

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 621.3

ПОГОДЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Директор ІНІ енергетики, В.о. завідувача кафедри
автоматики і енергозбереження інженерії енергосистем

_____/Каплун В.В./
(підпис)

_____/Антипов Є.О./
(підпис)

« » 2023 р. « » 2023 р.
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Технічне рішення щодо реконструкції трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ для багатofункціонального комплексу громадського та житлового призначення у Солом'янському районі м. Київ»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код і назва)

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(назва)

Орієнтація освітньої програми
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____/Усенко С.М./
(ПІБ)
(підпис)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____/Макаревич С.С./
(ПІБ)
(підпис)

Виконав

_____/Кірлась В.С./
(ПІБ)
(підпис)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРИЯ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
інженерії енергосистем

В.Т.Н. доцент (ступінь, звання) Антупов Є.О. (підпис) (ІНБ)
« » 2023р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Кірлась Владислав Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код і назва)
Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(назва)

Орієнтація освітньої програми
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи «Технічне рішення щодо реконструкції трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ для багатофункціонального комплексу громадського та житлового призначення у Солом'янському районі м. Київ» затверджена наказом ректора Національного університету біоресурсів і природокористування України від 23.03.2023р. № 432 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи завдання кафедри на дипломне проектування
Перелік питань, що підлягають дослідженню: 1. Аналіз матеріалів обстеження об'єкту.
2. Розрахунок електричної лінії напругою 10 та 0,4 кВ.
3. Розрахунок та вибір джерела живлення для багатофункціонального комплексу громадського та житлового призначення.
4. Забезпечення обліку електричної енергії.
5. Заходи з техніки безпеки та охорони праці під час реконструкцій.

Перелік графічного матеріалу: презентація виконана в програмному забезпеченні MS Power Point

Дата видачі завдання «23» березня 2023 р.

Керівник магістерської роботи

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

(підпис)

Макаревич С.С.

(підпис) (ІНБ)

Кірлась В.С.

(підпис) (ІНБ)

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МАТЕРІАЛІВ ОБСТЕЖЕННЯ ОБ'ЄКТУ РЕКОНСТРУКЦІЇ.....	7
1.1. Характеристика та основні показники об'єкту реконструкції.....	7
1.2. Електротехнічні параметри ТП.....	8
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЛІНІЇ НАПРУГОЮ 10 ТА 0,4 кВ.....	11
2.1. Розрахунок навантаження та вибір кабельної лінії 0,4 кВ.....	11
2.2. Розрахунок та вибір розподільчого пристрою 10 кВ.....	13
2.3. Вибір електричного обладнання КСО-266.....	17
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ГРОМАДСЬКОГО ТА ЖИТЛОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	21
3.1. Розрахунок існуючого обладнання ТП 10/0,4 кВ.....	21
3.2. Розрахунок та вибір апаратури комутації.....	25
РОЗДІЛ 4. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	30
4.1. Організація, розрахунок та вибір пристроїв комерційного та технічного обліку РУ 0,4 кВ.....	30
4.2. Розрахунок навантажень вторинних обмоток та перевірка трансформаторів струму.....	32
4.3. Організація дистанційного обліку електричної енергії.....	36
РОЗДІЛ 5. ЗАХОДИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ.....	39
5.1. Заходи щодо забезпечення виконання вимог нормативних актів охорони праці.....	39
5.2. Заходи з охорони праці та техніки безпеки під час реконструкції.....	41
5.3. Заземлення та захисні заходи електробезпеки на об'єкті під час реконструкції.....	45
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	47

НУБІП України

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

НУБІП України

КЛ – кабельна лінія;

РП – розподільчий пристрій;

НУБІП України

ТП – трансформаторна підстанція;

КТП – комплектна трансформаторна підстанція;

ВРП – ввідно-розподільчий пристрій;

ЩВП – щит власних потреб;

НУБІП України

АВР – автоматичне включення резерву;

ЩДЗД – щит дистанційного збору даних;

ЗРП – закритий розподільчий пристрій;

ЗННН – заземлена наднизька напруга;

НУБІП України

ТС – трансформатор струму;

ТН – трансформатор напруги;

ОБН – обмежувач перенапруг;

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Актуальність теми: Термін служби трансформаторних підстанцій обмежений, і обладнання може з часом старіти та зношуватися. Реконструкція дозволяє замінити застаріле обладнання на нове та більш ефективне. Реконструкція може включати впровадження нових технологій і методів для забезпечення більшої надійності та стабільності системи. Це особливо важливо для мереж, що забезпечують стабільне електропостачання споживачів.

Мета роботи є технічні рішення щодо підвищення ефективності роботи трансформаторної підстанції, зменшення втрат та забезпечення стабільної роботи електроспоживачів.

Задачі роботи:

- Аналіз функціонування та вибору ТП з точки зору забезпечення надійного та якісного електропостачання житлового комплексу;
- Розрахунок навантаження електричних ліній 10 та 0,4 кВ;
- Вибір та розрахунок джерела живлення;
- Вибір обладнання пристроїв обліку;
- Оцінка заходів з електробезпеки та охорони праці.

Об'єкт дослідження – трансформаторна підстанція 10/0,4 кВ житлового комплексу.

Предмет дослідження – процеси вибору обладнання та джерела живлення з точки зору забезпечення ефективного електропостачання

Методи дослідження: розрахунок навантаження споживачів, ТП, розрахунок, організація вибору пристроїв обліку, розрахунок струмів к.з.

Теоретична цінність отриманих результатів полягає в обґрунтуванні технічного рішення щодо реконструкції ТП з метою підвищення ефективності електрозабезпечення споживачів.

Ключові слова: ТРАНСФОРМАТОРНА ПІДСТАНЦІЯ, КАБЕЛЬНА ЛІНІЯ, ЛІЧИЛЬНИК, КОМІРКА.

НУБІП України

ВСТУП

Сучасні тенденції світового розвитку змушують постійно знаходитись в процесі самовдосконалення людини та всього, що її оточує. Науковий прогрес не стоїть на місці та регулярно надає нові шляхи для розвитку та руху вперед. Все це призводить до розширення горизонтів застосування знань, що накопичила людина за час свого існування.

Електроенергетика – галузь, яка тісно пов'язана з науково-технічним розвитком, тому все, що призводить до кроку вперед в науці та техніці, змушує до кроку вперед і електроенергетику. В цих умовах досить гостро постає питання модернізації. Цей процес є невід'ємною частиною поліпшення умов експлуатації та роботи електричних мереж в цілому, тому ним неможливо нехтувати, зважаючи на перспективи можливого розвитку.

Дана магістерська робота присвячена технічному рішенню реконструкції трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ для багатofункціонального комплексу громадського та житлового призначення у Солом'янському районі м. Київ.

Розвиток електричних мереж міста Києва в рамках останнього часу показав, що основні підстанції, які живлять місто та прилеглих до нього електроспоживачів, потребують встановлення сучасного електрообладнання для покращення роботи підстанцій та електромереж в умовах автоматизації виробничого процесу.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МАТЕРІАЛІВ ОБСТЕЖЕННЯ ОБ'ЄКТУ РЕКОНСТРУКЦІЇ

1.1. Загальна характеристика та основні показники об'єкту

Даним проектом передбачається спорудження трансформаторної підстанції 10/0,4кВ (далі ТП) з двосекційним РП-10 кВ, встановленням трансформаторів необхідної кількості та потужності, обладнання РП-04 кВ з улаштуванням секціонування для електропостачання споживачів об'єкту багатоповерхового житлового будинку з вбудованими і прибудованими нежитловими приміщеннями та підземним паркінгом, який розташований за адресою вул. Авіаконструктора Антонова 4-а.

Місце забезпечення потужності об'єкта встановлюється: РУ-10 кВ ПС Солом'янська;

Точка приєднання встановлюється: наконечники кабелів живлення ввідно-розподільчих пунктів об'єкта в ВРП об'єкта;

Тип приєднання об'єкта: нестандартне;

Клас наслідків (відповідальності об'єкта): СС-2;

Замовлено до приєднання потужність в місці приєднання: 785,5 кВт;

Категорія надійності електропостачання: I – 80 кВт, II – 705,5 кВт, III – 0,00 кВт;

Категорія складності об'єкта – III;

Ступінь напруги в точці приєднання визначається напругою на межі балансової належності і буде становити: 0,38 кВт.

Технічні рішення подані в даному проекті відповідають вимогам нормативних документів, що діють на території України та погоджені з експлуатуючими організаціями [1].

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП України

1.2. Електротехнічні параметри ТН

Кількість та потужність силових трансформаторів обрано згідно категорії надійності електропостачання споживачів та згідно розрахунку навантаження

Згідно розрахунку в ТП передбачається встановлення двох трансформаторів з литою ізоляцією потужністю 630 кВА – 10/0,4 кВ кожен, схема з'єднання обмоток Δ/Y_n-11 . Технічну характеристику трансформатора наведено в таблиці

1.1

НУБІП України

Таблиця 1.1
Технічна характеристика ТМ 630/10/04

№ п/п	Основні характеристики	
1	Країна виробник	Україна
2	Маса	1830 кг
3	Конструктивне виконання	Стрижневе
4	Потужність	630 кВА
5	Струм холостого ходу	1,8 %
6	Кількість фаз	3
7	Кількість обмоток трансформатора	3
8	Тип трансформатора	Понижуючі 1
9	Спосіб охолодження	Масляний
10	Напруга первинної обмотки	10 кВ
11	Напруга вторинної обмотки	0,4 кВ
12	Напруга короткого замикання	5,5 %
Додаткові характеристики		
13	Максимальна робоча температура	60°C
14	Мінімальна робоча температура	-45°C
15	З'єднання обмоток	Δ/Y
16	Втрати холостого ходу	1000 Вт
17	Втрати короткого замикання	7600 Вт
Габаритні розміри		
18	Висота	1640 мм
19	Ширина	940 мм
20	Довжина	1700 мм

План -1 поверху

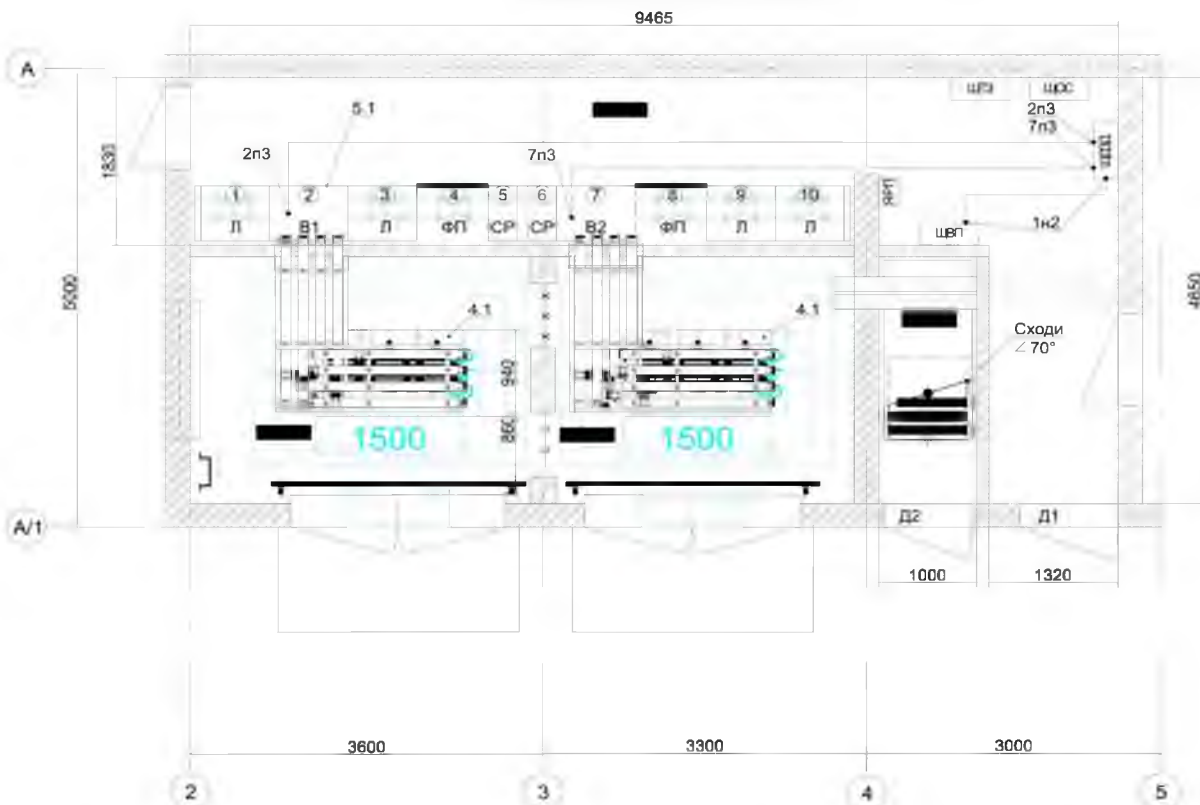


Рис.1. Існуючий план ТП з розміщенням обладнання

Таблиця 1.2

Відомість основних електротехнічного обладнання

Позиція	Найменування та технічна характеристика	Код обладнання, виробу	Одін виміру	Кільк.	Маса, кг	Примітка
ЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ						
1. Камера трансформаторів						
1.	1	Трансформатор силовий сухий з литою ізоляцією 630 кВА-10/0,4 кВ;	630 кВА-10/0,4 кВ	шт.	2	1830
2. Розподільчий пристрій 0,4 кВ						
2.	Комплектна РУ-0,4кВ двосекційна, з двома робочими вводами	ІНО-90 інд. вигст.	номп л.		1750	
3. Додаткове обладнання в ТП						
	1	Щит власних потреб з АВР	ЩВП інд. вигот.	шт.	1	40

3.	2	Щит термозахисту трансформаторів	ЩТЗ Інд. вигот.	шт.	1	30
	3	Ящик з рубильником 3р 100 А та запобіжниками 80А	ЯРП-100	шт.	1	11,2
	4	Щит системи сигналізації охоронного призначення	ЩОС	шт.	1	
	5	Щит дистанційного збору даних	ЩДЗД	шт.	1	20

Трансформатори встановлюються в окремій камері, що має напярмні та анкерні пристрої для переміщення трансформаторів, захищені бар'єри обмеження доступу з боку дверей.

Підключення силових трансформаторів до РУ-10кВ виконуються кабелями 10кВ з ізоляцією типу ЗПЕ.

Підключення РУ-0,4кВ до силових трансформаторів виконуються мостами шинними.

Трансформаторна підстанція споруджена з цегляної кладки на залізобетонній основі з підвальним приміщенням призначеним для вводу кабельних ліній.[1]

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЛІНІЇ НАПРУГОЮ 10 та 0,4 кВ

2.1 Розрахунок навантаження та вибір кабельної лінії 10 кВ

Таблиця 2.1

Розрахунок навантаження здійснюється згідно [15]

№ п/п	Назва груп споживачів	Рр,п, кВт	К-ть	Км	Рр, кВт	cosφ	tgφ	Ip, А	Qp, кВАр	Sp, кВА
Розрахунок навантаження по об'єкту на ТП										
1	Житлова частина	617,543		1,00	617,54	0,89	0,51	1001,51	316,38	
2	Паркінг	47,71		0,90	42,94	0,89	0,51	69,64	22,00	
3	Вбудовані приміщення	163,05		0,60	97,83	0,85	0,62	166,12	60,63	
4	ЩЗО (КП “КИЇВМІСЬКСВІТЛО”)	14,49		1,00	14,49	0,86	0,59	24,32	8,60	
5	Всього на шинях ТП:				772,8	0,92	0,43	1212,65	329,58	840,15

Розрахунок та вибір кабелю 10 кВ здійснюємо по трьом умовам:

- по електричній міцності: $U_{н.каб.} = 10 \text{ кВ} = U_{н.сет.} = 10 \text{ кВ}$;
- по нагріву в аварійному режимі, $I_{ав.}$.

Струм в аварійному режимі дорівнює: $I_{ав.} = 1,3 \times \frac{Стр.}{U \times \sqrt{3}}$;

$$I_{ав.} = 1,3 \times \frac{630}{10 \times \sqrt{3}} = 47,3 \text{ А}; \quad (2.1)$$

- по економічній щільності струму, $S_{ек.}$.

$$S_{ек.} = \frac{I_p.}{J_{ек.}}; \quad (2.2)$$

де $J_{ек.}$ – економічна щільність струму, A/mm^2 . $J_{ек.} = 1,2$, $I_p.$ – розрахунковий струм лінії, А.

$$I_p. = \frac{Стр.}{U \times \sqrt{3}} = \frac{630}{10 \times \sqrt{3}} = 30,3 \text{ А}; \quad (2.3)$$

Вибираємо кабель типу АПВЭВнг-15-(1x120/35 мм²)

Обрахунок кабельної лінії 0,4 кВ:

Задано:

- Розрахункове навантаження складає – 772,8 кВт
- $\cos\phi = 0,92$ $\text{tg}\phi = 0,43$
- Довжина лінії від точки підключення до об'єкта замовника – 10 м
- Приймаю допустиме відхилення напруги - $U_v = 4\%$
- Напруга мережі 0,38 кВ

Виконую перевірку лінії 0,38 кВ за втратою напруги з урахуванням індуктивного опору:

$$M_a = P \times L = 386,4 \times 0,010 = 3,86 \text{ кВт} \times \text{км} \quad (2.4)$$

$$M_q = M_a \times \text{tg}\phi = 3,86 \times 0,43 = 1,66 \text{ кВар} \times \text{км} \quad (2.5)$$

Коефіцієнт $\alpha = 0,69$

Середній індуктивний опір $X_{ср} = 0,06 \text{ Ом/км}$

Визначаю розрахункову величину втрат напруги:

$$\Delta U_a = U_n \cdot a_2 \cdot X_{cp} \cdot M_q = 4 \cdot 0,69 \cdot 0,06 \cdot 1,66 = 3,93 \text{ \%} \quad (2.6)$$

Коефіцієнт $a_1 = 21,5$
 Обираю кабель АВБШВ 4×240

Визначаю розрахункову величину втрат напруги

$$\Delta U_a = a_1 \cdot M_a / F = 21,5 \cdot 3,86 / 240 = 0,34 \text{ \%} \quad (2.7)$$

Перевіряю кабель за допустимим струмом:
 Струм у трифазній мережі дорівнює:

$$I_{роз.} = P / \sqrt{3} \times U \times \cos\phi \quad (2.8)$$

$$I_{роз.} = 386,4 / (1,73 \times 0,38 \times 0,92) = 644 \text{ А}$$

Допустимий струм кабелю, що проектується:

$$I_{доп.} = 355 \text{ А}$$

$$I_{роз.} \leq I_{доп.} \quad (2.9)$$

$$331,1 \text{ А} \leq 355 \text{ А}$$

Висновок: по допустимій втраті напруги і допустимому струму нагріву

КЛ-0,4 кВ не відповідає нормативним вимогам.

Отже необхідно закладувати 2(два) кабелю типу АВБШВ 4×240 і тоді:

$$I_{доп.} = 710 \text{ А}$$

$$I_{роз.} \leq I_{доп.}$$

$$644 \text{ А} \leq 710 \text{ А}$$

2.2 Розрахунок та вибір розподільчого пристрою 10кВ

Для потреб ТП запроектовано двосекційну розподільчу установку 10кВ (дані РУ-10кВ), що складається з камер серії КСО-266.

Надійна і економічна робота електрообладнання може бути забезпечена лише при їх правильному виборі за умовами роботи як в нормальних режимах, так і в режимі короткого замикання (к.з.)

Для нормального режиму апарати і провідники вибирають за номінальною напругою і струмом при допустимому нагріванні, виконанню типу установки.

Все електрообладнання підстанції повинне відповідати умовам термічної і динамічної стійкості при проходженні струмів короткого замикання. [12]

Живлення РП забезпечується по двопроточній схемі. Секціонування виконується за допомогою кабелю 10кВ. В нормальному режимі секції працюють роздільно.

Живлення силових трансформаторів забезпечується від різних секцій РП-10кВ.

Для забезпечення надійних умов експлуатації РП-10кВ передбачено до встановлення.

- комірки $U_n=10\text{кВ}$; $I_n=630\text{А}$;
- в лінійних комірках - вимикачі навантаження;
- в секційних комірках - вимикачі навантаження;
- в комірках силових трансформаторів - вимикачі навантаження та запобіжники.
- В комірках РП-10кВ захист силових трансформаторів ТП

виконується запобіжниками.

• Розрахунок та перевірка електричних шин напругою 10 кВ.

В електроустановках напругою 10 кВ використовують алюмінієві шини прямокутного перерізу, які більш економічні в порівнянні з шинами круглого перерізу.

Шини на стороні 10 кВ вибираються за умовами:

- порівняння при довготривалому навантаженні;
- термічної стійкості при дії к.з.,

- електродинамічної стійкості при к.з. Повинна виконуватись умова:

$$I_{\text{роз}} < I_{\text{доп}}, \quad (2.10)$$

де розрахунковий струм:

$$I_{\text{роз}} = S / (1,73 \cdot U), \quad (2.11)$$

НУБІП України

$$I_{роз} = 4000 / (1,73 \cdot 10) = 213 \text{ А}$$

Приймаємо алюмінієві шини розміром: 50x5, з $I_{доп} = 640 \text{ А}$.

При виборі шин потрібно враховувати середньомісячну максимальну температуру, при якій буде працювати електроустановка.

Згідно ПУЕ для шин на відкритому повітрі найбільша допустима температура 70°C , а нормована температура навколишнього середовища 25°C .

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

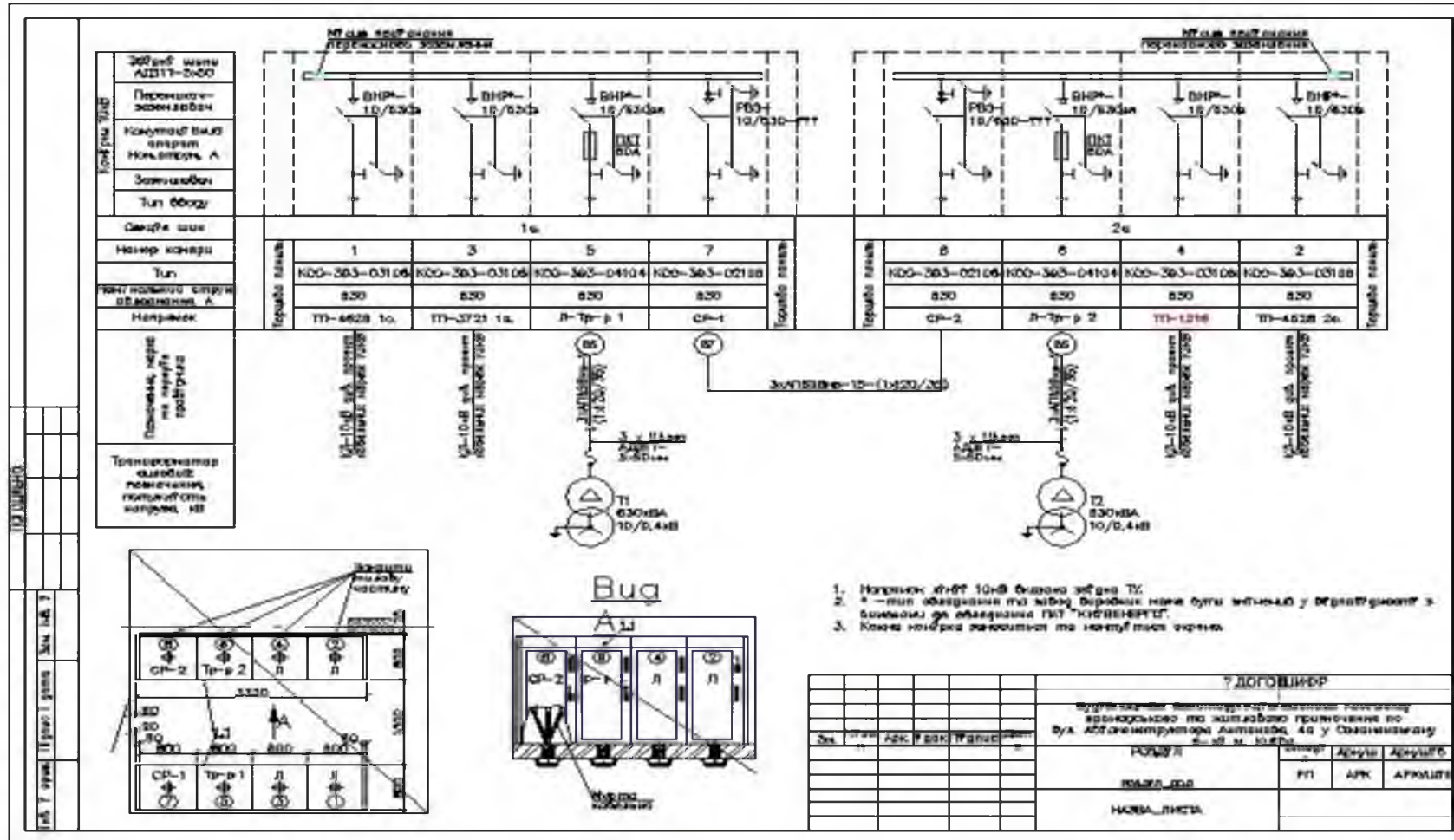


Рис.2. Схема електрична принципова РУ-10 кВ

НУБІП України

2.3. Вибір електричного обладнання КСО-266

Камери збірні одностороннього обслуговування 6-10 кВ серії КСВ-266 застосовуються для прийому і розподілу електроенергії змінного трифазного струму частотою 50 Гц в мережах з ізольованою або заземленою нейтраллю.

Камери КСВ-266 застосовуються в:

- закритих розподільчих пристроях (ЗРП) комплектних трансформаторних підстанцій (КТП);

- електропідстанцій промислових підприємств;

- розподільчих пристроях власних потреб електростанцій;

- об'єктах комунального господарства, та інших об'єктів електропостачання.

Камери КСО-266 встановлюються як в капітальні будівлі ЗРП, так і в спеціальні швидко-монтажні модулі повної заводської готовності. [1]

Таблиця 2.2

Технічні характеристики КСО-266

Номинальна напруга, кВ	6; 10
Найбільша робоча напруга, кВ	7,2; 12
Номинальний струм головних ланцюгів, А	400; 630; 1000
Номинальний струм збірних шин, А	400; 630; 1000
Номинальний струм відключення вимикачів, вбудованих в КСО, кА	20; 25; 31,5
Струм термічної стійкості, кА	20; 25; 31,5
Час протікання струму термічної стійкості, с: - для головних кіл; - для кіл заземлення;	3 1
Струм електродинамічної стійкості(амплітуда), кА	51
Номинальна напруга допоміжних ланцюгів, В	до 220
Ступінь захисту по ГОСТ 14254	IP2X 1000
Габаритні розміри шкафів, мм:	

- ширина	1100
- глибина	2300
- висота	
Масса, кг	340 - 560

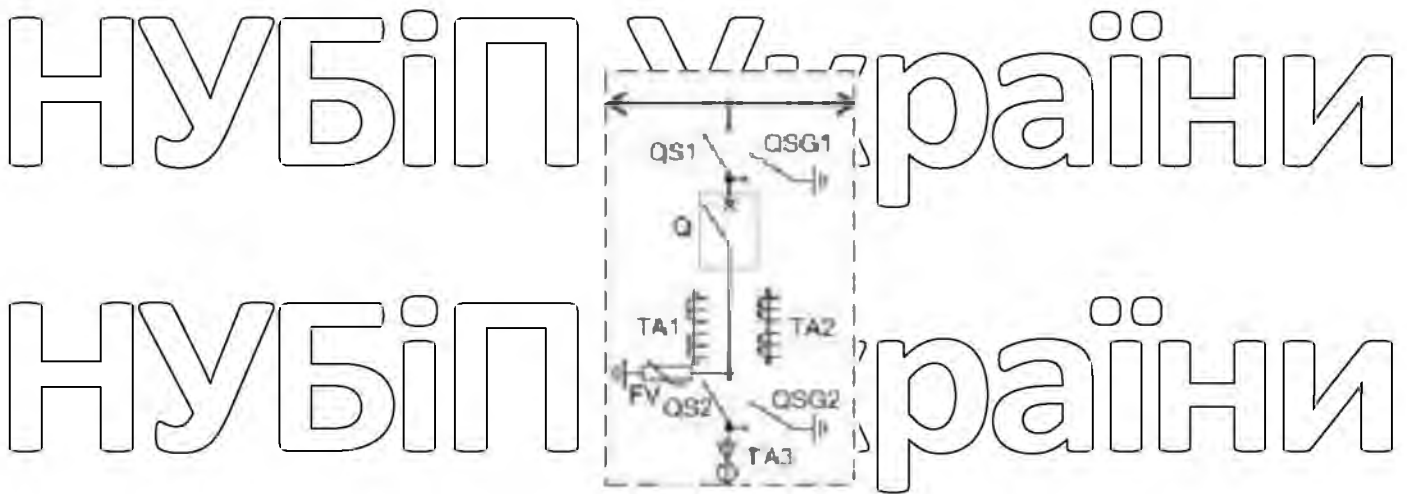


Рис.3. Ввід. Відходяча лінія КСО-266

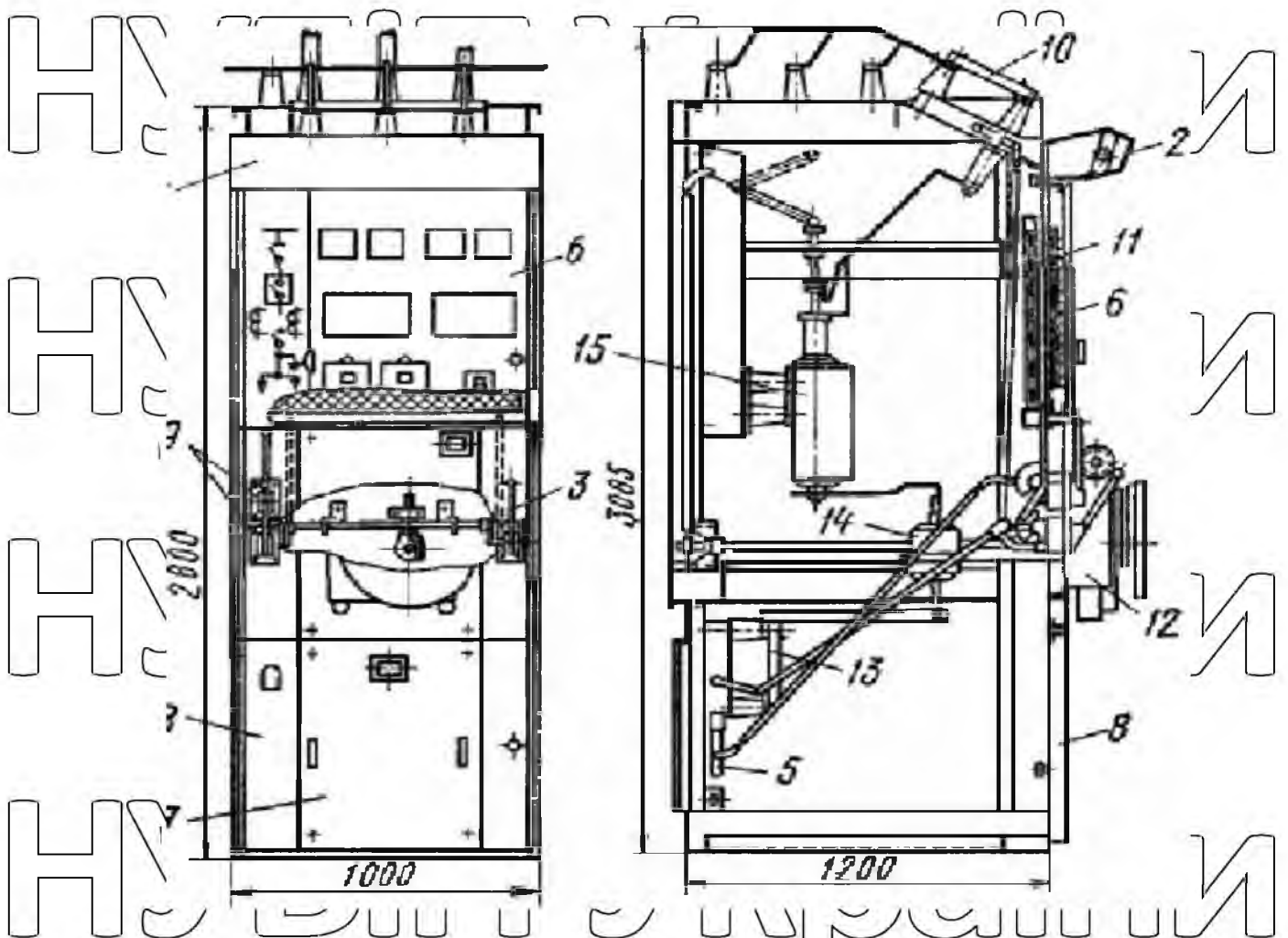


Рис.4. Загальний вигляд камери КСО-266

2 – світловий карниз; 3 – привід заземлюючого ножа; 5 – заземлюючий ніж; 6, 8 і 11 – верхня суцільна, нижня і сітчаста двері; 7 – люк для фазування; 9 – приводи роз'єднувачів; 10 і 13 – шинний і лінійний роз'єднувачі; 12 – привід вимикача; 14 – трансформатори струму; 15 – вимикач.

Таблиця 2.3.

Типи обладнання застосованого в КСО-266		
Найменування обладнання	Тип, марка	Завод - виготовлювач
Вакуумні вимикачі	BB/TEL-10; SION; VD-4	“Таврида Електрик”; “SIEMENS”; “ABB”.
Трансформатори струму	ТПОЛ-10, ТПО-10	Різні
Трансформатори напруги	ЗНОЛ, ЗНОЛП, НАМИ 6 (10) кВ	Різні
Трансформатори струму нульової послідовності	ТЗЛМ-1, ТЗЛКР	Різні
Роз'єднувачі	РВЗ-10, РВФЗ-10 на номінальний струм 630 и 1000 А виконань II, III і II-II (з приводами ПР-10)	Різні
Заземлювачі	ЗР-10	Різні
Трансформатори власних потреб	ТМ-25(40), ТСКС-25(40)	Різні
Запобіжники	ПКН, ПКТ 6 (10) кВ	Різні
Обмежувачі перенапруг	ОПН	Різні
Релейний захист	Мікропроцесорна і електромеханічна	Різні

Корпус камери являє собою збірну металоконструкцію складові частини якої зварені з гнутого металевого профілю. Всі елементи корпусу пофарбовані порошковою фарбою. Усередині камери розміщена апаратура головних та допоміжних ланцюгів, а також приводи апаратів. На фасадній стороні

розташовані органи управління апаратами, прибори управління обліку, сигналізації та вимірювання.

На фасаді камери розміщені двоє дверей: верхня — для доступу до високовольтної зони, нижня — для доступу до кабельної зони. Для спостереження за високовольтними апаратами на дверях є оглядові вікна.

У високовольтній зоні розміщуються вакуумний вимикач, трансформатори напруги, запобіжники і трансформатори струму.

У кабельній зоні знаходяться кабельні приєднання, трансформатор власних потреб, трансформатори струму, лінійний роз'єднувач, нелінійні обмежувачі перенапруг і трансформатор напруги. Зона кабельного відсіку освітлена лампою напругою 36 В. Камери КСО мають можливість кінцевого оброблення приєднання до чотирьох трифазних кабелів перетином до 240 мм²., а також шести однофазних кабелів з пластмасовою ізоляцією перетином до 500 мм². [14]

Низьковольтна сторона являє собою рамку з апаратурою допоміжних ланцюгів, встановлену на внутрішній стороні верхніх дверей високовольтної зони. Між дверима високовольтної зони з апаратурою допоміжних ланцюгів і вмістом високовольтної зони встановлена знімна перегородка для запобігання доступу в зону високої напруги. По спеціальним напрямлючим двері високовольтної зони разом з рамкою висувуються вперед. В низьковольтній зоні розміщуються апарати управління, захисту, сигналізації та обліку електроенергії. [14]

НУБІП України

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ГРОМАДСЬКОГО ТА ЖИТЛОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

3.1. Розрахунок існуючого обладнання ТП 10/0,4 кВ

НУБІП України

Релейний захист та автоматика. В комірках РП-10кВ захист силових трансформаторів ТП виконується запобіжниками.

У Ввідних панелях РП-0,4кВ передбачений максимально-струмовий захист від одно-двох-трифазних коротких замикань та перевантажень, що виконується автоматичними вимикачами.

Захист кабельних ліній споживачів 0,4кВ в РП-0,4кВ виконується блокрубильниками із запобіжниками.

На фасадах панелей передбачені сигнальні пристрої роботи установок та контрольно-вимірювальні пристрої для вимірювання параметрів електричних мереж.

Власні потреби. Для потреб ТП передбачено встановлення щита власних потреб (ЩВП) індивідуального виконання.

ЩВП має дві секції шин, пристрій АВР та має вбудований понижуючий трансформатор заземленої наднизької напруги (Система ЗННН) ~220/12В.

Живлення ЩВП забезпечується від різних секцій шин РП-0,4кВ.

Електроосвітлення ТП. Робоче електроосвітлення та аварійне освітлення (освітлення безпеки) приміщень ТП прийнято на напрузі ~220В. Ремонтне переносне освітлення виконане на напрузі (Система ЗННН) ~12В.

Для безпечної евакуації обслуговуючого персоналу передбачається табло інформаційне з відповідними вказівниками шляху евакуації, що живляться від мережі аварійного освітлення.

Силові мережі та мережі електроосвітлення до 1кВ виконуються кабелем ВВГнг, що прокладається відкрито по стінах та конструкціях [12]

Захист кабельних ліній споживачів 0,4кВ власних потреб виконується вимикачами автоматичними.

Вибір вимірювальних трансформаторів струму. Трансформатори

струму (ТС) вибирають за номінальною напругою, номінальним струмом первинного кола, класу точності, номінальної потужності вторинного кола та перевіряють на електродинамічну і термічну стійкість при проходженні струмів к.з. на 10-% похибку. Вибираємо трансформатори струму типу ТПЛ-10.

Таблиця 3.1.

Вибір трансформаторів струму

Параметри трансформатора струму	Умови вибору
Номінальна напруга, $U_{HT} = 10$ кВ	$10 \geq 10$
Номінальний первинний струм, $I_{H1} = 300$ А	$300 \geq 231$
Номінальний вторинний струм, $I_{H2} = 5$ А	5
Клас точності, 0,5 / P	00
Номінальна вторинна потужність, $S_{H2} \leq 10$ ВА	$10 \geq 8$

Вибираємо трансформатор напруги однофазний з масляним охолодженням типу НАМИ-10 з двома вторинними обмотками.

Один з важливих засобів підвищення надійності електропостачання споживачів — автоматичне включення резервного живлення (АВР). Сільські електричні мережі працюють в основному в розімкненому режимі, тобто вони забезпечують однобічне живлення споживачів [14].

До пристроїв АВР ставляться наступні вимоги:

- 1) АВР повинна забезпечуватися при припиненні електропостачання від основного (робочого) джерела з будь-якої причини і при наявності напруги на резервному джерелі живлення, включення резервного джерела допускається тільки після відключення робочого;
- 2) АВР повинно бути однократним;
- 3) АВР повинно здійснюватися з можливо мінімальною тривалістю дії;
- 4) після АВР при включенні на стійке к.з. повинне забезпечуватися

швидке відключення резервного джерела, для цього рекомендується виконувати прискорення захисту після АВР (аналогічно тому, як це робиться після АПВ);

5) у схемі АВР повинний бути передбачений контроль справності кола включення резервного устаткування.

6) Спрацьовування пристрою АВР відповідно до першої вимоги забезпечує спеціальний пусковий орган, у якості якого найчастіше використовують мінімальне реле напруги. Напруга (уставка) спрацьовування мінімальних реле напруги повинне бути менше мінімальної робочої напруги, що буває при самозапуску двигунів. Якщо немає конкретних даних, його рекомендується вибирати з умов:

$$U_{c.p.} \approx (0.25 \dots 0.4) U_n \quad (3.1)$$

Час спрацьовування пускового органу пристрою АВР ($t_{cp.ABP}$). вибирають по наступних умовах:

а) по відбудуванню від часу спрацьовування тих захистів, у зоні дії яких ушкодження можуть викликати зменшення напруги нижче прийнятого $U_{cp.}$

$$t_{cp.ABP} \geq t_{c.z.max} + \Delta t \quad (3.2)$$

де $t_{c.z.max}$ — найбільший час спрацьовування зазначених захистів;
 Δt — ступінь селективності, прийнята рівної 0,6 із при використанні реле часу зі шкалою до 9 с і рівної 1,5...2 із зі шкалою до 20 с;

б) по узгодженню дії АВР з іншими пристроями автоматики (наприклад, АПВ лінії, по якій здійснюється подача енергії від основного джерела живлення):

$$t_{cp.ABP} \geq t_{c.z.l} + t_{ABP.l} + t_{зап} \quad (3.3)$$

де $t_{c.z.l}$ — найбільший час дії захисту лінії електропередавання, для яких здійснюється АВР;

$t_{ABP.l}$ — час циклу неуспішного АПВ цієї лінії,

$t_{зап}$ — запас за часом, прийнятий рівним 2...3,5 с.

З зазначених двох значень $t_{cp.ABP}$ вибирають найбільше.

Мережні АВР (САВР) - специфічний засіб резервування електропостачання споживачів, підключених до лінії із двостороннім живленням, що працює в умовно-замкнутому режимі (рис.4.2). САВР являється собою комплекс апаратів, у який входять:

а) пристрій АВР, що переключав живлення лінії на резервне джерело шляхом включення вимикача Q3 пункту АВР, що відключений у нормальному режимі;

б) релейний захист секціонуючих пунктів, призначений для роботи на лініях із двостороннім живленням, а також пристрою, що забезпечують при необхідності автоматичну перебудову релейного захисту перед зміною режиму роботи мережі при АВР;

в) ділильна автоматика АД мінімальної напруги (діє на відключення Q1 і Q5), що запобігає подачу напруги від резервного джерела на ушкоджене основне джерело живлення і на інші об'єкти, що не можуть бути забезпечені енергією від резервного джерела (на інші лінії, що відходять від тієї ж секції шин трансформатор і т.д.), а також ряд інших пристроїв. [15]

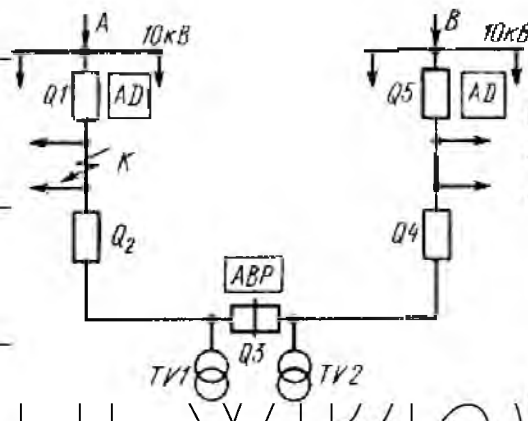


Рис. 5. Схема мережного АВР лінії напругою 10 кВ.

Цей комплекс діє в такий спосіб. При ушкодженні, наприклад, у т. К на лінії 10 кВ між головним вимикачем Q1 і секціонуючим вимикачем Q2 під дією релейного захисту відключається Q1. Пристрій АВР на вимикачі Q3 фіксує протягом заданого часу відсутність напруги з боку підстанції (джерела) А і при наявності напруги з боку підстанції В дає команду на включення вимикача Q3. При стійкому к.з. у точці К вимикач Q2 відключається своїм захистом і

ушкодженню ділянок відокремлюється від іншої мережі, а споживачі ділянки між Q2 і Q3 одержують живлення від підстанції В [15].

В розгалужених електричних мережах з розосередженими споживачами пристрої АВР застосовують на двухтрансформаторних підстанціях 35...110/10 кВ і на лініях 10 кВ, що працюють в умовно-замкнутому режимі.

3.2. Розрахунок та вибір апаратури комутації

Вибір високовольтних вимикачів. Вакуумні вимикачі ВВ/TEL

призначені для роботи в КРП внутрішнього і зовнішнього встановлення напругою до 10 кВ для систем з ізольованою і заземленою нейтраллю.

Вакуумні вимикачі типу ВВ/TEL-10 має конструкцію, що відрізняється від оливкових вимикачів більшим механічним ресурсом, малими габаритами і вагою, можливістю управління по колах оперативного як постійного, так і змінного струму (за допомогою відповідних блоків управління), а також відсутністю необхідності ремонту в експлуатаційних умовах протягом всього терміну служби. [13]

Вибираємо вакуумний вимикач типу ВВ/TEL-10 і перевіряємо його за умовами перевірки згідно ПТЕ. Результати перевірки зводимо в табл.3.2

Результати вибору вимикача типу ВВ/TEL-10

Таблиця 3.2.

Назва параметра	Умови вибору	Розрахункові данні	Паспортні данні
Номінальна напруга, кВ	$U_n < U_{н.в.}$	10	10
Номінальний струм, А	$I_{н.макс} < I_{н.в.}$	116	630
Допустимий струм вимикача, кА	$I^{(3)}_{уст} < I_{макс}$	5,8	20
Струм динамічної стійкості, кА	$i^{(3)}_y < i_{макс.в}$	3,3	26

Вимикач за всіма параметрами відповідає умовам вибору і може бути встановлений на підстанції 35/10 кВ.

Вибір обмежувачів перенапруги. Для захисту відхідних повітряних ліній електропередачі, котрі комутуються вакуумними вимикачами типу ВВ/TEL-10

встановлюються обмежувачі перенапруги типу ОПН-КР/ТЕЛ (табл.3.3).

Таблиця 3.3.

Основні технічні характеристики ОПН

Найменування параметру	ОПН- КР/ТЕЛ -X/X- УХЛ1(УХЛ2)		
	10/10,5	10/11,5	10/12,0
Клас напруги мережі, кВ	10	10	10
Тривало допустима робоча напруга, кВ	10,5	11,5	12,0
Номинальний розрядний струм (ампл.), 8/20 мкс, кА	10	10	10
Амплітуда імпульсу струму 4/10 мкс, кА	100	100	100
Залишкова напруга, кВ, ампл., не більше:			
-при комутаційному імпульсі струму: 125 А, 30/60 мкс	24,8	26,9	29,7
500 А, 30/60 мкс	26,1	28,3	31,3
-при грозовому імпульсі струму: 1000 А, 8/20 мкс	27,0	29,3	32,4
5000 А, 8/20 мкс	30,7	33,3	36,9
Клас пропускної здатності	1	1	1
Струм імпульсу А, при прикладанні 18 прямокутних імпульсів, 2000 мкс	250	250	250
Енергія, що поглинається, кДж, не менше (за 1 імпульс струму 100 кА, 4/10 мкс)	37,8	41,4	43,2
Класифікаційна напруга, не менше, кВ (дноч.) при активній складовій струму (ампл.) 1,4 мА на частоті 50Гц	12,0	13,2	13,8
Максимально допустима амплітуда струму провідності, мА	0,6	0,6	0,6

При виготовленні обмежувачів використовуються нелінійні металооксидні варистори: колонка варисторів міститься між металевими електродами і спресовується в оболонку зі спеціального атмосферостійкого полімерного матеріалу. Полімерний корпус забезпечує необхідні механічні й ізоляційні властивості обмежувача. ОПН/ТЕЛ являє собою герметичний монолітний виріб, надійно захищений від зовнішніх впливів. [13]

Обмежувачі перенапруги призначені для зовнішнього та внутрішнього встановлення, є екологічно безпечним апаратом з терміном служби 25 років.

Виконаємо вибір обмежувача перенапруги для повітряної мережі 10 кВ з такими параметрами:

- клас напруги - 10 кВ;
- найбільша робоча напруга мережі в місці встановлення ОПН - 11,5 кВ;
- допустима тривалість однофазного замикання на землю—обмежень немає розрахункову тривалість $t = 24$ години);
- наявність пристрою автоматичного шунтування ушкодженої фази (АШФ)—відсутня;

- кратність внутрішніх перенапруг $K_{max} = 5$;
- струм однофазного замикання на землю (без урахування пристрою компенсації)
- встановлення ОПН - зовнішнє (ступінь забрудненості атмосфери—IV);
- група вентильного розрядника (відповідного ОПН)—IV.

- Оскільки встановлення ОПН зовнішнє, вибираємо обмежувач серії ОПН-КР/TEL категорії УХЛІІ.
- Для цього обмежувача для $U_{нр} = 11,5$ кВ та $K_0 = 1,1$ при $t = 24$ години знаходимо $U_d = 11,20$ кВ.
- Отже, вибираємо ОПН-КР/TEL-10/11,5.

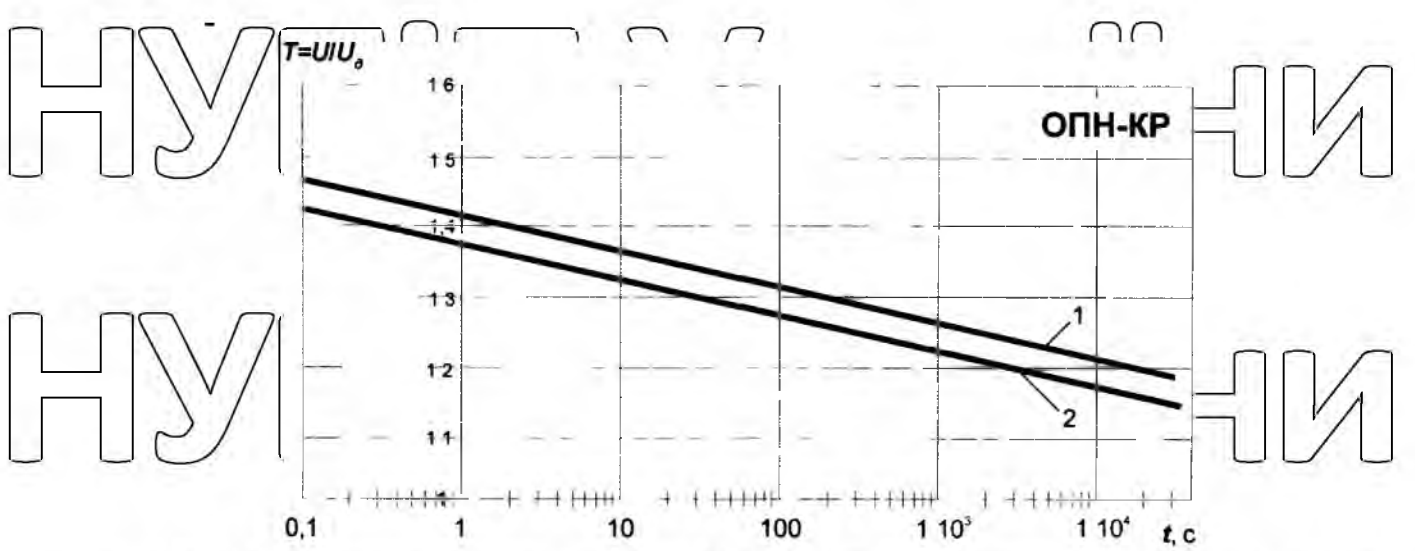


Рис.6. Вольт-часові характеристики ОПН - КР: 1 - до навантаження ; 2 - після навантаження енергією, що еквівалентна впливу одного імпульсу струму великої амплітуди (4/10 мкс).

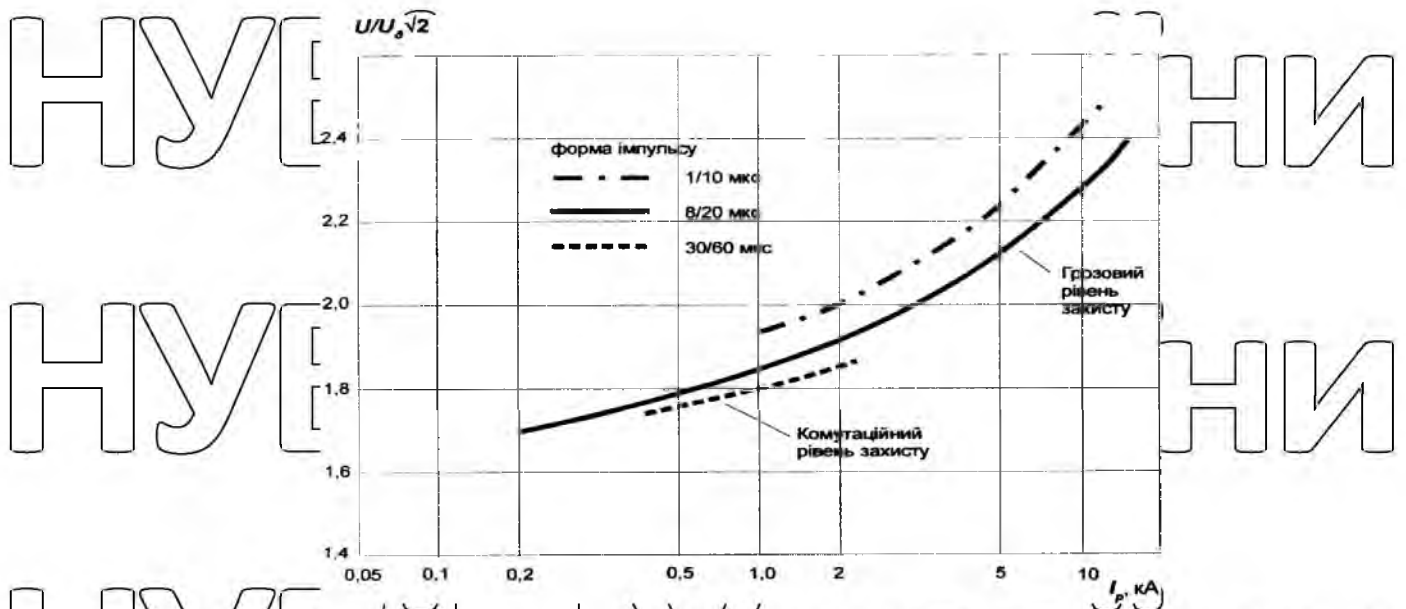


Рис 7. - Захисні характеристики ОГД/ТЕЛ

У випадку знаходження режимів електроустановок в зоні нижче наведених кривих, трансформатори необхідно захистити комплектом ОГД.

Бажане місце встановлення ОГД - приєднання до записачів лінійних струмопроводів та баку трансформатора (оболонки кабелю).

В комірках РУ-10кВ захист силових трансформаторів ТП виконується запобіжниками типу ПК-10.

Високовольтний запобіжник ПК-10 служить для захисту силових трансформаторів зі сторони напруги 10кВ від можливості виникнення стрибків струму при коротких замиканнях в ланцюзі. Конструкція запобіжника 10 кВ являє собою керамічну трубку усередині якої, встановлена калібрована під певну величину струму вставка з мідної пластини. Порожнина трубки засипана кварцовим піском для гасіння виникає при перевантаженнях і коротких замиканнях електричної дуги. Калібрована вставка приєднується до контактних ковпаків. [1]

Запобіжник високої напруги ПК-10 на 10кВ має в залежності від величини струму на який він розрахований три габарити:

- від 2 А - до 31,5 розмір патрона складає 56x418мм;
- від 31,5 А - до 63А запобіжник ПК10 має розміри 72x468мм;

НУБІП України

- від 80А — до 125А — високовольтний запобіжник на 10 кВ складається з двох сполучених патронів має розміри 72х468мм

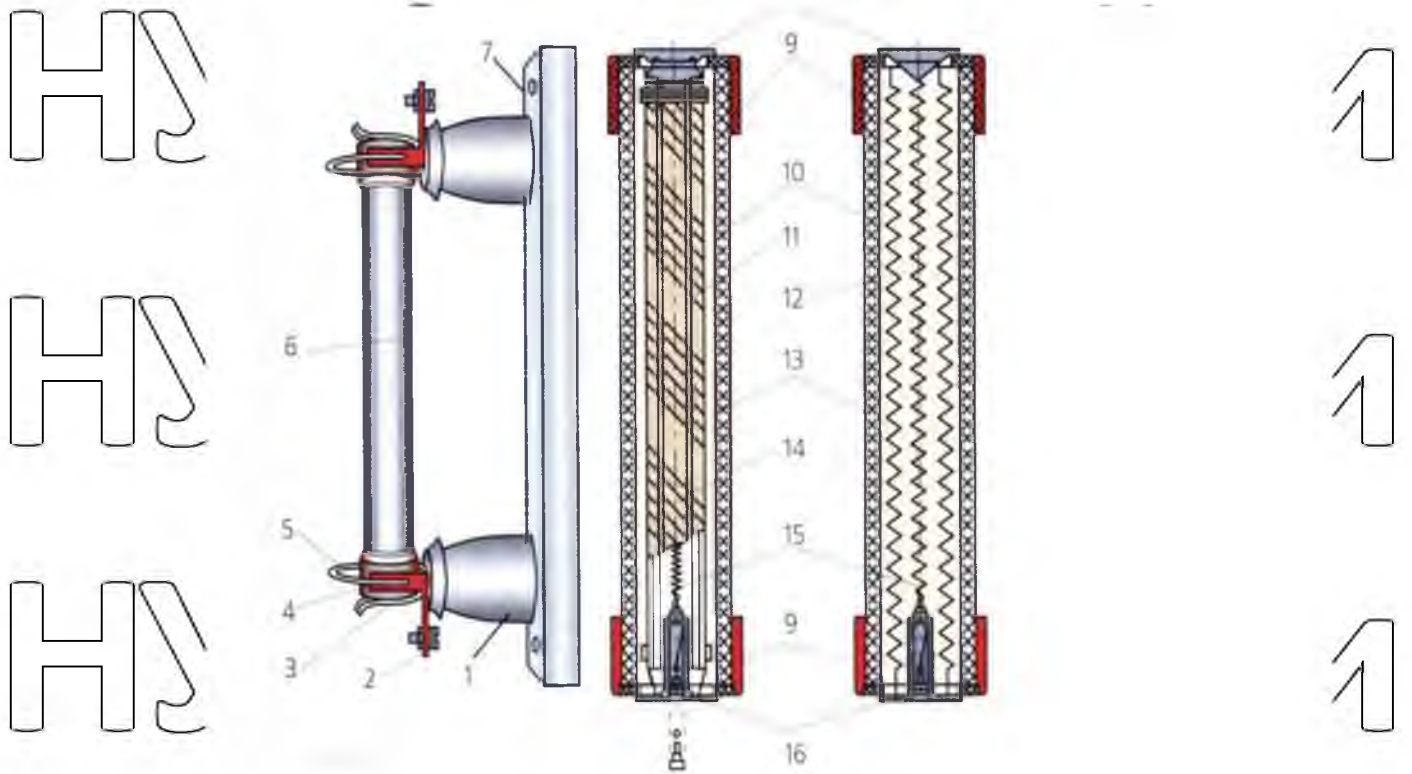


Рис.8. Запобіжник ПК-10: а – загальний вигляд, б – патрон з плавкою

вставкою на керамічній основі, в – патрон з плавкою вставкою у вигляді спіралі; 1- упорний ізолятор; 2. контактні зажими; 3. упор; 4. контактні губки; 5. фіксуєючий замок, 6. патрон; 7. основа; 8. кришка; 9. латунні обойми; 10. фарфорова трубка; 11. плавка вставка; 12. спіральна плавка вставка; 13. кварцовий пісок; 14. керамічна основа; 15. допоміжна плавка вставка; 16. покажчик спрацьовування.

НУБІП України

РОЗДІЛ 4. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

4.1 Організація, розрахунок та вибір пристроїв комерційного та технічного обліку РУ-0,4 кВ

В ТП-10/0,4 кВ передбачено технічний облік електроенергії в РУ-0,4кВ за допомогою лічильників електроенергії комбінованого включення серії НІК 2303L АРК1Т 1080 МСЕ 5(10)А для загального обліку на вводах РУ-0,4кВ та лічильників прямого включення серії НІК 2303L АРП3Т 1080 МЕ 120А для обліку власних потреб ТП. Лічильники встановлюються на фасадах панелей РУ-0,4кВ.

Електролічильник НІК 2303L АРК1Т 1080 МСЕ (5-10А,+PLC) - представник трифазних електронних лічильників комбінованого підключення (прямого за напругою та трансформаторного струму) відомого українського бренду НІК. Електролічильник має клас точності 1 (старі індукційні лічильники були з класом точності 2,0 і нижче) з номінальною силою струму 5А і максимальною - 10А. Електролічильник НІК має надійну конструкцію, яка дозволяє експлуатувати цей прилад не менше 30 років.

До його переваг можна віднести:

- вимірювання активної та реактивної енергії в прямому і зворотньому напрямку, за одним тарифом в трифазних і чотири провідних колах змінного струму;
- реєстрація та індикація активної, реактивної і повної потужності, коефіцієнта потужності, середньоквадратичного значення напруги і сили струму, а також кута зсуву фаз;
- технологічний запас по класу точності не менше 50%;
- мале власне енергоспоживання;
- наявність оптичного порту для програмування і зчитування даних; [18]
- захист від розкрадань енергії: індикація неправильних підключень, зворотнього напрямку струму, датчика відкриття клемної кришки;

- зберігання в незалежній пам'яті подій з міткою дати і часу;
- модуль інтерфейсу PLC для дистанційного зчитування даних, програмування лічильників і застосування їх в АСКОЕ.

Таблиця 4.1.

Технічні характеристики НК 2303L APK1T 1080 MCE 5(10)A наведені в таблиці 4.1.

Номинальна напруга, В	220/380 В
Номинальна сила струму, А	5 А
Кількість тарифів	Багатотарифний
Вимірювана енергія	Активна + реактивна
Кількість фаз	3
Ступінь захисту	IP54 (ГОСТ 14254)
Робочий діапазон температур, °С	Від - 40 до + 70 °С
Маса, кг	1,3 кг
Номинальна частота, Гц	50
Клас точності для вимірювання активної енергії	1
Клас точності для вимірювання реактивної енергії	2
Міжповірочний інтервал лічильника	10 років

Комерційний облік в житловому будинку виконується за допомогою лічильників електроенергії серії НК 2303L з інтерфейсом PLC.

Схема розміщення приладів вимірювання та обліку на вводі 0,4 кВ силового трансформатора

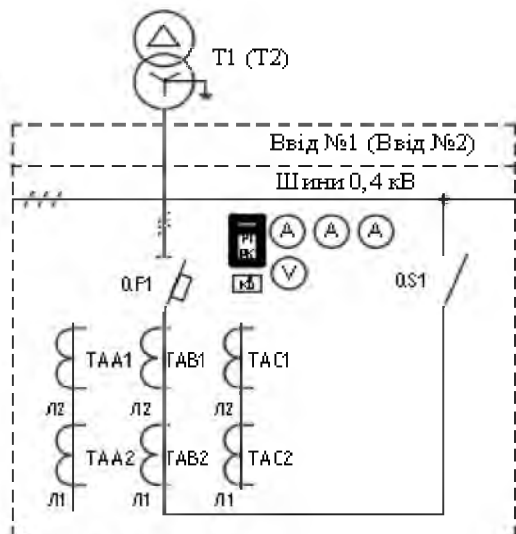
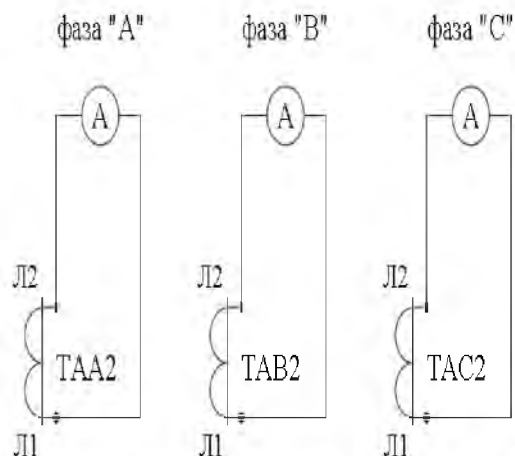


Схема включення приладів вимірювання на вводі 0,4 кВ силового трансформатора



Підключення лічильників прямого включення

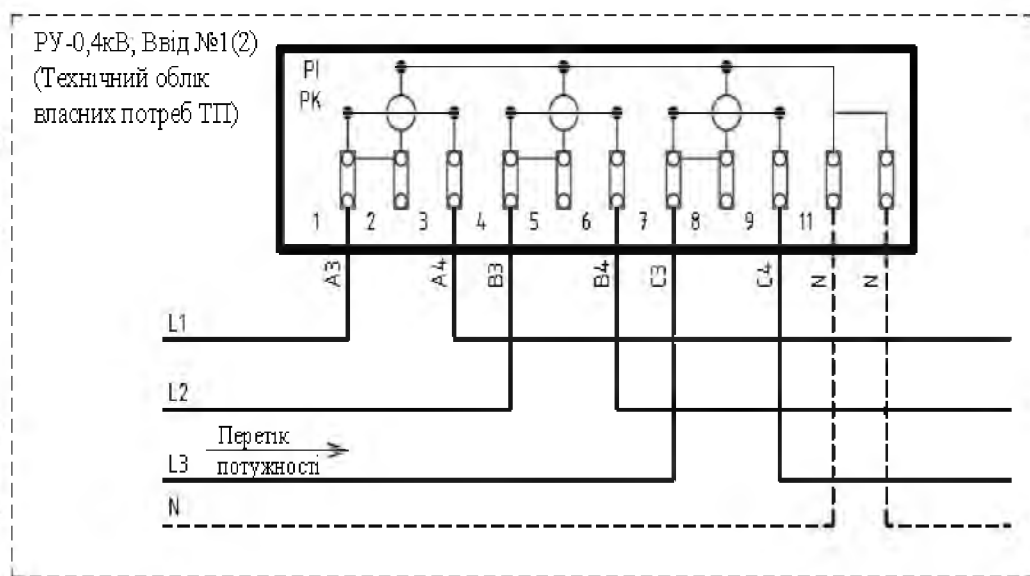


Рис. 9. Схеми підключення лічильників

4.2 Розрахунок навантажень вторинних обмоток та перевірка трансформаторів струму.

Перевірка відповідності умов роботи ТС вимірювальних приладів необхідному класу точності виробляється зіставленням його дійсного навантаження із припустимою (номіальною для даного класу точності):

$$5\% \times Z_{\text{номТ}} \leq Z_{\text{наВ}} \leq Z_{\text{номТ}}, \quad (4.1)$$

де $Z_{\text{номТ}}$ - номінальний опір навантаження вторинної обмотки ТС, Ом;

$Z_{\text{наВ}}$ - сумарне дійсне навантаження найбільш завантаженої фази,

Ом.

$$\text{Номінальний опір навантаження вторинної обмотки ТС визначається по формулі:}$$

$$Z_{\text{номТ}} = S_{\text{T}} / I_{\text{T}}^2, \quad (4.2)$$

де S_{T} - споживана потужність або потужність навантаження (зазначена у каталогах), ВА;

I_{T} - струм при якому задана споживана потужність, або номінальний вторинний струм ТС, А.

При застосовуваній схемі з'єднання вторинних обмоток ТС у повну зірку сумарне навантаження визначається по формулі:

$$Z_{\text{наВ}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{п}} + Z_{\text{пер}}, \quad (4.3)$$

де $Z_{\text{пр}}$ - опір кабеля від затискачів ТС до місця установки реле й

приладів, Ом;

$Z_{\text{п}}$ - повний опір приладу, підключеного до фаз ТС, Ом;

$Z_{\text{пер}}$ - перехідний опір у контактних з'єднаннях, прийнятого рівним 0,033

Ом.

Повний опір приладу, підключеного до фаз ТС, визначається за формулою:

$$Z_{\text{п}} = S_{\text{п}} / I_{\text{T}}^2, \quad (4.4)$$

де $S_{\text{п}}$ - потужність навантаження приладу, ВА.

Опір кабелю від затисків ТС до місця установки лічильників електричної енергії визначається по формулі:

$$Z_{\text{пр}} = L \cdot \gamma \times q, \quad (4.5)$$

де L - довжина кабелю, м; $\gamma=58$ - провідність матеріалу провідника (міді), м/(ом*мм²);
 q - переріз жили провідника (кабелю), мм².

Перевірка кіл напруги по припустимому спаданню напруги:

$$\Delta U \% = (2 \times L \times S \times 100\%) / (U_n^2 \times \gamma \times q), \quad (4.6)$$

де % - припустиме спадання напруги (максимальне 0,25%);
 S - сумарна споживана потужність по ланцюзі напруги підключених приладів, ВА ; U_n - номінальна напруга вторинних мереж, 220 В.

Таблиця 4.2.

Вхідні дані по обладнанню				
№ п.п	Межа розрахункового обліку	Місце встановлення лічильників	Тип ТС	Струми ТС (Іном1/Іном2) А
1	Ввід №1; РУ-0,4кВ	Фасад панелі: Ввід №1; РУ-0,4кВ	T-0,66 кл.т. 0,5s	1500/5
2	Ввід №2; РУ-0,4кВ	Фасад панелі: Ввід №2; РУ-0,4кВ	T-0,66 кл.т. 0,5s	1500/5

Визначимо розрахункове навантаження вторинних ланцюгів ТС і порівнюємо її з номінальним навантаженням вторинних обмоток ТС класу точності 0,5S.

Розрахунок:

1. Лічильник **НИК2303L АРК1Т 1080 ME** кл.т.1,0 техніч. облік: $S_p = 0,1 \text{ ВА}; S_{nu} = 10 \text{ ВА}; I_T = 5 \text{ А}$.

Повний опір приладу, підключеного до фаз ТС:

$$Z_p = S_p / I_T^2 = 0,1 / 5^2 = 0,004 \text{ Ом.}$$

1. **T-0,66 1500/5**: $S_T = 5 \text{ ВА}; I_T = 5 \text{ А}; L = 2,0 \text{ м}, q = 2,5 \text{ мм}^2$

Номінальний опір навантаження вторинної обмотки ТС:

$$Z_{номТ} = S_T / I_T^2 = 5 / 5^2 = 0,200 \text{ Ом.}$$

Опір кабелю від затисків ТС до місця установки лічильників електричної енергії:

НУБІП України

$$Z_{\text{пр}} = L / (\gamma \times q) = 2 / (58 \times 2.5) = 0,014 \text{ Ом.}$$

Сумарне навантаження.

$$Z_{\text{нав}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{л}} + Z_{\text{пер}} = 0,014 + 0,004 + 0,033 = 0,0510 \text{ Ом.}$$

НУБІП України

де $Z_{\text{пер}}$ - перехідний опір у контактних з'єднаннях, прийнятого рівним 0,033 Ом.

Припустиме спадання напруги:

$$\Delta U\% = (2 \times L \times S_u \times 100\%) / (U_n^2 \times \gamma \times q) = (2 \times 2,0 \times 10 \times 100\%) / (220^2 \times 58 \times 2,5) = 0,0006\%$$

НУБІП України

Таблиця 4.3.

Перевірка вторинного навантаження ТС

№ п. п.	Приєднання	Тип ТС	Клас точності	Тип приладу обліку	$Z_{\text{пр}}$, Ом	$Z_{\text{пер}}$, Ом	$Z_{\text{л}}$, Ом	$Z_{\text{нав}}$, Ом	$Z_{\text{номт}}$, Ом	ΔU , %	ΔU_{max} , %
1	Ввід №1; РУ-0,4кВ	T-0,66 1500/ 5	0,5S	НИК2303 L АРК1Т 1080 ME кл.т.1.0	0,01 4	0,033	0,00 4	0,051	$\leq 0,8$	0,000 6	$\leq 0,25$
2	Ввід №2; РУ-0,4кВ	T-0,66 1500/ 5	0,5S	НИК2303 L АРК1Т 1080 ME кл.т.1.0	0,01 4	0,033	0,00 4	0,051	$\leq 0,8$	0,000 6	$\leq 0,25$

НУБІП України

Таблиця 4.4.

Перевірка трансформаторів струму

№ п.п.	Номер лінії	Тип лічильника	Режим	P_{max} , кВт	I, А	I _{кт} , А	Струм лічильника			Перевірка
							100%	40%	5%	
1	Ввід №1; РУ-0,4кВ	НИК2303L АРК1Т 1080 ME кл.т.1.0	max	840,15	1212,6 5	300	4,04	5	0,25	4,04 > 2
			min	64,4	105,6	0,35			0,25 > 0,25	
2	Ввід №2; РУ-0,4кВ	НИК2303L АРК1Т	max	840,15	1212,6 5	300	4,04	5	2	0,25 4,04 > 2

1080 ME	клт. 1.0	min	64,4	105,6	0,35	0,35	0,25
---------	----------	-----	------	-------	------	------	------

Обрані трансформатори струму приєднань сторони 0,4кВ відповідають вимогам нормативних документів і можуть бути застосовані як датчики струму для обліку електричної енергії.

4.3 Організація дистанційного обліку електричної енергії

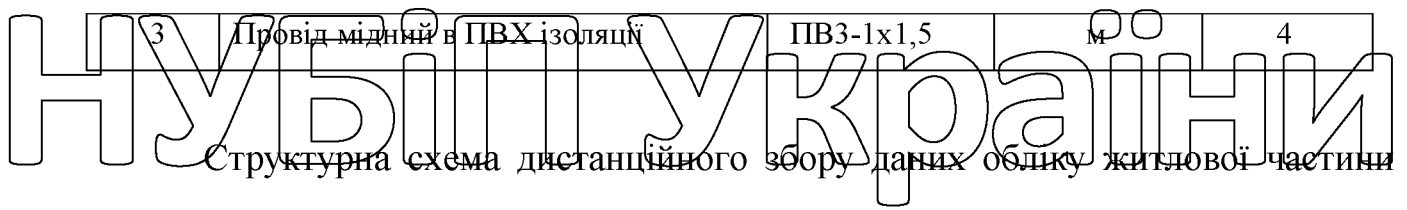
В РУ-0,4 кВ передбачено встановлення щита дистанційного збору даних ЩДЗД для збору даних з лічильників комерційного обліку будинку та технічного обліку в РУ-0,4кВ ТП-10/0,4кВ. [9]

Організацію дистанційного збирання даних виконано через PLC-зв'язок.

Таблиця 4.5

Специфікація обладнання дистанційного збору даних

№ п/п	Найменування	Позначення	Один. виміру	Кільк.
1	Щит дистанційного збору складається з:	ЩДЗД	компл.	1
1)	Щит навісний з монтажною панелью та замком	МКН 862	шт.	1
2)	Контролер збору даних (з зовнішньою антеною GSM/GPRS)	КС-02-08	шт.	1
3)	Комутаційний контролер	КК-01-10	шт.	2
4)	Вимикач автоматичний $I_u = 63$ А; $I_n = 10$ А; 3р; $I_{cu} = 10$ кА	QF0	шт.	1
5)	Вимикач автоматичний $I_u = 63$ А; $I_n = 10$ А; 3р; $I_{cu} = 10$ кА	QF1; QF2	шт.	2
6)	DIN-рейка, L = 460 мм		шт.	1
7)	Колодка клемна з'єднувальна на DIN-рейку (1р, 7 отворів)	KN	шт.	1
8)	Кабель типу "вита пара" з мідними жилами, екранований	FTP	м	2



Структурна схема дистанційного збору даних об'єкту житлової частини наведена нижче.

НУБІП України

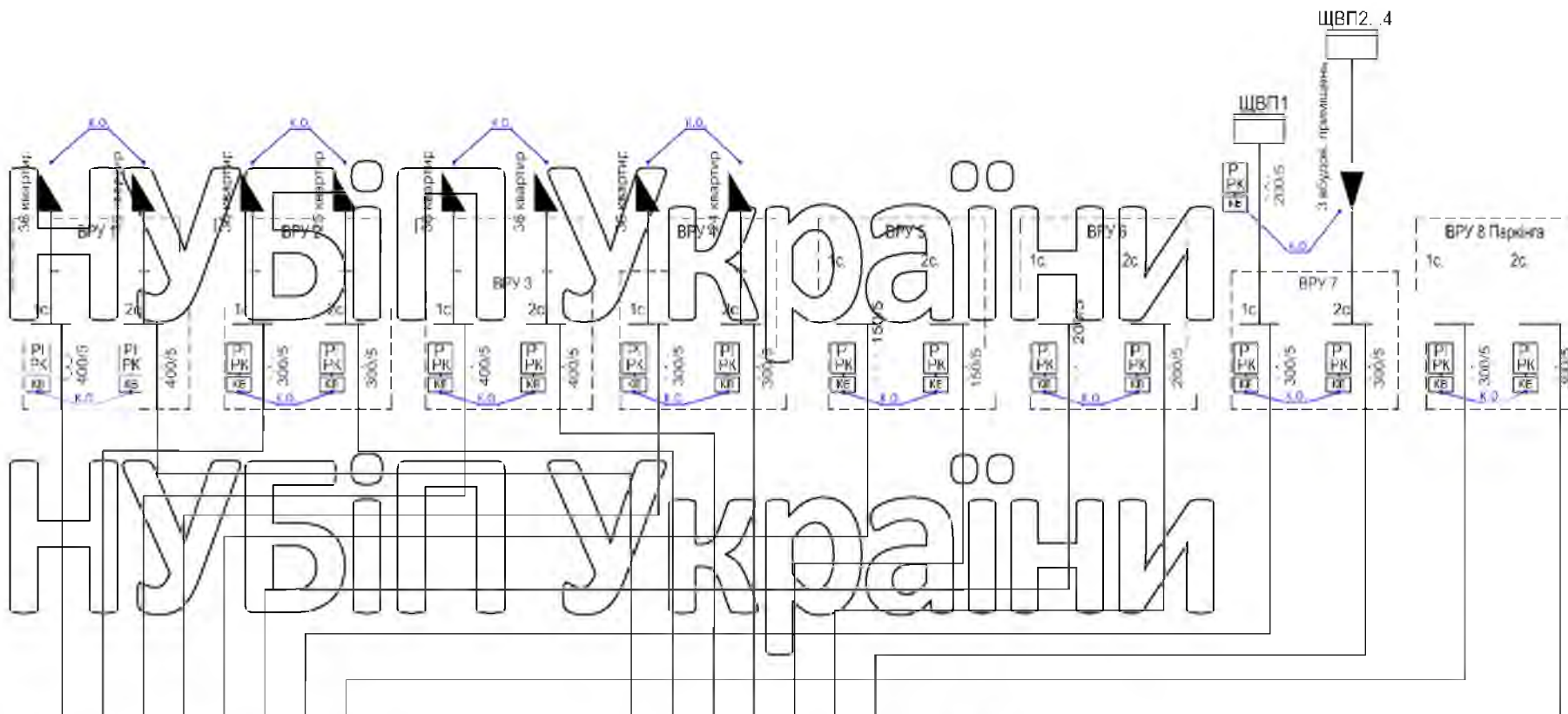
НУБІП України

НУБІП України

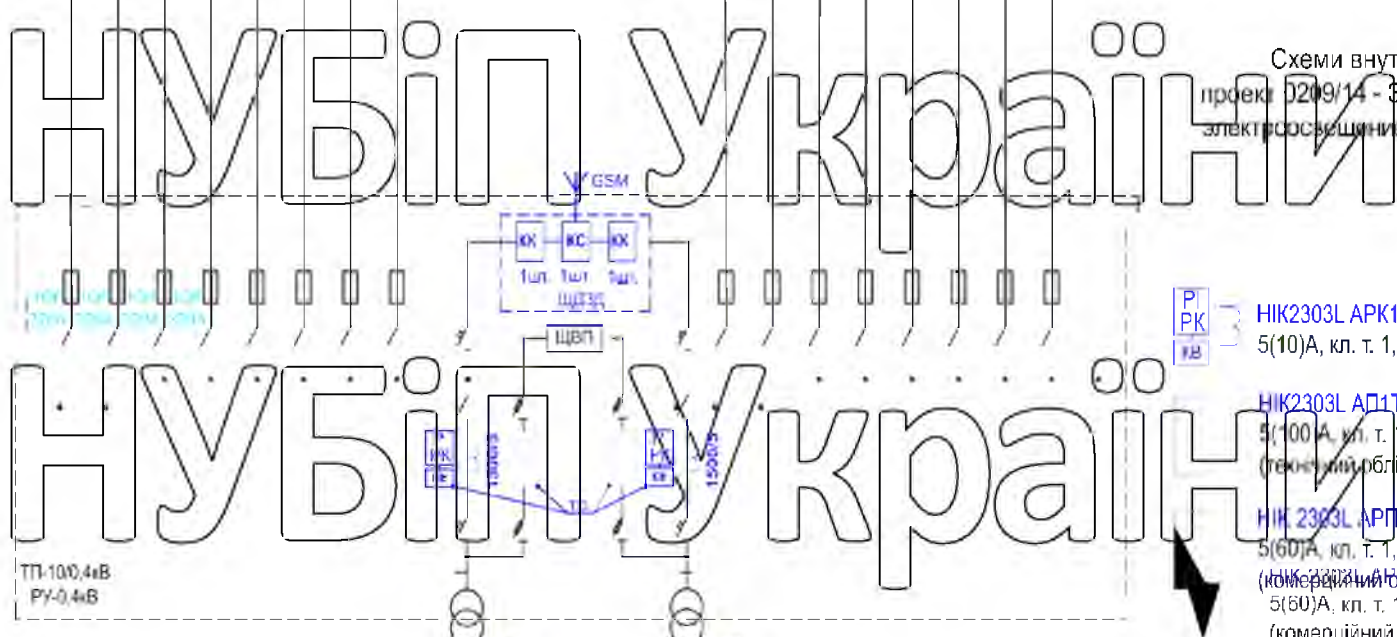
НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



Схеми внутрішніх мереж будинку наведені схематично, остаточні схеми див. проект 0209/14 - ЗОМ1 та 0209/14 - ЗОМ2 " Електрическое оборудование и внутренне электроснабжение "



Умовні позначення:



НІК 2303L АРК1Т 1080МЕ, 3х230/400 В, 5(10)А, кл. т. 1,0/2,0, PLC-інтерфейс

НІК 2303L АР1Т1080МЕ, 3х230/380 В, 5(100)А, кл. т. 1,0/2,0, PLC-інтерфейс (технічний облік)

НІК 2303L АРП2Т 1082МЕ, 3х230/400 В, 5(60)А, кл. т. 1,0/2,0, PLC-інтерфейс (комерційний облік)
 НІК 2303L АРП1Т1080МЕ, 3х230/400 В, 5(60)А, кл. т. 1,0/2,0, PLC-інтерфейс (комерційний облік)



Контролер збору даних КС-02-08



Комутаційний контролер КК-01-10

Трансформатор струму Т-0,66 ***/5А, кл. т. 0,5S;

к. о. - комерційний облік;

т. о. - технічний облік.

РОЗДІЛ 5. ЗАХОДИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ.

5.1 Заходи щодо забезпечення виконання вимог нормативних актів охорони праці.

Головним завданням розділу проекту «Організація будівельного виробництва» є розробка заходів для забезпечення в процесі будівництва безпечних і нешкідливих умов праці для працюючих, а також зниження негативного впливу на оточуюче середовище. Цієї мети передбачається досягнути шляхом суворого додержання в розроблених заходах вимог Закону України "Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності" від 05.04.2007 р. №877-V, ДБН А.3.1.5-2009 «Організація будівельного виробництва», СНиП III-4-80* «Техника безпеки в строительстве», ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», інших нормативних та законодавчих актів з цього питання.

Умовою забезпечення безпечного та нешкідливого виконання робіт є суворе дотримання у процесі виробництва положень «Проектів виконання робіт» (ПВР), які розробляються підрядними організаціями на кожен вид робіт, що виконуються, затверджених «Технологічних карт» виконання робіт. Проекти виконання робіт (ПВР) кожного підрядника повинні бути погоджені з головною підрядною організацією для забезпечення узгодженості при одночасному виконанні робіт різними підрядниками.

Наступною передбаченою проектом умовою безпечної та нешкідливої виконання робіт є налагоджена система перевірки і допуску працівників до роботи, особливо до виконання небезпечних робіт, а також своєчасне і якісне проведення інструктажів з правил техніки безпеки, виробничої санітарії та правил пожежної безпеки.

Для виконання робіт з підвищеним рівнем небезпеки працівникам повинні видаватися спеціальні наряди-допуски на виконання таких робіт. [10]

Забороняється працівнику виконувати роботи по суміжній професії, що не присвоєна йому кваліфікаційною комісією.

Переносний електроінструмент повинен мати інвентарний номер, що відповідає номеру його реєстрації в журналі обліку, повинен бути випробуваний та мати бирку з зазначенням дати наступної перевірки.

Електрообладнання, що встановлюється в ТЦ, повинно бути заземлене. Вантажно-розвантажувальні роботи повинен виконувати такелажник, атестований згідно правил техніки безпеки.

Перед виконанням електромонтажних робіт у монтажну зону повинно бути подано тимчасове електроживлення для зварювальних робіт та живлення електроінструменту.

Всі працівники, в залежності від виду робіт, що виконуються, повинні бути забезпечені справним спецодягом, засобами індивідуального захисту і справними робочими інструментами.

З метою попередження доступу і травмування сторонніх осіб на будівельному майданчику останній при необхідності огороджується. В необхідних місцях влаштовуються огороження і захисні покриття.

З метою попередження виробничого травматизму і виникнення професійних захворювань при виконанні будівельно-монтажних робіт необхідно:

- виконувати роботи тільки у відповідності з «Проектом організації будівництва», проектами виконання робіт, розробленими кожним підрядником і погодженими з генеральним підрядником;
- постійно підтримувати в справному стані огороження небезпечних зон і шляхів пересування працівників;

- забезпечувати необхідне освітлення буд майданчику і робочих зон;
- попереджувати доступ на будівельний майданчик сторонніх осіб і стороннього транспорту [10].

- забезпечувати постійний контроль і нагляд за станом будівельних машин і дотриманням працівниками вимог техніки безпеки, виробничої санітарії та правил пожежної безпеки.

Випробування і підготовка до здачі запроєктованих об'єктів повинні проводитись відповідно до СНиП 3.05.06-85. До початку робіт з випробування електроустаткування повинен бути закінченим монтаж засобів захисту від коротких замикань та заземлювальних пристроїв.

5.2 Заходи з охорони праці та техніки безпеки під час реконструкції

Електромонтажні роботи виконувати відповідно до вимог ГОСТ 12.3.032-84 [3] і СНиП 3.05.06-85 [4].

Умови праці при монтажі, експлуатації та ремонті мереж і електроустановок мають відповідати вимогам безпеки і захисту робітників від небезпечних і шкідливих виробничих чинників, що можуть впливати на їхнє здоров'я, відповідно до ГОСТ 12.0.003-74 [5].

Для створення і дотримання безпечних і нешкідливих умов праці при експлуатації і ремонті мереж і устаткування необхідно керуватися вимогами НПАОП 40.1-1.21-98 [6] та ГОСТ 12.3.032-84 [7], а при виконанні окремих видів робіт, що є не специфічними для персоналу - вимогами міжгалузевих актів про охорону праці.

Технологічні карти або інша технічна документація, повинні містити в собі вимоги безпеки, дотримання яких є обов'язковим при організації і виконанні робіт.

Експлуатувати (обслуговувати) електрогосподарство будинку повинен відповідно підготовлений штат електротехнічного персоналу, забезпечений усіма необхідними засобами й устаткуванням для виконання ремонтних робіт.

На обслуговування спеціальних електроустановок варто укласти договір із спеціалізованими міськими організаціями.

Наказом (розпорядженням) керівника експлуатаційної організації з числа керівного складу має бути призначена особа, відповідальна за загальний стан і безпечну експлуатацію електрообладнання ("особа, відповідальна за електрогосподарство").

Наказ (розпорядження) про призначення особи, відповідальної за електрогосподарство, видається відповідно до вимог ДНАОП 0.00-1.21-98 [6].

На періоди тривалої відсутності (відпустки, хвороба, відрядження) особи, відповідальної за електрогосподарство, виконання його обов'язків покладається наказом на його заступника (якщо він передбачений штатним розкладом) або на іншу особу з числа керівного складу, яка пройшла перевірку знань і має відповідну групу з електробезпеки.

Відповідно до вимог ДНАОП 0.00-1.21-98 ТП-10/0,4 кВ має бути укомплектована основними та допоміжними захисними засобами, а також первинними засобами пожежогашіння.

Обсяг захисних засобів може збільшуватися в залежності від системи організації експлуатації та місцевих умов.

Рівень шуму від роботи силових трансформаторів відповідає вимогам СНиП 11-12-77 [8].

5.3 Заземлення та захисні заходи електробезпеки на об'єкті під час реконструкції

Для захисту людей від ураження електричним струмом при пошкодженні ізоляції повинен бути застосований один з наступних захисних заходів: заземлення, занулення, захисне вимкнення, розподільчий трансформатор, мала напруга, подвійна ізоляція, вирівнювання потенціалів.

Заземлення чи занулення електроустановок слід виконувати відповідно до вимог розділу 1.7 ПУЕ [9].

До частин, що підлягають зануленню або заземленню відносяться:

НУБІП України

- корпуси електричних машин, апаратів, трансформаторів, світильників тощо;

- приводи електричних апаратів;

- вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів;

НУБІП України

- каркаси розподільних щитів, щитів керування, щитків і шаф, а також частини, які знімаються або відчиняються, якщо на останніх встановлено електрообладнання напругою вище 42 В змінного струму або більше 110 В постійного струму;

НУБІП України

- металеві конструкції розподільних пристроїв, металеві кабельні конструкції, металеві кабельні з'єднувальні муфти, металеві оболонки і броня контрольних і силових кабелів, металеві оболонки проводів, металеві рукави і труби електропроводки, кожухи і опорні конструкції шинопроводів, лотки, короби, струни, троси і сталеві полоси, на яких закріплені кабелі і проводи (окрім струн, тросів і полос, на яких прокладені кабелі із заземленою або зануленою металевією оболонкою чи бронею), а також інші металеві конструкції, на яких встановлюється електрообладнання;

НУБІП України

- металеві оболонки і броня контрольних і силових кабелів і проводів напругою до 42 В змінного струму і до 110 В постійного струму, прокладених на загальних металевих конструкціях, у тому числі у загальних трубах, коробах, лотках тощо разом з кабелями і проводами, металеві оболонки і броня яких підлягає заземленню або зануленню;

НУБІП України

- металеві корпуси пересувних і переносних електроприймачів;
- електрообладнання, що встановлене на рухомих частинах верстатів, машин і механізмів.

НУБІП України

Електробезпека на будівельному майданчику повинна забезпечуватися

відповідно до вимог ДСТУ Б А.3.2-13:2011 [10]. Забезпечити роботу в таких

НУБІП України

умовах можуть лише спеціально підготовлені працівники, які пройшли відповідне навчання та перевірку знань, попередній та періодичний медичні огляди.

Улаштування і технічне обслуговування тимчасових і постійних електричних мереж на виробничій території повинен здійснювати персонал, що має відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки. Група допуску з електробезпеки працівника визначає, перш за все, рівень його знань безпечних методів роботи з електроустановками. Існує всього п'ять груп.

Першу групу повинні мати працівники, які обслуговують електроустановки але не мають спеціальних електротехнічних знань (будівельники, муляри, штукатурки тощо). Другу групу повинні мати кранівники, електрослюсарі, зварювальники тощо. Третю групу повинні мати працівники оперативно-ремонтного електротехнічного персоналу. Четверту групу повинні мати інженери з техніки безпеки, енергетики будівельних управлінь та інші ІТП з числа електротехнічного персоналу. П'яту групу повинні мати відповідальні особи та електротехнічний персонал, що обслуговують електроустановки напругою вище 1000 В.

В будівельно-монтажній організації повинен бути призначений відповідальний за безпечну експлуатацію електричного устаткування з числа ІТП, який має кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче IV. На відповідального за електрогосподарство покладається організація та забезпечення безперебійного і безпечного електропостачання та експлуатація енергетичного обладнання, електроустановок і мереж будівельного об'єкта. Роботи, пов'язані з приєднанням (від'єднанням) проводів, ремонтом, наладкою, профілактикою та випробуванням електроустановок, повинні виконуватися електротехнічним персоналом з III кваліфікаційною групою з електробезпеки. Відповідальність за безпечне проведення конкретних будівельно-монтажних робіт з використанням електроустановок покладається на ІТП, які керують виробництвом цих робіт[10].

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі було розроблено технічне рішення щодо реконструкції трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ для багатофункціонального комплексу громадського та житлового призначення.

Отримані результати свідчать про те, що реконструкція є необхідною для забезпечення ефективного та безпечного електропостачання об'єкта.

Обґрунтовано технічне рішення щодо вибору обладнання з урахуванням сучасних вимог щодо проектування об'єктів цивільного призначення.

Проведений аналіз технічного стану і вихідних даних комплексу, що підтверджує необхідність встановлення трансформаторної підстанції для забезпечення вискоефективного та надійного електропостачання.

Запропоновано впровадження передових технологій та обладнання для оптимального використання електроенергії та оптимізація конфігурації мережі

Обрана конфігурація підстанції, враховуючи розрахунок навантаження, та гнучкість управління, сприятиме оптимальному функціонуванню об'єкта.

Проведений розрахунок та вибір джерела живлення, а саме двох трансформаторів по 630 кВА.

Здійснено розрахунок та вибір обладнання РП 10 та 0,4 кВ., трансформаторів струму, перерізу кабелю, передбачено шит власних потреб.

Вибрано розподільчий пристрій на 10кВ типу КСО-266.

Вибрані трансформатори струму типу ТПЛ-10.

Обираємо ввідний кабель напругою 10кВ типу АПвЄВнг-15-(1x120\35mm²)

А для низької сторони 0,4 кВ кабель типу АВБ6Пв 4x240.

Для власних потреб передбачено ЩВН, який має 2 секції системи ЗНН 220\12В.

Обираємо трансформатор напруги типу НАМИ-10 з двома вторичними обмотками.

Обрано запобіжники типу ПҚ-10 на 10кВ.

Проведений розрахунок та вибір пристроїв обліку електричної енергії типу НІК 2303L АРКІТ 1080 МСЕ 5 (10)А. А для загального обліку на вводах РП-0,4 кВ та лічильник прямого включення серії НІК 2303L АРКІТ 1080 МЕ 120А.

У цілому, запропоноване технічне рішення є не лише технічно обґрунтованим, але й враховує високі стандарти щодо електропостачання таких об'єктів, забезпечуючи ефективну трансформаторної підстанції для багатфункціонального комплексу.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Козирський В.В. Проектування систем електропостачання : навчальний посібник / В. В. Козирський, С. С. Макаревич, А. В. Петренко. - К. : ЦП Компринт, 2015. - 590 с.
2. ДБН В. 2.5-23:2010. Інженерне обладнання будтнків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.
3. ГОСТ 12.3.032-84. Роботи електромонтажні. Загальні вимоги безпеки.
4. СНиП 3-05.06-85. Електротехнічні пристрої.
5. ГОСТ 12.0.003-74. Шкідливі і небезпечні виробничі фактори. класифікації.
6. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
7. ГОСТ 12.3.032-84, електромонтажні роботи. Загальні вимоги безпеки.
8. СНиП 11-12-77. Захист від шуму.
9. Розділу 1.7 ПУЕ. Заземлення і захисні методи електробезпеки.
10. ДСТУ Б А.3.2-13:2011. Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпечність.
11. ГКД 34.20.505 – 2003. Керівні вказівки з улаштування повітряних ліній електропередачі 10(6) кВ. Наказ Мінпаливенерго України №223 від 12.05.2003.- ОЕП «ГРІФРЕ», 2003. – 56 с.
12. Іноземцев Г.Б. Дипломне проектування енергетичних та електротехнічних систем в агропромисловому комплексі: навч. посіб. / Г.Б. Іноземцев, В.В. Козирський, М.Т. Лут та ін. - К: ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2014. – 526 с.
13. Андрієвський Є.Н. Секціонування і резервування сільських електричних мереж/Євген Андрієвський.- М. Енергоатомиздат, 1983.-286 С.
14. Сегеда М.С. Електричні мережі та системи: підруч. Підр. 3-тє вид., доп.

іперероб. / - Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2015. - 540 с.

15. Омельчук А. О. Електрична частина станцій і підстанцій: Навч. посібник / А. О. Омельчук. - К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2017. - 479 с.

16. Правила улаштування електроустановок. - Х.: «Форт», 2017. - 760 с.

17. Кідиба В. П. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник. - Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2013. - 533 с.

18. Основи охорони праці: Навчальний посібник / За ред. Я. І. Бедрія. - 3-тє вид., переробл. і доп. - Львів: "Магнолія плюс", видавець СПД ФО В. М. Піча, 2004. - 240 с.