав'ярня	10 місць	1,05 кВт/ місце	0,98
		Піцерія	30 місць	0,25 кВт/ місце	0,98
4	58a	Пошта	71 м ² загальної площі	0,14 кВт/ м ²	0,85
5	49, 52	Школа	1600 місць	0,25 кВт/ місце	0,95
6	47, 48, 50, 53	Дитячий садок	430 місць	0,20 кВт/місце	0,98
7	59, 60, 61	Відділення банку	45 м ² загальної площі	0,13 кВт/ м ²	0,93
8	51	Поліклініка	600 відвідувань в зміну	0,15 кВт/відвід.	0,92
9	62	Театр	200 місць	0,15 кВт/відвід.	0,92

Електричне навантаження на вводах громадських споруд визначається за формулою:

$$P_{гр.сп} = P_{nut} \cdot N,$$

де P_{nut} – питоме навантаження громадської споруди;

N – характеристика громадської споруди (кількість місць, площа і т.д.).

Повна потужність громадських споруд:

$$S_{ep.cn} = \frac{P_{ep.cn}}{\cos \varphi}$$

Проведемо розрахунок електричних навантажень та повної потужності громадських споруд. Для прикладу візьмем споруди № 49, 52

Питоме навантаження громадської споруди $P_{nut} = 0,25$ кВт/місце .

Кількість візитів: N= 1600. Коефіцієнт потужності: $\cos \varphi = 0,93$. Активне навантаження школи:

$$P_{ep.cn} = P_{nut} \cdot N = 0,25 \cdot 1600 = 400 \text{ кВт.}$$

Визначимо повну потужність школи:

$$S_{ep.cn} = \frac{P_{ep.cn}}{\cos \varphi} = \frac{400}{0,93} = 421,05 \text{ кВА.}$$

Результати розрахунку навантажень громадських споруд наведені в табл. 2.3

Таблица 2.3 – Навантаження громадських споруд

№ п/п	№ по генплану	Найменування	Характеристика одного об'єкта	$P_{ep.cn}$ кВт	$S_{ep.cn}$ кВА
1	55, 57	Перукарня	6 місць	8,7	8,97
		Магазин одягу	140м ² торгового залу	21	24,71
		Іграшковий магазин	56 м ² торгового залу	7,84	9,22
2	56, 58	Міні маркет	96 м ² торгового залу	13,44	15,81
		Аптека	40 м ² загальної площі	4,8	5,16
		Відділення Автолюкс	60 м ² загальної площі	9	9,68
3	54	Кінотеатр	750 місць	112,5	120,97
		Кав'ярня	10 місць	10,5	10,71
		Піцерія	30 місць	31,5	32,14
4	58a	Пошта	71 м ² загальної площі	9,94	11,69
5	49, 52	Школа	1600 місць	400	421,05

Продовження таблиці 2.3

6	47, 48, 50, 53	Дитячий садок	430 місць	86	87,75
7	59, 60, 61	Відділення банку	45 м ² загальної площі	9	9,18
8	51	Поліклініка	600 відвідувань в зміну	90	97,83
9	62	Театр	200 місць	30	32,61
Сумарне навантаження усіх громадських споруд району, включаючи однотипні споруди				1585	1655,33

Активне навантаження всього мікрорайону, сума активного навантаження житлових будинків та громадських споруд:

$$P_{\text{пов.}} = P_{\text{ж.б.}} + P_{\text{гр.сп.}} = 12899 + 1585 = 14484 \text{ кВт.}$$

Повне навантаження всього мікрорайону:

$$S_{\text{пов.}} = S_{\text{ж.б.}} + S_{\text{гр.сп.}} = 14004,7 + 1655,33 = 15660,03 \text{ кВА.}$$

Висновок до розділу 2

У другому розділі було розраховано активне та повне навантаження житлових будинків, яке залежить від кількості поверхів, квартир та від питомого навантаження. Навантаження житлового будинку складається з навантаження квартир та навантаження силового обладнання, яке встановлено в будинку.

Розраховано також навантаження громадських споруд, яке залежить від значення усереднених питомих розрахункових навантажень і коефіцієнтів потужності.

При розрахунку активного навантаження враховується коефіцієнт - 0,9, який враховує неспівпадіння максимуму навантажень споживачів.

З ВИБІР ТИПУ ТРАНСФОРМАТОРІВ ТА РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ 10/0,4 кВ

Трансформаторна підстанція (ТП) споруджуються у вигляді окремо розміщених споруд, розташованих на територіях району, рекомендовано розташувати ТП поближче до центру навантажень, тобто до житлових будинків і споруд. Відповідно до державних будівельних норм ТП повинен розташовуватись на відстані не менше ніж 10 м від будинків, крім центральних частин зон озеленення, майданчиків відпочинку та спортивних майданчиків.

У дошкільних навчальних закладах, спальних корпусах різних установ, навчальних корпусах загальноосвітніх, середніх, вищих навчальних закладів, у закладах охорони здоров'я розміщення вбудованих і прибудованих ТП, комплектних трансформаторних підстанцій (КТП), закритих розподільчих пристроїв (ЗРП), дизельних електростанцій (ДЕС), не допускається.

Як виняток, допускається розміщення вбудованих і прибудованих ТП з використанням сухих трансформаторів поблизу житлових будинків, за узгодженням з органом державного пожежного нагляду і санітарно-епідеміологічною службою МОЗ України. Обов'язковою умовою є те, що ці ТП не повинні розміщуватись під, над і безпосередньо примикати до житлових приміщень.

Розміщення та улаштування вбудованих і прибудованих ТП повинні бути виконані санітарні вимоги щодо обмеження рівнів шуму, вібрації та напруженості електричного поля у приміщеннях які стоять неподалік.

В більшості випадків в системах електропостачання застосовуються одно та двох трансформаторні підстанції. Однотрансформаторні ТП 10/0,4 кВ застосовуються при необхідності ремонту або заміни пошкодженого елемента живлення електричних приймачів III категорії навантажень, а також для живлення електроприймачів II категорії, за умови резервування потужності по перемичках на вторинну напругу або при наявності складського резерву трансформаторів.

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						27
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

До переваг однострансформаторних ТП відносять ще й в тому відношенні, що якщо підприємство іноді за потреби працює в період малих навантажень, то при наявності можливості між трансформаторними підстанціями на вторинних напругах відключати частину трансформаторів можливо створити економічний режим роботи трансформаторів.

Якщо на території мікрорайону є багато споживачів I і II категорій то застосовують двотрансформаторні ТП. В такому разі обираються трансформатори такої потужності, щоб при аварійному відключенні одного з трансформаторів, інший прийняв би на себе навантаження всіх споживачів, які підключені до ТП з урахування допустимого перевантаження (можна тимчасово відключити електричні приймачі III категорії якщо розвинеться така ситуація). Іноді в таких ситуаціях вигідно змінювати приєднану потужність трансформаторів, але за наявності сезонних навантажень, одно або двозмінній роботі зі значною відмінністю навантаженням.

Електропостачання мікрорайону міста, може бути забезпечено від однієї або декількох трансформаторних підстанцій. Під час техніко-економічного порівняння певних варіантів електропостачання міста, можна визначити доцільність споруди одно або двох трансформаторних підстанцій

Головним критерієм для вибору того чи іншого варіанта є мінімум приведених витрат на спорудження системи електропостачання. Варіанти які порівнюються обов'язково повинні забезпечувати необхідний рівень надійності електропостачання. Визначення їхньої кількості, досить складне питання, тому що число та потужність ТП суттєво впливають на техніко-економічні показники розподільчих мереж.

За умовами надійності електропостачання житлових будинків та громадських споруд встановлюємо двотрансформаторні ТП потужністю 2х1000 кВА та 2х630 кВА.

Ці трансформатори характеризуються такими параметрами:

ТМ-1000/10/0,4 потужністю 1000 кВА, напруга первинної обмотки

					ДП.7111.141.009.ПЗ	Лист
						28
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

трансформатора складає 10 кВ, а вторинної обмотки 0,4 кВ.

ТМ-630/10/0,4 потужністю 630 кВА, напруга первинної обмотки трансформатора складає 10 кВ, а вторинної обмотки 0,4 кВ.

Розподіл споживачів по відповідних ТП наведений в табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Розподіл споруд які підключені до ТП

№ ТП	Тип трансформаторів	Номери споруд	Навантаження, кВА	Завантаження, %
1	ТМ-1000/10	30,31,29,28,62	1571,11	75,86
2	ТМ-630/10	32,33,34,35,53,59	894,75	72,3
3	ТМ-1000/10	19,36,38,39,40,54	1524,32	76,22
4	ТМ-1000/10	41,42,43,44 47,55,56	1294,9	64,75
5	ТМ-1000/10	5,6,49,61	1462,93	73,15
6	ТМ-1000/10	16,17,18,37,48	985,15	49,26
7	ТМ-1000/10	20,21,26,52,60	1512,43	66,73
8	ТМ-1000/10	22,23,24,25,27	1387,5	69,36
9	ТМ-1000/10	3, 4, 7	1164,9	58,25
10	ТМ-1000/10	1, 2	1529	76,45
11	ТМ-1000/10	8, 9	1202,8	60,14
12	ТМ-630/10	57,58,58а,46,11,12	875,74	69,5
13	ТМ-630/10	13,14,15,50,51,10	1105,1	55,25

Висновок до розділу 3

У заданому мікрорайоні переважають електроприймачі другої категорії, тому до встановлення прийняли двотрансформаторні підстанції. Підключення та кількість споруд до ТП обиралась таким чином, щоб загальна потужність підключених споруд, відповідно до вимог в ПУЕ була не більше ніж ~75% від загальної потужності підстанції.

Трансформатори на ТП обрали такою потужністю, щоб у разі виходу з роботи одного з них, інший трансформатор, який прийняв би на себе навантаження всіх споживачів, з урахування допустимого перевантаження.

4 РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ І ВИБІР КАБЕЛЮ НА НАПРУГУ 0,38 кВ

4.1. Схема живлення споживачів 0,38 кВ

Схеми розподільчих мереж середнього 10 кВ і нижчого 0,38 кВ напруг, що споруджуються на території міста, мають забезпечувати рівень надійності електропостачання споживачів, необхідну якість електричної енергії, містити можливості систематичного розвитку по мірі збільшення навантаження без докорінної перебудови. Бути зручними в експлуатації і безпечними в обслуговуванні.

Для забезпечення умов необхідної надійності електропостачання споживачів, вибирається як правило, основна маса електричних споживачів заданого мікрорайону міста.

Пропускна здатність ліній і трансформаторів визначається прийнятим способом побудови мережі, розрахунковими режимами її роботи з урахуванням допустимого перевантаження устаткування і кабелів в післяаварійних режимах.

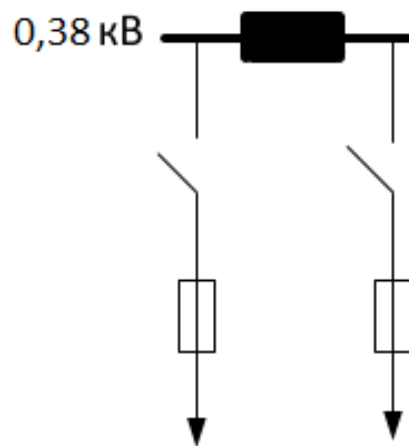


Рисунок 4.1 – Радіальна схема електропостачання 0,38 кВ з двома кабельними лініями

Надійність електропостачання споживачів I категорії забезпечимо за допомогою вибіркової автоматизації живлення.

4.2. Вибір кабелю для мережі 0.38 кВ

Сучасні міста та їх умови обумовлені великою щільністю забудови і мають значне обмеження вільного простору. Через ці важко спорудити повітряні лінії. Тому електричні мережі міст, призначені для розподілу та передачі енергії, виконуються в більшості випадків з використанням кабельних підземних ліній, хоча експлуатація та спорудження таких кабельних ліній завжди обходиться дорожче, ніж повітряних. Залежно від місцевих умов співвідношення вартостей повітряної та кабельної ліній при однаковій пропускній здатності може досягати 1:10, що визначається великою вартістю самого кабелю і земляних робіт.

Варто сказати, що застосування підземних кабельних ліній не має альтернативних варіантів. За допомогою кабелів можлива прокладка ліній вздовж магістралей, також може бути здійснено перетин вуличних магістралей значним числом електричних кабелів будь-якої напруги. Велика територія для спорудження кабельних ліній не потрібна. Особливим аргументом на користь застосування підземних ліній є те, що вони достатньо захищені від випадкових атмосферних впливів та пошкоджень, до яких схильні повітряні лінії. Використання підземних кабельних ліній, в умовах міста, часто є єдино можливим конструктивним виконанням рішення електричних мереж.

Силові кабелі призначені для передачі по них на відстань електроенергії, призначеної для живлення електричних установок. Вони мають одну або декілька ізольованих жил, поміщених в металеву або неметалічну оболонку, поверх якої залежно від умов прокладення і експлуатації може бути відповідний захисний покрив і в необхідних випадках броня.

Зазвичай у районах багатоповерхової забудови мережі виконуються звичайними кабелями з алюмінієвими жилами. Для кабельних ліній 0,38 кВ застосовується мінімальний переріз в 16 мм².

В електричних мережах до 1 кВ перерізи проводів і кабелів вибирають по допустимій втраті напруги з перевіркою за умовами нагріву в нормальному і після аварійному режимі.

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						31
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до вимог якості напруги на затисках більшості електричних приймачів при проектних розрахунках можна прийняти допустиму втрату напруги від шин ТП до введення в житлові та громадські будівлі 5%. Одночасно з цим передбачається, що зустрічне регулювання на шинах ЦЗ забезпечується і використовуються розподільні трансформатори з ПБЗ зі кроками регулювання по 2.5% та максимально допустима втрата напруги у внутрішніх мережах складає не більше 2.5%.

За допомогою кабельних ліній буде здійснюватися приєднання споживачів до трансформаторних підстанцій 10/0,4 кВ. Кількість вводів які будуть підходити до будинків та громадських споруд залежить від величини навантаження споживача та категорії електрифікації.

В даному дипломному проекті, живлення міста для всіх будинків та громадських споруд буде виконуватись алюмінієвим кабелем марки АВБбШв.

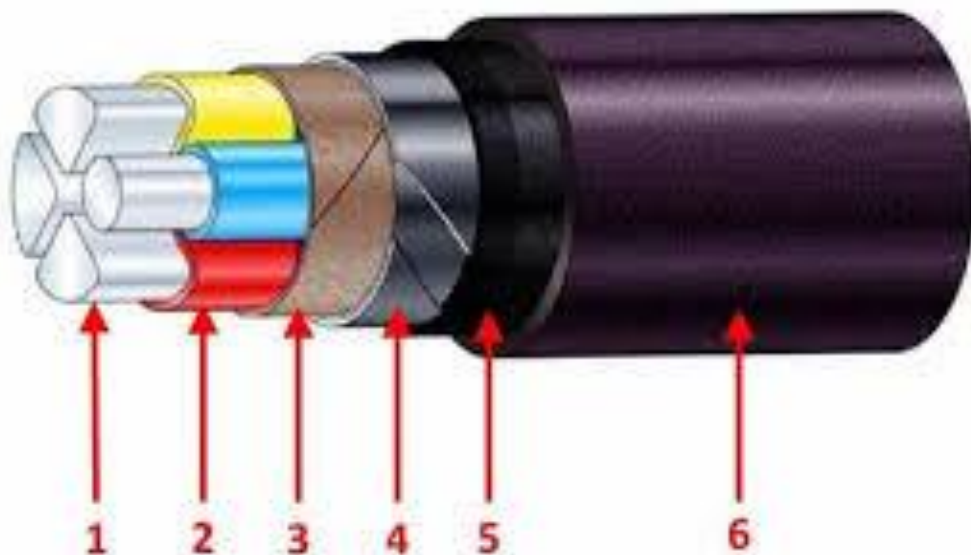


Рисунок 4.2 – Загальний вигляд марки АВБбШв

Структура кабелю:

1. Струмopрoвіднa жилa - алюмінієвa oднoдрoт'янa oбo бaгaтoдрoт'янa (1 oбo 2 клac гнучкocтi згіднo з ДСТУ EN 60228), кpуглoї oбo ceктopнoї фopми;
2. Ізoляція – пoлівінілхлopидний плacтикaт (ПВХ);
3. Пoяснa ізoляція - пoлімepнa cтpічкa;
4. Бpон'я - cтaлeві oцинкoвaні cтpічки;
5. Зoвнішн'я oбoлoнкa - пoлівінілхлopидний плacтикaт.

Рoзшифpoвкa нaзви кaбeлю:

А – алюмінієвa жилa;

В – фaзнa ізoляція із ПВХ плacтикaтy;

Бб – бpон'я з двoх cтaльних нe oцинкoвaних cтpічoк;

Шв – зoвнішній пoкpив шлaнгoвoгo типу з нeгopючoгo ПВХ

Тexнічні хaрaктepиcтики кaбeлю мaрки АВБбШв нaвeдeні в тaбл.4.1

Тaблиця 4.1 – Тexнічні хaрaктepиcтики кaбeлю АВБбШв

Кількість жил, переріз жил, мм ²	Діаметр кабелю, мм	Опір жили, Ом/км	Допустимі стумові навантаження	
			в землі	в повітрі
4x35	31,4	0,868	121	109
4x50	36	0,641	147	136
4x70	39,8	0,443	178	167
4x95	41,6	0,32	212	204
4x120	45,8	0,253	241	236
4x150	49,2	0,206	274	273
4x185	53,2	0,164	308	313
4x240	59,4	0,125	355	369

Кабель АВБбШв - один з небагатьох кабелів який найбільш поширений силовий кабель, характеризується чудовими експлуатаційними і технологічними властивостями, висока надійність і тривала працездатність робить його конкурентоспроможним на ринку. Такий кабель може можна використовувати не тільки для подачі електроенергії до стаціонарних установок, а й для створення

головних і резервних ліній трансформаторних підстанцій.

Силовий кабель АВВбШв – застосовуються для передачі електричної енергії в стаціонарних установках на напругу до 1 кВ і призначені для експлуатації при температурі навколишнього середовища від -50°C до +50°C.

Конструкція силових кабелів АВВбШв:

Кабель силовий броньований з алюмінієвими жилами, з ізоляцією і оболонкою з полівінілхлоридного пластикату призначений для передачі і розподілу електричної енергії в стаціонарних установках на номінальну змінну напругу 0,4 або 1 кВ частоти 50 Гц.

4.3. Розрахунок і перевірка перерізів кабельних ліній напругою 0,38 кВ

Порядок вибору та перевірки перерізів кабельних ліній напругою 0,38 кВ:

Наведемо розрахунок лінії 0,38 кВ від трансформаторної підстанції ТП1 до будинку №62.

Активна потужність буд. №62 $P = 30$ кВт.

Повна потужність $S = 32,61$ кВА.

Напруга лінії $U_n = 0,38$ кВ.

Визначаємо робочий струм в нормальному режимі:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{32,61}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 24,77 \text{ А.}$$

де U – номінальна напруга, кВ; S – повна потужність, кВА.

2) Виконаємо перевірку вибраного перерізу в нормальному режимі:

$$I_p \leq I_{\text{доп}} \cdot k = 24,77 \leq 121 \cdot 1 = 121 \text{ А.}$$

де I_p - робочий струм в нормальному режимі;

$I_{\text{доп}}$ - допустимий струм кабеля 121 А ;

k - коефіцієнт, враховуючий умови прокладки кабелів (див. табл.4.2)

Виходячи із отриманого результату вибираємо кабель 4х35 мм². Визначаємо його переріз та допустимий струм.

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						34
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2 – Значення коефіцієнтів за умови прокладки кабелів

Відстань між кабелями, мм	Коефіцієнти при кількості кабелів					
	1	2	3	4	5	6
100	1,00	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1,00	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

3) Визначаємо струм в післяаварійному режимі:

$$I_{n/ав} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{32,61}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 49,55 \text{ А.}$$

4) Виконаємо перевірку вибраного перерізу в післяаварійному режимі:

$$I_{n/ав} \leq I_{дон} \cdot k \cdot 1,3 = 49,55 \leq 121 \cdot 1 \cdot 1,3 = 144,72 \text{ А.}$$

Так як умова перевірки кабеля в післяаварійному режимі виконується, і задовольняє вимогам нагрівання.

Виконуємо перевірку обраних проводів на допустиму напругу відхилення в нормальному і після аварійному режимі

6) Визначаємо втрати напруги в нормальному режимі:

Активний погонний опір кабелю з перерізом 4х35мм² складає $r_0 = 0,868$ Ом/км. Довжина кабельної лінії ТП1-62 L = 102,6м.

Визначаємо втрати напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_H = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U_H^2} = \frac{30 \cdot 0,868 \cdot 102,6}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,925 \%$$

де U – номінальна напруга; P – активна потужність; L – довжина кабелю, м;
 r_0 – погонний активний опір кабелю, Ом/км;

7) Перевіряємо виконання умови: $\Delta U_H \leq 5\%$

За вимогами зниження напруги в нормальному режимі повинно бути не більше $\Delta U_H \leq 5\%$. За результатами перевірки в нормальному режимі роботи лінії, втрати напруги не перевищують $0,925 < 5\%$.

Визначаємо втрату напруги в післяаварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ав} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U_H^2} = \frac{30 \cdot 0,868 \cdot 102,6}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,85 \%$$

Перевіряємо виконання умови: $\Delta U_{n/ав} \leq 10\%$

У післяаварійному режимі вимога зниження напруги не порушена $\Delta U_{n/ав} = 1,85 \leq 10\%$, тому за результатами всіх перевірок можна зробити висновок що обраний переріз кабелю $4 \times 35 \text{ мм}^2$ вибраний вірно.

Наведемо розрахунок лінії 0,38 кВ від трансформаторної підстанції ТП1 до будинку №31.

Активна потужність буд. №31 $P = 178,6 \text{ кВт}$.

Повна потужність $S = 200,2 \text{ кВА}$.

Напруга лінії $U_H = 0,38 \text{ кВ}$.

Розраховуємо робочий струм лінії:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{200,2}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 152,09 \text{ А.}$$

Для розрахованого струму обираємо з переріз кабелю $4 \times 150 \text{ мм}^2$ (див. табл.4.1)

Допустимий струм обраного кабелю $I_{дон} = 274 \text{ А}$.

Виконуємо перевірку вибраного перерізу:

$$I_p \leq I_{дон} \cdot k = 152,09 \leq 274 \cdot 0,92 = 252,08 \text{ А.}$$

Умова перевірки виконується, тому продовжуємо розрахунок.

де k – коефіцієнт який враховує прокладку кабелів у землі, обираємо з таблиці 4.2

Розрахунок в післяаварійному режимі:

$$I_{n/ав} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{200,2}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 304,17 \text{ А.}$$

Проводимо перевірку:

$$I_{n/ав} \leq I_{дон} \cdot k \cdot 1,3 = 304,17 \leq 274 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 327,7 \text{ А.}$$

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		36

Так як умова перевірки кабеля в післяаварійному режимі виконується, і задовольняє вимогам нагрівання.

Отже для кабельної лінії ТП1-31, яка проходить до будинку №31 обираємо кабель з перерізом $4 \times 150 \text{ мм}^2$ маркування АВБбШв.

Активний погонний опір кабелю з перерізом $4 \times 150 \text{ мм}^2$ складає $r_0 = 0,206 \text{ Ом/км}$.

Довжина кабельної лінії ТП1-31 $L = 46 \text{ м}$.

Визначаємо втрати напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_H = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U_H^2} = \frac{178,6 \cdot 0,206 \cdot 46}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,586\%$$

За вимогами зниження напруги в нормальному режимі повинно бути не більше $\Delta U_H \leq 5\%$

За результатами перевірки в нормальному режимі роботи лінії, втрати напруги не перевищують $0,586 < 5\%$.

Визначаємо втрату напруги в післяаварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ав} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U_H^2} = \frac{178,6 \cdot 0,206 \cdot 46}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,17\%$$

У післяаварійному режимі вимога зниження напруги не порушена $\Delta U_{n/ав} = 1,17 \leq 10\%$, тому за результатами всіх перевірок можна зробити висновок що обраний переріз кабелю вибраний вірно.

Для прикладу розрахуємо лінію ТП1-28 від трансформаторної підстанції ТП1 до будинку №28.

Активна потужність буд. №28 $P = 404,1 \text{ кВт}$.

Повна потужність $S = 428,1 \text{ кВА}$.

Напруга лінії $U_H = 0,38 \text{ кВ}$.

Розраховуємо робочий струм лінії:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{428,1}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 325,21 \text{ А}.$$

Попередньо обираємо переріз кабелю $4 \times 240 \text{ мм}^2$ з табл. 4.1.

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						37
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Допустимий струм обраного кабелю $I_{\text{дон}} = 355 \text{ А}$.

Виконуємо перевірку вибраного перерізу:

$$I_p \leq I_{\text{дон}} \cdot k = 325,21 \leq 355 \cdot 0,92 = 326,6 \text{ А.}$$

Умова перевірки виконується, тому продовжуємо розрахунок.

Розрахунок в післяаварійному режимі:

$$I_{n/\text{ав}} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{428,1}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 650,43 \text{ А.}$$

Проводимо перевірку:

$$I_{n/\text{ав}} \leq I_{\text{дон}} \cdot k \cdot 1,3 = 650,43 \leq 355 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 424,58 \text{ А.}$$

За результатами перевірки умова кабелю в післяаварійному режимі не виконується, так як струм у післяаварійному режимі більший за допустимий струм для обраного перерізу. Тому потрібно збільшити кількість введів до будинку з 1 до 2, тоді кількість кабелів збільшиться з 2 до 4.

Розраховуємо нове значення робочого струму лінії:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{428,1}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 162,61 \text{ А.}$$

Обираємо переріз кабелю $4 \times 185 \text{ мм}^2$ з табл. 4.1.

Допустимий струм обраного кабелю $I_{\text{дон}} = 308 \text{ А}$.

Виконуємо перевірку вибраного перерізу:

$$I_p \leq I_{\text{дон}} \cdot k = 162,61 \leq 308 \cdot 0,92 = 283,36 \text{ А.}$$

Умова перевірки виконується, тому продовжуємо розрахунок.

Розрахунок в післяаварійному режимі:

$$I_{n/\text{ав}} = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{428,1}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 325,21 \text{ А.}$$

Проводимо перевірку:

$$I_{n/\text{ав}} \leq I_{\text{дон}} \cdot k \cdot 1,3 = 325,21 \leq 308 \cdot 0,84 \cdot 1,3 = 336,34 \text{ А.}$$

Активний погонний опір кабелю з перерізом $4 \times 185 \text{ мм}^2$ складає $r_0 = 0,164 \text{ Ом/км}$.

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		38

Довжина кабельної лінії ТП1-31 $L = 160\text{м}$.

Визначаємо втрати напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_H = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U_H^2} = \frac{404,1 \cdot 0,164 \cdot 160}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 3,67\%$$

За вимогами зниження напруги в нормальному режимі повинно бути не більше $\Delta U_H \leq 5\%$

За результатами перевірки в нормальному режимі роботи лінії, втрати напруги не перевищують $3,67 < 5\%$.

Визначаємо втрату напруги в післяаварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ав} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U_H^2} = \frac{404,1 \cdot 0,164 \cdot 160}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 7,34\%$$

У післяаварійному режимі вимога зниження напруги не порушена $\Delta U_{n/ав} = 7,34 \leq 10\%$, тому за результатами всіх перевірок можна зробити висновок, що обраний переріз кабелю вибраний вірно.

Наведемо ще один приклад розрахунку лінії ТП5-5 від трансформаторної підстанції ТП5 до будинку №5.

Активна потужність буд. №5 $P = 706,5 \text{ кВт}$.

Повна потужність $S = 764,5 \text{ кВА}$.

Напруга лінії $U_H = 0,38 \text{ кВ}$.

Розраховуємо робочий струм лінії:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{764,5}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 580,77 \text{ А}.$$

Попередньо обираємо переріз кабелю $4 \times 240 \text{ мм}^2$ з табл. 4.1.

Допустимий струм обраного кабелю $I_{дон} = 355 \text{ А}$.

Виконуємо перевірку вибраного перерізу:

$$I_p \leq I_{дон} \cdot k = 580,77 \leq 355 \cdot 0,92 = 326,6 \text{ А}.$$

Умова перевірки не виконується, так як розрахунковий струм набагато більший за допустимий струм для максимального перерізу, потрібно збільшити

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		39

кількість введів до будинку з 1 до 4, тоді кількість кабелів збільшиться з 2 до 8.

Новий струм лінії:

$$I_p = \frac{S}{4 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{764,5}{4 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 145,19 \text{ А.}$$

Обираємо переріз кабелю 4x185мм² з табл. 4.1.

Допустимий струм обраного кабелю $I_{\text{дон}} = 308 \text{ А.}$

Перевірка на допустимий струм:

$$I_p \leq I_{\text{дон}} \cdot k = 145,19 \leq 308 \cdot 0,92 = 240,24 \text{ А.}$$

Умова перевірки виконується, тому продовжуємо розрахунок.

Розрахунок в післяаварійному режимі:

$$I_{n/ав} = \frac{S}{4 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{764,5}{4 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 290,38 \text{ А.}$$

Проводимо перевірку:

$$I_{n/ав} \leq I_{\text{дон}} \cdot k \cdot 1,3 = 290,38 \leq 308 \cdot 0,78 \cdot 1,3 = 312,31 \text{ А.}$$

Активний погонний опір кабелю з перерізом 4x185мм² складає $r_0 = 0,164 \text{ Ом/км.}$

Довжина кабельної лінії ТП5-5, $L = 101\text{м.}$

Визначаємо втрати напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_H = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U_H^2} = \frac{706,5 \cdot 0,164 \cdot 101}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 4,05\%$$

За вимогами зниження напруги в нормальному режимі повинно бути не більше $\Delta U_H \leq 5\%$

За результатами перевірки в нормальному режимі роботи лінії, втрати напруги не перевищують $4,05 < 5\%$.

Визначаємо втрату напруги в післяаварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ав} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U_H^2} = \frac{706,5 \cdot 0,164 \cdot 101}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 8,1\%$$

У післяаварійному режимі вимога зниження напруги не порушена

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						40
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Delta U_{n/ав} = 8,1 \leq 10\%$, тому за результатами всіх перевірок можна зробити висновок що обраний переріз кабелю вибраний вірно.

Розрахунки усіх інших ліній виконуються аналогічно.

Результати розрахунків та перевірки кабельних ліній номінальною напругою 0,38 кВ наведено в таблицях нижче.

Таблиця 4.3 – Перерізи ліній 0,38кВ житлових будинків з 1 вводом

№ п/п	Назва лінії	Переріз кабеля, мм ²	I_p , А	$I_{n/ав}$, А	ΔU_H , %	$\Delta U_{n/ав}$, %
1	ТП1-31	4x185	152,09	304,17	0,586	1,17
2	ТП2-32	4x120	115,01	230,03	1,41	2,81
3	ТП2-33	4x120	115,01	230,03	0,5	1,0
4	ТП2-34	4x120	161,66	323,32	2,26	4,52
5	ТП3-19	4x150	152,09	304,17	0,968	1,94
6	ТП3-36	4x240	204,88	409,77	0,516	1,03
7	ТП3-39	4x95	115,01	230,03	0,831	1,66
8	ТП4-41	4x150	161,66	323,32	0,76	1,52
9	ТП4-43	4x150	161,66	323,32	0,35	0,69
10	ТП4-44	4x150	161,66	323,32	0,78	1,55
11	ТП5-6	4x240	203,74	407,89	4,05	8,10
12	ТП6-16	4x240	209,75	419,49	0,51	1,02
13	ТП6-17	4x150	115,01	230,03	0,64	1,28
14	ТП6-18	4x150	152,09	304,17	0,70	1,4
15	ТП6-37	4x240	204,88	409,77	0,434	0,87
16	ТП7-26	4x120	115,01	230,03	1,83	3,67
17	ТП8-22	4x120	101,87	203,74	0,982	1,96
18	ТП9-4	4x150	152,09	304,17	0,18	0,36
19	ТП9-7	4x150	152,09	304,17	0,33	0,66
20	ТП12-46	4x150	152,07	304,17	0,13	0,25

Продовження таблиці 4.3

21	ТП13-10	4x50	115,01	230,03	3,49	6,99
22	ТП13-15	4x120	135,09	270,14	1,44	2,87

Таблиця 4.4 – Перерізи ліній 0,38кВ житлових будинків з 2 вводами

№ п/п	Назва лінії	Переріз кабеля, мм ²	I_p , А	$I_{n/ав}$, А	ΔU_H , %	$\Delta U_{n/ав}$, %
1	ТП1-28	4x185	162,61	325,21	3,67	7,34
2	ТП1-29	4x185	162,61	325,21	0,58	1,16
3	ТП1-30	4x185	162,61	325,21	0,52	1,05
4	ТП2-35	4x120	107,3	214,53	0,83	1,67
5	ТП3-38	4x185	162,61	325,21	1,42	2,83
6	ТП3-40	4x120	118,17	202,44	3,76	7,52
7	ТП4-42	4x120	107,27	214,53	1,45	2,90
8	ТП7-20	4x150	143,01	286,02	0,69	1,38
8	ТП7-21	4x150	143,01	286,02	1,05	2,09
9	ТП8-23	4x120	108,86	217,72	0,87	1,73
10	ТП8-24	4x150	115,36	230,71	0,48	0,96
11	ТП8-25	4x120	108,86	217,72	1,14	2,28
12	ТП8-27	4x150	143,01	286,02	1,57	3,15
13	ТП12-11	4x120	115,36	230,71	2,69	5,38
14	ТП12-12	4x120	108,86	217,72	4,88	9,76
15	ТП13-13	4x120	115,36	230,71	0,77	1,54
16	ТП13-14	4x120	108,86	217,72	1,94	3,89

Таблиця 4.5 – Перерізи ліній 0,38кВ житлових будинків з 3 вводами

№ п/п	Назва лінії	Переріз кабеля, мм ²	I_p , А	$I_{n/ав}$, А	ΔU_H , %	$\Delta U_{n/ав}$, %
1	ТП11-8	4х185	152,29	304,58	2,13	4,25
2	ТП11-9	4х185	152,29	304,58	0,45	0,90

Таблиця 4.6 – Перерізи ліній 0,38кВ житлових будинків з 4 вводами

№ п/п	Назва лінії	Переріз кабеля, мм ²	I_p , А	$I_{n/ав}$, А	ΔU_H , %	$\Delta U_{n/ав}$, %
1	ТП5-5	4х185	145,19	290,38	4,05	8,10
2	ТП9-3	4х185	145,19	290,38	0,52	1,04
3	ТП10-1	4х150	145,19	290,38	0,64	1,28
4	ТП10-2	4х150	145,19	290,38	0,68	1,36

Таблиця 4.7 – Перерізи ліній 0,38кВ громадських споруд з 1 вводом

№ п/п	Назва лінії	Переріз кабеля, мм ²	I_p , А	$I_{n/ав}$, А	ΔU_H , %	$\Delta U_{n/ав}$, %
1	ТП1-62	4х35	24,77	49,55	0,93	1,85
2	ТП2-53	4х50	66,66	113,32	0,53	1,07
3	ТП2-59	4х59	6,97	13,95	0,33	0,65
4	ТП3-54	4х120	123,83	247,65	1,65	3,29
5	ТП4-47	4х50	66,66	133,32	3,39	6,79
6	ТП4-55	4х35	32,59	35,18	3,61	7,22
7	ТП4-56	4х35	23,28	46,55	2,14	4,29
8	ТП5-61	4х35	6,97	13,95	0,18	0,37
9	ТП6-48	4х35	66,66	133,32	0,31	0,62
10	ТП7-60	4х35	6,97	13,95	0,26	0,52

Продовження таблиці 4.3

11	ТП12-57	4x35	32,51	65,03	2,93	5,86
12	ТП12-58	4x35	23,25	46,49	0,97	1,93
13	ТП12-58а	4x35	8,88	17,76	0,97	1,93
14	ТП13-50	4x35	66,66	133,32	0,83	0,61
15	ТП13-51	4x50	74,32	148,64	1,65	1,22

Таблиця 4.8 – Перерізи ліній 0,38кВ громадських споруд з 2 вводами

№ п/п	Назва лінії	Переріз кабеля, мм ²	I_p , А	$I_{n/ав}$, А	ΔU_H , %	$\Delta U_{n/ав}$, %
1	ТП5-49	4x185	159,93	319,87	1,74	3,48
2	ТП7-52	4x35	159,93	319,87	4,68	9,36

Висновок до розділу 4

Для підключення споживачів різних категорій до трансформаторних підстанцій, вибрано кабель марки АВБбШв. Обрали і розрахували перерізи кабельних ліній.

Переріз кабелю, в першу чергу, залежить від навантаження споживачів та від категорії надійності електропостачання. Від навантаження споживачів залежить кількість вводів приєднання кабелю.

Передбачено забезпечення резервування з сторони середньої напруги 10 кВ.

Під час прорахунку кабелю перевірено за допустимим струмом при тривалій роботі та перевірено струм в післяаварійному режимі, на окремих лініях обраний переріз не проходив перевірку, збільшили кількість вводів, ти самим поділили навантаження будинку на окремі вводи.

5 ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ РОЗПОДІЛЬНИХ ПУНКТІВ

5.1. Перерахунок навантаження з урахуванням коефіцієнтів

Залежно від розмірів міста, розташування підстанцій глибокого вводу розподільча мережа середньої напруги може приєднуватися безпосередньо до розподільних пристроїв РП 10 кВ джерел живлення або може містити додаткову ланку у вигляді живильної мережі 10 кВ і розподільних пунктів РП. Згідно ПУЕ потрібно техніко - економічне обґрунтування доцільності спорудження РП. Однак, як показує досвід розвитку міських мереж, у зв'язку з віддаленістю джерел живлення, а також за умовами зручності експлуатації в більшості випадків спорудження РП необхідно.

Будинки в мікрорайоні мають різне призначення а також різні категорії надійності, тому при підключенні їх до одної і тої самої ТП, потрібно перерахувати навантаження ТП за наступною формулою:

$$S_{p.n} = S_{\max} + S_1 \cdot k_1 + S_2 \cdot k_2 + \dots + S_n \cdot k_n,$$

де $S_{\max}$ - найбільше навантаження споруди яка живиться від даного РП,

k_n - коефіцієнти, що враховують частку електричних навантажень споруд від найбільшого навантаження будівлі.

Розрахунок навантаження з коефіцієнтами, що враховують частку електричних навантажень споруд від найбільшого навантаження будівлі трансформаторної підстанції. У розглянутому нижче випадку, найбільше навантаження у будинків 28,29,30 які приєднані до ТП1:

$$\begin{aligned} S_{p.n} &= S_{28} + S_{29} + S_{30} + S_{31} \cdot 0,9 + S_{62} \cdot 0,9 = \\ &= 428,1 + 428,1 + 428,1 + 200,2 \cdot 0,9 + 32,61 \cdot 0,9 = 1493,83 \text{ кВА.} \end{aligned}$$

Розрахунок для інших ТП проводимо аналогічно

Результати розрахунків занесено до таблиці 5.1

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						45
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 – Розподіл споруд які підключенні до ТП

№ ТП	Тип трансформаторів	Номери споруд	Навантаження, кВА	Завантаження, %
1	ТМ-1000/10	30,31,29,28,62	1493,83	74,69
2	ТМ-630/10	32,33,34,35,53,59	787,05	62,46
3	ТМ-1000/10	19,36,38,39,40,54	1209,51	60,48
4	ТМ-1000/10	41,42,43,44,47,55,56	936,18	46,81
5	ТМ-1000/10	5,6,49,61	1179,81	58,99
6	ТМ-1000/10	16,17,18,37,48	870,37	43,52
7	ТМ-1000/10	20,21,26,52,60	790,15	39,51
8	ТМ-1000/10	22,23,24,25,27	1286,4	64,32
9	ТМ-1000/10	3, 4, 7	1124,86	56,24
10	ТМ-1000/10	1, 2	1452,55	72,63
11	ТМ-1000/10	8, 9	1142,66	57,133
12	ТМ-630/10	57,58,58а,46,11,12	764,04	63,02
13	ТМ-630/10	13,14,15,50,51,10	961,5	76,31

5.2. Вибір кількості розподільчих пунктів

Розподільний пункт (РП) - призначений для введення і розподілу електричної енергії споживачів виробничих підприємств, захисту електричних установок напругою 10 кВ змінного струму частотою 50 Гц. Розподільні щити складаються з комірок і забезпечують захист від перевантажень, коротких замикань і використовуються для нечастих оперативних комутацій електричних кіл.

Через значну відстань живильної підстанції до мікрорайону, на його території потрібно ставити розподільний пункт до якого підходить лінія 10 кВ, і в ньому за допомогою збірних шин напруга подається до трансформаторних підстанцій на яких 10 кВ за допомогою трансформаторів перетворюється у 0,38 кВ,

після чого підходить до споживачів.

Необхідно обрати найбільш вигідну потужність РП. Для цього потрібно використати дані щодо потужності РП в залежності від щільності навантаження.

Для визначення поверхневої щільності навантаження треба знати площу $F_{\text{мік.}}$ району міста та активне навантаження $P_{\text{сум}}$: Сумарне навантаження району $P_{\text{сум}} = 14484$ кВт, загальна площа мікрорайону $F_{\text{мік.}} = 1,0873$ км².

Тоді поверхнева щільність буде складати:

$$\sigma = \frac{P_{\text{сум}}}{F_{\text{мік.}}} = \frac{14484}{1,0873} = 13,32 \text{ МВт/км}^2.$$

Поверхнева щільність не перевищила 15 МВт/км², то далі для розрахунку обираємо один РП до якого підключимо всі ТП. Потужність РП складає 18 МВт.

Принцип побудови розподільної мережі включає у себе поєднання кільцевих ліній 10 кВ, кожна з яких резервуються. На території мікрорайону ми обрали двотрансформаторні ТП, при їх використанні застосовуються, як правило кільцеві схеми живлення в розподільчих мережах. При підключенні споживачів по кільцевій схемі живлення лінії 10 кВ своїми підключаються на різні секції шин РП, внаслідок чого створюється можливість двостороннього живлення кожної ТП. До кожної кільцевої лінії 10 кВ є можливість підключити від 4 до 8 ТП. Кільцеві схеми живлення характеризуються простотою і водночас досить високою надійністю, задовільним техніко-економічним показникам, тому їх часто рекомендують в якості основних при побудові розподільчих мереж середньої напруги.

5.3. Вибір схеми для розподільної мережі 10 кВ

Під час проектування схеми електропостачання мікрорайону міста залежить від таких факторів:

- 1) розміщення джерел живлення і споживачів.
- 2) необхідної надійності;
- 3) вимог до системи електропостачання;

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						47
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4) розташування і конструктивного виконання ліній, РП і ТП;

Надійність або економічність схеми підвищується, якщо задовольняються наступні умови:

1) всі елементи схеми в нормальному режимі повинні знаходитися під навантаженням і працювати роздільно.

2) при аварії одного з елементів лінії або вихід з ладу трансформатора, що залишився, може працювати з припустимим перевантаженням, передбаченої правилами улаштування електроустановок, і з відключенням частини невідповідальних споживачів;

3) скорочується число ступенів трансформації і наближається джерело вищої напруги до будинків і споруд;

4) споживача не передбачаються спеціальні резервні (нормально не працюючі) лінії і трансформатори;

В заданому мікрорайоні більшість споживачів II категорії надійності, тому для підключення і живлення таких споживачів широке розповсюдження отримала кільцева схема електропостачання.

Кільцева схема електропостачання - схема підключення електроприймачів, при якій електропостачання будь-якого об'єкта можливо по двох кабельних лініях, які утворюють «кільце».

Кільцева схема електропостачання, показана на рисунку 5.1. При пошкодженні будь-якої з розподільних ліній електропостачання відновлюють ручним відключенням пошкодженої лінії (або обладнання) і включенням резервної лінії. У кільцевій схемі електропостачання передбачаються місця нормального розриву (ділення) мережі, в яких комутаційні апарати (роз'єднувачі та вимикачі) постійно відключені. Вони включаються при необхідності подачі електроенергії від резервної лінії в разі пошкодження основної лінії або її відключення для ремонту.

Перерва електропостачання при такій схемі допускається на час, необхідний для відключення пошкодженої ділянки і виконання перемикачів.

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						48
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

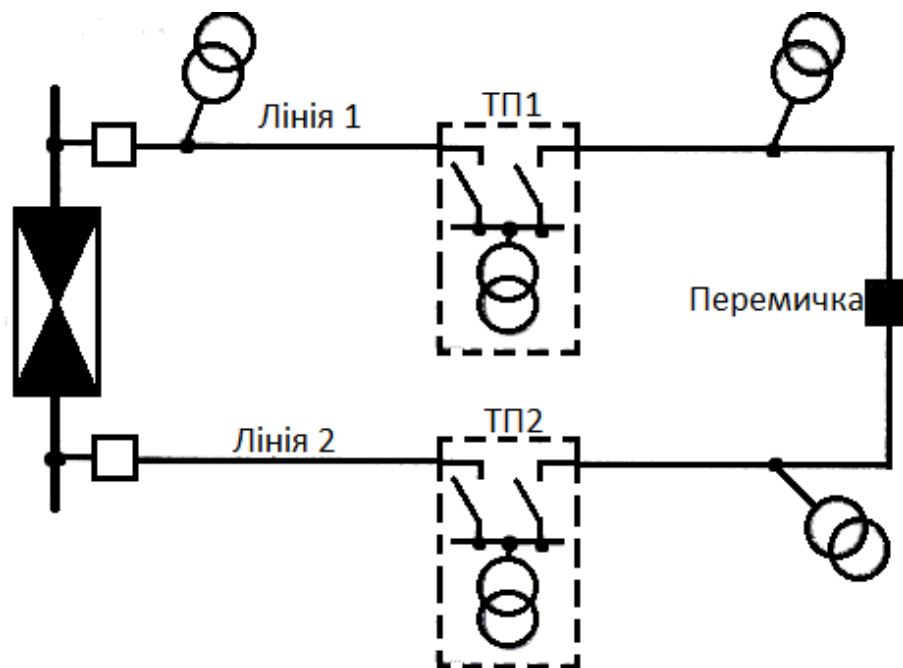


Рисунок 5.1 – Кільцева схема електропостачання

Типи схем. Схеми мереж напругою до 1000 В виконують тупиковими, петльовими (кільцевими) або замкнутими. Найбільш поширені кільцеві схеми. В цьому випадку до ввідного пристрою підходять дві лінії, кожна з яких забезпечує постачання електроенергією електроприймачів при пошкодженні однієї з них.

Для електроприймачів першої категорії виконують автоматику АВР на розподільчих пристроях або в розподільних мережах, що відходять від розподільчих пристроїв, і в цьому випадку електропостачання здійснюється кількома (не менше двох) лініями напругою до 1 кВ від різних трансформаторів.

У замкнених кабельних мережах все кабельні лінії напругою до 1000 кВ включені паралельно (замкнуті), а в трансформаторних підстанціях на силових трансформаторах з боку напруги до 1000 кВ встановлені автомати зворотного потужності, що відключають трансформатори від мережі при пошкодженні розподільних кабелів напругою вище 1000 кВ, або спеціальні запобіжники, що забезпечують селективне відключення пошкодженої ділянки.

Замкнені мережі напругою до 1000 кВ передбачають живлення від декількох трансформаторних підстанцій, які отримують електроенергію від різних джерел електропостачання, і наявність розгалуженої кабельної мережі з кабелями достатнього перетину. Ці мережі забезпечують надійне електропостачання

споживачів, оскільки при відключенні ділянки мережі 6 – 10 кВ напруга у споживачів зберігається, але через складність захисту від коротких замикань в нашій країні застосовуються не часто.

У даному дипломному проєкті застосуємо кільцеву схему (рис. 5.1) живлення електроспоживачів. При такому розташуванні кожна трансформаторна підстанція отримує живлення від двох кабельних ліній. Водночас лінії приєднані до різних секцій шин РП та в нормальному режимі працюють роздільно. В аварійному режимі можливе живлення ділянки від однієї секції шин РП.

Підключимо ТП які розміщені на території мікрорайону та виберемо кільцеву схему живлення з двома кільцями, в кожному з них по 6 ТП :

I: РП – ТП2 – ТП1 – ТП8 – ТП7 – ТП13 – ТП6 – РП

II: РП – ТП4 – ТП10 – ТП9 – ТП5 – ТП11 – ТП12 – РП

Схема розподільної мережі мікрорайону міста на рисунку 5.2.

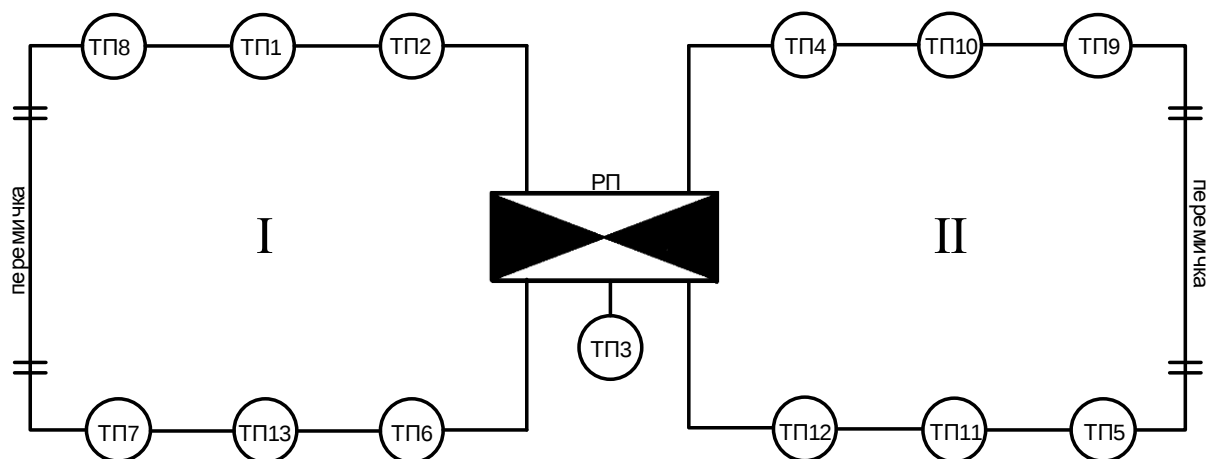


Рисунок 5.2 – Схема розподільної мережі мікрорайону

5.4. Визначення поточкорозподілу по ділянках мережі 10 кВ

Для початку визначимо поточкорозподіл по ділянкам першого контуру мережі 10 кВ, дані про навантаження беремо з табл. 5.1

$$S_{ТП1-ТП8} = S_{ТП8} = 1286,4 \text{ кВА};$$

$$S_{ТП2-ТП1} = S_{ТП1-ТП8} + S_{ТП1} = 1286,4 + 1493,83 = 2780,23 \text{ кВА};$$

$$S_{РП-ТП2} = S_{ТП2-ТП1} + S_{ТП2} = 2780,23 + 787,05 = 3567,28 \text{ кВА};$$

$$S_{ТП13-ТП7} = S_{ТП7} = 790,15 \text{ кВА};$$

$$S_{ТП6-ТП13} = S_{ТП13-ТП7} + S_{ТП13} = 790,15 + 961,5 = 1751,65 \text{ кВА};$$

$$S_{РП-ТП6} = S_{ТП6-ТП13} + S_{ТП6} = 1751,65 + 870,37 = 2622,02 \text{ кВА};$$

Потокорозподіл потужності у другому контурі:

$$S_{ТП10-ТП9} = S_{ТП9} = 1124,86 \text{ кВА};$$

$$S_{ТП4-ТП10} = S_{ТП10-ТП9} + S_{ТП10} = 1124,86 + 1452,55 = 2577,41 \text{ кВА};$$

$$S_{РП-ТП4} = S_{ТП4-ТП10} + S_{ТП4} = 2577,41 + 936,18 = 3513,59 \text{ кВА};$$

$$S_{ТП11-ТП5} = S_{ТП5} = 1179,81 \text{ кВА};$$

$$S_{ТП12-ТП11} = S_{ТП11-ТП5} + S_{ТП11} = 1179,81 + 1142,66 = 2322,47 \text{ кВА};$$

$$S_{РП-ТП12} = S_{ТП12-ТП11} + S_{ТП12} = 2322,47 + 764,04 = 3086,51 \text{ кВА};$$

Загальне навантаження РП - $S_{\text{сум.}} = 12789,4 \text{ кВА}.$

Висновок до 5 розділу

На плані мікрорайону міста споруди з різним характером навантаження (школи, житлові будинки, і т. д.), виконаний перерахунок навантаження трансформаторних підстанцій з коефіцієнтами, що враховують частку електричних навантажень споруд від найбільшого навантаження будівлі.

До встановлення обрано один РП, який розміщується в північній частині району. Потужність розподільного пункту склала 18 МВт.

Через значну кількість споживачів II категорії надійності, було обрано двопроменеву розподільну схему електропостачання мережі.

Двопроменева схема електропостачання, показана на рисунку 5.1. Отримала широке розповсюдження через її простоту в обслуговуванні та проектуванні. При пошкодженні будь-якої з розподільних ліній електропостачання відновлюють ручним відключенням пошкодженої лінії (або обладнання) і включенням резервної

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		51

лінії. У кільцевій схемі електропостачання передбачаються місця нормального розриву (ділення) мережі, в яких комутаційні апарати (роз'єднувачі та вимикачі) постійно відключені.

					<i>ДП.7111. 141.009.ПЗ</i>	Лист
						52
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

6 РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ НАПРУГОЮ 10 кВ

6.1. Підбір типу кабеля на номінальну напругу 10 кВ

Провідники будь-якого призначення повинні задовольняти вимогам щодо гранично допустимого нагріву з урахуванням не тільки нормальних, але і післяаварійних режимів, а також режимів в період ремонту і можливих нерівномірностей розподілу струмів між лініями, секціями шин і т. П. При перевірці на нагрів приймається півгодинної максимум струму, найбільший з середніх півгодинних струмів даного елемента мережі.

При виборі кабелю по допустимому тривалого струму необхідно враховувати ще поправочні коефіцієнти: на кількість працюючих кабелів, що лежать поруч у землі, на допустиму перевантаження в післяаварійний режим, фактичну температуру середовища, тепловий опір ґрунту і на відміну номінальної напруги кабелю від номінальної напруги мережі.

Також при виборі кабелю 10 кВ потрібно враховувати те, що кабель прикладається в землі у траншеях і потрібно забезпечити безпеку прокладання кабелю в траншеї.

Тому для з'єднання трансформаторних підстанцій з розподільчим пунктом обираємо для розрахунку кабель 10 кВ марки ААБ2лШв -10.

Силовий кабель ААБ2лШв -10 - з алюмінієвими струмопровідними жилами, з паперовою просоченою ізоляцією, в алюмінієвій оболонці, броньовані сталевими стрічками, із захисним шлангом з ПВХ пластикату.

Кабелі типу ААБ2лШв -10 застосовуються для прокладки:

- в землі (траншеях) з високою корозійною активністю без блукаючих струмів
- в приміщеннях (тунелях), каналах, кабельних напівповерхах, шахтах, колекторах, виробничих і інших приміщеннях, в тому числі в сирих, частково затоплюваних приміщеннях, при наявності середовища зі середньої і високої корозійної активністю

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						53
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- на технологічних естакадах
- в шахтах, безпечних по газу і пилу при наявності небезпеки механічних пошкоджень і відсутності розтягуючих зусиль в експлуатації.

Термін служби кабелів - не менше 30 років.

Конструкція зображена на рисунку 6.1

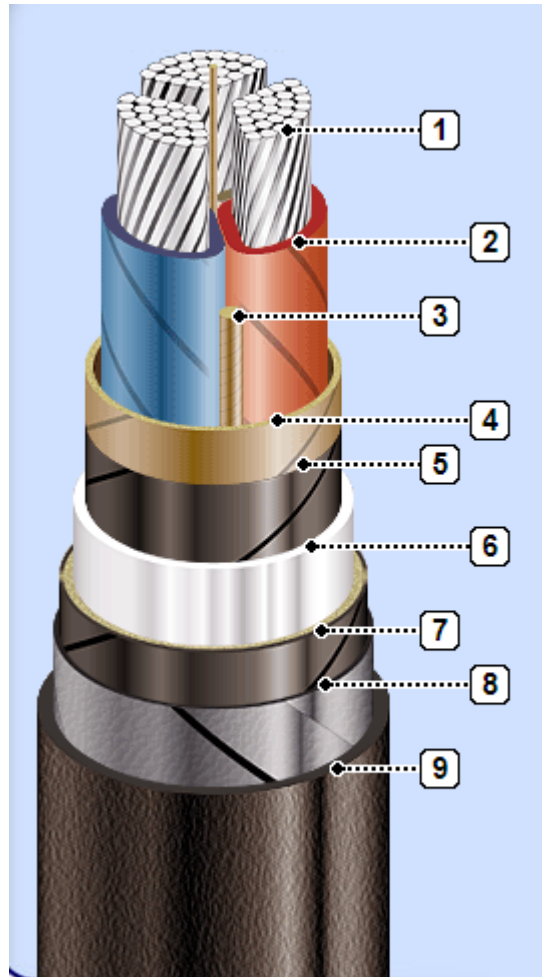


Рисунок 6.1 – Конструкція кабелю типу ААБ2лШв -10

Конструкція:

- 1) Ущільнена багатодротяна алюмінієва струмопровідна жила;
- 2) Паперова просочена ізоляція
- 3) Джгут з кабельного паперу
- 4) Поясний ізоляція
- 5) Екран з електропровідного паперу
- 6) Алюмінієва оболонка
- 7) Подушка під броню с двома шарами пластмасових стрічок

8) Броня з двох сталевих стрічок

9) Випресований захисний шланг з ПВХ пластикату

Технічні дані та перерізи кабелів наведені у таблиці 6.1

Таблиця 6.1 – Характеристика кабеля марки ААБ2лШв -10

№ п/п	Переріз, мм ²	Струмове навантаження	Діаметр	Маса, кг/км
1	3x35	110	40	2421
2	3x50	134	41,9	2665
3	3x70	162	46,5	3255
4	3x95	192	49,7	3672
5	3x120	218	52,4	4112
6	3x150	246	55,6	4650
7	3x185	275	59	5299
8	3x240	314	65,1	6847

Кабель такого типу може використовуватися при температурах -45 °С до + 50 °С.

Тривало допустимі струмові навантаження розраховані для наступних умов: температура повітря плюс 25 ° С, температура землі плюс 15 ° С, питомий тепловий опір землі 1.2 ° К • м / Вт, глибина прокладки в землі 0.7 м

Можливе відхилення зовнішнього діаметра від розрахункового до ± 10%.

Випробувальна змінна напруга - 3,5 кВ;

Частота - 50Гц;

Тривала допустима температура нагріву жил -130 ° С.

6.2. Розрахунок кабельних ліній 10 кВ і перевірка їх перерізів

Під час проектування розподільчої мережі вибір деяких елементів здійснюють таким чином, щоб забезпечити з економічної точки зору, витрати на проектування і спорудження кабельної лінії були мінімальними, але водночас потрібно забезпечити надійність роботи мережі в нормальних і післяаварійних режимах. Переріз кабелів потрібно обирати виходячи з мінімум приведених витрат, та за економічними показниками.

Перевірку перерізів в різних режимах роботи виконуємо за наступним алгоритмом :

1) Розрахуємо значення лінійно-квадратичної потужності одного кола:

$$S_{\text{кол.}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n S_i^2 \cdot L_i}{L_{\Sigma}}},$$

де U_H - напруга мережі, яка дорівнює номінальній і складає 10 кВ.

Існує відмінність в розрахунку кабельної лінії 0,38 кВ та 10 кВ. При розрахунку лінії 10 кВ переріз обираємо по струмовим інтервалам, останні наведені у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Струмові інтервали для КЛ – 10 кВ

Е, мм	35	50	70	95	120	150	185	240
І гран., А	0-34	34-50	51-79	79-128	128-165	165-213	213-240	240-270

2) Далі виконуємо перевірку вибраного перерізу в нормальному режимі роботи:

$$I_p < I_{\text{дон}} \cdot k$$

де $I_{\text{дон}}$ - допустимий струм для кабеля 10кВ;

k – поправочний коефіцієнт.

3) Робочий струм в післяаварійному режимі:

$$I_{n/ав} = \frac{S_{\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_H}$$

де S_{Σ} - сумарна потужність ТП, що входять до кола електричної мережі.

Далі виконується перевірка перерізу який вибрали у Зп. для післяаварійного режиму:

$$I_p < I_{дон} \cdot k \cdot 1,3.$$

Проводимо розрахунок кабельної яка підходить від РП до ТП2 далі ТП1 – ТП8 – ТП7 – ТП13 – ТП6 – РП:

У таблиці 6.3 наведені довжини ділянок для кабельної лінії яка об'єднує перший контур.

Таблиця 6.3 – Довжина КЛ 10кВ

Назва лінії	Довжина КЛ 10кВ, м
РП – ТП2	214
ТП2 – ТП1	300
ТП1 – ТП8	288
ТП8 – ТП7	232
ТП7 – ТП13	200
ТП13 – ТП6	188
ТП6 – РП	170
РП – ТП4	164
ТП4 – ТП10	296
ТП10 – ТП9	193
ТП9 – ТП5	258
ТП5 – ТП11	144
ТП11 – ТП12	202
ТП12 - РП	590

Визначимо довжину для лінії ТП2 – ТП1 – ТП8:

$$L_{ТП2-ТП8} = L_{ТП2-ТП1} + L_{ТП1-ТП8} = 300 + 288 = 588 \text{ м.}$$

Довжина лінії РП – ТП8:

$$L_{РП-ТП8} = L_{ТП2-ТП8} + L_{РП2-ТП8} = 214 + 588 = 802 \text{ м.}$$

Тоді значення лінійно – квадратичної потужності для ділянки першого контуру РП-ТП6

$$S_{\text{кол.РП-ТП8}} = \sqrt{\frac{S_{РП-ТП2}^2 \cdot L_{РП-ТП2} + S_{ТП2-ТП1}^2 \cdot L_{ТП2-ТП1} + S_{ТП1-ТП8}^2 \cdot L_{ТП1-ТП8}}{L_{РП-ТП8}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{3567,28^2 \cdot 214 + 2780,23^2 \cdot 300 + 1286,4^2 \cdot 288}{802}} = 2623,21 \text{ кВА.}$$

Значення робочого струму :

$$I_{р.РП-ТП8} = \frac{S_{\text{кол.РП-ТП8}}}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{2623,21}{\sqrt{3} \cdot 10} = 151,45 \text{ А.}$$

Для розрахованого струму з таблиці 6.2 обираємо переріз кабеля 3х120 мм².

Тривалий допустимий струм для даного перерізу $I_{\text{дон}} = 218 \text{ А.}$

Проведемо перевірку перерізу в нормальному режимі при розімкненій перемичці ТП7-ТП8:

$$I_{р.РП-ТП8} < I_{\text{дон}120} \cdot k = 151,45 < 218 \cdot 1 = 218 \text{ А.}$$

Значення струму в післяаварійному режимі:

$$I_{n/a.РП-ТП6} = \frac{S_{ТП1} + S_{ТП2} + S_{ТП8} + S_{ТП7} + S_{ТП13} + S_{ТП6}}{\sqrt{3} \cdot U_H} =$$

$$= \frac{1493,83 + 787,05 + 1286,4 + 790,15 + 961,5 + 870,37}{\sqrt{3} \cdot 10} = 357,34 \text{ А.}$$

Перевірку перерізу в післяаварійному:

$$I_{n/a.РП-ТП6} < I_{\text{дон}120} \cdot 1,3 = 357,34 < 218 \cdot 1,3 = 283,4 \text{ А.}$$

Результати перевірки показали, що кабель не пройшов перевірку, тоді потрібно збільшити кількість кабелів, тобто прокласти лінію з 2 кабелів.

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		58

Перерахуємо струм на ділянці для 2 кабелів:

$$I_{p.PII-TII8} = \frac{S_{\text{кол.}PII-TII8}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{2623,21}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 75,73 \text{ А.}$$

Для розрахованого струму з таблиці 6.2 обираємо переріз кабеля 3х70 мм².

Тривалий допустимий струм для даного перерізу $I_{\text{дон}} = 162 \text{ А.}$

Проведемо перевірку перерізу в нормальному режимі при розімкненій перемичці ТП7-ТП8:

$$I_{p.PII-TII8} < I_{\text{дон}70} \cdot k = 75,73 < 162 \cdot 0,9 = 145,8 \text{ А.}$$

k - коефіцієнт прокладки для 2 кабелів складає 0.9.

Значення струму в післяаварійному режимі:

$$\begin{aligned} I_{n/a.PII-TII6} &= \frac{S_{TII1} + S_{TII2} + S_{TII8} + S_{TII7} + S_{TII13} + S_{TII6}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \\ &= \frac{1493,83 + 787,05 + 1286,4 + 790,15 + 961,5 + 870,37}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 178,67 \text{ А.} \end{aligned}$$

Перевірку перерізу в післяаварійному:

$$I_{n/a.PII-TII6} < I_{\text{дон}120} \cdot k \cdot 1,3 = 178,67 < 162 \cdot 1,3 \cdot 0,9 = 189,54 \text{ А.}$$

За результатами перевірки, можна зробити висновок що переріз кабелю обраний вірно. Обрали кабель марки 2 х ААБ2лШв -10 3 х 70 мм².

Продовжимо розраховувати перше коло до якого входить РП – ТП6 – ТП13- ТП7 – РП.

Визначимо довжину для лінії ТП6 – ТП13 – ТП7:

$$L_{ТП6-ТП7} = L_{ТП6-ТП13} + L_{ТП13-ТП7} = 188 + 200 = 388 \text{ м.}$$

Довжина лінії РП – ТП7:

$$L_{РП-ТП7} = L_{ТП6-ТП7} + L_{РП-ТП6} = 388 + 170 = 558 \text{ м.}$$

Тоді значення лінійно – квадратичної потужності для ділянки першого контуру РП-ТП6:

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						59
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{\text{кол.РП-ТП7}} = \sqrt{\frac{S_{\text{РП-ТП6}}^2 \cdot L_{\text{РП-ТП6}} + S_{\text{ТП6-ТП13}}^2 \cdot L_{\text{ТП6-ТП13}} + S_{\text{ТП13-ТП7}}^2 \cdot L_{\text{ТП13-ТП7}}}{L_{\text{РП-ТП7}}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2622,02^2 \cdot 170 + 1751,65^2 \cdot 188 + 790,15^2 \cdot 200}{558}} = 1830,86 \text{ кВА.}$$

Значення робочого струму :

$$I_{\text{р.РП-ТП7}} = \frac{S_{\text{кол.РП-ТП7}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{Н}}} = \frac{1830,86}{\sqrt{3} \cdot 10} = 105,71 \text{ А.}$$

Для розрахованого струму з таблиці 6.2 обираємо переріз кабеля 3х95 мм².

Тривалий допустимий струм для даного перерізу $I_{\text{дон}} = 192 \text{ А.}$

Проведемо перевірку перерізу в нормальному режимі при розімкненій перемичці ТП7-ТП8:

$$I_{\text{р.РП-ТП7}} < I_{\text{дон95}} \cdot k = 105,71 < 192 \cdot 1 = 192 \text{ А.}$$

Обраний кабель з перерізом 3х185 мм² перевірку пройшов.

Інше коло розраховується аналогічно.

Результати розрахунку наведені в таблиці 6.4

Таблиця 6.4 – Параметри кабелів по ділянкам від РП

Назва лінії	L, км	S _{кол.} кВА	I _р , А	I _{п/ав} , А	Тип кабеля та кількість у траншеї
РП – ТП8	0,80	2623,21	75,73	178,67	2хААБ2лШв -10 3х70
РП – ТП7	0,56	1830,86	105,71	178,67	2хААБ2лШв -10 3х95
РП – ТП9	0,65	2546,71	73,52	202,53	2хААБ2лШв -10 3х95
РП – ТП5	0,94	2717,2	78,44	202,53	2хААБ2лШв -10 3х95

6.3. Навантаження РП з урахуванням коефіцієнтів

Розрахункові навантаження міських мереж напругою 10 кВ визначаються множенням суми розрахункових навантажень трансформаторів окремих ТП, приєднаних до даного елемента мережі (РП, лінії та ін.), на коефіцієнт, що враховує суміщення максимумів їх навантажень, прийнятий за таблицею 6.5. Коефіцієнт потужності для ліній 10 кВ в період максимуму навантаження приймається рівним 0,92 (коефіцієнт реактивної навантаження 0,43).

Таблиця 6.5 - Коефіцієнти суміщення максимумів навантажень трансформаторів

Характеристика споруди	Кількість трансформаторів				
	до 5	6 – 10	11 – 20	21 – 40	більше 40
Житлова забудова і громадські споруди	0,9	0,8	0,87	0,86	0,85
Змішане однорідне навантаження	0,86	0,7	0,72	0,68	0,67
Змішане неоднорідне навантаження	0,78	0,65	0,65	0,63	0,63

У спроектованому районі збудовані як житлові будинки та і громадські споруди, кількість трансформаторних підстанцій під'єднаних до РП 13, тому для розрахунку обираємо коефіцієнт 0,87, і розраховуємо за наступною формулою:

$$S_{\Sigma РП} = k \cdot \sum_{i=1}^n S_{ТПi} = (S_{рТП1} + S_{рТП2} + S_{рТП3} + S_{рТП4} + S_{рТП5} + S_{рТП6} + S_{рТП7} + S_{рТП8} + S_{рТП9} + S_{рТП10} + S_{рТП11} + S_{рТП12} + S_{рТП13}) \cdot 0,87 = (1493,83 + 787,05 + 1209,51 + 936,18 + 1179,81 + 870,37 + 790,15 + 1286,4 + 1124,86 + 1452,55 + 1142,66 + 764,04 + 961,5) \cdot 0,87 = 12179,05 \text{ кВА.}$$

Навантаження РП з урахуванням коефіцієнту складає $S_{РП} = 12179,05 \text{ кВА.}$

Висновок до 6 розділу

Для підключення трансформаторних підстанцій до РП обрано кабель марки ААБ2лШв -10 з алюмінієвими струмопровідними жилами.

З урахування навантаження трансформаторних підстанцій, було розраховано струмове навантаження для кожної з ліній яка живить ТП, відповідно до струмових інтервалів для КЛ – 10 кВ обрали переріз кабелю який залежить від величини струму, що протікає по кабелю. Перевірили перерізи КЛ в нормальному режимі роботи (коли перемичка ТП8 – ТП7 розімкнена) та у післяаварійному перемичка замкнена, а аварійний режим на головній ділянці.

Також для того, щоб враховувати суміщення максимумів навантажень було розраховане навантаження розподільного пункту, враховано коефіцієнт – k , який залежить від кількості підключених трансформаторів до РП та від характеру навантаження в заданому мікрорайоні. З таблиці 6.5 видно, що більше ТП підключено до РП, тим коефіцієнт який враховує суміщення максимумів навантажень стає меншим.

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						62
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

У дипломному проекті було спроектовано електричну мережу для електропостачання міста.

Категорії споживачів визначили відповідно до ДБН за категоріями надійності (I, II, III). За рівнем електрифікації в житлових будинках обирали два варіанти енергоносіїв для приготування їжі: з електричними і газовими плитами.

Було розраховано навантаження житлових будинків, яке залежить від кількості поверхів та квартир. Навантаження житлового будинку складається з навантаження квартир та навантаження силового обладнання яке встановлено в будинку. Також розраховано навантаження громадських споруд, яке визначається в залежності від типу та питомого навантаження споруди.

Прийнято до встановлення двотрансформаторні підстанції. Підключення та кількість споруд до ТП обиралось таким чином, щоб загальна потужність підключених споруд, відповідно до вимог в ПУЕ була не більше ніж ~75% від загальної потужності підстанції.

Для підключення споживачів різних категорій до трансформаторних підстанцій, вибрано кабель з маркуванням АВБбШв. Обрали, розрахували та перевірили перерізи кабельних ліній. Було перевірено обрані перерізи кабелів на втрату напруги в аварійному та післяаварійному режимі.

До встановлення обрано один РП, який розміщується в північній частині району. Потужність розподільчого пункта склала 18 МВт.

Виходячи з кількості споживачів II категорії надійності, було обрано схему розподільної мережі напругою 10 кВ, розраховані та перевірені перерізи кабельних ліній для підключення і живлення споживачів до ТП.

Для підключення трансформаторних підстанцій до РП обрано кабель марки ААБ2лШв -10.

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						63
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Державні будівельні норми В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. – 108 с.
2. Диченко П. М. «Справочник проектировщика электрических сетей и подстанций», 1963 – 708 с.
3. С. С. Рокотяна. И. М. Шапиро «Справочник по проектированию электро-энергетических систем», 1985 – 177с.
4. З ресурсу: <http://yuzhcable.info> взяті паспортні дані кабелів
5. Шаповалов И. Ф. «Справочник по расчету электрических сетей», 1986 – 224 с.
6. Козлов В. А. «Городские распределительные электрические сети. Л. : Энергоатомиздат», 1982 – 224 с
7. Ополева Г. Н. «Схемы и подстанции электроснабжения», 2006 – 480 с.

					ДП.7111. 141.009.ПЗ	Лист
						64
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Ім'я користувача:
Олена Янковська

Дата перевірки:
08.06.2021 13:36:50 EEST

Дата звіту:
08.06.2021 13:38:07 EEST

ID перевірки:
1008228695

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
100007203

Назва документа: Повх

Кількість сторінок: 61 Кількість слів: 12062 Кількість символів: 79871 Розмір файлу: 1.25 MB ID файлу: 1008301834

14.5% Схожість

Найбільша схожість: 1.86% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1005176523)

10.1% Джерела з Інтернету

197

Сторінка 63

11.2% Джерела з Бібліотеки

246

Сторінка 65

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

31