

**Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича**

Інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Кафедра електроніки і енергетики

**Електропостачання житлового кварталу
“West Towers” м.Ужгород**

Дипломна робота

Рівень вищої освіти - перший (бакалавр)

Виконав:

студент 4 курсу, групи 433

спеціальності.

141–“Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка

Кравчук Владислав Юрійович

Керівник : кандидат ф-м наук,

Андрущак Галина Олегівна

До захисту допущено:

Протокол засідання кафедри № ____

від „____” _____ 2020 р.

зав. кафедри _____ проф. Майструк Е.В

Чернівці – 2023

**Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича**

Інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Кафедра електроніки і енергетики

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

**Електропостачання житлового кварталу “West Towers”
м.Ужгород**

Виконав:

студент 4 курсу, групи 433
спеціальності.

141–“Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

Кравчук Владислав Юрійович

Керівник : кандидат ф-м наук,
Андрущак Галина Олегівна

До захисту допущено:

Протокол засідання кафедри № ____

від „____” _____ 2020 р.

зав. кафедри _____ проф. Майструк Е.В

Чернівці – 2023

Анотація

В даній роботі проведено розрахункову роботу електропостачання житлового кварталу “West Towers”

Виконаний розрахунок для навантаження житлового кварталу, вибрано трансформаторну підстанцію для безперервного живлення, та проведено кошторис даної роботи

ЗМІСТ

Вступ

1.1 Об'єкт дослідження ()

1.1.1 Опис житлового комплексу West Towers()

1.1.2 Розгляд будівлі()

1.1.3 розгляд планування()

1.2 Теоретична частина()

1.2.1 Характеристика основних електроприймачів()

1.2.2 Електричний розрахунок для освітлювальних мереж()

1.2.3 Вибір перерізу провідників за струмом їх навантаження()

1.2.4 Структура системи забезпечення споживачів електричною енергією()

1.2.5 Ввідні та ввідно-розподільні пристрої()

1.2.6 Розподільні пункти()

1.2.7 Пристрої захисного вимкнення()

1.2.8 Лінії електропередачі()

1.2.9 Повітряні лінії електропередачі()

1.2.10 Проводи ЛЕП()

1.2.11 Грозозахисні троси()

1.3 Трансформаторні підстанції()

1.3.1 Розподільний пристрій()

1.4 Розрахункова частина()

1.5 Розрахунок освітлення()

1.6 Вибір трансформаторних підстанцій комплексу()

1.7 Вибір кабелю()

Вступ

Метою даного бакалаврського проекту є розробка електричних мереж для забезпечення електропостачання конкретного мікрорайону міста. В ході дослідження були визначені рівень електрифікації та розраховані питомі електричні навантаження громадських споруд та житлових будинків. Для забезпечення електропостачання міста необхідно врахувати його розміри та вимоги до надійності. Це включає в себе потреби не лише житлових будинків, але й громадських споруд і промислових підприємств. Більшість споживачів міста отримує електроенергію через розподільчу мережу напругою 10 кВ та мережу загального користування напругою 0,4 кВ.

Сучасні системи електропостачання міст повинні відповідати високому рівню технологічного розвитку та забезпечувати ефективне споживання електроенергії. Крім того, вони мають гарантувати надійність постачання з максимальною економічною ефективністю та високою якістю електроенергії. Ураховуючи змінні умови, які можуть виникати у майбутньому, такі як зміна електричних навантажень та територіальне розташування, розроблена схема електропостачання має бути гнучкою та здатною адаптуватись до цих змін. Крім того, вона повинна мати потенціал для подальшого розвитку та розширення. Забезпечення ефективного функціонування електроенергетики має важливе значення для економічних показників, життя та здоров'я населення.

1.1 Об'єкт дослідження

1.1.1 Опис житлового комплексу West Towers

Об'єктом дослідження обрано Житловий комплекс West Towers за адресою м. Ужгород вул. Легоцького, 64а, 64б. Комплекс призначений для житлового призначення. Це комплекс з шести будинків (рис 1.1) схожого екстер'єру парковки з ліфтом на 100 паркомісць (рис 1.2), Територія комплексу огорожена та закрита шлагбаумом від сторонніх людей та сторонніх машин. Сучасного дитячого майданчика, окремого парку з клумбами зеленими насадженнями та місць для відпочинку.

Планування кварталу West Towers - новаторське для Ужгорода, просторий квартал. Зараз переваги такого формату використовують в найкращих житлових кварталах світу. Головна ідея «просторого кварталу» – створити середовище для проживання, заповнене сонячним промінням та простором.

Житлові комплекси будуються з розрахованою відстанню один від одного. Великі проходи із зручними виходами на центральний променад.

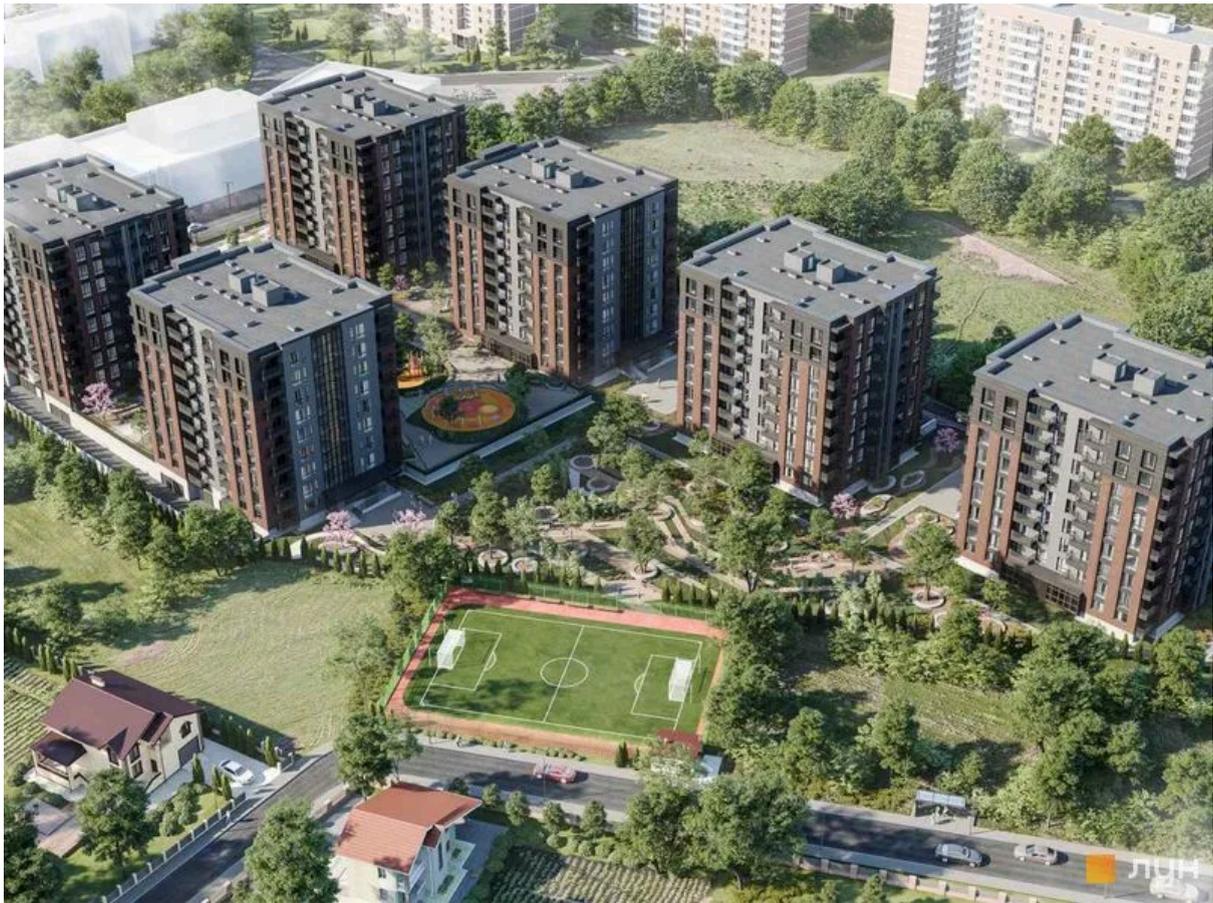


рис 1.1 Житловий Комплекс West Towers

Житловий комплекс складається з шести девятиповерхівок розміщених в дві лінії, гостювого паркінгу, та підземного паркінгу з ліфтом на 170 паркомісця, з них (42-гаражні бокси), також на території розміщуватимуться окрема паркова зона та сучасний дитячий майданчик.



рис 1.2 розташування квартир на поверху (буд№1)

1.2 Теоретична частина

1.2.1 Характеристика основних електроприймачів

Електроприймачі для житлових будинків можна поділити на дві групи:

- 1) електроприймачі для житлових квартир: світильні (з лампами розжарювання і люмінесцентними лампами) і побутові прилади (кондиціонери, гріючі ,культурно-побутові, санітарно-гігієнічні, пральні машини та інше.);
- 2) електроприймачі загального вжитку: світильні прилади приміщень будинкоуправління, підвір'я, міжповерхових сходів та всіх площадок, горищ, ліфтових приладів; двигунів насосних станцій, вентиляційної та протипожежної систем, підіймально-транспортного устаткування та ін.

Електроприймачі такої групи поділяють на електро світильні і силові.зазвичай, кожна з цих груп має індивідуальну мережу живлення - світильну та силову відповідно. Силовими споживачами другої групи найчастіше є асинхронні електромотори з короткозамкненими роторами, що вживається в підіймально-транспортному обладнанні, санітарно-технічного устаткування, протипожежного пристрою, вентиляційних установках та інше. Базу для більшості електропостачальних систем житлових будинків, споруд і будов суспільного призначення складає освітлювальна мережа. Тому питання коректного розрахунку світильних мереж таких об'єктів являє собою один із головних, із яким значною мірою зв'язані витрати створення електромережі, так і на її вжитку.

1.2.2 Електричний розрахунок для освітлювальних мереж

Визначення для розрахункових навантажень та розрахунок електромережі за струмом навантаження

Розрахункові освітлювальні навантаження

Розрахункові освітлювальні навантаження для виробничих, суспільних та підсобних будівель розраховують за допомогою потужності встановленої світловими приладами, одержаної в ході розрахунку світлотехнічного устаткування, вони представляються загальним коефіцієнтом потужності усіх джерел світла даної освітлювального пристрою з напругою більше 42 В та понижувальних трансформаторів з 12 на 42 В. У пристроях із газорозрядними освітлювальними лампами розрахункова потужність втрати потужності. В ході визначення розрахункового навантаження на етапі введення в будову або на початку розподільчої лінії використовують коефіцієнт попиту K_c , рівний відношенню встановленої потужності світильної установки до розрахункового тривалого навантаження. Коефіцієнт попиту для розрахунку електромережі яка живить виробничі будівлі приймають:

- Для суспільних будинків K_c приймають відповідно з ДБН В.2.5 – 23 -2003 «Проектування електроустаткування житлових і суспільних будівель і споруд» залежно від величини встановленої потужності і призначення будинків.
- 0,6 - складські будівлі, містять масу окремих приміщень, підстанцій.
- 0,8 - адміністративно-побутові і лабораторні будівлі промислових підприємств;
- 0,85 - будинки які складаються з маси окремих приміщень;
- 0,95 - будинки, які складаються з відокремлених великих прольотів;

- 1,0 - невеликі виробничі будівлі та лінії, які живлять окремі групові щити;

Розрахункове навантаження для ліній, які живлять розетки європейського стандарту в суспільних будинках, розраховують за виразом

$$P_{p,ш} = K_{сш} \cdot P_{уш} \cdot n,$$

де $P_{рш}$ - навантаження на лінії, кВт;

$K_{сш}$ - розрахунковий коефіцієнт попиту, який приймається значенням рівним 0,1 – 0,2

для введень в будинок, 0,2 – 0,4 для живлячих мереж та 1,0 для групових електромереж;

$P_{уш}$ - величина встановленої потужності електроприймачів, зокрема споживачів оргтехніки, приєднаних до розетки, яка приймається рівною 60 Вт;

n - число розеток.

1.2.3 Вибір перерізу провідників за струмом їх навантаження

Струм навантаження, протікаючи через провідник, нагріває його. Правила улаштування для електроустановок встановлені найбільш допустимі величини температури нагріву жил в проводах і, в результаті, отримані допустимі струмові навантаження для провідників залежно від матеріалу, їхніх ізоляцій і умов укладки. Значення сили струму, що протікає через фазні проводи, знаходять за допомогою наступних формул: для трифазної лінії з нульовим проводом та без нього

$$I = \frac{P_3}{\sqrt{3}U \cos \varphi} = 1,5 \frac{P_3}{\cos \varphi}$$

для ліній (з двома фазами) з нульовим проводом

$$I = \frac{P_2}{2U_\phi \cos \varphi} = 2,3 \frac{P_2}{\cos \varphi}$$

для однофазної лінії

$$I = \frac{P_1}{U_n \cos \varphi} = 4,5 \frac{P_1}{\cos \varphi}$$

де P_1, P_2, P_3 - розрахункове навантаження однієї, двох і трифазних ліній;

U_n - значення лінійної напруги ;

U_ϕ - значення фазної напруги;

$\cos \varphi$ - значення коефіцієнта потужності навантаження.

1.2.4 Структура системи забезпечення

споживачів електричною енергією

Принципові схеми підстанцій живлення та головних знижувальних підстанцій

Електричні схеми підстанцій являє собою важливу складову частину організації електроенергетичної системи і тому обов'язково вибираються з урахуванням загального принципу її побудови. У склад основних складових електричної схеми підстанцій відносяться реактори, шини, пристрої вимкнення, пристрої роз'єднання, відокремлювачі, трансформатори, трансформатори вимірювання

Шинопровід це струмопровідна шина — жорсткий мідний та алюмінієвий струмопровід, виготовляється на заводах комплектними секціями, з'єднуються на місці їх використання. Шинопроводи можна вживати як на виробництвах, у цехах, в електростанціях, в офісах.

Шинопровід є заміною електричному кабелю — головному складнику розподілу енергії в електромережах мережах.

- закриті — де шини розміщені в закритому просторі, виготовленому з ізолюючих матеріалів;
- захищені — де шини огорожені із коробів чи сіток для запобігання можливого дотику;
- відкриті — де шини не захищені від дотиків.

Шинопроводи відкриті — неізольовані шини, які прокладаються на ізоляторах по опорних конструкціях на висоті яка обов'язково повинна бути не менше 3,5 м від підлоги.

Захищені шинопроводи встановлюють подібно до відкритих, обгороджуючи їх сіткою чи коробами з перфорованих металевих листів, щоб запобігти випадковим дотикам або потрапляння на провідники шин сторонніх предметів.

Шинопроводи закритого і захищеного типу підрозділяються на магістральні та розподільні.

Шинопроводи магістрального типу призначені для встановлення магістралей, які живляться за допомогою трансформаторних підстанцій. Магістральний шинопровід розрахований на силу струму 800-5000 А і служить для приєднання розподільчого шинопровода, силових розподільчих пунктів, щитків і відокремлених окремих потужних споживачів.

Розподільчі шинопроводи використовують безпосередньо для передавання і розподілу енергії з можливістю прямого з'єднання з ними різних однофазних і трифазних пристроїв споживання (устаткування) та світельних шинопроводів. Випускають на номінальні струми 16-800 А.

Для реалізації освітлювальних ліній та під'єднання малопотужних споживачів користуються освітлювальними шинопроводами.

Використання шинопроводів (освітлювальних) дає змогу реалізувати безперешкодне підключення додаткових світельників за наявності вільних ризеткових підключень.

Типи підстанцій за шляхом їхнього з'єднання до електромережі

- Тупиковий — живлення від однієї або двох радіальних ліній.
- Відгалужувальний — приєднання до однієї чи двох ліній на відгалуженнях.
- Прохідний — з'єднується з мережею шляхом вводу однієї лінії з двосторонніми живленнями.
- Вузловий — підключається до мережі як мінімум трьома лініями живлення.

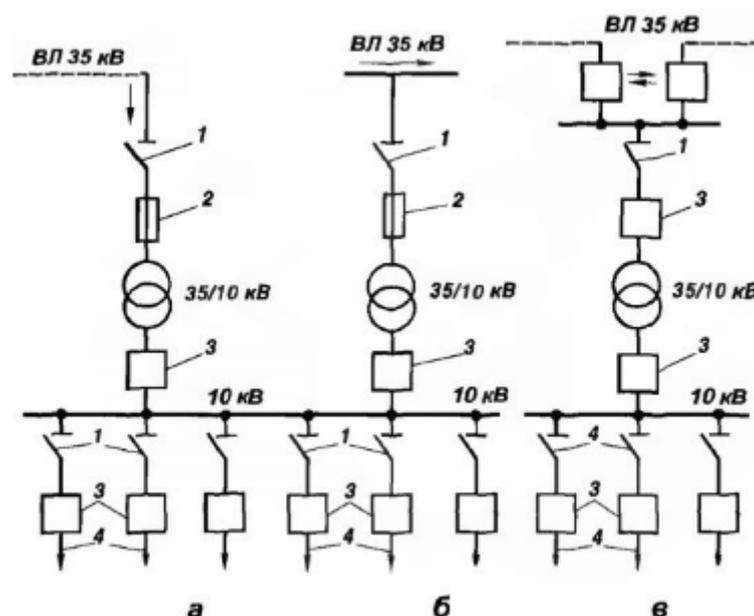


рис 2.1 Типи підстанцій за способом їхнього підключення до мережі а) – тупиковий, б) – відгалужувальний, в) - прохідний

1.2.5 Ввідні та ввідно-розподільні пристрої

Електротехнічне устаткування, яке при використанні дає змогу приймати і розподіляти електроенергію до споживача, називають ВРП (ввідно-розподільний пристрій). Перевагою ВРП також рахується його технічне обладнання, ціленаправлене для захисної функції споживача від загрози пробією або короткого замикання, це означає гарантовану справність техніки, яка працює від величини перевантаження електроенергії. Ввідно-розподільний пристрій (ВРП) встановлюється в єдиному екземплярі, який врахований для окремого користувача (наприклад, житлова будова або невелика виробнича будова). З іншої сторони, дякуючи великій кількості прогресивних рішень, стає можливе виконання комплексних дій для використання у масштабних об'ємах.

Від ВРП (рис 2.2) виходять лінії живлення які прямують до силового розподільного пункту, групового щитка освітлення або лінії живлення квартири. Комутаційно-захисний апарат встановлюється на всіх лініях живлення, у якості якого найчастіше користуються автоматичними вимикачами. Якщо для будинку заплановано два вводи, то, відповідно, ввідно розподільчий пристрій також розрахований на дві групи розподільчих шин. В більшості випадків лінії живлення виконуються ізольованими провідниками, що прямують через труби.



рис 2.2 -ввідно розподільчий пристрій

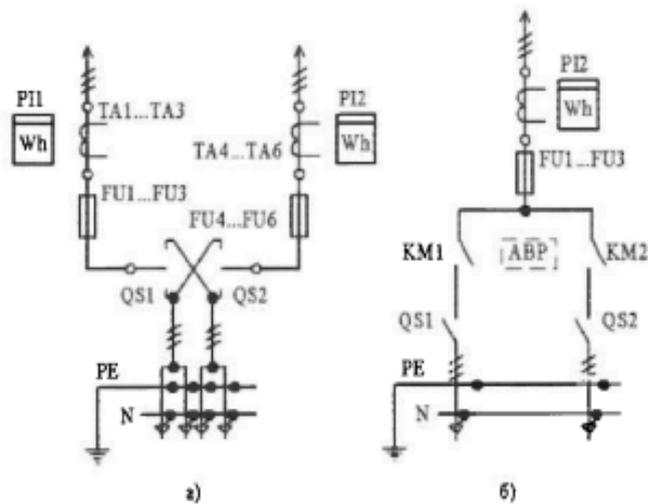


Рис. 2.3.Електричні схеми ввідних панелей: а) типу ВРУ 3А-14УХЛ4 (панель без АВР); б) типу ВРУ 3А-10УХЛ4 (панель із АВР)

1.2.6 Розподільні пункти

Розподільні пункти (РП) – частина електропостачальної системи, призначена для прийому та розподіляння електричної енергії на напрузі однієї величини без перетворення.

В електропостачальній системі сільській та міського району напругою 6–10 кВ використовують РП, призначений для виконання функцій:

- прийом електричної енергії від джерел живлення двома або чотирма лініями живлення;
- розподілення енергії на одній напрузі масою лініями живлення;
- забезпечення надійного постачання електроенергії споживачем завдяки можливості підключення його за потреби до кількох ліній;
- захист лінії живлення від аварійного режиму роботи;
- відключення ліній живлення для виконання планових

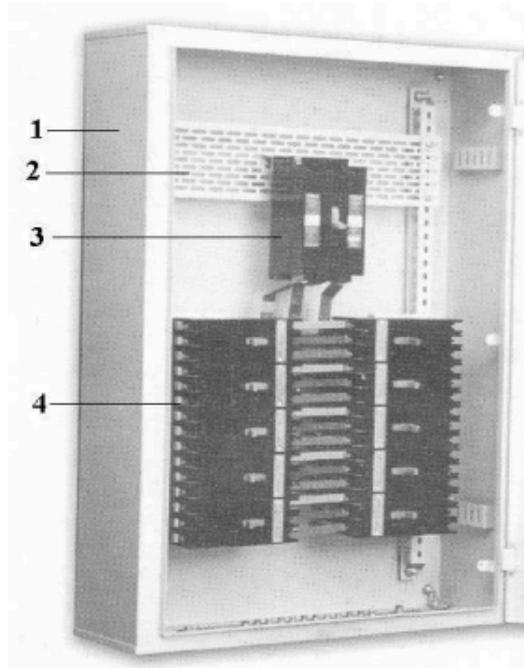


Рисунок 2.4 Розподільний пункт серії ПР11Д: 1 – металева шафа;
2 – DIN-рейка; 3 – ввідний автоматичний вимикач; 4 – автоматичні вимикачі
ліній, що відходять.

1.2.7 Пристрої захисного вимкнення

Функціонально ПЗВ являє собою захисний вимикач, який може здійснювати швидке від'єднання електроустановки у випадку виникнення диференціального струму у провідниках, які живлять її електроенергією. Основним складовим ПЗВ є диференціальний трансформатор струму, який є також відомий як трансформатор струму нульової послідовності. Для зручності розуміння та уникнення плутанини термінології, ми будемо користуватися терміном "трансформатор струму".

Елементом який вважається основним є диференціальний трансформатор, котрий відслідковує різницю між вхідним та вихідним струмами, який протікає через прилад. Диференціальний струм буде дорівнювати нулю, коли витоків нема, в момент коли витік буде з'являтися на обмотці трансформатора, яка виконує відстежуючі функції проявиться різниця напруг, яка в результаті буде підсилюватись і передаватись виконавчому пристрою. Сигнал, що свідчить про наявність диференційного струму, призводить до автоматичного відключення кола струму для безпеки.

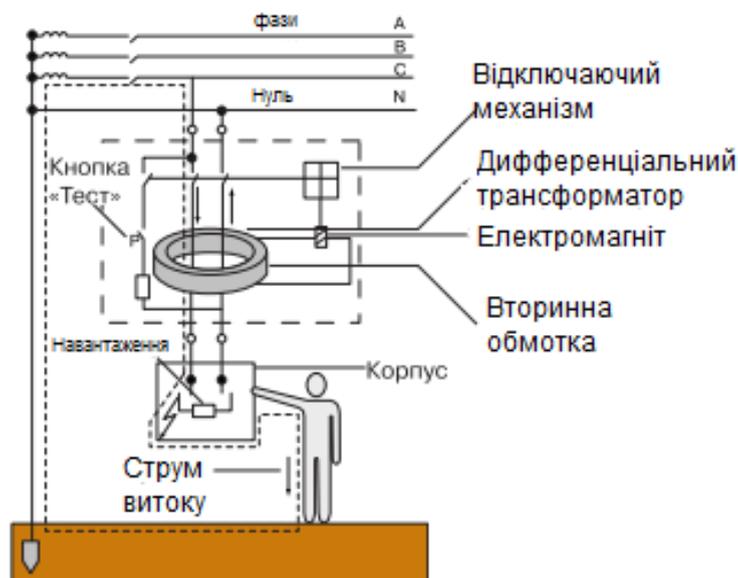


рис 2.5 До пояснення дії

Пристрій захисного відключення по конструкції поділяють на:

- електромеханічні, які не залежать від напруги живлення.
- електронні, які залежать від напруги живлення, для роботи електронне ПЗВ потребує наявності додаткового живлення. Коли на лінії яка прямує до ПЗВ робочий нуль є відсутній, а фаза навпаки, тоді користувач що доторкнеться до не заземленого корпусу, чи за провідник фази то електронний ПЗВ не відключить живлення, а електромеханічне спрацює.



рис 2.6 пристрій аварійного вимкнення трифазної системи

Пристрої захисного вимкнення класифікують за такими способами

1. спосіб призначення:
2. спосіб природи керування:
3. спосіб монтажу:
4. кількістю шляхів для струму та полюсів:
5. за певними умовами слідуючи яким регулюється диференціальний струм, що вимикає:
6. за умовами коректної роботи в разі наявності складової постійного струму:
7. по наявності часової затримки:
8. спосіб захисту від навколишнього середовища:
9. спосіб монтажу:
10. за характеристикою миттєвого роз'єднання (для ПЗВ з вмонтованим захистом проти надструмів):

1.2.8 Лінії електропередачі

ЛЕП призначені для розподілу та транспортування струму безпосередньо від джерела до електроустаткування. Вони поділяються на три типи:

- повітряні;
- кабельні;
- повітряно-кабельні.

1.2.9 Повітряні лінії електропередачі

Повітряні лінії електропередачі забезпечують транспортування електроенергії по провідниках (проводах), розташованих над землею і закріплених завдяки ізоляторам та металевим стержням до опор чи кронштейнів та стояків на інженерних спорудах. Базовими складовими повітряних ЛЕП (рис.2.7) є:

- опори;
- проводи;
- блискавкозахисні троси;
- ізолятори.



рис 2.7 Повітряні ЛЕП

1.2.10 Провідники ЛЕП

Провідники повітряної лінії електропередачі - це проводи призначені для транспортування струму на довгі дистанції безпосередньо від джерел до кінцевих споживачів та забезпечення електроенергією.

Класифікацію силових кабелів наведено нарис 2.8

Дроти для ЛЕП поділяються на дві базові категорії - так звані “голі” дроти або ізольовані та самонесучі ізольовані дроти. Неізольовані дроти розташовуються на відкритому просторі та можуть бути зроблені з алюмінію а також його сплавів, міді та сталі, алюмінію



рис 2.8 Класифікація силових кабелів

1.2.11 Грозозахисні троси

В залежності від розташування, кількості провідників на опорах лінії, коефіцієнта електричного опору землі, класифікації напруги наземної лінії, необхідної ступені блискавкозахисту монтують один або більше тросів. Розрахунок висоти підвісу грозозахисних тросів проводиться в залежності від величини кута захисту, тобто кута між вертикаллю, що

проходить через трос, й лінією, що з'єднує трос з крайнім проводом, який може змінюватися в широких межах і навіть бути від'ємним.

Переваги блискавкозахисного тросу та його властивості

- Блискавкозахисний трос відрізняється низкою переваг, серед яких:
- Висока міцність – такі троси стійкі до механічних впливів, не бояться впливу корозійних середовищ (підвищена вологість, мінусові температури), не бояться перепадів температур, стійкі до короткочасного імпульсу струму блискавки
- Універсальність – може одночасно використовуватись для реалізації кількох функцій (захист від блискавки + передача даних)
- Матеріальна доступність - грозозахисні троси відрізняються невисокою вартістю.
- Ефективність – троси такого типу забезпечують високоефективний захист ліній електропередач та обладнання підстанцій від згубного впливу коротких імпульсів струмів блискавки високої напруги.

1.3 Трансформаторні підстанції

Трансформаторна підстанція являє собою такий вид електроустановки, який необхідний для отримання напруги, а також для підвищення або його зниження в мережі змінного струму. Ця підстанція дозволяє необхідним чином розподіляти електропостачання різних об'єктів, таких як сільський, селищний, міський і промисловий.

Будова трансформаторної підстанції

Існує багато типів підстанцій, кожен тип підстанції має різні конструктивні особливості, але всі підстанції включають наступні частини:

- трансформатори

- Система шин
- Система блискавкозахисту
- Електрична система для самостійного використання
- Операційний район

На рис 2.9 наведені найбільш характерні спрощені схеми живлення ТП промислових підприємств з боку первинної напруги

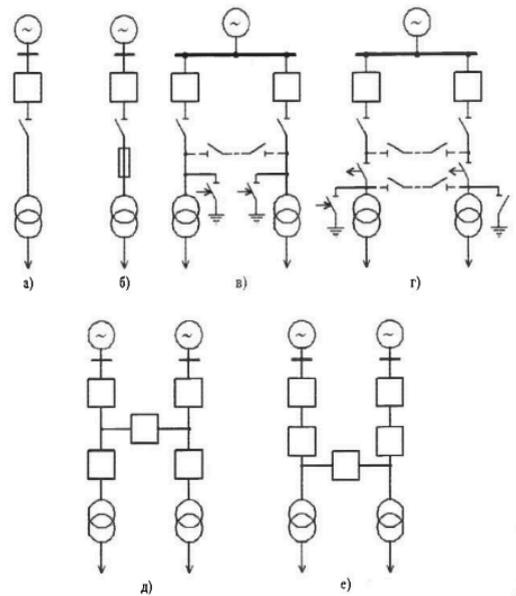


Рис. 2.9 Схеми трансформаторних підстанцій з боку первинної напруги:
 а) з роз'єднувачем; б) з роз'єднувачем і запобіжником; в) з короткозамикачами; г) з короткозамикачами і відокремлювачами; д, е) місткові

1.3.1 Розподільний пристрій

Розподільний пристрій (РП) - електроустановка, що служить для прийому та розподілу електричної енергії одного класу напруги. Розподільний пристрій містить набір комутаційних апаратів, збірні та сполучні шини, допоміжні пристрої РЗіА та засоби обліку та вимірювання.

За місцем розташування РП поділяються на:

- відкриті розподільні пристрої (ГРП) - розподільні пристрої, у яких силові провідники розташовуються на відкритому повітрі без захисту від довкілля. Зазвичай як ОРП виконуються розподільні пристрої на напругу від 27,5 кВ;
- закриті розподільні пристрої (ЗРП) - розподільні пристрої, обладнання яких встановлюється в закритих приміщеннях, або захищене від контакту з навколишнім середовищем спеціальними кожухами (у т. ч. у шафах зовнішнього виконання КРУН). Зазвичай такі розподільні пристрої застосовують до напруги до 35 кВ.

1.4 Розрахункова частина

При створенні проекту ділянки на якій буде здійснюватися забудова передбачається введення в експлуатацію та реалізацію нових ліній живлення, електричного устаткування та окремих трансформаторних підстанцій крім цього також перевірка пропускних здатностей, елемента існуючих мереж, що поєднані з підключеннями нових потужностей і, за потреби, передбачення заміни перевантаженої ділянки. В місті Ужгород запроектоване будівництво 6 багатоквартирних житлових будівель, в кожній з яких буде розміщуватися квартири з підвищеною комфортністю з передбаченими електроплитами потужністю, яка складатиме 8,5 кВт. Споживча потужність електроплит складає приблизно 5 кВт. Площа квартир варіюється від 35 до 64 м². Для комфортного проживання в квартирі повинні бути: холодильник, пральна машина з електричним обігріванням, електроосвітлювальні прилади, телеапаратура, пылесос, електроплита, та інші електричні прилади, якими користуються в побутових цілях потужністю не більше ніж 2,2 кВт, які підключаються через розетку. Потужність квартири яка є затвердженою приблизно складає - 13,0 кВт.

Обчислення навантаження житлового будинку

Сумарна кількість квартир в будинку - n , кількість ліфтів - n_l .

Площа вмонтованих приміщень - S м².

Розрахункова потужність квартири

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{кв.ПК}} \cdot K_c$$

в якій $P_{\text{кв.ПК}}$ це коефіцієнт питомої потужності, який заданий для квартири підвищеної комфортності і складає - 13 кВт.

K_c є коефіцієнт для попиту квартир з підвищеним рівнем комфортності рівний $K_c = 0,8$.

Для розрахунку активного навантаження на розрахункове періодичне споживання електроенергії в квартирах, яке буде використовуватись у новому житловому будинку, застосовується спеціальна формула.

$$P_{\text{р.кв}} = P_{\text{кв}} \cdot n \cdot K_0$$

K_0 - коефіцієнт одночасності, задано для квартир із підвищеним рівнем комфортності і рівний $K_0 = 0,128$;

n - загальна кількість квартир.

Для обчислення розрахункового реактивного навантаження квартир, яке вводиться до житлового будинку, використовується формула.

$$Q_{\text{р.кв}} = P_{\text{р.кв}} \cdot \text{tg}\varphi$$

$\text{tg}\varphi$ розрахунковий коефіцієнт величини реактивних потужностей квартир, $\cos\varphi = 0,98$, $\text{tg}\varphi = 0,2$

Для розрахунку потужності ліфтових установок використовується формула:

$$P_{\text{р.л.}} = K_{\text{с.л.}} \cdot \sum_{i=1}^n K_{ni}$$

де $K_{\text{с.л.}}$ - коефіцієнт попиту для всіх запроєктованих ліфтових установок. Рівна $K_{\text{с.л.}} = 0,6$

ni - кількість ліфтових установок у будинку

P_{ni} - потужність ліфтового електродвигуна, яка рівна 8 кВт

Для визначення реактивної розрахункової потужності ліфтових установок використовується формула:

$$Q_{\text{р.л.}} = P_{\text{р.л.}} \cdot \text{tg}\varphi$$

$\text{tg}\varphi$ - обчислюваний коефіцієнт реактивної складової ліфтових установок в будинку безпосередньо рівний $\cos\varphi=0,65$, $\text{tg}\varphi = 1,17$

Потужності електродвигунів водяних насосів, та інших технічно-санітарних приладів $P_{\text{ст.п.}}$, кВт, визначають за їхньою потужністю яку заявлено в технічному паспорті, враховуючи коефіцієнт попиту

$$P_{\text{ст.п.}} = K_{\text{с}} \cdot \sum P_{\text{ст.у}} \text{ (кВт)}$$

Для спрощення ходу розрахунків потужностей санітарно-технічного обладнання встановлюється:

$$P_{\text{ст.п.}} = 0,05 \cdot n_{\text{кв}} \text{ (кВт)}$$

Розрахунок реактивного навантаження санітарно-технічного обладнання визначаємо за виразом:

$$Q_{\text{р.ст.п.}} = P_{\text{ст.п.}} \cdot \operatorname{tg}\varphi$$

Величина коефіцієнту потужності рівна, $\operatorname{tg}\varphi = 0,75$, $\cos\varphi = 0,8$, для санітарно-технічного обладнання.

Як правило обчислення розрахункового навантаження силового електричного обладнання вводу житлової будівлі, за виразом:

$$P_{\text{рс.}} = P_{\text{рл.}} + P_{\text{ст.п.}}$$

У виразі $P_{\text{рл.}}$ для ліфтового обладнання являє собою розрахункову потужність, (кВт); $P_{\text{ст.п.}}$ розрахункова потужність, яка є задана безпосередньо для технічно - санітарного обладнання, (кВт). Як правило, реактивне розрахункове навантаження силового електричного обладнання обчислюється за виразом:

$$Q_{\text{р.с.}} = Q_{\text{рл.}} \cdot Q_{\text{р.ст.п.}}$$

Розрахунок активного навантаження житлової будівлі вираховується за:

$$P_{\text{р.ж.б.}} = P_{\text{р.кв.}} + K_y \cdot P_{\text{рс.}}$$

в якому K_y це коефіцієнт участі при максимальному навантаженні ліфтового та санітарно технічного устаткування; $K_y = 0,9$.

Реактивне розрахункове навантаження одного з житлових будинків обчислюється за формулою:

$$Q_{\text{р.ж.б.}} = Q_{\text{р.кв.}} + K_y \cdot Q_{\text{рс.}}$$

Розрахунок потужності автостоянки.

Показник навантаження освітлення парковки обчислюють застосовуючи метод питомої потужності. S_i - площа, яка освітлюється на автостоянці. Коефіцієнт освітленості рівний 50 лк. ($P_0 = 10 \text{ Вт/м}^2$)

$$P_{\text{р.авт.}} = P_0 \cdot S_i + P_{\text{р.л(парк)}}. \text{ (кВт)}$$

Розрахунок повної потужності будинку проводимо за виразом:

$$S_{\text{б.ж}} = \sqrt{P_{\text{р.ж.б.}}^2 + Q_{\text{р.ж.б.}}^2}$$

Характеристика житлового кварталу

У місті Ужгород ведеться будівництво житлового кварталу яка знаходиться за адресою вулиця Легоцького, 64а, 64б. На даний час заплановано будівництво шести нових житлових будинків та паркінгу (рис 4.1). Специфікацію всіх будинків була представлена в таблиці 3.1. Адреса м. Ужгород вул. Легоцького, 64а, 64б. Забудовником передбачається: 6 житлових будинків, дитячий майданчик, міні парк на території підземний паркінг з ліфтом (100 паркомісць), гостьовий та 42 гаражні бокси ;

Технічні параметри:

Клас - комфорт

Будинків - 6

Поверховість - 9

Технологія будівництва залізобетонний каркас та цегляні простінки

Утеплення пінополістирол (пінопласт)

Опалення індивідуального типу (в квартирі)

Висота стель 2.7 м

Кількість квартир (488)

Паркінг гостьовий, підземний з ліфтом (170 паркомісць), з них гаражні бокси (42 паркомісця)

Номер на плані	Найменування	Кількість під'їздів	Кількість поверхів	Кількість квартир
1	Житлова забудова	1	9	81
2	Житлова забудова	1	9	72
3	Житлова забудова	1	9	90
4	Житлова забудова	1	9	63
5	Житлова забудова	1	9	83
6	Житлова забудова	1	9	99
7	паркінг		1	
ВСЬОГО		6	55	



рис 1.4.1 Жк West Towers

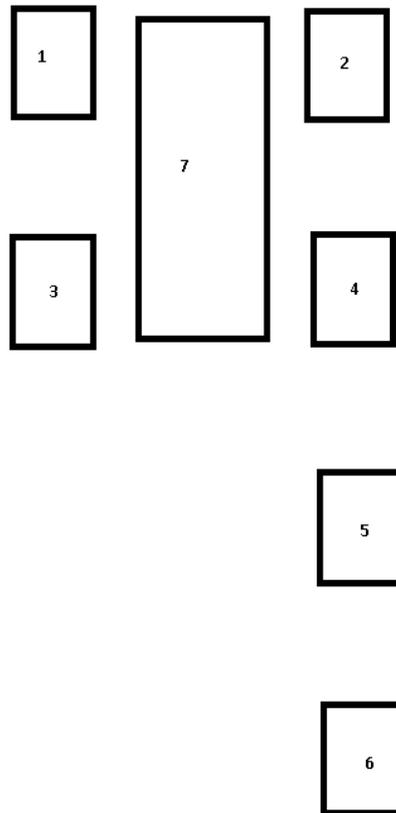


рис 1.4.2 Блок схема кварталу

Розрахункові навантаження житлових будинків

1) Будинок №1

Сумарна кількість квартир у будинку - 81

Ліфтів - 2

Загальна площа приміщень, які вбудовані в будинок - $3985,26\text{м}^2$

Розраховуємо потужність квартири

$$P_{\text{кв}} = 13 \cdot 0,8 = 10,4 \text{ (кВт)}$$

Для розрахунку активного навантаження на розрахункове періодичне споживання електроенергії в квартирах, яке буде використовуватись у новому житловому будинку, застосовується спеціальна формула.

$$P_{\text{р.кв}} = 10,4 \cdot 81 \cdot 0,128 = 107,82 \text{ (кВт)}$$

Для обчислення розрахункового реактивного навантаження квартир, яке вводиться до житлового будинку, використовується формула.

$$Q_{\text{р.кв}} = 107,82 \cdot 0,2 = 21,56 \text{ (кВАр)}$$

Для розрахунку потужності ліфтових установ використовується формула:

$$P_{\text{р.л.(1)}} = 0,6 \cdot (1 \cdot 8) = 4,8 \text{ (кВт) для 1 пасажирського ліфту}$$

$$P_{\text{р.л.(2)}} = 0,6 \cdot (1 \cdot 8) = 4,8 \text{ (кВт) для 2 пасажирського ліфту}$$

$$P_{\text{р.л.}} = 9,6 \text{ (кВт) загальна потужність ліфтових установок}$$

Для визначення реактивної розрахункової потужності ліфтових установок використовується формула:

$$Q_{\text{р.л.}} = 9,6 \cdot 1,17 = 11,23 \text{ (кВАр)}$$

Потужність санітарно-технічних пристроїв задля спрощення ходу розрахунків використовується:

$$P_{\text{ст.п.}} = 0,05 \cdot 81 = 4,05 \text{ (кВт)}$$

Розрахунок реактивного навантаження санітарно-технічного обладнання визначаємо за виразом:

$$Q_{\text{р.ст.п.}} = 4,05 \cdot 0,75 = 3,03 \text{ (кВАр)}$$

Як правило обчислення розрахункового навантаження силового електричного обладнання вводу житлової будівлі, за виразом:

$$P_{\text{р.с.}} = 9,6 + 4,05 = 13,65 \text{ (кВт)}$$

$$Q_{\text{р.с.}} = 11,23 \cdot 3,03 = 34,02 \text{ (кВАр)}$$

Розрахунок активного навантаження житлової будівлі вираховується за:

$$P_{\text{р.ж.б.}} = 107,82 + 0,9 \cdot 13,65 = 120,1 \text{ (кВт)}$$

Реактивне розрахункове навантаження житлового будинку №1 обчислюється за формулою:

$$Q_{\text{р.ж.б.}} = 21,56 + 0,9 \cdot 34,02 = 52,17 \text{ (кВАр)}$$

Розрахунок повної потужності будинку проводимо за виразом:

$$S_{\text{б.ж.}} = \sqrt{120,1^2 + 52,17^2} = 130,94 \text{ (кВА)}$$

2)Будинок № 2

Сумарна кількість квартир у будинку - 72

Ліфтів - 2

Загальна площа приміщень, які вбудовані в будинок - 3987,26 м²

Розраховуємо потужність квартири

$$P_{\text{кв}} = 13 \cdot 0,8 = 10,4 \text{ (кВт)}$$

Для розрахунку активного навантаження на розрахункове періодичне споживання електроенергії в квартирах, яке буде використовуватись у новому житловому будинку, застосовується спеціальна формула.

$$P_{\text{р.кв}} = 10,4 \cdot 72 \cdot 0,128 = 95,84 (\text{кВт})$$

Для обчислення розрахункового реактивного навантаження квартир, яке вводиться до житлового будинку, використовується формула.

$$Q_{\text{р.кв}} = 95,84 \cdot 0,2 = 9,16 (\text{кВАр})$$

Для розрахунку потужності ліфтових установ використовується формула:

$$P_{\text{р.л.}} = 0,6 \cdot (1 \cdot 8) = 4,8 (\text{кВт}) \text{ для 1 пасажирського ліфту}$$

$$P_{\text{р.л.}} = 0,6 \cdot (1 \cdot 8) = 4,8 (\text{кВт}) \text{ для 2 пасажирського ліфту}$$

$$P_{\text{р.л.}} = 9,6 (\text{кВт}) \text{ загальна потужність ліфтових установок}$$

Для визначення реактивної розрахункової потужності ліфтових установок використовується формула:

$$Q_{\text{р.л.}} = 9,6 \cdot 1,17 = 11,32 (\text{кВАр})$$

Потужність санітарно-технічних пристроїв задля спрощення ходу розрахунків використовується:

$$P_{\text{ст.п.}} = 0,05 \cdot 72 = 3,6 (\text{кВт})$$

Розрахунок реактивного навантаження санітарно-технічного обладнання визначаємо за виразом:

$$Q_{\text{р.ст.п.}} = 3,6 \cdot 0,75 = 2,7 (\text{кВАр})$$

Як правило обчислення розрахункового навантаження силового електричного обладнання вводу житлової будівлі, за виразом:

$$P_{\text{р.с.}} = 9,6 + 3,6 = 34,56 \text{ (кВт)}$$

$$Q_{\text{р.с.}} = 11,32 \cdot 2,7 = 30,56 \text{ (кВАр)}$$

Розрахунок активного навантаження житлової будівлі вираховується за:

$$P_{\text{р.ж.б.}} = 95,84 + 0,9 \cdot 34,56 = 126,94 \text{ (кВт)}$$

Реактивне розрахункове навантаження житлового будинку №2 обчислюється за формулою:

$$Q_{\text{р.ж.б.}} = 9,16 + 0,9 \cdot 30,56 = 36,64 \text{ (кВАр)}$$

Розрахунок повної потужності будинку проводимо за виразом:

$$S_{\text{б.ж.}} = \sqrt{126,94^2 + 36,64^2} = 132,12 \text{ (кВА)}$$

3) Будинок № 3

Сумарна кількість квартир у будинку - 90

Ліфтів - 2

Загальна площа приміщень, які вбудовані в будинок - 3988,26 м²

Розраховуємо потужність квартири

$$P_{\text{кв}} = 13 \cdot 0,8 = 10,4 \text{ (кВт)}$$

Для розрахунку активного навантаження на розрахункове періодичне споживання електроенергії в квартирах, яке буде використовуватись у новому житловому будинку, застосовується спеціальна формула.

$$P_{\text{р.кв}} = 10,4 \cdot 90 \cdot 0,128 = 119,8 (\text{кВт})$$

Для обчислення розрахункового реактивного навантаження квартир, яке вводиться до житлового будинку, використовується формула.

$$Q_{\text{р.кв}} = 119,8 \cdot 0,2 = 23,96 (\text{кВАр})$$

Для розрахунку потужності ліфтових установ використовується формула:

$$P_{\text{р.л.}} = 0,6 \cdot (1 \cdot 8) = 4,8 (\text{кВт}) \text{ для 1 пасажирського ліфту}$$

$$P_{\text{р.л.}} = 0,6 \cdot (1 \cdot 8) = 4,8 (\text{кВт}) \text{ для 2 пасажирського ліфту}$$

$$P_{\text{р.л.}} = 9,6 (\text{кВт}) \text{ загальна потужність ліфтових установок}$$

Для визначення реактивної розрахункової потужності ліфтових установок використовується формула:

$$Q_{\text{р.л.}} = 9,6 \cdot 1,17 = 11,23 (\text{кВАр})$$

Потужність санітарно-технічних пристроїв задля спрощення ходу розрахунків використовується:

$$P_{\text{ст.п.}} = 0,05 \cdot 90 = 4,5 (\text{кВт})$$

Розрахунок реактивного навантаження санітарно-технічного обладнання визначаємо за виразом:

$$Q_{\text{р.ст.п.}} = 4,5 \cdot 0,75 = 3,37 (\text{кВАр})$$

Як правило обчислення розрахункового навантаження силового електричного обладнання вводу житлової будівлі, за виразом:

$$P_{\text{р.с.}} = 9,6 + 4,5 = 14,1 \text{ (кВт)}$$

$$Q_{\text{р.с.}} = 11,23 \cdot 3,37 = 37,84 \text{ (кВАр)}$$

Розрахунок активного навантаження житлової будівлі вираховується за:

$$P_{\text{р.ж.б.}} = 119,8 + 0,9 \cdot 14,1 = 132,49 \text{ (кВт)}$$

Реактивне розрахункове навантаження житлового будинку №3 обчислюється за формулою:

$$Q_{\text{р.ж.б.}} = 23,96 + 0,9 \cdot 37,84 = 58,01 \text{ (кВАр)}$$

Розрахунок повної потужності будинку проводимо за виразом:

$$S_{\text{б.ж.}} = \sqrt{132,49^2 + 58,01^2} = 144,63 \text{ (кВА)}$$

4) Будинок № 4

Сумарна кількість квартир у будинку - 63

Ліфтів - 2

Загальна площа приміщень, які вбудовані в будинок - 3983,26 м²

Розраховуємо потужність квартири

$$P_{\text{кв}} = 13 \cdot 0,8 = 10,4 \text{ (кВт)}$$

Для розрахунку активного навантаження на розрахункове періодичне споживання електроенергії в квартирах, яке буде використовуватись у новому житловому будинку, застосовується спеціальна формула.

$$P_{\text{р.кв}} = 10,4 \cdot 63 \cdot 0,128 = 83,86 (\text{кВт})$$

Для обчислення розрахункового реактивного навантаження квартир, яке вводиться до житлового будинку, використовується формула.

$$Q_{\text{р.кв}} = 83,86 \cdot 0,2 = 16,77 (\text{кВАр})$$

Для розрахунку потужності ліфтових установ використовується формула:

$$P_{\text{р.л.}} = 0,6 \cdot (1 \cdot 8) = 4,8 (\text{кВт}) \text{ для 1 пасажирського ліфту}$$

$$P_{\text{р.л.}} = 0,6 \cdot (1 \cdot 8) = 4,8 (\text{кВт}) \text{ для 2 пасажирського ліфту}$$

$$P_{\text{р.л.}} = 9,6 (\text{кВт}) \text{ загальна потужність ліфтових установок}$$

Для визначення реактивної розрахункової потужності ліфтових установок використовується формула:

$$Q_{\text{р.л.}} = 9,6 \cdot 1,17 = 11,23 (\text{кВАр})$$

Потужність санітарно-технічних пристроїв задля спрощення ходу розрахунків використовується:

$$P_{\text{ст.п.}} = 0,05 \cdot 63 = 3,15 (\text{кВт})$$

Розрахунок реактивного навантаження санітарно-технічного обладнання визначаємо за виразом:

$$Q_{\text{р.ст.п.}} = 3,15 \cdot 0,75 = 2,36 (\text{кВАр})$$

Як правило обчислення розрахункового навантаження силового електричного обладнання вводу житлової будівлі, за виразом:

$$P_{\text{р.с.}} = 9,6 + 3,15 = 12,75 \text{ (кВт)}$$

$$Q_{\text{р.с.}} = 11,23 \cdot 2,36 = 26,5 \text{ (кВАр)}$$

Розрахунок активного навантаження житлової будівлі вираховується за:

$$P_{\text{р.ж.б.}} = 83,86 + 0,9 \cdot 12,75 = 95,33 \text{ (кВт)}$$

Реактивне розрахункове навантаження житлового будинку №4 обчислюється за формулою:

$$Q_{\text{р.ж.б.}} = 16,77 + 0,9 \cdot 26,5 = 40,62 \text{ (кВАр)}$$

Розрахунок повної потужності будинку проводимо за виразом:

$$S_{\text{б.ж.}} = \sqrt{95,33^2 + 40,62^2} = 103,62 \text{ (кВА)}$$

5) Будинок № 5

Сумарна кількість квартир у будинку - 83

Ліфтів - 2

Загальна площа приміщень, які вбудовані в будинок - м²

Розраховуємо потужність квартири

$$P_{\text{кв}} = 13 \cdot 0,8 = 10,4 \text{ (кВт)}$$

Для розрахунку активного навантаження на розрахункове періодичне споживання електроенергії в квартирах, яке буде використовуватись у новому житловому будинку, застосовується спеціальна формула.

$$P_{\text{р.кв}} = 10,483 \cdot 0,128 = 110,48 (\text{кВт})$$

Для обчислення розрахункового реактивного навантаження квартир, яке вводиться до житлового будинку, використовується формула.

$$Q_{\text{р.кв}} = 110,48 \cdot 0,2 = 22,09 (\text{кВАр})$$

Для розрахунку потужності ліфтових установ використовується формула:

$$P_{\text{р.л.}} = 0,6 \cdot (1 \cdot 8) = 4,8 (\text{кВт}) \text{ для 1 пасажирського ліфту}$$

$$P_{\text{р.л.}} = 0,6 \cdot (1 \cdot 8) = 4,8 (\text{кВт}) \text{ для 2 пасажирського ліфту}$$

$$P_{\text{р.л.}} = 9,6 (\text{кВт}) \text{ загальна потужність ліфтових установок}$$

Для визначення реактивної розрахункової потужності ліфтових установок використовується формула:

$$Q_{\text{р.л.}} = 9,6 \cdot 1,17 = 11,23 (\text{кВАр})$$

Потужність санітарно-технічних пристроїв задля спрощення ходу розрахунків використовується:

$$P_{\text{ст.п.}} = 0,05 \cdot 83 = 4,15 (\text{кВт})$$

Розрахунок реактивного навантаження санітарно-технічного обладнання визначаємо за виразом:

$$Q_{\text{р.ст.п.}} = 4,15 \cdot 0,75 = 3,11 (\text{кВАр})$$

Як правило обчислення розрахункового навантаження силового електричного обладнання вводу житлової будівлі, за виразом:

$$P_{\text{р.с.}} = 9,6 + 4,15 = 11,85(\text{кВт})$$

$$Q_{\text{р.с.}} = 11,85 \cdot 3,11 = 36,85 (\text{кВАр})$$

Розрахунок активного навантаження житлової будівлі вираховується за:

$$P_{\text{р.ж.б.}} = 110,48 + 0,9 \cdot 11,85 = 121,14(\text{кВт})$$

Реактивне розрахункове навантаження житлового будинку №5 обчислюється за формулою:

$$Q_{\text{р.ж.б.}} = 22,09 + 0,9 \cdot 36,85 = 55,25(\text{кВАр})$$

Розрахунок повної потужності будинку проводимо за виразом:

$$S_{\text{б.ж.}} = \sqrt{121,14^2 + 55,25^2} = 133,14 (\text{кВА})$$

б) Будинок № 6

Сумарна кількість квартир у будинку - 99

Ліфтів - 2

Загальна площа приміщень, які вбудовані в будинок - м²

Розраховуємо потужність квартири

$$P_{\text{кв}} = 13 \cdot 0,8 = 10,4(\text{кВт})$$

Для розрахунку активного навантаження на розрахункове періодичне споживання електроенергії в квартирах, яке буде використовуватись у новому житловому будинку, застосовується спеціальна формула.

$$P_{\text{р.кв}} = 10,4 \cdot 99 \cdot 0,128 = 131,78 (\text{кВт})$$

Для обчислення розрахункового реактивного навантаження квартир, яке вводиться до житлового будинку, використовується формула.

$$Q_{\text{р.кв}} = 131,78 \cdot 0,2 = 26,35 (\text{кВАр})$$

Для розрахунку потужності ліфтових установ використовується формула:

$$P_{\text{р.л.}} = 0,6 \cdot (1 \cdot 8) = 4,8 (\text{кВт}) \text{ для 1 пасажирського ліфту}$$

$$P_{\text{р.л.}} = 0,6 \cdot (1 \cdot 8) = 4,8 (\text{кВт}) \text{ для 2 пасажирського ліфту}$$

$$P_{\text{р.л.}} = 9,6 (\text{кВт}) \text{ загальна потужність ліфтових установок}$$

Для визначення реактивної розрахункової потужності ліфтових установок використовується формула:

$$Q_{\text{р.л.}} = 9,6 \cdot 1,17 = 11,23 (\text{кВАр})$$

Потужність санітарно-технічних пристроїв задля спрощення ходу розрахунків використовується:

$$P_{\text{ст.п.}} = 0,05 \cdot 99 = 4,95 (\text{кВт})$$

Розрахунок реактивного навантаження санітарно-технічного обладнання визначаємо за виразом:

$$Q_{\text{р.ст.п.}} = 4,95 \cdot 0,75 = 3,71 (\text{кВАр})$$

Як правило обчислення розрахункового навантаження силового електричного обладнання вводу житлової будівлі, за виразом:

$$P_{\text{р.с.}} = 9,6 + 4,95 = 14,55(\text{кВт})$$

$$Q_{\text{р.с.}} = 14,55 \cdot 3,71 = 53,98 (\text{кВАр})$$

Розрахунок активного навантаження житлової будівлі вираховується за:

$$P_{\text{р.ж.б.}} = 131,78 + 0,9 \cdot 14,55 = 144,87(\text{кВт})$$

Реактивне розрахункове навантаження житлового будинку №5 обчислюється за формулою:

$$Q_{\text{р.ж.б.}} = 14,55 + 0,9 \cdot 53,98 = 63,13(\text{кВАр})$$

Розрахунок повної потужності будинку проводимо за виразом:

$$S_{\text{б.ж.}} = \sqrt{144,87^2 + 63,13^2} = 158,02 (\text{кВА})$$

7) Підземна парковка

Показник навантаження освітлення парковки обчислюють застосовуючи метод питомої потужності. S , - площа, яка освітлюється на автостоянці. Коефіцієнт освітленості рівний 50 лк. ($P_0 = 10 \text{ Вт/м}^2$)

$$P_{\text{р.авт.}} = 0,010 \cdot 5270 + 4,8 = 57,5 (\text{кВт})$$

З урахуванням площі 170 паркомісць та ліфту $P_{\text{р.авт.}} = 57,5 (\text{кВт})$

Розрахунок повної потужності паркінгу проводимо за виразом:

$$S_{\text{б.ж}} = \sqrt{57,5^2} = 57,5 \text{ (кВА)}$$

Навантаження житлового кварталу

Розрахунок активного навантаження всього комплексу ($P_{\text{рж.к.}}$, кВт)

за формулою:

$$P_{\text{рж.к.}} = P_{\text{б.макс.}} + \sum K_y \cdot P_{\text{р.і}}$$

в якій $P_{\text{б.макс}}$ – це максимальна потужність будівлі з вищеперерахованих будинків, кВт;

$P_{\text{р.і}}$ – це розраховані навантаження всіх інших будівель, кВт;

K_y – є коефіцієнтом участі, Для будівель комплексу $K_y = 0,9$

$$P_{\text{рж.к.}} = 144,87 + (0,9 \cdot 132,49 + 0,9 \cdot 126,94 + 0,9 \cdot 95,33 +$$

$$0,9 \cdot 133,14 + 0,9 \cdot 120,1 + 0,9 \cdot 57,5) = 743,82 \text{ (кВт)}$$

Розрахунок реактивної потужності лінії, при застосуванні змішаного живлення споживачами ($Q_{\text{рж.к.}}$), кВАр:

$$Q_{\text{рж.к.}} = Q_{\text{б.макс.}} + \sum K_y \cdot Q_{\text{р.і}}$$

Де $Q_{\text{б.макс.}}$ це максимальна реактивна потужність з вище розрахованих будинків, кВАр;

$Q_{p.i}$ – реактивна складова потужності інших будівель, кВАр.

$$Q_{p.к.} = 63,13 + (0,9 \cdot 52,17 + 0,9 \cdot 36,64 + 0,9 \cdot 40,62 + 0,9 \cdot 55,25 + 0,9 \cdot 58,01 + 0,9 \cdot 57,5) = 333,3(\text{кВАр})$$

Вираховуємо повну потужність кварталу за виразом($S_{p.к.}$),кВА

$$S_{p.к.} = \sqrt{P_{p.к.}^2 + Q_{p.к.}^2}$$
$$S_{p.к.} = \sqrt{743,82^2 + 333,3^2} = 815,08 (\text{кВА})$$

В результаті повна потужність кварталу враховуючи освітлення рівна 815,08 кВА

Отримані результати розрахунків навантажень житлового кварталу №1 - №7 занесені в таблицю

№	Розрахункові навантаження осель		Розрахункові навантаження ліфтів				Навантаження житлових будівель		
	Кількість квартир (паркомісць)	питоме навантаження квартир	кількість ліфтів	встановлена потужність ліфтів	активне навантаження	реактивне навантаження	$P_{р.ж.б.}$	$Q_{б.ж.}$	$S_{б.ж.}$
1	81	13	2	8	9,6	11,32	120,1	52,17	130,94
2	72	13	2	8	9,6	11,32	126,94	36,64	132,12
3	90	13	2	8	9,6	11,32	132,49	58,01	144,63
4	63	13	2	8	9,6	11,32	95,33	40,62	103,62
5	83	13	2	8	9,6	11,32	121,14	55,25	133,14
6	99	13	2	8	9,6	11,32	144,87	63,13	158,02
7			1	8	4,8	11,32	48,82		48,82

1.5 Розрахунок освітлення (внутрішньоквартального та зовнішньоквартального)

Для визначення навантаження зовнішнього й внутрішнього квартального освітлення потрібно враховувати категорії вулиць, які встановлюються згідно з місцевими містобудівними нормами. У випадку, коли генеральний план кварталу не містить вказівки щодо категорії певної вулиці, може бути прийнята довільна категорія.

Для розрахунку електричних навантажень зовнішнього освітлення зазвичай використовуються норми, встановлені відповідними

будівельними нормами і правилами (БНіП). Ці норми враховують категорії вулиць і доріг.

Категорії вулиць можуть бути класифіковані наступним чином:

Магістральні вулиці районного значення, дороги загальноміського значення, вулиці з вантажним рухом та площі перед великими суспільними будинками. Навантаження на освітлення для цих вулиць, зазвичай, орієнтовно коливається від 20 до 30 кВт/км.

Вулиці й дороги місцевого значення, включаючи житлові вулиці, дороги промислових і комунально-складських районів, а також селищні вулиці й дороги. У цьому випадку, навантаження на освітлення для таких вулиць, зазвичай, орієнтовно становить від 7 до 15 кВт/км.

Внутрішньоквартальні території, для цих територій, навантаження на освітлення орієнтовно розраховується як 2,25 кВт/га.

Для визначення розрахункового навантаження зовнішнього освітлення можна використовувати відповідну формулу, яка використовується для цього типу розрахунків

$$P_{p,v,o} = \sum_{i=1}^{n_i} P_{п.вл,i} \cdot L_{вл,i}$$

де $P_{п.вл,i}$ питома розрахункова складова навантаження вуличного освітлення, кВт/км, $P_{п.вл,i1}$ 2,25 кВт/км, $P_{п.вл,i2}$ 12 кВт/км;

$L_{вл,i}$ - загальна довжина вулиці першої категорії, км

Довжина кварталних вулиць 0,306 км

Довжини вулиць місцевого значення по периметру складає 0,669 км

$$P_{\text{р.вл.о}} = 13 \cdot 0,669 + 2,25 \cdot 0,306 = 9,38 \text{ (кВт)}$$

Розрахункові коефіцієнти навантаження для внутрішньо кварталного освітлення $P_{\text{р.вк}}$ розраховуємо за формулою:

$$P_{\text{р.вк}} = P_{\text{п.вк}} \cdot F_{\text{вк}}$$

в якій $P_{\text{п.вк}}$ це питома розрахункове навантаження внутрішньоквартального освітлення кВт/га, $P_{\text{п.вк}} = 2,25 \text{ кВт/га}$

$F_{\text{вк}}$ це загальна площа внутрішньоквартальної території, га,

$$F_{\text{вк}} = 16,1 \text{ га}$$

$$P_{\text{р.вк}} = 2,25 \cdot 16,1 = 36,22 \text{ (кВт)}$$

Розрахункові коефіцієнти навантаження зовнішнього освітлення кварталів $P_{\text{р.о.кв}}$ розраховуються по формулі

$$P_{\text{р.о.кв}} = P_{\text{р.вл.о}} \cdot P_{\text{р.вк}}$$

$$P_{\text{р.о.кв}} = 9,38 + 36,22 = 45,6 \text{ (кВт)}$$

При ході розрахунків реактивного складового вуличного та внутрішньо-квартального освітлення рекомендовано використовувати лампи ртутного типу, які мають коефіцієнт потужності $\cos\varphi = 0,85$ та безпосередньо $\text{tg}\varphi = 0,62$.

Розрахунок реактивної складової навантаження зовнішнього освітлення комплексу $Q_{\text{р.о.кв}}$ розраховується за формулою:

$$Q_{\text{р.о.кв}} = P_{\text{р.вл.о}} \cdot \text{tg}\varphi + P_{\text{р.вк}} \cdot \text{tg}\varphi$$

$$Q_{\text{р.о.кв}} = 9,38 \cdot 0,62 + 36,22 \cdot 0,62 = 28,27 \text{ (кВАр)}$$

Коефіцієнт повного розрахункового електричного навантаження зовнішнього освітлення кварталу $S_{\text{р.о.кв}}$ розраховується за формулою:

$$S_{\text{р.о.кв}} = \sqrt{P_{\text{р.о.кв}}^2 + Q_{\text{р.о.кв}}^2}$$

$$S_{\text{р.о.кв}} = \sqrt{45,6^2 + 28,27^2} = 53,65 \text{ (кВа)}$$

Кінцеві результати розрахунків навантажень зовнішнього та внутрішнього освітлень заносимо в таблицю

Категорія вулиць	Питоме розр. навант. зовн. квартального освітлення	Питоме розр. навант. внутрішнього квартального осв.	Коефіцієнт завантаження		Активне ел. навантаження $P_{\text{р.о.кв}}$	Реактивне ел. навантаження $Q_{\text{р.о.кв}}$	Повне ел. навантаження $S_{\text{р.о.кв}}$
			cosφ	tgφ			
	кВт/км	кВт/га	-	-	кВт	кВАр	кВА
Усереднені квартальні території	2,25	2,25	0,85	0,62	36,22		
Вулиці міського значення	13	-	0,85	0,62	9,38		
Квартал	-	-	-	-	45,6	28,27	53,65

1.6 Вибір трансформаторних підстанцій комплексу

Згідно з державними будівельними нормами, трансформаторна підстанція має бути розташована на відстані не менше ніж 10 метрів від будинків, за винятком майданчиків відпочинку, спортивних майданчиків та центральних частин зон озеленення. Окремо розташовані будинки на внутрішніх територіях району можуть використовуватись для спорудження трансформаторної підстанції.

Примітка: Для дошкільних навчальних закладів, закладів охорони здоров'я, спальних корпусів різних установ, навчальних закладів загальної, середньої та вищої освіти розміщення прибудованих і вбудованих трансформаторних підстанцій, комплексних трансформаторних підстанцій, закритих розподільчих пристроїв та дизельних електростанцій не допускається.

У громадських будинках та спорудах іншого призначення, розташування прибудованих, вбудованих і дахових трансформаторних підстанцій з напругою до 10 кВ дозволяється, за винятком житлових будинків. У разі розташування таких підстанцій у житлових будинках з використанням сухих трансформаторів, необхідно отримати згоду санітарно-епідеміологічної служби МОЗ України та органу державного пожежного нагляду. Варто зауважити, що такі підстанції не повинні розташовуватись під, над або торкатись житлових приміщень.

Крім того, при проектуванні трансформаторних підстанцій необхідно враховувати пропускний коефіцієнт завантаження трансформаторів, який повинен залишатися

Споживачі категорії першої: $K_z = 0,65 - 0,7$;

Споживачі категорії другої : $K_z = 0,7 - 0,8$;

Споживачі третьої категорії третьої : $K_z = 0,9 - 0,95$.

Житловий квартал «West Towers» відноситься до другої з вище перерахованих категорій споживачів, тому $K_3=0,75$.

Величину номінальної потужності трансформаторів вираховуємо за виразом :

$$S_{н.т.} \geq \frac{S_p}{K_3 \cdot N_T}$$

В формулі S_p це повна потужність трансформаторів, (кВА); K_3 це коефіцієнт завантаження безпосередньо для трансформаторів; N_T - являє собою загальну кількість трансформаторів, які розташовуються у трансформаторних підстанціях.

$$S_{н.т.} \geq \frac{815,08+53,65}{0,75 \cdot 2} = 579,15(\text{кВА})$$

Величина номінальної потужності трансформатора $S_{н.т.} = 2 \times 630(\text{кВА})$

Провіримо трансформатор на завантаження

$$K_{з.факт.} = \frac{S_p}{S_{н.т.} \cdot N_T}$$
$$K_{з.факт.} = \frac{868,73}{2 \cdot 630} = 0,69$$

Величину коефіцієнта потужності для трансформаторної підстанції знаходимо за виразом:

$$\cos\varphi = \frac{P_{р.тп}}{S_{р.тп}}$$
$$\cos\varphi = \frac{743,82}{868,73} = 0,85$$

Електропостачання комплексу, можливе з однією чи багатьма трансформаторною підстанцією. Внаслідок виконання технічного та економічного зіставлення кількох різних варіацій системи постачання, уможлиблюється визначення доцільності трансформаторних підстанцій.

При виборі варіантів більша увага спрямовується на мінімальну кошторисність для реалізації бажаної системи електропостачання. Який небудь варіант точно має забезпечити необхідну надійність електропостачання.

За умовою надійності постачання, встановлюємо двотрансформаторну ТП кожна з яких має потужність по 630кВА. Також встановлюємо силовий трансформатор ТМГ потужністю 630 кВА, з напругою 10 кВ та 6 кВ; Трансформатор силовий понижувальний трифазний двообмотковий ТМГ , кілька силових масляних трансформаторів з номінальною складовою потужності - 630 кВа, трифазні понижувальні загальнодоступні навантаження які є під напругою максимум до 35 кВ, використовують безпосередньо для зовнішньої та внутрішньої установки.

Технічні характеристики трансформатора:

Підстанція трансформаторна комплектна (КТП) потужністю від 25 до 2500 кВА в металевій оболонці, на напруга 6(10) кВ, являються підстанцією зовнішньої установки та призначена для прийому електричної енергії трифазного змінного струму з частотою 50 Гц напругою 6(10) кВ, перетворення та розподіл на напругу 0,4 кВ з ціллю електропостачання житлово-комунальних, суспільних та промислових об'єктів. Виготовляються згідно з ТУ 27.11.43-002-15001086-2020.

Переваги трансформаторної підстанції 2КТПГС-630-10/0,4 прохідного типу ПП «Євраз Автоматика» це:

- можливість укомплектованої доставки КТП та обладнання облфку та розподілу електроенергії для споживачів з серії приладів ШУЭ, ВРУ, ЩО, ЩЭ, ЩК.

- можливість доставки КТП з встановленим обладнанням збору та передачі даних (шафи УСПД, канал PLC або ZigBee) для організації АСКУЕ.

Вимоги експлуатування

Температурний режим навколишнього повітря повинен бути в границях від -45°C до до +45°C.

Відносна вологість не повинна перевищувати 100%.

Висота над рівнем моря - не більше 1000 м.

Навколишнє середовище - не вибухонебезпечна, не має містити в собі струмопровідного пилу, агресивних газів та парів у концентраціях.

Сейсмічність району споруди до 9 балів по шкалі Ріхтера.

Структура умовного позначення

xКТПК-XXXX/XX/0,4-x-X/X - Кількість встановлюваних трансформаторів (при одному трансформаторі число не вказується)

xКТПК-XXXX/XX/0,4-x-X/X - Комплектна Трансформаторна Підстанція

xКТПК-XXXX/XX/0,4-x-X/X - Кіоскового типу

xКТПК-XXXX/XX/0,4-x-X/X - Число, потужності трансформатора в кВА (25...2500)

xКТПК-XXXX/XX/0,4-x-X/X - Номінальна напруга сторони більшої напруги 6 або 10 кВ

xКТПК-XXXX/XX/0,4-x-X/X - Номінальна напруга сторони меншої напруги 4 кВ

xКТПК-XXXX/XX/0,4-x-X/X_T – тупикова, п – прохідна

xКТПК-XXXX/XX/0,4-x-X(X/X) – Високовольтний вивід (п - повітряний, к - кабельний) низьковольтний вивід (п - повітряний, к - кабельний)

Основні технічні характеристики

Назва параметра	Значення параметра
Потужність силового трансформатора, кВА	25, 63, 100, 160, 250, 400, 630, 1000, 1250, 1600, 2500
Номінальна напруга на стороні більшої напруги (на стороні ВН), кВ	6 або 10
Найбільша робоча напруга на стороні ВН, кВ	7,2 або 12
Номінальна напруга на стороні НН, кВ	0,4
Число відхідних ліній РУНН, шт.	до 16 ліній НН
Номінальний струм збірних шин на стороні ВН, А	630; 1000
Номінальний струм збірних шин на стороні НН, А	до 2500А включно
Струм термічної стійкості збірних шин на стороні ВН, кА/1с	20
Струм електродинамічної стійкості збірних шин ВН, кА	51
Струм термічної стійкості збірних ніш на стороні НН, кА/1с	20, 50
Струм електродинамічної стійкості збірних шин НН, кА	44, 110
Номінальна напруга допоміжних ланцюгів, В: - постійного струму; - змінного струму - ланцюгів освітлення змінного струму	110;220 110; 220 24

Конструкція

За конструктивним виконанням можливі такі типи КТП:

- КТП однотрансформаторна тупикова без внутрішнього високовольтного осередку;
- КТП однотрансформаторна тупикова з внутрішнім високовольтним осередком;
- КТП двотрансформаторна прохідна;
- КТП двотрансформаторна тупикова;
- КТП двотрансформаторна прохідна;
- Компонувальні рішення передбачають варіанти розташування обладнання КТП без коридору обслуговування. За окремим ТЗ замовника можливе виготовлення КТП із додатковим коридором обслуговування.

Каркас підстанції є звареною металевою конструкцією, що складається з основи виконаною з профільного прокату і бічних стійок, що утворюють спільно з дахом замкнутий каркас.

На каркас підстанції навішуються бічні панелі та звіряння воріт.

Ворота, двері та бічні панелі покриваються порошковими поліефірними фарбами в кольори за каталогом RAL (в базовому варіанті дверей та ворота RAL5017, бічні панелі RAL7035). Можливе фарбування в кольори відмінні від базових за окремим ТЗ замовника.

Каркас підстанції покривається емаллю в кілька шарів на ґрунтовану поверхню.

Для додаткового збільшення терміну служба металевої оболонки, на окреме замовлення, можливе покриття цинковмісним ґрунтом перед нанесенням фінішного декоративного шару емалі.

Термін служби КТП становить не менше 30 років, з можливою зміною окремих складових елементів.



1.6.1 КТП - 2КТПГС-630-10/0,4

Технічні параметри 2КТПГС-630-10/0,4

Назва параметра	Значення параметра
Потужність силового трансформатора, кВА	630(x2)
Номінальна напруга на стороні більшої напруги (на стороні ВН), кВ	10 кВ
Номінальна напруга на стороні НН, кВ	0,4
Струм термічної стійкості збірних шин на стороні ВН, кА/1с	20
Струм електродинамічної стійкості збірних шин ВН, кА	51
Рівень ізоляції по ГОСТ 1516.3-96: - з масляним трансформатором - з трансформатором з «сухою» ізоляцією	нормальна ізоляція
Номінальна напруга допоміжних ланцюгів, В: - постійного струму; - змінного струму	110;220 110; 220

1.7 Вибір кабелю

Лінія 0,4 Кв

Для вибору кабелю для лінії з напругою 0,4 кВ (кіловольт) необхідно враховувати кілька ключових факторів, включаючи струм, відстань та вимоги до енергетичних втрат.

- Струм: Перед підбором кабелю необхідно визначити максимальний струм, який буде протікати через лінію. Це значення зазвичай

вказується в проектній документації або може бути розраховане на основі передбачуваного навантаження, що буде використовуватися на лінії.

- Відстань: Другим фактором є відстань, на яку потрібно прокласти кабель. Довжина лінії має вплив на втрати енергії, що залежать від опору кабелю.
- Втрати енергії: Необхідно враховувати максимально допустимі енергетичні втрати на лінії. Це може бути визначено відповідно до стандартів або місцевих нормативних документів. Втрати енергії залежать від опору кабелю, який в свою чергу залежить від матеріалу кабелю та перерізу.
- Тип кабелю: В залежності від конкретних вимог і умов експлуатації, обирається відповідний тип кабелю. Наприклад, для землеволодіння або вологих середовищ може бути необхідний захист від вологи та механічних пошкоджень.

Після визначення цих параметрів можна скористатися таблицями, графіками або спеціалізованими розрахунковими програмами, які надають виробники кабелів або інженерні консультанти. Ці ресурси дозволять вибрати оптимальний кабель, який відповідає вимогам стосовно струму. Мінімальний переріз кабелю для лінії 0,4 Кв обов'язково повинен бути більшим ніж 16 мм^2

Кабель АВБбШв 4х4

А - алюмінієва струмопровідна жила

В- ізоляція із ПВХ пластика

Б- броня із сталевих оцинкованих стрічок

б- без подушки під бронею;

Шв - пресований ПВХ захисний шланг

4 - чотирьохжильний;

4 - площа поперечного перерізу силової жили (мм²).

Загальні технічні характеристики АВБбШв 4х4

Мінімально допустимий радіус згину при прокладанні
(многожильного кабелю – 10 діаметрів кабеля) -173 мм

Будівельна довжина - 450 метрів

Код ОКП АВБбШв - 3537715700

Клас пожежної безпеки - О1.8.2.5.4

Строк служби - 30 лет

Гарантійний строк експлуатації кабелю - 5 років

Температура навколишнього середовища при експлуатації кабеля - від -50
°С до 50 °С

Стійкість до впливу підвищеної відносної вологості при температурі
навколишнього середовища до 35 °С - 98%

Мінімальна температура прокладання кабелю без попереднього підігріву
-(-15 °С)

Характеристики АВБбШв 4х4 - $r = 10 \times \emptyset$

Допустимі температури нагрівання струмопровідних жил кабелю:

Тривало-допустима - 70 °С

В режимі навантаження - 90 °С

Предельная при коротком замыкании - 160 °С

За умовами не загоряння при короткому замиканні - 350 °С

Лінія 10 Кв

При виборі кабелю для 10 кВ мережі слід враховувати наступні фактори:

- Напругова міцність та ізоляція: Кабель повинен мати достатню напругову міцність та надійну ізоляцію для роботи при 10 кВ напрузі. Забезпечення безпеки та запобігання короткому замиканню є важливими аспектами.
- Матеріал провідника: Кабелі з алюмінієвими провідниками часто використовуються в 10 кВ мережах через їхню кращу провідність та меншу вагу порівняно з мідними провідниками. Однак, мідь також може використовуватися, особливо якщо вона має переваги, такі як висока стійкість до корозії.
- Секція провідника: Секція провідника має бути розрахована таким чином, щоб забезпечити необхідний рівень струму та мінімізувати втрати енергії. Розмір провідника визначається згідно з нормативними вимогами та розрахунковими методами.
- Тип ізоляції: Кабелі для 10 кВ мереж повинні мати надійну ізоляцію, щоб запобігати витoku струму та забезпечити електричну безпеку. Часто використовуються ізоляційні матеріали, такі як поліетилен (PE) або полівінілхлорид (PVC).
- Довжина та умови прокладання: Вибір кабелю також залежить від довжини мережі та умов прокладання. У разі довгих відстаней можуть знадобитися додаткові заходи для компенсації втрат енергії.

Кабелі можуть бути прокладені в землі або у повітрі, залежно від конкретних умов.

Кабель АВБбШв 3х120

А - алюмінієва струмопровідна жила

У - ізоляція із ПВХ пластикату

Б - броня із сталевих оцинкованих стрічок

б - без подушки під бронєю;

Шв - Випресований ПВХ захисний шланг

3 - трижильний;

120 - площа поперечного перерізу силової жили (мм²).

Загальні технічні характеристики АВБбШв 3х120

Мінімально допустимий радіус згину при прокладанні (багатожильний кабель – 10 діаметрів кабелю) - 392 мм

Будівельна довжина - 200 метрів

Код ОКП АВБбШв - 3537715700

Клас пожежної безпеки - О1.8.2.5.4

Строк служби - 30 років

Гарантійний термін експлуатації кабелю - 5 років

Температура навколишнього середовища під час експлуатації кабелю

від -50 °С до 50 °С

Стійкість до впливу підвищеної відносної вологості за температури навколишнього середовища до 35 °С - 98%

Мінімальна температура прокладання кабелю без попереднього підігріву -15 °С

Характеристики АВБШв 3х120 - r = 10 x Ø

Допустимі температури нагрівання струмопровідних жил кабелю:

Тривало-допустима - 70 °С

У режимі навантаження - 90 °С

Гранична при короткому замиканні - 160 °С

За умовою непогорання за короткого замикання - 350 °С

Висновок

У даній дипломній роботі були розраховані навантаження житлового комплексу “West Towers” який на момент 2023 року будується в місті Ужгород. Для цього ми прибїгли до методу питомих розрахунків навантажень, призначеного безпосередньо для розрахунку навантажень будинків.

Провели вибір трансформаторної підстанції, для безперервного електропостачання будівель в “West Towers” який буде вводитися в користування.

В роботі запропоновано дво трансформаторну підстанцію типу 2КТПГС-630-10/0,4.

Розроблена детальна принципова схема постачання комплексу.

Були проведені розрахунки кошторису проекту.

