

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет електроенерготехніки та автоматики

Кафедра електричних мереж та систем

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

Геймураз КАЦАДЗЕ

“16” 06 2025 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

**на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Електричні системи і мережі»
зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
на тему: «Електропостачання житлового комплексу»**

Виконав:

студент IV курсу, групи ЕС-11

Савчук Олександр Ігорович

Науковий керівник:

старший викладач кафедри електричних мереж та систем.

Янковська Олена Максимівна

Консультант:

асистент кафедри електричних мереж та систем

Моссаковський Вадим Ігорович

Рецензент:

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

Студент

Київ – 2025

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Інститут/факультет: 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

Завідувача кафедри «Електричних мереж
та систем» Теймураз КАЦАДЗЕ

«1» 03 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт (роботу) студенту

Савчуку Олександровичу

1. Тема дипломного проєкту (роботи): «Електропостачання житлового комплексу», науковий керівник проєкту Янковська Олена Максимівна, старша викладачка кафедри.
2. Термін подання студентом проєкту (роботи): 16 червня 2025 р.
3. Вихідні дані до проєкту (роботи): експлікація житлового комплексу.
4. Зміст пояснювальної записки дипломного проєкту (роботи) (перелік завдань, які необхідно розробити)¹) Розрахунок навантаження секцій житлового будинку;
 - 2) Розрахунок ввідно-розподільчих пристроїв житлового будинку;
 - 3) Трансформаторна підстанція;
 - 4) Розрахунок мереж живлення житлового комплексу;
 - 5) Діагностика та пошук пошкоджень кабельних ліній до 35 кВ.
5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

1) Вибір оптимальних типів та перерізів кабелів для ввідно-розподільчих пристроїв;

2) Схема електропостачання житлового комплексу;

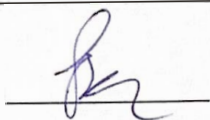
3) Трансформатор ТМГ 1000/10 У1.

6. Дата видачі завдання: 14 квітня 2025 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів дипломного проєкту	Примітка
1	Розрахунок навантаження секцій житлового будинку		
2	Розрахунок ввідно-розподільчих пристроїв житлового будинку		
3	Трансформаторна підстанція		
4	Розрахунок мереж живлення житлового комплексу		
5	Діагностика та пошук пошкоджень кабельних ліній до 35 кВ		

Студент



Олександр САВЧУК

Керівник проєкту (роботи)



Олена ЯНКОВСЬКА

Пояснювальна записка до дипломного проєкту

на тему: “Електропостачання житлового комплексу”

Київ – 2025 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

[illegible]

					ДП ІІ 16.141.016.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Електропостачання житлового комплексу	Літ.	Арк.	Аркуші
Розроб.		Савчук О.І.						
Перевір.		Яковська О.М.					5	54
						КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. Контр.		Моссаковський				Каф. ЕМС гр. ЕС-11		
Затв.		Кацадзе						

РЕФЕРАТ

Проект складається із пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка виконана на 55 сторінках формату А4, до якої входить 14 таблиць, 1 рисунок та 4 джерел літератури. Графічна частина складається із 3 аркушів формату А1.

Метою виконання цієї роботи виконання електропостачання житлового комплексу.

Розраховано навантаження кожної із секцій житлового будинку, навантаження школи, здійснено вибір кількості та типу трансформаторів, здійснено вибір типу та перерізу кабелю для кабельних ліній 0,4 кВ, які постачають електроенергію до житлового будинку та школи. Обрано тип та переріз кабелю для кабельної лінії 10 кВ, яка прокладена від розподільчої підстанції до проєктованої трансформаторної підстанції. Розглянуто актуальне питання пошуку та діагностику пошкоджень кабельних ліній до 35 кВ.

ЕЛЕКТРИЧНА МЕРЕЖА, ЖИТЛОВИЙ КОМПЛЕКС, КАБЕЛЬНА ЛІНІЯ, СИЛОВИЙ ТРАНСФОРМАТОР, ПОШУК ПОШКОДЖЕНЬ, ВВІДНО-РОЗПОДІЛЬЧИЙ ПУНКТ, ТРАНСФОРМАТОРНА ПІДСТАНЦІЯ.

					ДП116.141.016.ПЗ	Арк
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

The project consists of an explanatory note and a graphic part. The explanatory note is made on 55 pages of A4 format, which includes 14 tables, 1 figure and 4 sources of literature. The graphic part consists of 3 sheets of A1 format.

The purpose of this work is to provide electricity to a residential complex.

The load of each section of the residential building, the load of the school was calculated, the number and type of transformers were selected, the type and cross-section of the cable for 0.4 kV cable lines that supply electricity to the residential building and school was selected. The type and cross-section of the cable for the 10 kV cable line, which is laid from the distribution substation to the designed transformer substation, was selected. The current issue of searching and diagnosing damage to cable lines up to 35 kV was considered.

ELECTRICAL NETWORK, RESIDENTIAL COMPLEX, CABLE LINE, POWER TRANSFORMER, DAMAGE SEARCH, INPUT AND DISTRIBUTION POINT, TRANSFORMER SUBSTATION.

					<i>ДП1116.141.016.ПЗ</i>	Арк
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень	9
Вступ.....	10
1. Розрахунок навантаження житлового будинку	11
1.1. Розрахунок навантаження секцій.	12
Висновки по розділу 1.....	22
2. Розрахунок ввідно-розподільчих пристроїв житлового будинку	23
2.1. Загальна характеристика ввідно-розподільчого пристрою.....	23
2.2. Розрахунок навантаження ввідно-розподільчих пристроїв.	24
Висновки по розділу 2.....	30
3. Трансформаторна підстанція	31
3.1. Вибір типу, потужності та типу трансформаторів.....	31
3.2 Характеристика трансформаторної підстанції.....	32
Висновки по розділу 3.....	33
4. Розрахунок мереж живлення житлового комплексу.....	34
4.1. Вибір типу та розрахунок перерізу кабелю 0,4 кВ.	35
4.2. Вибір типу та розрахунок перерізу кабелю 10 кВ.	42
Висновки по розділу 4.....	44
5. Діагностика та пошук пошкоджень на кабельних лініях до 35 кВ.....	45
5.1. Конструкція діагностичної установки OWTS.	49
Висновки по розділу 5	52
Загальні висновки.....	53
Список використаних джерел.....	55
Додаток А Результат перевірки дипломного проєкту на плагіат.....	56

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ЖК – житловий комплекс

ТП – трансформаторна підстанція

РП – розподільний пункт

КЛ – кабельна лінія

ВРП – ввідно-розподільний пристрій

ВН – висока напруга

НН – низька напруга

СН – середня напруга

ЕТЛ – електротехнічна лабораторія

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

На даний час життя ставить доволі високі вимоги до надійності, якості та ефективності електропостачання у сфері житлової інфраструктури. Із зростанням урбанізації, активним будівництвом нових житлових комплексів та впровадженням енергоефективних технологій питання проектування нових систем електропостачання набуває особливої актуальності та потреби. Забезпечення стабільного електроживлення житлових комплексів безпосередньо впливає на комфорт, безпеку та економічну ефективність експлуатації сучасних житлових будинків.

В даній роботі виконаний проєкт електропостачання житлового комплексу.

Загальна кількість квартир налічує 270 квартир, 5 нежитлових приміщень виділених на продовольчий магазин, аптеку, хімчистку, кафе та перукарню. На території житлового комплексу передбачена школа загальною кількістю 700 учнів.

Даний проєкт містить в собі вибір трансформаторів для забезпечення живлення житлового комплексу, вибір кабелів для кабельних ліній 0,4 та 10 кВ, які забезпечують передачу електроенергії від житлового комплексу до трансформаторної підстанції (10/0,4 кВ), від школи до трансформаторної підстанції, від трансформаторної підстанції до розподільчого пункту (10 кВ).

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. РОЗРАХУНОК НАВАНТАЖЕННЯ ЖИТЛОВГО БУДИНКУ

Розрахунок навантажень – доволі важливий етап проектування розподільчих мереж. Розрахунковою величиною навантаження вважається найбільше значення півгодинної тривалості. Максимальне значення навантаження вимірюється протягом року. Використовуючи методи теорії вірогідності та математичної статистики, навантаження найбільш повно можна характеризувати значенням середнього максимуму і середньоквадратичним відхиленням окремих максимумів від середнього значення. У випадку підкоренню навантаженням нормального закону розподілу згідно закону “трьох сігм” її максимальне значення може спостерігатись з вірогідністю приблизно 0,05, тобто приблизно 2-3 рази на рік.

Розрахункове навантаження квартир із різним розрахунковим електричним навантаженням приведених до ліній живлення, до вводу в житловий будинок, до шин 0,4 кВ трансформаторної підстанції визначається за формулою:

$$P_p = (P_{ж1} - P_{ж3}) \times N_1 \times K_{од1} + (P_{ж2} - P_{ж3}) \times N_2 \times K_{од(1+2)} + P_{ж3} \times (N_1 + N_2 + N_3) \times K_{од(1+2+3)} \quad (1)$$

де $P_{ж1}, P_{ж2}, P_{ж3}$ - питомі розрахункові навантаження на вводі житла (квартир) різновидів “1”, “2”, “3”, кВт (найбільшому значенню присвоюється перший номер, найменшому – останній номер);

N_1, N_2, N_3 - кількість житла відповідних різновидів;

$K_{од1}$ - коефіцієнт одночасності (обирається за табл. 3.4 [1]) для кількості житл різновиду 1;

$K_{од(1+2)}$ - коефіцієнт одночасності (обирається за табл. 3.4 [1]) для кількості житл різновидів 1 та 2;

$K_{од(1+2+3)}$ - коефіцієнт одночасності (обирається за табл. 3.4 [1]) для кількості житл різновидів 1, 2 та 3.

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт потужності в період вечірнього максимуму навантаження рекомендується приймати: для квартир із електричними плитами і побутовими кондиціонерами повітря – 0,93; для ліфтів – 0,65; для сантехнічного обладнання – 0,8.

Розрахункове навантаження силових електроприймачів житлового будинку до вводу в житловий будинок визначається за формулою (2):

$$P_{\text{сил}} = \sum_1^n P_{\text{л}} \times K_{\text{поп}_{\text{л}}} + \sum_1^n P_{\text{сан}} \times K_{\text{поп}_{\text{сан}}} \quad (2)$$

де $P_{\text{л}}$ - встановлена потужність електродвигуна кожного з ліфтів за паспортом, кВт;

$P_{\text{сан}}$ - встановлена потужність електродвигуна кожного із сантехнічних установок за їх паспортами, кВт;

$K_{\text{поп}_{\text{л}}}$ - коефіцієнт попиту для ліфтів, залежний від кількості ліфтових установок і кількості поверхів у житловому будинку, визначається виходячи із таблиці 3.5 [1].

$K_{\text{поп}_{\text{сан}}}$ - коефіцієнт попиту для електродвигунів сантехнічних установок.

Навантаження нежитлових приміщень визначається виходячи із таблиці 3.15 [1].

1.1. Розрахунок навантаження секцій

Секція “1” складається з квартир потужністю: одно- та двокімнатні по 10 кВт кожна – 57 квартир, трикімнатна по 15 кВт – 25 квартир, чотирикімнатна на 22 кВт – 1 квартира; ліфти: 2 ліфти по 7 кВт; 1 ліфт на 15 кВт, вбудоване приміщення(продовольчий магазин) загальною площею 100 м²; протипожежні системи: чотири вентилятори підпору повітря по 10 кВт, один вентилятор димовідводу – 12 кВт та вентилятор – 0,6 кВт; пристрої автоматизації, аварійне освітлення – 9 кВт.

					ДП116.141.016.ПЗ	Арк
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункове навантаження секції “1” визначається за формулою (1):

$$P_{p.} = (22 - 10) \times 1 \times 1 + (15 - 10) \times 25 \times 0,235 + 10 \times 83 \times 0,1685 = 181,23 \text{ (кВт)}$$

$$P_{\text{сил}} = (2 \times 15 + 1 \times 7) \times 0,9 = 33,3 \text{ (кВт)}$$

$$P_{\text{прод, маг}} = 100 \times 0,25 \times 0,8 = 20 \text{ (кВт)}$$

$$S_{p.} = \frac{P_{p.}}{\cos \varphi_{p.}} = \frac{181,23}{0,93} = 194,87 \text{ (кВА)}$$

Для кожної із секцій передбачено своє нежитлове приміщення, яке враховує коефіцієнт участі в максимумі навантаження. Нежитлові приміщення мають питомі навантаження на місце, на кілограм речей та ін. Вони також враховані та представлені у таблицях 1.1 – 1.5.

Розрахунок даних зведем в таблицю 1.1

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 - Розрахунок навантажень секції "1"

№ п/п	Найменування споживачів	К-сть споживачів	Р, кВт	k _{поп}	k _{макс}	$\frac{\cos\varphi}{\operatorname{tg}\varphi}$	Розрахункова потужність		Категорія надійності
							P _p , кВт	S, кВА	
1	Квартири	10 кВт-57 кв., 15 кВт- 25 кв., 22 кВт-1 кв. Загалом: 83 кв.				$\frac{0,93}{0,4}$	181,23	194,87	2 кат
2	Ліфти	2×7 кВт 1×15 кВт	29	0,9		$\frac{0,65}{1,17}$	26,1	40,15	1 кат
3	Продовольчий магазин (250 м²)		0,25 кВт/ м²	1	0,8	$\frac{0,8}{0,75}$	50	62,5	2 кат
4	Протипожежне обладнання (вентсистеми, ПП, ДВ)	4×10 кВт 1×12 кВт 1×0,6 кВт	52,6	1		$\frac{0,75}{0,88}$	52,6	70,13	1 кат
5	Прилади автоматизації, аварійне освітлення		9	1		$\frac{0,99}{0,14}$	9	9,09	1 кат
Загалом по секції "1" житлового будинку							318,93	376,74	
Розрахункова потужність секції "1" житлового будинку із врахуванням k _{макс}							318,93		
Із врахування споживачів 1 категорії надійності електроспоживання							87,7		
Потужність протипожежних установок							52,6		
Споживачі 2 категорії надійності електроспоживання							231,23		

Таблиця 1.2 - Розрахунок навантажень секції "2"

№ п/п	Найменування споживачів	К-сть споживачів	Р, кВт	$k_{\text{поп}}$	$k_{\text{макс}}$	$\frac{\cos\varphi}{\text{tg}\varphi}$	Розрахункова потужність		Категорія надійності
							Р _р , кВт	S, кВА	
1	Квартири	10 кВт-14 кв., 15 кВт-44 кв., 22 кВт-3кв. Загалом: 61кв.				$\frac{0,93}{0,4}$	181,78	195,46	2 кат
2	Ліфти	2×7 кВт 1×15 кВт	29	0,9		$\frac{0,65}{1,17}$	26,1	40,15	1 кат
3	Аптека (70 м²)		0,12 кВт/ м²	1	0,8	$\frac{0,93}{0,4}$	6,72	7,23	2 кат
4	Протипожежне обладнання (вентсистеми, ПП, ДВ)	2×10 кВт 1×12 кВт 1×0,6 кВт	32,6	1		$\frac{0,75}{0,88}$	32,6	43,47	1 кат
5	Прилади автоматизації, аварійне освітлення		7	1		$\frac{0,99}{0,14}$	7	7,07	1 кат
Загалом по секції "2" житлового будинку							254,2	293,38	
Розрахункова потужність секції "2" житлового будинку із врахуванням $k_{\text{макс}}$							254,2		
Із врахування споживачів 1 категорії надійності електроспоживання							65,7		
Потужність протипожежних установок							32,6		
Споживачі 2 категорії надійності електроспоживання							188,5		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП1116.141.016.ПЗ

Арк

15

Таблиця 1.3 - Розрахунок навантажень секції "3"

№ п/п	Найменування споживачів	К-сть споживачів	Р, кВт	k _{доп}	k _{макс}	$\frac{\cos\varphi}{\operatorname{tg}\varphi}$	Розрахункова потужність		Категорія надійності
							Р _р , кВт	S, кВА	
1	Квартири	10 кВт-13 кв., 15 кВт-29 кв., 22 кВт-2 кв. Загалом: 44кв.				$\frac{0,93}{0,4}$	140,22	150,77	2 кат
2	Ліфти	2×7 кВт 1×15 кВт	29	0,9		$\frac{0,65}{1,17}$	26,1	40,15	1 кат
3	Хімчистка (850 кг)		0,08 кВт/кг речей	1	0,8	$\frac{0,75}{0,88}$	54,4	72,53	2 кат
4	Протипожежне обладнання (вентсистеми, ПП, ДВ)	2×10 кВт 1×12 кВт 1×0,6 кВт	32,6	1		$\frac{0,75}{0,88}$	32,6	43,47	1 кат
5	Прилади автоматизації, аварійне освітлення		9	1		$\frac{0,99}{0,14}$	9	9,09	1 кат
Загалом по секції "3" житлового будинку							262,32	316,01	
Розрахункова потужність секції "3" житлового будинку із врахуванням k _{макс}							262,32		
Із врахування споживачів 1 категорії надійності електроспоживання							67,7		
Потужність протипожежних установок							32,6		
Споживачі 2 категорії надійності електроспоживання							194,62		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП1116.141.016.ПЗ

Арк

16

Таблиця 1.4 - Розрахунок навантажень секції "4"

№ п/ п	Найменування споживачів	К-сть споживачів	Р, кВт	k _{поп}	k _{макс}	$\frac{\cos\varphi}{\operatorname{tg}\varphi}$	Розрахункова потужність		Категорія надійності
							P _p , кВт	S, кВА	
1	Квартири	10 кВт-13 кв., 15 кВт-33 кв., 22 кВт-1 кв. Загалом: 47кв.				$\frac{0,93}{0,4}$	132,95	142,96	2 кат
2	Ліфти	2×7 кВт 1×15 кВт	29	0,9		$\frac{0,65}{1,17}$	26,1	40,15	1 кат
3	Кафе (100 місць)		1,03 кВт/ місце	1	0,8	$\frac{0,98}{0,2}$	82,4	84,08	2 кат
4	Протипожежне обладнання (вентсистеми, ПП, ДВ)	3×10 кВт 1×12 кВт 1×0,6 кВт	42,6	1		$\frac{0,75}{0,88}$	42,6	56,8	1 кат
5	Прилади автоматизації, аварійне освітлення		8	1		$\frac{0,99}{0,14}$	8	8,08	1 кат
Загалом по секції “4” житлового будинку							295,05	332,07	
Розрахункова потужність секції “4” житлового будинку із врахуванням k _{макс}							295,05		
Із врахування споживачів 1 категорії надійності електроспоживання							76,7		
Потужність протипожежних установок							42,6		
Споживачі 2 категорії надійності електроспоживання							215,35		

Таблиця 1.5 - Розрахунок навантажень секції "5"

№ п/п	Найменування споживачів	К-сть споживачів	Р, кВт	k _{поп}	k _{макс}	$\frac{\cos\varphi}{\tan\varphi}$	Розрахункова потужність		Категорія надійності
							P _p , кВт	S, кВА	
1	Квартири	15 кВт-33 кв., 22 кВт-2 кв. Загалом: 35кв.				$\frac{0,93}{0,4}$	124,23	133,58	2 кат
2	Ліфти	2×7 кВт 1×15 кВт	29	0,9		$\frac{0,65}{1,17}$	26,1	40,15	1 кат
3	Перукарня (5 місць)		1,45 кВт/мі сце	1	0,8	$\frac{0,97}{0,25}$	5,8	5,98	2 кат
4	Протипожежне обладнання (вентсистеми, ПП, ДВ)	2×10 кВт 1×12 кВт 1×0,6 кВт	32,6	1		$\frac{0,75}{0,88}$	32,6	43,47	1 кат
5	Прилади автоматизації, аварійне освітлення		8	1		$\frac{0,99}{0,14}$	8	8,08	1 кат
Загалом по секції "5" житлового будинку							196,5	231,26	
Розрахункова потужність секції "5" житлового будинку із врахуванням k _{макс}							196,5		
Із врахування споживачів 1 категорії надійності електроспоживання							66,7		
Потужність протипожежних установок							32,6		
Споживачі 2 категорії надійності електроспоживання							130,03		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП1116.141.016.ПЗ

Арк

18

На території даного житлового комплексу також передбачена школа із електрифікованими їдальнями та спортзалами, яка розрахована на 700 учнів. Дана школа має коефіцієнт участі в максимумі навантаження, який дорівнює 0,7. Розрахункове навантаження школи розраховується із врахуванням питомого електричного навантаження на одного учня.

Розрахункове навантаження школи:

$$P_{\text{школи}} = 700 \times 0,25 \times 0,7 = 122,5 \text{ (кВт)}$$

Повна розрахункова потужність, яка враховує розрахунковий коефіцієнт потужності школи $\cos\varphi_{\text{школи}}$:

$$S_{\text{школи}} = \frac{P_{\text{школи}}}{\cos\varphi_{\text{школи}}} = \frac{122,5}{0,95} = 128,947 \text{ (кВА)}$$

Загальне навантаження всіх квартир житлового будинку “А” зведемо у таблицю 1.6. Результати розрахунку для нежитлових приміщень і сантехнічного, аварійного, силового обладнання зведемо в таблицю 1.7 та 1.8 відповідно.

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.6 - Загальне навантаження квартир житлового будинку "А"

Найменування споживача	К-сть	Проекте навантаження, кВт/кв.	$\frac{\cos\varphi}{\operatorname{tg}\varphi}$	Розрах. навантаж.		Категорія надійності
				P _p , кВт	S, кВА	
Одно- та двокімнатні квартири із електроплитами 8,5 кВт	97 кв.	10 кВт	$\frac{0,93}{0,4}$			2 категорія надійності
Трикімнатні квартири із електроплитами 8,5 кВт	164 кв.	15 кВт				
Чотирикімнатні квартири із електроплитами 8,5 кВт	9 кв.	22 кВт				
Всього квартир:	270					
P _p = 513,19 кВт				513,19	551,81	

Таблиця 1.7 - Загальне навантаження нежитлових приміщень будинку "А"

Найменування споживача	Питоме навантажен ня споживачів	$\frac{\cos\varphi}{\text{tg}\varphi}$	Коеф. попиту, $k_{\text{поп}}$	Коеф. участі в макс., $k_{\text{макс}}$	Розрах. навантаж.		Категорія надійності
					P_p , кВт	S , кВА	
Продовольчий магазин (250 м ²)	0,25 кВт/м ²	$\frac{0,8}{0,75}$	1	0,8	50	62,5	2 категорія надійності
Аптека (70 м ²)	0,12 кВт/м ²	$\frac{0,93}{0,4}$			6,72	7,23	
Хімчистка (850 кг)	0,08 кВт/кг речей	$\frac{0,75}{0,88}$		0,8	54,4	72,5	2 категорія надійності
Кафе (100 місць)	1,03 кВт/ місце	$\frac{0,98}{0,2}$			82,4	84,08	
Перукарня (5 місць)	1,45 кВт/місце	$\frac{0,97}{0,25}$			5,8	5,98	

Таблиця 1.8 - Загальне навантаження силового, аварійного та сантехнічного обладнання житлового будинку “А”

Найменування споживача	К-сть споживачів	Навантаженн я, кВт	$\frac{\cos\varphi}{\operatorname{tg}\varphi}$	Коеф.попиту, $k_{\text{поп}}$	Розрах. навантаж.		Категорія надійності
					P_p , кВт	S , кВА	
Ліфти (15 ліфтів)	10×7 5×15	145	$\frac{0,65}{1,17}$	0,55	79,75	122,69	1 категорія надійності
Насосна станція		50	$\frac{0,85}{0,62}$	1	50	58,82	
Протипожежні установки (вент. системи, ПП, ДВ)	13×10 5×12 5×0,6	193	$\frac{0,75}{0,88}$	1	193	257,33	
Прилади автоматизації, аварійне освітлення		41	$\frac{0,99}{0,14}$	1	41	41,41	

Підсумовуючи розраховані дані:

Загальне навантаження будинку “А”:

Активне P_p – 1076,26 кВт.

Повне S – 1264,35 кВА.

Висновок до розділу 1

У розділі виконано детальний розрахунок навантажень усіх секцій житлового будинку, враховано квартири, ліфти, нежитлові приміщення, протипожежне обладнання, автоматизацію та школу. Встановлено повне активне навантаження будинку на рівні 1076,26 кВт та повне навантаження житлового будинку на рівні 1264,35 кВА. Розрахунки проводились з урахуванням коефіцієнтів одночасності, попиту та участі в максимумі навантаження.

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. РОЗРАХУНОК ВВІДНО-РОЗПОДІЛЬЧИХ ПРИСТРОЇВ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

2.1. Загальна характеристика ввідно-розподільчого пристрою.

Кожна секція будинку “А” має декілька розподільчих приладів різного значення.

Секція “1”.

ВРП-1 – побутове навантаження квартири, освітлення будинку, прилади автоматизації й аварійне освітлення з 1 по 14 поверхи включно, розташовано у підвалі.

ВРП-2 – побутове навантаження квартир, освітлення будинку з 15 по 28 поверхи включно, розташовано на 25 поверсі.

ВРП-3 – ліфти, протипожежні установки та аварійне освітлення з 15 по 28 поверх, розташовано на 25 поверсі.

ВРП нежитлових – вбудовані нежитлові приміщення (продовольчий магазин), розташовано у підвалі.

Секція “2”.

ВРП-1 – побутове навантаження квартири, освітлення будинку, прилади автоматизації й аварійне освітлення, розташовано у підвалі.

ВРП-2 – ліфти, протипожежні установки та аварійне освітлення з 18 по 22 поверх, розташовано на 20 поверсі.

ВРП нежитлових – вбудовані нежитлові приміщення (аптека,), розташовано у підвалі.

Секція “3”.

ВРП-1 – побутове навантаження квартири, освітлення будинку, прилади автоматизації й аварійне освітлення, розташовано у підвалі.

ВРП-2 – ліфти, протипожежні установки та аварійне освітлення з 18 по 22 поверх, розташовано на 20 поверсі.

					ДП116.141.016.ПЗ	Арк
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВРП нежитлових – вбудовані нежитлові приміщення (хімчистка), розташовано у підвалі.

Секція “4”.

ВРП-1 – побутове навантаження квартири, освітлення будинку, розташовано у підвалі.

ВРП-2 – ліфти, протипожежні установки та аварійне освітлення, розташовано у підвалі.

ВРП нежитлових – вбудовані нежитлові приміщення (кафе), розташовано у підвалі.

Секція “5”:

ВРП-1 – побутове навантаження квартири, освітлення будинку, розташовано у підвалі.

ВРП-2 – ліфти, протипожежні установки та аварійне освітлення, розташовано у підвалі.

ВРП нежитлових – вбудовані нежитлові приміщення (перукарня), розташовано у підвалі.

2.2. Розрахунок навантаження ввідно-розподільчих пристроїв.

Під розрахунком ввідно-розподільчих пристроїв мається на увазі визначення навантажень на кожен ввід. Цей розрахунок необхідний для подальшого визначення перерізів ввідних кабелів. Розрахунок вводів ведеться за формулами (1) для квартир та (2) для силового обладнання.

Секція “1”.

ВРП-1, ввід-1.

До вводу підключені наступні споживачі: 6 квартир потужністю по 15 кВт кожна, 18 квартир потужністю по 10 кВт кожна, освітлення ліфтового холу, коридору, прилади автоматизації та аварійне освітлення (АВР) – 9 кВт:

$$P_p = (15 - 10) \times 6 \times 0,5 + 10 \times 24 \times 0,24 + 9 = 81,6 \text{ (кВт)}$$

Ввід-2.

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До вводу підключені наступні споживачі: 6 квартир потужністю по 15 кВт кожна, 18 квартир потужністю по 10 кВт кожна, освітлення балкону-переходу, сходів, прилади автоматизації та аварійне освітлення (АВР) – 9 кВт:

$$P_p = (15 - 10) \times 6 \times 0,5 + 10 \times 24 \times 0,24 + 9 = 81,6 \text{ (кВт)}$$

Аварійний режим:

$$P_p = 81,6 \times 2 = 163,2 \text{ (кВт)}$$

ВРП-2, ввід-1.

До вводу підключені наступні споживачі: 1 квартира потужністю 22 кВт, 8 квартир потужністю по 10 кВт кожна, 6 квартир потужністю по 15 кВт кожна, освітлення ліфтового холу, коридору:

$$P_p = (22 - 10) \times 1 \times 1 + (15 - 10) \times 6 \times 0,46 + 10 \times 15 \times 0,29 = 64,3 \text{ (кВт)}$$

Ввід-2.

До вводу підключені наступні споживачі: 7 квартир потужністю по 15 кВт кожна, 13 квартир потужністю по 10 кВт кожна, освітлення балкону-переходу, сходів:

$$P_p = (15 - 10) \times 7 \times 0,46 + 10 \times 20 \times 0,26 = 68,1 \text{ (кВт)}$$

Аварійний режим:

$$P_p = 64,3 + 68,1 = 132,4 \text{ (кВт)}$$

ВРП-3 (АВР), ввід-1,2.

До вводу підключені наступні споживачі: 2 ліфти потужністю по 7 кВт, 1 ліфт – 15 кВт, чотири вентилятори підбору повітря по 10 кВт, один вентилятор димовидалення – 12 кВт та вентилятор – 0,6 кВт, аварійне освітлення:

$$P_p = \sum_{i=1}^n P_{л} \times K_{\text{попл}} = 2 \times 7 \times 0,9 + 1 \times 15 \times 0,9 = 26,1 \text{ (кВт)}$$

Загальна потужність протипожежних установок на вводі:

$$P_p = P_{\text{вент}} + P_{\text{вл}} + P_{\text{ав.осв.}} = 52,6 + 14 + 5 = 71,6 \text{ (кВт)}$$

де $P_{\text{вент}}$ – потужність вентиляторів;

$P_{\text{вл}}$ – потужність ввідного пристрою ліфта;

					ДП116.141.016.ПЗ	Арк
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$P_{ав.осв}$ – потужність аварійного освітлення.

Аварійний режим:

$$P_p = 26,1 + 71,6 = 97,7 \text{ (кВт)}$$

ВРП для продовольчого магазину, Ввід-1,2.

До вводу підключено продовольчий магазин загальною площею 250 м^2 :

$$P_{\text{маг}} = P_{\text{пит.маг.}} \times S_{\text{маг}} \times k_{\text{уч.макс.}} = 0,25 \times 250 \times 0,8 = 50 \text{ (кВт)}$$

Секція “2”.

ВРП-1, ввід-1.

До вводу підключені наступні споживачі: 1 квартира потужністю 22 кВт, 22 квартири потужністю по 15 кВт кожна, 6 квартир потужністю по 10 кВт, освітлення ліфтового холу, коридору, балкону-переходу, прилади автоматизації та аварійне освітлення (АВР) – 7 кВт:

$$P_p = (22 - 10) \times 1 \times 1 + (15 - 10) \times 22 \times 0,25 + 10 \times 29 \times 0,2275 + 7 = 112,48 \text{ (кВт)}$$

Ввід-2.

До вводу підключені наступні споживачі: 1 квартира потужністю 22 кВт, 20 квартир потужністю по 15 кВт, 7 квартир потужністю по 10 кВт, прилади автоматизації та аварійне освітлення (АВР) – 9 кВт:

$$P_p = (22 - 10) \times 1 \times 1 + (15 - 10) \times 20 \times 0,255 + 10 \times 28 \times 0,23 + 7 = 108,9 \text{ (кВт)}$$

Аварійний режим:

$$P_p = 112,48 + 108,9 = 221,38 \text{ (кВт)}$$

ВРП-2 (АВР), ввід-1,2.

До вводу підключені наступні споживачі: 1 квартира потужністю 22 кВт, 1 квартира потужністю 10 кВт, 2 квартири потужністю по 15 кВт, 2 ліфти потужністю по 7 кВт, 1 ліфт – 15 кВт, два вентилятори підбору повітря по 10 кВт, один вентилятор димовидалення – 12 кВт та вентилятор – 0,6 кВт, аварійне освітлення:

$$P_p = (22 - 10) \times 1 \times 1 + (15 - 10) \times 2 \times 0,81 + 10 \times 4 \times 0,707 = 48,38 \text{ (кВт)}$$

Розрахункове навантаження для 2 ліфтів по 7 кВт, та 1 – 15 кВт:

					ДП116.141.016.ПЗ	Арк
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_p = \sum_{l=1}^n P_{л} \times K_{попл} = 2 \times 7 \times 0,9 + 1 \times 15 \times 0,9 = 26,1 \text{ (кВт)}$$

Сумарне навантаження для нормального режиму:

$$P_p = 48,38 + 26,1 = 74,48 \text{ (кВт)}$$

Загальна потужність протипожежних установок на ввіді:

$$P_p = P_{вент} + P_{вп} + P_{ав.осв.} = 32,6 + 14 + 3 = 49,6 \text{ (кВт)}$$

Аварійний режим:

$$P_p = 74,48 + 49,6 = 124,08 \text{ (кВт)}$$

ВРП аптеки, ввід-1,2.

До вводу підключено аптеку загальною площею 70 м²:

$$P_{апт} = P_{пит.апт.} \times S_{апт} \times k_{уч.макс.} = 0,12 \times 70 \times 0,8 = 6,72 \text{ (кВт)}$$

Секція "3".

ВРП-1, ввід-1.

До вводу підключені наступні споживачі: 17 квартир потужністю по 15 кВт, 7 квартир потужністю по 10 кВт, освітлення ліфтового холу, коридору, балкону-переходу, прилади автоматизації та аварійне освітлення (АВР) – 9 кВт:

$$P_p = (15 - 10) \times 17 \times 0,277 + 10 \times 24 \times 0,24 + 9 = 90,15 \text{ (кВт)}$$

Ввід-2.

До вводу підключені наступні споживачі: 12 квартир потужністю по 15 кВт, 6 квартир потужністю по 10 кВт, прилади автоматизації та аварійне освітлення (АВР) – 9 кВт:

$$P_p = (15 - 10) \times 12 \times 0,32 + 10 \times 18 \times 0,27 + 9 = 76,8 \text{ (кВт)}$$

Аварійний режим:

$$P_p = 90,15 + 76,8 = 166,95 \text{ (кВт)}$$

ВРП-2 (АВР), ввід-1,2.

До вводу підключені наступні споживачі: 2 квартири потужністю по 22 кВт, 2 ліфти потужністю по 7 кВт, 1 ліфт – 15 кВт, два вентилятори підбору

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повітря по 10 кВт, один вентилятор димовидалення – 12 кВт та вентилятор – 0,6 кВт, аварійне освітлення:

Розрахункове навантаження для 2 квартир по 22 кВт кожна:

$$P_p = 22 \times 2 \times 0,905 = 39,82 \text{ (кВт)}$$

Розрахункове навантаження для 2 ліфтів по 7 кВт, та 1 – 15 кВт:

$$P_p = \sum_{i=1}^n P_{л} \times K_{поп,л} = 2 \times 7 \times 0,9 + 1 \times 15 \times 0,9 = 26,1 \text{ (кВт)}$$

Загальна потужність протипожежних установок на вводі:

$$P_p = P_{вент} + P_{вп} + P_{ав.осв.} = 32,6 + 14 + 5 = 51,6 \text{ (кВт)}$$

Сумарне навантаження для нормального режиму:

$$P_p = 39,82 + 26,1 = 65,92 \text{ (кВт)}$$

Аварійний режим:

$$P_p = 65,92 + 51,6 = 117,52 \text{ (кВт)}$$

ВРП хімчистки, ввід-1,2.

До вводу підключено хімчистка із завантаженістю у 850 кг на день:

$$P_{апт} = P_{пит.апт.} \times S_{апт} \times k_{уч.макс.} = 0,08 \times 850 \times 0,8 = 54,4 \text{ (кВт)}$$

Секція “4”.

ВРП-1, ввід-1.

До вводу підключені наступні споживачі: 1 квартира потужністю 22 кВт, 16 квартир потужністю по 15 кВт, 5 квартир потужністю по 10 кВт, освітлення ліфтового холу, коридору, балкону-переходу, освітлення сходів.

$$P_p = (22 - 10) \times 1 \times 1 + (15 - 10) \times 16 \times 0,277 + 10 \times 22 \times 0,25 = 89,16 \text{ (кВт)}$$

Ввід-2.

До вводу підключені наступні споживачі: 18 квартир потужністю по 15 кВт, 6 квартир потужністю по 10 кВт, освітлення ліфтового холу.

$$P_p = (15 - 10) \times 18 \times 0,27 + 10 \times 28 \times 0,23 = 88,7 \text{ (кВт)}$$

Аварійний режим:

$$P_p = 89,16 + 88,7 = 177,86 \text{ (кВт)}$$

ВРП-2 (АВР), ввід-1,2.

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До вводу підключені наступні споживачі: 2 ліфти потужністю по 7 кВт, 1 ліфт – 15 кВт, два вентилятори підбору повітря по 10 кВт, один вентилятор димовидалення – 12 кВт та вентилятор – 0,6 кВт, прилади автоматизації та аварійне освітлення – 8 кВт:

$$P_p = \sum_{i=1}^n P_{л} \times K_{поп.л} + P_{авр} = 2 \times 7 \times 0,9 + 1 \times 15 \times 0,9 + 8 = 34,1 \text{ (кВт)}$$

Загальна потужність протипожежних установок на вводі:

$$P_p = P_{вент} + P_{вп} + P_{ав.осв.} = 32,6 + 14 + 5 = 51,6 \text{ (кВт)}$$

Аварійний режим:

$$P_p = 34,1 + 51,6 = 85,7 \text{ (кВт)}$$

ВРП кафе, ввід-1,2.

До вводу підключено кафе із кількість місць 100:

$$P_{кафе} = P_{пит.кафе.} \times n_{місць} \times k_{уч.макс.} = 1,03 \times 100 \times 0,8 = 82,6 \text{ (кВт)}$$

Секція “5”.

ВРП-1, ввід-1.

До вводу підключені наступні споживачі: 2 квартири потужністю по 22 кВт, 9 квартир потужністю по 15 кВт, освітлення ліфтового холу, коридору, балкону-переходу, сходів.

$$P_p = (22 - 15) \times 1 \times 1 + 15 \times 11 \times 0,34 = 63,1 \text{ (кВт)}$$

Ввід-2.

До вводу підключені наступні споживачі: 24 квартири потужністю по 15 кВт, освітлення перед-квартирного переходу

$$P_p = 15 \times 24 \times 0,24 = 86,4 \text{ (кВт)}$$

Аварійний режим:

$$P_p = 63,1 + 86,4 = 149,5 \text{ (кВт)}$$

ВРП-2 (АВР), ввід-1,2.

До вводу підключені наступні споживачі: 2 ліфти потужністю по 7 кВт, 1 ліфт – 15 кВт, два вентилятори підбору повітря по 10 кВт, один вентилятор

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

димовидалення – 12 кВт та вентилятор – 0,6 кВт, прилади автоматизації та аварійне освітлення:

$$P_p = \sum_1^n P_{\text{л}} \times K_{\text{поп.л}} + P_{\text{авр}} = 2 \times 7 \times 0,9 + 1 \times 15 \times 0,9 + 8 = 34,1 \text{ (кВт)}$$

Загальна потужність протипожежних установок на вводі:

$$P_p = P_{\text{вент}} + P_{\text{вп}} + P_{\text{ав.осв.}} = 32,6 + 14 + 5 = 51,6 \text{ (кВт)}$$

Аварійний режим:

$$P_p = 34,1 + 51,6 = 85,7 \text{ (кВт)}$$

ВРП перукарні, ввід-1,2.

До вводу підключено перукарня, розрахована на 5 робочих місць:

$$P_{\text{перук}} = P_{\text{пит.перук.}} \times n_{\text{місць}} \times k_{\text{уч.макс.}} = 1,45 \times 5 \times 0,8 = 5,8 \text{ (кВт)}$$

Висновок до розділу 2

Розділ охоплює характеристику ВРП (ввідно-розподільчих пристроїв) для кожної секції. Здійснено розрахунки навантажень на вводи для нормального та аварійного режимів. До даних вводів підключені різні споживачі різних типів. Враховано специфіку підключення житлових та нежитлових споживачів, ліфтів, протипожежного обладнання і аварійного освітлення.

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ТРАНСФОРМАТОРНА ПІДСТАНЦІЯ

3.1. Вибір типу, потужності та типу трансформаторів

Вибір трансформаторів виконуємо, спираючись на сумарне навантаження всього житлового будинку, взятої із першого розділу та враховуємо навантаження школи. Із урахуванням допустимого коефіцієнту навантаження трансформатора – 70% у нормальному режимі та 140% - в аварійному режимі.

Сумарне навантаження комплексу – 1393,297 кВА

Для електрозабезпечення житлового комплексу обираємо трансформатори марки ТМГ 10/0,4 кВ, повною потужністю 1000 кВА.

Завантаження трансформатора:

- у робочому режимі – 69,67 %;
- у аварійному режимі – 139,33 %;

Силові масляні понижуючі трифазні двообмоткові загального призначення нормального конструктивного виконання трансформатори напругою до 10 кВ, для внутрішньої та зовнішньої установки.

Силові трансформатори ТМГ випускаються із номінальною напругою первинної обмотки(високої напруги) до 10 кВ включно і вторинної обмотки(низької напруги) – 0,4 кВ.

Схема і група з'єднання – Y/Y_n-0 ; Δ/Y_n-11 .

Напруга регулюється без збудження. Для цього у трансформаторах передбачено високовольтні перемикачі, котрі приєднуються до обмотки високої напруги і дозволяють регулювати напругу ступенями при відключенні від мережі трансформатора із сторони НН та ВН із діапазоном $\pm 2 \times 2,5\%$.

Магнітопровід трансформатора виготовлений із холоднокатаною електротехнічної сталі.

Обмотки трансформатора алюмінієві.

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Характеристика трансформаторної підстанції

Трансформаторна підстанція (ТП) призначена для приймання, перетворення та розподілу електричної енергії в електричних мережах напругою 10/0,4 кВ. У даному проєкті передбачено використання комплектної трансформаторної підстанції, оснащеної силовим трансформатором ТМГ 1000/10 У1 потужністю 1000 кВА.

ТП встановлюється в зоні навантаження та забезпечує електропостачання житлових, громадських або виробничих об'єктів. Вона може розміщуватися як у вигляді окремої комплектної підстанції зовнішнього встановлення (ТП), так і в окремому приміщенні (вбудованому або прибудованому) для закритого виконання.

У проєкті трансформаторна підстанція електротропостачання навантаження будинку "А", який має 5 секцій та школи, яка знаходиться на території житлового комплексу.

Особливості даної ТП полягають в трансформаторі ТМГ.

Це трифазний масляний трансформатор загального призначення. Обмотка низької напруги силових трансформаторів цієї серії виконана не з алюмінієвих проводів, а з алюмінієвої фольги, що поєднує в собі простоту намотування і високого рівня надійності.

Для обраної ТП розрахуємо тривалість її будівництва. Тривалість будівництва T_6 визначають за формулою:

$$T_6 = \frac{T_c \times K_1 \times K_2}{K_3} \quad (3)$$

де: T_c - усереднений показник тривалості будівництва, 1;

K_2 - коефіцієнт, який враховує сукупність конструктивних особливостей будівлі, 1;

K_3 - коефіцієнт, який враховує прийняті організаційно-технологічні заходи, що впливають на тривалість будівництва, 1,1;

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_1 - коефіцієнт, який враховує сукупність конкретних умов зведення об'єкта визначають за формулою:

$$K_1 = K_{11} \times K_{12} \times K_{13} \quad (4)$$

де: K_{11} - коефіцієнт, при здійсненні будівництва в звичайних інженерно-геологічних умовах, 1;

K_{12} - коефіцієнт, при здійсненні будівництва в сейсмонебезпечних умовах, 1;

K_{13} - коефіцієнт, який характеризує ступінь впливу умов ущільненої забудови на тривалість будівництва і визначається за формулою:

$$K_{13} = 1 + (\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3) \quad (5)$$

де: Π_1 - коефіцієнт, при враховує стиснені умови складування матеріалів або неможливість складування на будівельному майданчику для нормального забезпечення матеріалами робочих місць, 0,6;

Π_2 - коефіцієнт, при враховує наявність на території будівельного майданчика інженерних мереж, 0,15;

Π_3 - коефіцієнт, при враховує інтенсивність руху транспорту та пішоходів поблизу місця проведення робіт, 0,25.

Тривалість будівництва ТП:

$$K_{13} = 1 + (0,6 + 0,15 + 0,25) = 2$$

$$K_1 = 1 \times 1,1 \times 2 = 2,2$$

$$T_6 = \frac{0,1 \times 2,2 \times 1}{1,1} = 0,2 \text{ (міс.)}$$

Висновок до розділу 3:

У розділі обрано трансформатори типу ТМГ 1000/10 У1 (1000 кВА), які забезпечують живлення всього комплексу. Розраховано навантаження у нормальному режимі (69,67%) і в аварійному (139,33%), що підтверджує доцільність вибору. Надано технічні характеристики підстанції та опис її функціонального призначення. Визначено тривалість будівництва ТП із врахуванням коефіцієнтів, які враховують особливі умови при будівництві.

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. РОЗРАХУНОК МЕРЕЖ ЖИВЛЕННЯ ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Кабельні лінії, як правило, прокладають в землі(у траншеях) по непроїжджій частині вулиць(під тротуарами), по дворах і технічним смугам. По вулицях і площах, насичених підземними комунікаціями, рекомендовано прокладати кабельні лінії в колекторах і тунелях. При перетині вулиць і площ кабельні лінії прокладаються у блоках або трубах.. Для ліній, які прокладаються по трасах із різним оточуючим середовищем, обирають конструкції кабелів треба по ділянці із найбільш складними умовами, якщо довжина ділянок із легшими умовами не перевищує монтажною довжини кабелю. На ділянках із різними умовами прокладання для кожного із них повинні обиратись відповідні конструкції кабелів. Для кабельних трас із різними умовами охолодження переріз кабелів повинні обиратись по ділянці із гіршими умовами охолодження, якщо довжина його становить більше 10 метрів.

Лінії живлення виконані кабелем АВВГ, який прокладений від проєктованої трансформаторної підстанції до житлового комплексу в кабельному колекторі.

Кабель АВВГ - це силовий кабель із алюмінієвими жилами, з ПВХ(полівінілхлорид) ізоляцією у ПВХ оболонці. Кабель АВВГ призначений для передачі та розподілу електроенергії в стаціонарних установках на номінальну змінну напругу до 1 кВ частотою 50 Гц.

До ВРП, які знаходяться на верхніх поверхах кабелі прокладені в пластмасових трубах у спеціальних кабельних каналах.

Переріз кабелів в електричних мережах до 1 кВ обираєм за допустимим струмом та перевіряємо за допустимим струмам в нормальному та післяаварійному режимах.

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Дані по кабелях АБВГ напругою до 1 кВ

К-сть жил, ном.переріз, мм ²	Товщина ізоляції, мм	Товщина оболонки, мм	Зовн. діаметр кабелю, мм	Опір жили, Ом/км	Допустимі струмові навантаження кабелю, А	
					У землі	У повітрі
4×16	1,0	1,5	17,0	1,91	77	67
4×25	1,2	1,7	20,7	1,2	100	88
4×35	1,2	1,7	20,1	0,868	121	109
4×50	1,2	1,7	22,9	0,641	147	136
4×70	1,4	1,9	26,0	0,443	178	167
4×95	1,5	1,9	29,4	0,32	212	204
4×120	1,5	1,9	31,8	0,253	241	236
4×150	1,6	2,1	35,0	0,206	274	273
4×185	1,7	2,1	38,1	0,164	308	313
4×240	1,9	2,1	43,3	0,125	355	369

4.1. Вибір типу та розрахунок перерізу кабелю 0,4 кВ

Вибір перерізу кабелів та їх перевірку проводимо за струмом в кабельній лінії при нормальному та післяаварійному режиму.

Струм для вводу при нормальному режимі визначається за формулою:

$$I_{\text{роб}} = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_{\text{ном}} \times \cos \varphi} \quad (6)$$

Струм у післяаварійному режимі, коли один із кабелів вийшов із ладу, визначається за формулою:

$$I_{\text{р.ав.}} = \frac{P_{\text{ав.}}}{\sqrt{3} \times U_{\text{ном}} \times \cos \varphi} \quad (7)$$

де: $I_{\text{роб}}$ та $I_{\text{р.ав.}}$ - струм в лінії відповідно в нормальному та післяаварійному режимі;

$P, P_{ав.}$ - потужність вводу при нормальному та аварійному режимах відповідно;

$U_{ном}$ - номінальна напруга мережі;

$\cos \varphi$ - розрахунковий коефіцієнт потужності споживачів. Для квартири із електричними плитами і побутовими кондиціонерами повітря – 0,93, як було зазначено в розділі 1.

Обраний переріз по робочому розрахунковому струму при нормальному та післяаварійному режимах перевіряємо по умовам нагріву в нормальному та післяаварійному режимах:

$$I_{роб} \leq I_{доп}, I_{р.ав.} \leq 1,3 \times I_{доп} \quad (8)$$

де: $I_{доп}$ - допустимий струм в кабелі обраного перерізу, у післяаварійному режимі збільшується на 30%.

Для нормального та аварійного режиму треба виконати перевірку за допустиму втрату напруги.

Оберемо кабель для секції “1”, для кожного із вводів ВРП будинку “А”.

Розрахунок ведемо використовуючи формули (6) та (7). Перевірку ведемо за нерівностями (8).

Робочий струм вводу-1 секції “1”:

$$I_{роб} = \frac{81,6}{\sqrt{3} \times 0,38 \times 0,93} = 133,31 (A)$$

За табл. 4.1 обираємо кабель АВВГ перерізом 4×50.

Зробимо перевірку за нерівностями (5) для нормального режиму:

$$I_{роб} = 133,31(A) \leq I_{доп} = 147 (A)$$

Нерівність виконується. Кабель нас задовільняє.

Робочий струм вводу-2 секції ”1”:

$$I_{роб} = \frac{81,6}{\sqrt{3} \times 0,38 \times 0,93} = 133,31 (A)$$

За табл. 4.1 обираємо кабель АВВГ перерізом 4×50.

Зробимо перевірку за нерівностями (5) для нормального режиму:

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{\text{роб}} = 133,31(\text{A}) \leq I_{\text{доп}} = 147(\text{A})$$

Нерівність виконується. Кабель нас задовільняє.

Розрахуємо струм для післяаварійного режиму:

$$I_{\text{р.ав.}} = \frac{163,2}{\sqrt{3} \times 0,38 \times 0,93} = 266,6(\text{A})$$

Зробимо перевірку для кабелю АБВГ перерізом 4×50:

$$I_{\text{р.ав.}} = 266,6(\text{A}) \leq I_{\text{доп}} = 1,3 \times 147 = 191,1(\text{A})$$

Перевірка не виконується. Кабель АБВГ перерізом 4×50 в післяаварійному режимі не задовільняє умову. Збільшуємо переріз до 4×70.

Зробимо перевірку для кабелю АБВГ перерізом 4×70:

$$I_{\text{р.ав.}} = 266,6(\text{A}) \leq I_{\text{доп}} = 1,3 \times 178 = 231,4(\text{A})$$

Перевірка не виконується. Кабель АБВГ перерізом 4×70 в післяаварійному режимі не задовільняє умову. Збільшуємо переріз до 4×95.

Зробимо перевірку для кабелю АБВГ перерізом 4×95:

$$I_{\text{р.ав.}} = 266,6(\text{A}) \leq I_{\text{доп}} = 1,3 \times 212 = 275,6(\text{A})$$

Перевірка виконується. Кабель АБВГ перерізом 4×95 в післяаварійному режимі задовільняє умову.

Визначимо втрати напруги в нормальному та післяаварійному режимі для ВРП-1 вводу-1 секції-1.

Визначимо втрати для нормального режиму:

$$\Delta U = \frac{P \times r_0 \times L}{10 \times U_{\text{ном}}^2} = \frac{81,6 \times 0,32 \times 0,1}{10 \times 0,38^2} = 1,8 \%$$

Перевірка виконується: 1,8 % < 5 %

Визначимо втрати для після аварійного режиму:

$$\Delta U = \frac{P \times r_0 \times L}{10 \times U_{\text{ном}}^2} = \frac{163,2 \times 0,32 \times 0,1}{10 \times 0,38^2} = 3,62 \%$$

Перевірка виконується: 3,62 % < 10 %

Наступні обрані кабелі АБВГ та розраховані дані для введів в секціях зведемо у таблиці 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 та 4.6.

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2 – Вибір перерізу кабелів і перевірка кабельних ліній за допустимим струмом, секція “1”

№ п/п	Призначення лінії	Розрах. довжина, м	Розрах. потужність, кВт	Розрах. струм, А	I _{доп} кабелю, А	ΔU, %	Аварій- ний режим	Розрах. потужність, кВт	Розрах. струм, А	ΔU п/ав, %	I _{доп} кабелю, А	Марка перерізу кабелю
1	КТП - ВРП-1 (Ввід-1)	100	81,6	133,31	147	1,8		163,2	266,6	3,62	212	АВВГ 4×95
2	КТП - ВРП-1 (Ввід-2)	100	81,6	133,31	147	1,8						
3	КТП - ВРП-2 (Ввід-1)	90	64,3	105,05	121	1,78		132,4	216,32	3,7	178	АВВГ 4×70
4	КТП - ВРП-2 (Ввід-2)	90	68,1	111,26	121	1,88						
5	КТП - ВРП-3 (Ввід-1,2)	100	97,7	158,5	178	1,5		97,7	158,5	1,5	178	АВВГ 4×70
6	КТП - ВРП-магазину (Ввід-1,2)	90	50	47,48	77	2,98						
								50	47,48	2,98	77	АВВГ 4×16

Таблиця 4.3 – Вибір перерізу кабелів і перевірка лінії живлення за допустимим струмом, секція “2”

№ п/п	Призначення лінії	Розрах. довжина, м	Розрах. потужність, кВт	Розрах. струм, А	I _{доп} кабелю, А	ΔU, %	Аварій- ний режим	Розрах. потужність, кВт	Розрах. струм, А	I _{доп} кабелю, А	ΔU, %	Марка перерізу кабелю
1	КТП - ВРП-1 (Ввід-1)	130	112,48	183,8	212	1,66		221,38	361,7	308	3,28	АВВГ 4×185
2	КТП - ВРП-1 (Ввід-2)	130	108,9	177,9	212	1,61						
3	КТП - ВРП-2 (Ввід-1,2)	70	74,48	70,02	77	3,4		124,08	120,26	100	3,61	АВВГ 4×25
4	КТП - ВРП-аптеки(Ввід-1,2)	150	6,72	2,1	77	0,67						
								6,72	2,1	77	0,67	АВВГ 4×16

ДП116.141.016.ПЗ

Таблиця 4.4 – Вибір перерізу кабелів і перевірка лінії живлення за допустимим струмом, секція “3”

№ п/п	Призначення лінії	Розрах. довжина, м	Розрах. потужність, кВт	Розрах. струм, А	I _{доп} кабелю, А	ΔU, %	Аварійний режим	Розрах. потужність, кВт	Розрах. струм, А	I _{доп} кабелю, А	ΔU, %	Марка перерізу кабелю
1	КТП - ВРП-1 (Ввід-1)	145	90,15	147,28	178	1,99		166,95	272,75	212	3,7	АВВГ 4×95
2	КТП - ВРП-1 (Ввід-2)	100	76,8	124,41	147	1,7						
3	КТП - ВРП-2 (Ввід-1,2)	80	65,92	63,11	77	0,77						
4	КТП - ВРП-хімчистка (Ввід-1,2)	100	54,4	20,94	77	3,6						

Таблиця 4.5 – Вибір перерізу кабелів і перевірка лінії живлення за допустимим струмом, секція “4”

№ п/п	Призначення лінії	Розрах. довжина, м	Розрах. потужність, кВт	Розрах. струм, А	I _{доп} кабелю, А	ΔU, %	Аварійний режим	Розрах. потужність, кВт	Розрах. струм, А	I _{доп} кабелю, А	ΔU, %	Марка перерізу кабелю
1	КТП - ВРП-1 (Ввід-1)	100	89,16	145,66	147	1,56		177,86	290,57	241	3,12	АВВГ 4×120
2	КТП - ВРП-1 (Ввід-2)	100	88,7	144,91	178	1,54						
3	КТП - ВРП-2 (Ввід-1,2)	105	34,1	39,85	77	1,08						
4	КТП - ВРП-кафе (Ввід-1,2)	90	82,6	64,03	77	3,8						
5	КТП - Насосна (Ввід-1,2)	20	50	44,69	77	0,66		50	44,69	77	0,66	АВВГ 4×16

ДП/116.141.016.ПЗ

Таблиця 4.6 – Вибір перерізу кабелів і перевірка лінії живлення за допустимим струмом, секція “5”

№ п/п	Призначення лінії	Розрах. довжина, м	Розрах. потужність, кВт	Розрах. струм, А	I _{доп} кабелю, А	ΔU, %		Розрах. потужність, кВт	Розрах. струм, А	I _{доп} кабелю, А	ΔU, %	Марка перерізу кабелю
1	КТП - ВРП-1 (Ввід-1)	70	63,1	103,09	121	0,98	Аварій- ний режим	149,5	244,24	212	2,3	АВВГ 4×95
2	КТП - ВРП-1 (Ввід-2)	70	86,4	141,15	147	1,34						
3	КТП - ВРП-2 (Ввід-1,2)	60	34,1	39,85	77	1,08						
4	КТП - ВРП- перукарні (Ввід-1,2)	70	5,8	4,54	77	0,27						

ДП 116.141.016.ПЗ

Оберемо кабель для школи. У ВРП школи заходить 2 кабелі по 0,4 кВ.

Повне навантаження школи становить – 128,947 кВА.

Довжина лінії – 200 м.

Звідси розрахуємо робочий струм для школи:

$$I_{\text{роб}} = \frac{128,947}{2 \times \sqrt{3} \times 0,38} = 97,957 \text{ (A)}$$

Попередньо оберемо кабель АВВГ перерізом 4×25.

Зробимо перевірку за допустимим струмом:

$$I_{\text{роб}} = 97,957 \text{ (A)} \leq I_{\text{доп}} = 100 \text{ (A)}$$

Нерівність виконується. Кабель нас задовільняє.

Перевіримо кабель для аварійного режиму, коли із ладу вийде один із кабелів:

$$I_{\text{р.ав}} = \frac{128,947}{\sqrt{3} \times 0,38} = 195,92 \text{ (A)}$$

Зробимо перевірку за допустимим струмом:

$$I_{\text{р.ав.}} = 195,92 \text{ (A)} \leq 1,3 \times I_{\text{доп}} = 100 \times 1,3 = 130 \text{ (A)}$$

Перевірка не виконується. Кабель нас не задовільняє. Обираємо кабель більшого перерізу, тобто 4×35. Зробимо перевірку:

$$I_{\text{р.ав.}} = 195,92 \text{ (A)} \leq 1,3 \times I_{\text{доп}} = 121 \times 1,3 = 157,3 \text{ (A)}$$

Перевірка не виконується. Кабель АВВГ перерізом 4×35 в післяаварійному режимі не задовільняє умову. Збільшуємо переріз до 4×50.

Зробимо перевірку для кабелю АВВГ перерізом 4×50:

$$I_{\text{р.ав.}} = 195,92 \text{ (A)} \leq 1,3 \times I_{\text{доп}} = 147 \times 1,3 = 191,1 \text{ (A)}$$

Перевірка не виконується. Кабель АВВГ перерізом 4×50 в післяаварійному режимі не задовільняє умову. Збільшуємо переріз до 4×70.

Зробимо перевірку для кабелю АВВГ перерізом 4×70:

$$I_{\text{р.ав.}} = 195,92 \text{ (A)} \leq 1,3 \times I_{\text{доп}} = 178 \times 1,3 = 231,4 \text{ (A)}$$

Перевірка виконується. Кабель АВВГ перерізом 4×35 в післяаварійному режимі задовільняє умову.

Для школи обираємо кабель АВВГ перерізом 4×70.

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо втрати напруги в нормальному та післяаварійному режимі для ВРП-1 вводу-1 секції-1.

Визначимо втрати для нормального режиму:

$$\Delta U = \frac{P \times r_0 \times L}{2 \times 10 \times U_{\text{ном}}^2} = \frac{122,5 \times 0,443 \times 0,2}{2 \times 10 \times 0,38^2} = 3,76 \%$$

Перевірка виконується: $3,76 \% < 5 \%$.

Визначимо втрати для після аварійного режиму:

$$\Delta U = \frac{P \times r_0 \times L}{10 \times U_{\text{ном}}^2} = \frac{122,5 \times 0,443 \times 0,2}{10 \times 0,38^2} = 7,52 \%$$

Перевірка виконується: $7,52 \% < 10 \%$.

4.2. Вибір типу та розрахунок перерізу кабелю 10 кВ

Оберемо кабель АПвБП 10 кВ, який прокладений в землі від ТП до РП.

Кабель АПвБП – це тип силового кабелю, який має алюмінієві жили із поліетиленовою внутрішньою ізоляцією, має броню та поліетиленову зовнішню оболонку.

Зазвичай, такі кабелі прокладають у ґрунті та він призначений для передачі та розподілу електроенергії в стаціонарних установках на номінальну змінну напругу до 10 кВ частотою 50 Гц.

Сумарне навантаження житлового комплексу із урахуванням навантаження будинку “А” та школи – 1393,297 кВА.

Звідси можемо визначити робочий струм:

$$I_{\text{роб}} = \frac{S}{2 \times \sqrt{3} \times U_{\text{ном}}} = \frac{1393,297}{2 \times \sqrt{3} \times 10} = 40,221 (\text{А})$$

Переріз кабелю обираємо за струмовими інтервалами та також перевіряємо за допустимими струмами в нормальному та післяаварійному режимах:

Таблиця 4.7 – струмові інтервали для кабелю АПвБП до 10 кВ.

Перерізи, мм ²	35	50	70	95	120	150	185	240
I _{гр} , А	0-34	34-50	51-79	79-128	128-165	165-213	213-240	240-310

Таблиця 4.8. – Допустимі струми для кабелю АПВБП до 10 кВ.

Перерізи, мм ²	35	50	70	95	120	150	185	240
I _{доп.} , А	121	156	193	233	265	300	338	392

Згідно струмовим інтервалам обираємо переріз АПВБП 3×50.

Перевіримо кабель на нагрівання за допустимим струмом:

$$I_{\text{роб}} = 40,221(\text{А}) \leq I_{\text{доп}} = 156(\text{А})$$

Нерівність виконується. Кабель нас задовільняє.

Попередньо оберемо кабель АПВБП перерізом 3×50.

Перевіримо кабель для аварійного режиму, коли із ладу вийде один із кабелів:

$$I_{\text{р.ав}} = \frac{1393,297}{\sqrt{3} \times 10} = 80,442(\text{А})$$

Зробимо перевірку за допустимим струмом:

$$I_{\text{р.ав.}} = 80,442(\text{А}) \leq 1,3 \times I_{\text{доп}} = 156 \times 1,3 = 202,8(\text{А})$$

Нерівність виконується. Кабель нас задовільняє.

Для кабельної лінії, яка буде прокладена від РП-10 кВ до ТП-10/0,4 кВ обрано кабель типу АПВБП перерізом 3×50.

Визначимо тривалість будівництва КЛ-0,4 кВ та КЛ-10 кВ за формулами (3), (4) та (5).

КЛ-0,4 кВ

$$K_{13} = 1 + (0,6 + 0,15 + 0,25) = 2$$

$$K_1 = 1 \times 1,1 \times 2 = 2,2$$

$$T_6 = \frac{0,6 \times 2,2 \times 1}{1,1} = 1,2(\text{міс.})$$

КЛ-10 кВ

$$K_{13} = 1 + (0,6 + 0,15 + 0,25) = 2$$

$$K_1 = 1 \times 1,1 \times 2 = 2,2$$

$$T_6 = \frac{0,3 \times 2,2 \times 1}{1,1} = 0,6(\text{міс.})$$

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок до розділу 4:

У даному розділі було представлено розрахунок робочих струмів вводів ввідно-розподільчих пристроїв для подальшого вибору кабелів за допустимими струмами. Виконано перевірку за допустимими струмами для нормального та післяаварійного режимів. Враховано специфіку перевірки кабелю для вибору перерізу у післяаварійному режимі. Обрано кабелі для кожного із вводів ВРП, для школи та обрано, за струмовими інтервалами і допустимим струмом, кабель 10 кВ, який прокладений від розподільчого пункту до трансформаторної підстанції. Певні розрахунки проводились використовуючи повну потужність навантаження вводу через те, що коефіцієнти розрахункової потужності мали різне значення для різних типів споживачів. Визначено тривалість будівництва КЛ із врахуванням коефіцієнтів, які враховують особливі умови при будівництві.

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ДІАГНОСТИКА ТА ПОШУК ПОШКОДЖЕНЬ НА КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЯХ ДО 35 кВ

Причин виникнення для пошуку пошкоджень та діагностики є багато, але в основному це пошкодження кабельних ліній або профілактичні діагностики. Причин пошкодження КЛ існує багато, але основні :

- пробій ізоляції на землю – одна або кілька жил мають контакт з екраном або із землею;
- тріщини, розриви, прогари полімерної або свинцевої оболонки внаслідок корозії, механічних пошкоджень (переважно це через занадто сильні згини кабелю);
- механічні пошкодження – це порізи, вм'ятини, надломи при прокладанні або під час будівельних робіт, здавлювання кабелю внаслідок неправильного монтажу;
- пошкодження в місцях з'єднань муфт, тобто нещільна ізоляція в муфти або дефекти заливки (наприклад, повітряні порожнини);
- корозійні пошкодження (корозія металевої оболонки або екрану кабелю);
- термічні пошкодження(пошкодження кабелю через перенавантаження або поганий тепловідвід.

Діагностика та проведення випробувань для знаходження пошкоджень на КЛ є критично важливою складовою ефективної експлуатації електричних мереж середньої напруги, яка дозволяє:

- виявити приховані дефекти в ізоляції, муфтах та з'єднаннях до моменту їх переходу в аварійний стан;
- запобігти аваріям та скоротити ризик раптових відключень енергопостачання;
- зменшити витрати на обслуговування завдяки плановому ремонту замість аварійного;
- продовжити строк служби кабелів завдяки контролю за їх технічним станом.

					ДП116.141.016.ПЗ	Арк
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після виникнення несправностей у КЛ важливо якнайшвидше і точно локалізувати місце пошкодження. Проведення відповідних випробувань дає змогу:

- локалізувати дефект з точністю до кількох сантиметрів (використання сучасних методів);
- мінімізувати зону земляних робіт при підземному прокладанні;
- скоротити час і витрати на ремонтні роботи;
- перевірити якість виконаного ремонту та відновити лінію без ризику повторного відключення.

Різні кабельні лінії мають різний характер пошкоджень для яких використовується різні методи діагностики та усунення пошкоджень.

Для локалізації та пошуку пошкоджень використовують такі методи:

а) відносні методи:

1) імпульсний метод – цей методі базується на посиланні в пошкоджену лінію зондуючого електричного імпульсу та вимірюванні інтервалу часі між моментом подачі цього імпульсу та моментом приходу відображеного імпульсу;

2) метод коливання розряду - Цей метод базується на вимірюванні часу періоду розряду коливання, що виникає в момент пробою зарядженою високою напругою КЛ.

б) абсолютні методи:

1) акустичний метод – цей метод практично універсальний. Сутність даного методу полягає в прослуховуванні над місцем пошкодження звукових коливань викликаних іскровим розрядом в каналі пошкодження. Іскровий розряд в місці пошкодження утворюється за допомогою високовольтного конденсатора. Високовольтний конденсатор знаходиться в ЕТЛ, заряджається до певного значення напруги та з періодом часу розряджається в пошкоджену КЛ;

2) індукційний метод – цей метод базується на принципі відчужання магнітного поля над КЛ, що утворюється струмом звукової частоти, який

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проходить по КЛ. Для застосування індукційного методу по КЛ пропускають струм від генератора звукової частоти, при цьому навколо КЛ утворюється магнітне поле, напруженість якого пропорційна значення струму в КЛ;

3) контактний метод – цей метод використовується тоді, коли попередні два методи неможливо використати. Попередні два методи неможливо використати в таких випадках: КЛ малого перерізу, велика глибина залягання КЛ та при металевих замиканнях жили КЛ із захисної оболонкою або при механічних пошкодженнях КЛ (продавлювання захисної оболонки до жили). Перед початком використання методу треба обов’язково знати зону пошкодження, для цього необхідно використати імпульсний метод. Цей метод базується на замірі падіння напруги на свинцевій оболонці та виконується гальванометром або мілівольтметром постійного струму.

Для знаходження пошкоджень вибраних КЛ буде використовуватись метод коливання розряду.

Під час вимірювань КЛ повинна бути відключена від мережі, розряджена та жили КЛ не повинні бути заземлені з обох сторін. Жила з пошкодженою ізоляцією заряджається від високовольтної випробної установки. Напруга заряду плавно підіймається до пробою, але не вище значення обумовленого [5]. В момент пробою в місці пошкодження виникає іскра, що має невелике значення перехідного опору та в кабелі виникає розряд коливання, розряд коливання фіксується спеціальним приладом через високовольтний дільник напруги.

Вимірювання методом коливання розряду закладена в схеми сучасних ЕТЛ, як вітчизняного та і закордонного виробництва. Похибка під час вимірювань методом коливання розряду може складати до 10% на 1 км траси КЛ, але цього достатньо для визначення зони пошкодження та переходу до абсолютних методів пошуку пошкодження вже у вказаній зоні.

ЕТЛ (Електротехнічна лабораторія) – призначена для визначення місць пошкоджень на кабельних лініях 0,4-35 кВ, випробування кабельних ліній 10 кВ та визначення траси кабельних ліній 0,4-35 кВ. Сама ЕТЛ складається із

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кількох основних блоків, які слугують для випробування КЛ, визначень місць пошкоджень(вимір), визначення місць пошкоджень методом коливання розрядів, визначення місць пошкоджень за допомогою генератора звукової частоти, а також трасування кабельних ліній та панель управління.

Задля безпеки у електротехнічній лабораторії слугують три заземлення: робоче, захисне та контрольне.

Робоче заземлення встановлюється на робочому місці в момент приєднання високовольтного виводу. Вивід робочого заземлення являє собою пружинний затискач помічений чорним кольором. Затискач закріплюється безпосередньо за заземлюючий пристрій. Якщо за умовами конструкції і розміщення кабелю, і заземлюючого пристрою між ними велика відстань, то затискач робочого заземлення закріпити за провід заземлення кабельної воронки (попередньо переконавшись в його цілісності). При відсутності надійного контакту між робочим заземленням і землею в роботі схеми виникне аварійне відключення.

Захисне заземлення приєднується до контуру заземлення за допомогою гвинтового затискача. На проводі захисного заземлення передбачені спеціальні мідні бандажі. У високовольтному відсіку на рамі автомобіля передбачений аналогічний гвинтовий затискач для закріплення мідного бандажу. Затискати бандаж захисного заземлення потрібно так, щоб відключився кінцевий вимикач блокування включення (встановлений позаду гвинтового затискача).

Контрольне заземлення приєднується до металевого бура, який необхідно встановлювати на відстані 5 м від ЕТЛ. На котушці контрольного заземлення є спеціальне гніздо для встановлення штекера початку проводу. Вивід проводу контрольного заземлення аналогічним штекером приєднується до гнізда на металевому бурі.

Також для діагностики каюельної лінії 10-35 кВ використовувалась OWTS установка.

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діагностика OWTS(система випробувань коливальною хвилею) – предсталає собою компактний пристрій локалізації часткових розрядів (ЧР) при польовій діагностиці силових кабелів 10-35 кВ.

5.1. Конструкція діагностичної установки OWTS

У складі діагностичної системи OWTS входять два блоки, які діють як один пристрій: високовольтна котушка, дільник напруги та перемикач, ЧР-конденсатор зв'язку, пристрій зв'язку та детектор ЧР, переносний комп'ютер та з'єднувальні кабелі, рис.1.

Блок переносного комп'ютера забезпечує керування процесом перевірки, аналіз результатів та зберігання даних. Для керуванням високою напругою є проводний пристрій вмикання-вимикання.

Для заземлення та підключення до силової лінії до системи надаються кабелі та конектори.

Ця діагностична установка використовує певне програмне забезпечення, яке представляє графіки ЧР та дані по кабельній лінії, яка діагностується.

У систему OWTS входять дві окремі підсистеми:

- блок OWTS;
- блок переносного комп'ютера.

Під час роботи керування надходженням постійного струму всередину приладу здійснюється за допомогою блоку OWTS. Вимикання високої напруги від блоку OWTS завжди повинне виконуватися за допомогою блоку вмикання-вимикання, який підключається до блоку OWTS за допомогою кабелю. Для аварійного вимикання постійного струму високої напруги використовується кнопка аварійного вимкнення.

Органи керування блоком вмикання-вимикання:

- блокування ключем;
- аварійна кнопка вимикання;
- кнопки та індикатори подачі високої напруги.

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

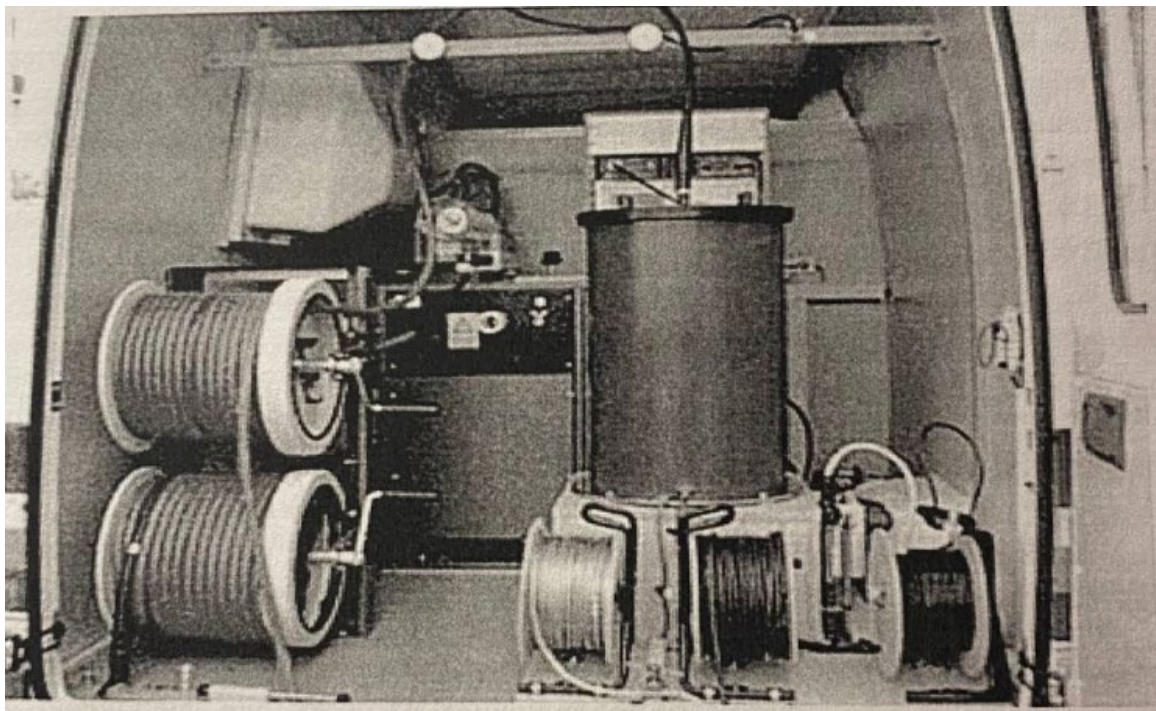


Рис.1 – Діагностична установка OWTs

Підготовка пересувної діагностичної установки OWTs(вигляд показано на рисунку 1 до діагностичної кабельної лінії виконується в наступній послідовності:

- підключається заземлюючий провідник перетином не менше 25 мм^2 спочатку до заземлюючого пристрою ТП, РП, ТЕЦ або ПС, а потім до спеціального місця кріплення на корпусі діагностичної установки робоче заземлення;

- заземлюючий провідник перетином не менше 10 мм^2 підключається також до заземлюючого пристрою ТП, РП, ТЕЦ або ПС та другим кінцем до іншого спеціального місця кріплення на корпусі діагностичної установки захисне заземлення;

- на високовольтний вивід випробної установки повинно бути встановлене спеціальне робоче заземлення або спеціальне механічне блокування з заземленням. Переріз такого заземлення повинен бути не менше 4 мм^2 . Заземлення з кабельної лінії, може бути знято та знову встановлено лише після того, як на високовольтний вивід випробувальної установки бригада, що виконує випробування, встановить спеціальне робоче заземлення перетином не менше 4 мм^2 ;

					ДП116.141.016.ПЗ	Арк
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- до кабельної лінії 10-35 кВ, на якій проводиться діагностика, приєднується високовольтний кабель;

- перевіряється відключене положення рубильника або автоматичного вимикача живлення, якими в схему установки подається напруга 220/380 В;

- кабель, що живить установку, повинен мати спеціальні захвати, зажими;

- підключається кабель для живлення установки до мережі 220/380 В в електроустановках, де є вільні рубильники, при знятій напрузі;

- в електроустановках, де відсутні збірки з вільними рубильниками, дозволяється кабель для живлення установки підключати без зняття напруги.

Вимагається виконання наступних правил:

- особа, що виконує безпосередньо підключення, повинна бути в захисних окулярах, діелектричних рукавичках; підключення та відключення виконувати під наглядом керівника робіт.

- якщо двері і огороження не замкнені, то крім плакатів, що вивішуються біля дверей, огорожень, слід виставити охорону з включених до складу бригади працівників.

Після підготовки та виконання всіх безпекових нюансів, можна приступати до вимірювань та діагностики.

Порядок виконання вимірювань:

Зібрати схему вимірювань; встановити блок OWTS біля кабелю, що випробовується; підключити заземлюючий провідник (жовто-зеленого кольору) спочатку до блоку OWTS, потім до контуру заземлення; підключити заземлюючу штангу до контуру заземлення та накласти її на високовольтний вивід установки; підключити блок вмикання-вимикання, підключити випробувальний кабель до блоку OWTS; підключити випробувальний кабель до кабелю, що випробовується, при цьому треба слідкувати щоб чорна частина випробувального кабелю знаходилася на відстані не менш 0,05 м. від заземлених частин. Провідник випробувального кабелю, що приєднується до заземлення, повинен бути підключений в тому ж місці, де заземлений екран

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кабелю, який випробовується; підключити мережевий кабель до блоку OWTS; увімкнути блок OWTS, натиснувши кнопку О-І, та дочекатись відключення жовтого індикатора, увімкнути переносний комп'ютер, при цьому безпроводне з'єднання між переносним комп'ютером та блоком OWTS встановиться автоматично. Двічі натиснути кнопкою миші піктограму OWTS на робочому столі комп'ютера, виконується запуск програми. На екрані комп'ютера відкривається початкове вікно процедурного режиму роботи.

Далі знімаються необхідні дані в програмному забезпеченні та заносяться у таблицю. Сама таблиця зберігається на окремому носії. На цьому дослідницька частина закінчена.

Висновок до розділу 5

В даному розділі було розглянуто типи та характер пошкоджень кабельних ліній до 35 кВ. Були наведені методи пошуку пошкоджень та їх діагностики. Описано конструкцію діагностичної установки OWTS. Визначено актуальність використання сучасних методів контролю для підвищення надійності електропостачання.

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті було виконано комплексне технічне обґрунтування системи електропостачання для житлового комплексу з урахуванням сучасних вимог надійності, енергоефективності та безпеки. Основна мета роботи полягала в розрахунку навантажень комплексу та правильному виборі обладнання для забезпечення його електропостачання, включаючи трансформатори, кабельні лінії та діагностичні засоби.

У першому розділі проаналізовано навантаження житлового комплексу, до складу якого входять п'ять секцій будинку та школа на 700 учнів. Проведено розрахунок активних і повних потужностей квартир, нежитлових приміщень (магазину, аптеки, хімічистки, кафе, перукарні) та технічних пристроїв (ліфтів, систем протипожежного захисту, автоматизації й аварійного освітлення). Особливу увагу приділено врахуванню коефіцієнтів попиту, участі в максимумі та одночасності, що суттєво підвищує точність розрахунків.

Другий розділ присвячено характеристиці та розрахунку навантаження ввідно-розподільчих пристроїв (ВРП) кожної секції будинку, як для нормального, так і аварійного режимів. Враховано розподіл споживачів по різних ВРП, що дозволяє ефективно організувати електроживлення як для побутових, так і технічних потреб комплексу. Особливістю є детальний аналіз аварійних режимів та резервного електроживлення.

У третьому розділі було здійснено вибір типу та кількості трансформаторів, зокрема обґрунтовано використання двох трансформаторів типу ТМГ 1000/10 У1. Проаналізовано параметри завантаження трансформаторів у звичайному та аварійному режимах, що підтверджує відповідність обраного обладнання встановленим вимогам та забезпечує необхідний резерв потужності. Визначено тривалість будівництва ТП із врахуванням коефіцієнтів, які враховують особливості при будівництві.

У четвертому розділі виконано розрахунок мереж живлення. Проведено підбір кабелів для ліній 0,4 кВ і 10 кВ із врахуванням допустимих струмів,

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

втрат напруги та аварійних ситуацій. Приділено увагу вибору марок кабелю (АВВГ, ААШв) та їхньому монтажу в різних умовах — траншеях, колекторах, технічних каналах. Визначено тривалість будівництва кабельних ліній 0,4 кВ та 10 кВ із врахуванням коефіцієнтів, які враховують особливості при будівництві.

Окремий розділ присвячено діагностиці та пошуку пошкоджень на кабельних лініях до 35 кВ, що є важливою складовою в питаннях технічного обслуговування та експлуатації. Розглянуто структуру діагностичної установки OWTS, що дозволяє своєчасно виявляти пошкодження та уникати аварійних ситуацій.

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення: ДБН В.2.5-23:2010: державні будівельні норми України : на заміну ДБН В.2.5-2003 : затверджено 15 лютого 2010 р. №64 : чинні із 1 жовтня 2010 р / Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. – Київ : Міненергобуд України, 2010. – 171 с.
2. Інструкція із виконання замірів визначення місць пошкоджень кабельних ліній 0,4-35 кВ, документ наданий компанією ПрАТ “ДТЕК КЕМ”, 2021 р.
3. Інструкція з OWTS діагностики кабельних ліній 10-35 кВ з XLPE та просоченою маслом ізоляцією, документ наданий компанією ПрАТ “ДТЕК КЕМ”, 2022 р.
4. ДСТУ БА.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів. Вид. оф. Київ : Мінрегіон України, 2014 р. – 34 с.
5. СОУ-Н ЕЕ 20.304:2009. Норми випробування силових кабельних ліній напругою до 500 кВ. На заміну СОУ-Н ЕЕ 20.302:2007: Затверджено 13.09.2009 №145 / Міністерство палива та енергетики України. – 40 с.

					ДП1116.141.016.ПЗ	Арк
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А
РЕЗУЛЬТАТИ ПЕРЕВІРКИ НА ПЛАГІАТ

					<i>ДП116.141.016.ПЗ</i>	Арк
						56
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



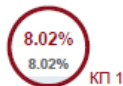
Звіт подібності

метадані

Назва організації
National Technical University of Ukraine Igor Sikorskyi Kyiv Politech Institute
Заголовок
Електропостачання житлового комплексу
Автор
Науковий керівник / Експерт
Савчук Олександр Ігорович Янковська Олена Максимівна
підрозділ
ФЕА, Кафедра електричних мереж і систем

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



10
Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2

7034
Кількість слів

50203
Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		52
Інтервали		0
Мікропробіли		3
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		61

Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз			Колір тексту
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	Розрахунок мереж системи електропостачання міста 3/15/2025 National Technical University of Ukraine Igor Sikorskyi Kyiv Politech Institute (National Technical University of Ukraine Igor Sikorskyi Kyiv Politech Institute)	82	1.17 %
2	https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/25733/1/Solomakhin_magistr.pdf	44	0.63 %
3	https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/25733/1/Solomakhin_magistr.pdf	38	0.54 %