

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Розробка системи внутрішнього електропостачання
десятиповерхового житлового комплексу у м. Виноградів**

Виконав: студент 4 курсу, групи ЕТс-41

спеціальності 141

електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

Кобаль М. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Лупенко А. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Мовчан Л. Т.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Тарасенко М. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Тарасенко М. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« 23 » січня 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Кобалю Максиму Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи внутрішнього електропостачання десятиповерхового житлового комплексу у м. Виноградів

Керівник роботи Лупенко Анатолій Миколайович, д.т.н, професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 23 » січня 2023 року № 4/7-47

2. Термін подання студентом завершеної роботи 18 червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Електрична схема мережі району, значення активних та реактивних опорів мережі, прогнозована споживана потужність проектного багатоквартирного будинку, графік навантаження трансформаторної підстанції

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ

1. Аналітичний розділ

2. Розрахунковий розділ

3. Проектно-конструкторський розділ

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Загальні висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Загальна схема електропостачання житлового комплексу. Ввідно-розподільний пристрій. Щит поверховий. Підключення квартирних електроспоживачів до під'їзного розподільного пристрою
Схема електропостачання квартир. Схема підключення ламп освітлення під'їзду. Система зрівнювання потенціалів.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи хорони праці			

7. Дата видачі завдання 23 січня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	15.02.2023	
2	Аналітичний розділ	28.02.2023	
3	Розрахунковий розділ	31.03.2023	
4	Проектно-конструкторський розділ	30.04.2023	
5	Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	01.06.2023	
6	Висновки	10.06.2023	
7	Оформлення пояснювальної записки	15.06.2023	
8	Оформлення графічної частини	15.06.2023	

Студент

_____ (підпис)

Кобаль М. В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Лупенко А. М.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кобаль Максим Володимирович. Розробка системи внутрішнього електропостачання десятиповерхового житлового комплексу у м. Виноградів

Стор.– 56; рис. - 10; табл. - 6; креслень - 6; джерел - 19; додатків - - .

Ключовим питанням кваліфікаційної роботи є розробка системи внутрішнього електропостачання десятиповерхового житлового багатоквартирного комплексу в м. Виноградів; розрахунок електричних навантажень; вибір номінальних значень напруги, кількості і потужності силових трансформаторів; розрахунок кабельних ліній і підбір кабелів і дротів; вибір електроустаткування, захисної і комутаційної апаратури, освітлювальної арматури, лічильників електричної енергії, ввідно-розподільних і поверхових щитів, облаштувань захисного відключення; складання електричної схеми групової і розподільної мережі; вибір електроосвітлення, підбір світильників, вимикачів, складання мережі освітлення; складання основної і додаткової схем зрівнювання електричних потенціалів; вибір заземлення.

Ця робота актуальна не лише для конкретного житлового комплексу, але і інших багатоквартирних будинків.

Перелік ключових слів: ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, НАВАНТАЖЕННЯ, РОЗПОДІЛЬНА МЕРЕЖА, ЗАЗЕМЛЕННЯ, ОСВІТЛЕННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Ввід та розподіл електроенергії в багатоквартирному будинку	8
1.1.1 Розподіл енергії у багатоквартирному будинку із системою TN-C	8
1.1.2 Розподіл електричної енергії у багатоквартирному будинку із системою TN-CS	11
1.2 Вибір пристроїв захисного відключення (ПЗВ)	12
1.3 Правила проектування та прокладання електропроводки в будинках та квартирах	13
1.4 Висновки до розділу 1	18
2 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	19
2.1 Розрахунок електричних навантажень житлового багатоквартирного комплексу	19
2.2 Вибір номінальних значень напруги, кількості і потужності силових трансформаторів	21
2.3 Розрахунок кабельних ліній	24
2.4 Вибір і обґрунтування електрообладнання	26
2.5 Висновки до розділу 2	39
3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	40
3.1 Електромережа розподільна і групова	40
3.2 Електроосвітлення	43
3.3 Електробезпека	45
3.4 Висновки до розділу 3	47
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	48
4.1 Основні причини ураження людини електричним струмом	48
4.2 Захисне заземлення та занулення	49
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	54
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	55

ВСТУП

Системою електропостачання, називають сукупність пристроїв, для виробництва, передачі і розподілу електричної енергії.

У сьогоднішній день, з розвитком електроспоживання ускладнюються як системи електропостачання промислових підприємств, так і системи електропостачання житлових будинків і побутових приміщень. Постійно зростають вимоги до якості електричної енергії, що поставляється, надійності постачання, змінюється енергетичне законодавство.

Системи електропостачання житлових будинків створюються для забезпечення живлення електроенергією побутових приймачів електричної енергії, до яких відносяться електродвигуни різної побутової техніки, електричні печі (духові шафи), освітлювальні установки і інші побутові приймачі електроенергії. Завдяки масовому впровадженню складної побутової техніки, індивідуальних систем електричного опалювання зростає споживання електричної енергії в містах і населених пунктах, а отже і система подання і розподілу електричної енергії стає складнішою.

З точки зору наслідків, як виникають при перервах електропостачання споживачів вирішальну роль грає несподіваність виникнення цих перерв. Останнє визначається характером працездатності електрообладнання, використовуваного в системах електропостачання. Незважаючи на профілактичні заходи по підтримці працездатного стану електрообладнання і наявності попереджувальної сигналізації в процесі експлуатації систем електропостачання, виникають раптові відмови електропостачання і відключення частини або системи цілком. Перерва електропостачання, що виникає при цьому, торкається відповідного круга споживачів, пов'язаного з даною системою електропостачання.

Тривалість перерв залежить від особливостей пошкодженого обладнання, що визначають час, необхідний для відновлення його працездатного стану або його заміни.

Окрім перерви в електропостачанні, для житлових будинків серйозною проблемою є виникнення і проходження по електромережах, від яких живить побутова техніка, імпульсів перенапруги. Окрім перенапруги, через велику кількість електроприймачів з нелінійною вольт-амперною характеристикою (напівпровідникові елементи, блоки живлення персональних комп'ютерів, мікрохвильові печі, енергозбережні лампи освітлення і тому подібне), в мережах виникають вищі гармоніки, які приводять в додатковим втратам, перегріванню електропроводки, виникненню резонансу, нагріву і порушенню нормальної роботи нульових провідників [1]. Правильне використання даних про гармонійні складові мережі і своєчасні заходи по зниженню їх впливу покращують якість електроенергії, скорочують витрати і запобігають виходу з ладу дорогої техніки.

Ще однією проблемою електропостачання багатоквартирних будинків є застосування однофазних навантажень, що призводить до несиметричного навантаження по фазах, до якого дуже чутливі трифазні електроустановки цієї ж будівлі, наприклад, трифазні електродвигуни ліфтів. Ця особливість також повинна враховуватися ще на стадії проектування системи електропостачання житлових будинків [2].

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є проектування внутрішньої системи електропостачання багатоквартирного житлового комплексу спрямована на забезпечення надійного електропостачання споживачів.

Основними завданнями даної роботи є: визначення електричних навантажень і характеристика споживачів житлового комплексу; розрахунок і вибір електрообладнання; розрахунок та вибір системи освітлення; питання електробезпеки житлового комплексу для мешканців житлового комплексу.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Ввід та розподіл електроенергії в багатоквартирному будинку

У багатоквартирних будинках системи вводу і розподілу електричної енергії в цілому залежать від самого будинку (кількості електрообладнання, що знаходиться в ньому, для забезпечення його життєдіяльності).

1.1.1 Розподіл енергії у багатоквартирному будинку із системою TN-C

TN – C застаріла система, але у будинках старої будівлі активно експлуатується. Це чотирипровідна система, що складається з трьох фаз напруги та суміщеного нульового та робочого провідників (*L1, L2, L3, PEN*). У цій системі *PEN* провідник не підлягає розщепленню і в такому вигляді приходить до споживача. Також варто відзначити, що досить часто фазним проводам надають назву *A, B, C*.

У результаті за такої системи електроживлення при однофазному підключенні споживач підключений двома проводами (*L, PEN*), а трифазному чотирма (*L1, L2, L3, PEN*).

Від підстанції до будинку приходить кабель живлення, що прокладається під землею. Кабель заходить у ввідний ящик, що з'єднується з розподільним щитом:

Вже від нього відходять вертикально стояки. На кожному поверсі до стояків підключатимуться поверхові щитки, від яких вже здійснюватиметься електропостачання квартир.

Вводи можуть виконуватися різними способами, це залежить від поверховості і розмірів будинку, від системи прокладання кабелів (в колекторі або в землі), тому що навантаження будинку з кількістю квартир 100 буде значно нижчим від будинку з кількістю квартир 500. Більше того, вимоги до електропостачання, наприклад, п'ятиповерхового будинку відносно невеликі – в будинку немає ліфтів і немає необхідності встановлення додаткових насосів для

підтримки напору води, що не скажеш про 30-ти поверховий будинок, де не можна залишати без живлення ліфти та насоси водопостачання.

Саме з цих причин у великі будинки можуть вводити не один, а два і більше кабелів електропостачання із взаємним резервуванням. Виконання розподілу електричної енергії між загальнобудинковими навантаженнями (ліфти, освітлення під'їздів, насоси) та квартирами завдання досить складне та трудомістке. Розподіл виконують за допомогою комплектних електротехнічних пристроїв, способи кріплення, розміри та місця встановлення яких узгоджують із конструкціями будинків.

Розглянемо варіанти підключення квартир до стояків у будинках багатоквартирних із системою $TN - C$. У стояка є чотири дроти – три фази та один PEN провідник, позначені на схемі як A, B, C та PEN :

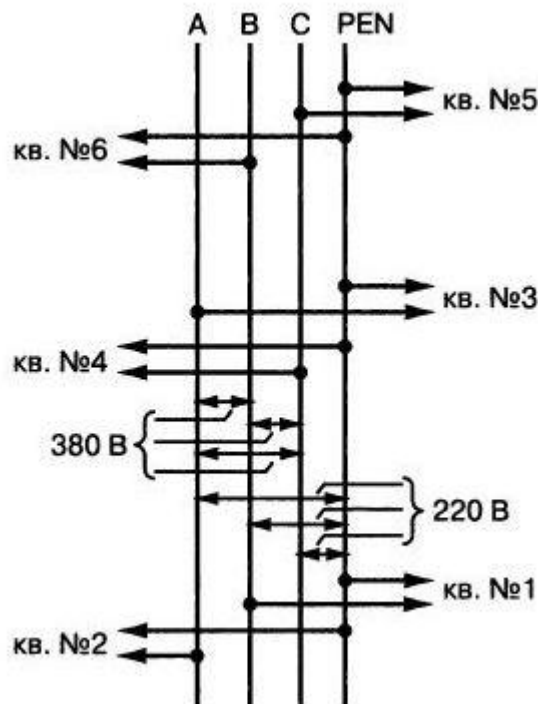


Рисунок 1.1 – Варіант підключення квартир до стояків у багатоквартирних будинках із системою $TN - C$.

Між фазами ($A - B$, $C - B$, $C - A$) напруга буде 1,73 або $\sqrt{3}$ більше, ніж між будь-якою з фаз і нейтральним провідником (нулем). Звідси розраховуємо

напругу між фазою та нейтраллю – $380/1,73 = 220$ В. У кожному з квартир заходить два дроти – фаза та нейтраль. Струм в обох цих дротах буде абсолютно однаковий.

До різних фаз намагаються підключати навантаження (у разі квартири) поступово. На рис 1.1, із шести квартир на кожен фазу підключено по дві. Рівномірне підключення дає змогу зменшити струм нульового провідника і уникнути перекошу фаз.

У будинках старої будівлі іноді застосовували замість поверхових щитків суміщені електрошафи. Приклад такої шафи показаний на рис 1.2:

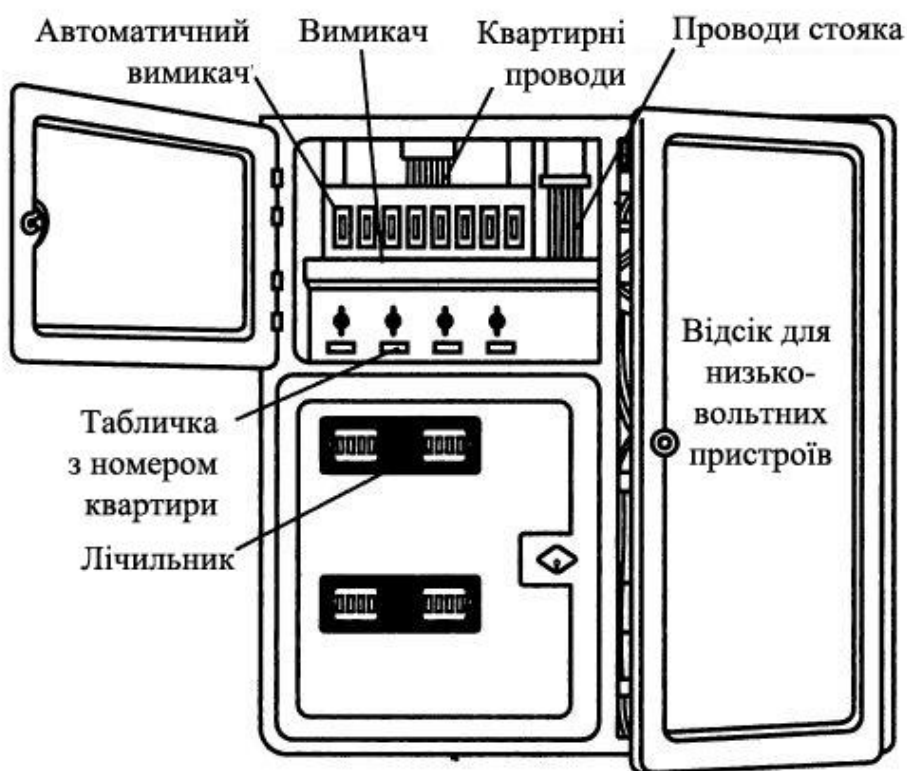


Рисунок 1.2 – Приклад виконання електричної шафи

У цієї шафи є відсіки з окремими дверцятами. В одному відсіку розташовані таблички з номерами квартир, вимикачі та автоматичні вимикачі. В іншому – лічильники, у третьому – слабкострумові пристрої, такі як телефони, мережі телевізійних антен, витих пар домофону, інтернету та інших пристроїв.

У такому поверховому щитку до кожної квартири відносяться один вимикач та два автоматичні вимикачі (для лінії освітлення загального перший, і другий для штепсельних розеток). У деяких виконаннях електрошаф можлива присутність штепсельної розетки із захисним контактом для підключення різних пристроїв.

1.1.2 Розподіл електричної енергії у багатоквартирному будинку із системою TN-CS

У житловому приміщенні електропроводка складається з електричного вводу, групової електричної мережі, що розподіляє енергію від електрощитка по всьому приміщенню і, власне, самого електрощитка. Для кожної групи споживачів електропроводка виконується кабелем із певним перетином та автоматами захисту з номіналами раніше розрахованими.

Ввідні та розподільні пристрої.

Кабель живлення, що приходить від підстанції потрапляє на ВП (ввідний пристрій) або ВРП (ввідно-розподільний пристрій). Для багатоквартирного будинку основною їхньою відмінністю одна від одної буде наявність у ВРП обладнання для розподілу енергії по будівлі.

Отже, ВРП – це сукупність захисних апаратів (запобіжники, автоматичні вимикачі тощо), пристроїв та приладів для обліку електроенергії (електролічильники, амперметри тощо), електрообладнання (шини, рубильники, трансформатори струму та інші пристрої) а також будівельні конструкції, що встановлюються на вводі в будівлю або житлове приміщення, які включають захисні апарати та прилади обліку (електролічильники) ліній електропроводки.

Також потрібно пам'ятати, що і до ВП, і до ВРП підходять лінії повторного заземлення, а це означає, що розщеплення вхідного *PEN* провідника можна проводити тільки тут.

При використанні системи *TN-CS* сумісний *PEN* провідник, що приходить від підстанції, підлягає розщепленню. Система *TN-CS* матиме

місце лише після розщеплення з боку трансформаторної підстанції. У сучасних поверхових щитках зазвичай встановлюють трифазні автоматичні вимикачі, електрولیчильники, ПЗВ та дифавтомати.

Після ВРП або ВП електроенергія подається на поверхові електрощитки багатоквартирного будинку. При використанні системи $TN - CS$ споживачам йде п'ять проводів ($L1, L2, L3, N, PE$).

1.2 Вибір пристроїв захисного відключення (ПЗВ)

Насамперед, бажано звернути увагу на сумарний струм витоку. Зазвичай він повинен перевищувати третини від номінального струму ПЗВ. Якщо даних про струми витоку немає (що найчастіше і буває), то необхідно орієнтуватися з розрахунку 0,3 мА на один ампер навантаження.

Бажано вибирати ПЗВ, яке здатне відключати як робочі провідники (фази), а й нульовий провід. В цьому випадку немає необхідності придбання додаткового пристрою для захисту від надструмів в нулі.

У зоні проводки, яка контролюється ПЗВ, нульовий провід не повинен з'єднуватися із «землею» та захисним нульовим провідником. Крім цього, пристрій захисного відключення необхідно вибирати таким чином, щоб воно зберігало працездатність під час різких провалів напруги на невеликий проміжок часу (до п'яти секунд).

Сучасне ПЗВ обов'язково має гарантувати надійну комутацію наявного навантаження. При цьому повинні враховуватися можливі навантаження в мережі.

Варто враховувати, що в одних моделях ПЗВ є захист від надструмів, а в інших його немає. Перевага повинна надаватися пристроям, у яких цей захист передбачено.

Якщо ПЗВ встановлюється в житловому будинку, необхідно вибирати пристрій класу «А», який буде реагувати на пульсуючі та змінні струми ймовірних пошкоджень.

Встановлювати ПЗВ бажано в групах мереж, де стоять розетки живлення. Для освітлювальних ліній установка ПЗВ зазвичай не потрібна.

Для контролю витоку в кімнатах з підвищеною вологістю, наприклад, у душових, ванних кімнатах необхідно підбирати ПЗВ зі струмом спрацьовування до 10 мА, але тільки у випадку, якщо для них виділена окрема лінія. Для інших приміщень струм спрацьовування не повинен перевищувати 30 мА.

Наведених вище рекомендацій має вистачити для вибору якісного пристрою, здатного захистити усю сім'ю від небезпечної дії електричного струму.

1.3 Правила проектування та прокладання електропроводки в будинках та квартирах

Сучасні будинки та квартири з кожним днем дедалі більше обладнуються новими електроприладами – кухонною та побутовою технікою, кліматичними приладами, технікою для дому, саду, автомобіля. Постійно з'являються нові прилади та пристрої, які роблять умови нашого повсякденного життя комфортнішими. Більшість цих пристроїв живиться від загальної домашньої мережі електропостачання. У зв'язку з цим, споживана нами потужність електромережі постійно збільшується, і навіть у відносно нових будинках і квартирах, які були здані в експлуатацію або в яких було зроблено капітальний ремонт та заміну електропроводки всього 10-15 років тому, система електропостачання часто не справляється із запитом споживача і дає серйозні збої. Нерідко такого типу збої призводять до серйозних наслідків - перегріву проводки та займання окремих її ділянок. Іншою причиною неполадок може бути неякісний монтаж усієї системи електропроводки або її окремої частини. Адже завжди знаходяться «умільці», які за власною некомпетентністю чи недосвідченістю запліщують очі на вимоги техніки безпеки та правила, за

якими має проводитися електрозабезпечення навіть найменшого технічного приміщення.

Для створення системи електрозабезпечення квартири або будинку необхідно спочатку створити проект. Проект електропроводки зазвичай розробляється ще на етапі створення проекту будинку або перед початком капітального ремонту житла. Для розробки такого проекту необхідно отримати Технічні Умови для цього об'єкта в місцевій енергопостачальній організації (РЕМ). Це може зробити безпосередньо сам споживач. За отриманими ТУ створюється проект електропостачання, який має відповідати існуючим нормам та вимогам ДСТУ, а також вимогам ПУЕ (Правила улаштування електроустановок) [1]. Проект електропостачання житла та розрахунок необхідних компонентів електропроводки мають право створювати кваліфіковані спеціалісти проектної організації, яка повинна мати ліцензію на проведення таких робіт. Для того, щоб проект максимально відповідав вимогам майбутнього споживача, краще самому споживачеві завчасно підготувати малюнки-схеми бажаного розміщення розеток, вимикачів, освітлювальних приладів, побутової техніки та інших електропристроїв, виходячи із плану приміщень. Виходячи з таких схем, простіше буде скласти проект та підібрати необхідні компоненти для всієї системи електропостачання.

Проект електропостачання квартири повинен включати схему внутрішнього електропостачання, а проект для будинку — ще й зовнішнього електропостачання. Крім того, в сучасних будинках часто використовують системи резервного харчування, що також має бути враховано у проекті. Також у проекті має бути список планованої апаратури для підключення, план прокладання кабелів та розташування апаратури, розрахунок струмів та падіння напруги. Якщо буде використовуватися охоронна система, це також має бути внесено до проекту, як і інші пристрої та системи, які мають бути підключені до безперебійного електроживлення. Після всіх розрахунків потужностей і навантажень у проекті вказуються марки проводів і кабелів, спосіб їх прокладання, номінальні струми для запобіжників.

Після того, як проект складено, його необхідно затвердити в РЕМ, і якщо проект задовольняє всім вимогам і стандартам, замовник отримує Технічне Рішення, що дозволяє йому втілити проект у реальність і зайнятися монтажем.

Розрахунком потужності проводки та всієї системи енергопостачання займаються професійні електрики, які становлять проект. Але ті, хто вирішив усі розрахунки здійснити самостійно, повинні знати, що для здійснення таких розрахунків існують спеціальні норми. Зокрема, для розрахунку потужності електромережі квартири чи котеджу використовуються державні будівельні норми ДБН В.2.5-23-2003 [4] (розділ 4). Як правило, для квартир значення показника потужності коливається від 5 до 12 кВт, рідко 16 кВт. Але оскільки з кожним роком у нашому побуті з'являється нова, часто потужніша, електротехніка, то розрахунок потужності треба робити з пристойним запасом, враховуючи максимум техніки. Можливо через кілька років Вам знадобиться поставити електричний котел або систему «Розумний дім»? Адже не робити чергову заміну проводки, яка неодмінно веде за собою повний ремонт всього будинку чи всієї квартири?! У зазначеному документі запас потужності розрахований на 15-25%, практика показує, що набагато ефективніше зробити запас потужності 25-35%.

Відповідно до ДНАОП 0.00-1.32-01 [5] (пп. 2.5.3-2.5.5) та ДБН В.2.5-23-2003 (п.5.29) у житлових будинках та квартирах слід використовувати лише трипровідні (фазний-L, нульовий робітник-N та нульовий захисний-РЕ провідники) кабелі та дроти з мідними жилами перетином не менше 1.5 мм. кв. Причому від групового щитка до поверхового розподільного щитка або квартирної щитка та електролічильника необхідно використовувати кабель з мінімальним перетином 2.5 мм.кв. Оболонка повинна бути виконана з негорючих матеріалів або матеріалу з помірно димоутворювальною здатністю згідно з ГОСТ 12.1.044 (ДНАОП 0.00-1.32-01, п.2.5.7). Найчастіше використовують кабелі марок ВВГНГД або ВВГНГ, але можливе виконання монтажу електропроводки та іншими кабелями та проводами, якщо вони задовольняють вищевказаним нормам.

Для стаціонарних приладів високої потужності, таких як водонагрівальний бак, пральна машина, бажано провести окремі лінії або об'єднану потужну лінію. Також бажано розділити лінію освітлення від розетки електропроводки. Особливо ця рекомендація стосується приватних будинків та котеджів, оскільки найчастіше навантаження на розетки значно вище за навантаження на лінії освітлення. На лінії, що живлять розетки, рекомендується встановлювати пристрої захисного відключення (ПЗВ), а якщо спрацьовування автоматичного запобіжника менше ніж 0.4с, то установка ПЗВ обов'язкова. Крім того, розеткову мережу необхідно заземлити за системою TN-S, керуючись вимогами глави 1.7 ПУЕ-2009 та п.2.1 ДБН В.2.5-23-2003.

У середині приміщення проводка робиться прихованою з можливістю заміни, або без можливості заміни (ДНАОП 0.00-1.32-01, п.2.5.6), але тільки в тих випадках, якщо будинок з конструкціями з негорючих матеріалів, що відповідають ДСТУ Б В.2.7- 19. Хоча і можливе прокладання кабелів у коробах. Для прихованої проводки використовують спеціальні заглиблення у стінах та перекриттях – штробы. Глибина штробы має бути такою, щоб після укладання кабелю покриваючий шар штукатурки був не менше 10 мм (вимоги ДНАОП 0.00-1.32-01, п.2.5.11). У будинках блочного типу іноді в плитах зустрічаються готові штробы, виготовлені за всіма нормами. Але якщо таких немає, їх необхідно зробити самостійно. При цьому необхідно знати, що глибокі штробы, а також отвори для розеток та вимикачів не можна робити у несучих стінах, оскільки це суперечить будівельним нормам ДБН В.2.5-23-2003 (п.5.49). Крім того, штробы можна робити у підлозі. При штробленні необхідно враховувати, що електропроводка повинна проходити на відстані не більше ніж 50 см від підлоги та не більше ніж 15 см від плит перекриттів, паралельно лініям стикування стін або перекриттів. Укладання кабелів та проводів у монтажних стиках панелей категорично не допускається (ДБН В.2.5-23-2003, п.5.35) – це грубе порушення, за яке працівники РЕМ під час перевірки та приймання електромонтажних робіт можуть не лише оштрафувати, а й видати розпорядження переробити електропроводку в тих зонах (квартирах, кімнатах,

приміщеннях), де є таке порушення. Для виконання умови про можливість заміни проводки необхідно використовувати спеціальну гофровану трубу із ПВХ, що не підтримує горіння. Проведення за перекриттями та підвісними стелями також вважається прихованим. При прокладанні кабелів за підвісними стелями та перекриттями з горючих матеріалів (згідно з ДСТУ Б В.2.7-19) їх необхідно ховати в закриті металеві коробки. При використанні перегородок та підвісних стель з негорючих матеріалів - проводка укладається в гнучкі рукави або коробки з негорючих або важкогорючих матеріалів (група горючості Г1 згідно з ДСТУ Б В.2.7-19). У будь-якому з вищезгаданих випадків має бути забезпечена можливість заміни електропроводки (ДНАОП 0.00-1.32-01, п.2.5.7).

У місцях розгалужень проводки встановлюються розгалужувальні коробки, в яких здійснюється з'єднання та відгалуження жил проводів. При цьому в розгалужувальних коробках повинен бути передбачений деякий запас кабелю або дроту для можливості повторного приєднання або відгалуження дроту. Всі з'єднання та відгалуження кабелю повинні проводитися за допомогою опресовування, спайки або кабельних наконечників, але в жодному разі не звичайним скруткою (ПУЕ, п.п.2.1.21-29). Розподільні коробки повинні бути виготовлені з негорючих або важкогорючих матеріалів і доступні будь-якої миті для огляду або ремонту.

Розетки та вимикачі монтуються у спеціальних коробках (вимоги ДБН В.2.5-23-2003, п.5.54). Штепсельні розетки встановлюються в місцях зручних для використання з урахуванням розміщення меблів на висоті не більше 1 метра (ПУЕ-2009, п.6.6.28). У житлових кімнатах необхідно встановлювати щонайменше одну розетку на 6 кв.м. площі, в коридорах – не менше однієї розетки на кожні 10 кв. площі. При цьому кілька розеток, що встановлюються в одному корпусі, вважаються однією розеткою. Кількість штепсельних розеток на кухні визначається плануванням кухні та розміщенням кухонної електротехніки, але кухонних розеток має бути не менше п'яти. Всі розетки повинні бути розраховані на струм до 10А і мати захисний пристрій, який

автоматично закриває гнізда розетки при витягнутій вилці (ДБН В.2.5-23-2003, п.п.5.56, 5.58).

Відповідно до вимог ДБН В.2.5-23-2003 (п.5.68) вимикачі для світильників необхідно встановлювати на стіні з боку ручки дверей на висоті від 0.8м до 1.7м. Як правило, їх встановлюють з таким розрахунком, щоб зайшовши в кімнату, можна було одразу потрапити рукою вимикачем, а це приблизно на рівні 85 см від підлоги. Підключати проводку до вимикача необхідно таким чином, щоб розмикався фазний провід (ПВЕ-2009, п.6.6.26).

З метою безпеки та виключення можливості короткого замикання або пожежі всі розетки та вимикачі необхідно встановлювати на відстані не менше 60 см від душових кабінок та не менше 50 см від газопроводів (ДНАОП 0.00-1.32-01, п.п.2.6.6, 2.6). 7).

При монтажі та з'єднанні проводів, слід пам'ятати, що слабкий контакт у місцях з'єднання провідників призводить до нагрівання провідника, а це може стати причиною пожежі. Необхідно уникати з'єднань проводів методом скручування, натомість спаювати або з'єднувати спеціальними кабельними наконечниками. Усі монтажні роботи з прокладання електропроводки робляться тільки при вимкненому електроживленні, щоб уникнути ураження електричним струмом.

1.4 Висновки до розділу 1

У першому розділі були розглянуті питання вводу та розподілу електричної енергії в багатоквартирному будинку із системою TN-C, та із системою TN-CS.

Розглянуто питання вибору пристроїв захисного відключення (ПЗВ), та вимоги до нього.

Також наведено правила проектування та прокладання електропроводки в будинках та квартирах.

2 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок електричних навантажень житлового багатоквартирного комплексу

Житловий будинок - десятиповерховий, складається з двох секцій (під'їздів), на кожному поверсі однієї секції чотири квартири (дві однокімнатні і дві двокімнатні), всього вісімдесят квартир, розташований в новобудові. Будинок газифікований, має власну систему центрального (домового) опалювання. Житловий будинок відноситься до II категорії електропостачання, за винятком ліфтів і аварійного освітлення, які відповідають I категорії.

Електропостачання житлового комплексу здійснюється від зовнішньої мережі при напрузі $380/220\text{ В}$ з системою заземлення $TN - C$ по двох взаєморезервованих кабельних лініях (одна лінія для споживачів II категорії, друга – для споживачів I категорії). На вводі передбачений розрахунковий облік електроенергії.

Зробимо розрахунок електричних навантажень.

Першим етапом проведемо розрахунок електричного навантаження житлового комплексу, для чого необхідно визначити розрахункове електричне навантаження квартир і розрахункове електричне навантаження силових електроприймачів [2].

Розрахункове електричне навантаження квартир, приведене до вводу житлового комплексу, визначається згідно формули

$$P_{кв} = P_{кв.пит.} \cdot n, \quad (2.1)$$

де $P_{кв.пит.} = 0,95\text{ кВт} / кв$ – питома розрахункова електрична навантаження електроприймачів квартир житлових будівель [7]. Для будинків з кількістю квартир між 60 ($P_{кв.пит.} = 1,05$) і 100 ($P_{кв.пит.} = 0,85$), з плитами на природному газі).

$n = 80$ – кількість квартир у будинку.

$$P_{кв} = 0,95 \cdot 80 = 76\text{ кВт}.$$

Розрахункове навантаження силових електроприймачів, приведене до вводу житлового комплексу, визначається по формулі:

$$P_C = P_{ЛВ} + P_{СТ}, \quad (2.2)$$

де $P_{ЛВ}$ - потужність ліфтових установок, кВт (3). У проектуваному багатоквартирному комплексі два ліфти, кожен ліфт має електропривід 4 кВт;

$P_{СТ}$ - потужність електродвигунів насосів водопостачання, вентиляторів і інших санітарно-технічних пристроїв (7)

$$P_{ЛВ} = k'_C \cdot \sum_1^n P_{ЛВ} \quad (2.3)$$

де k'_C - коефіцієнт попиту ліфтових установок, приймаємо згідно [4] (для житлового комплексу поверховістю до 12 включно, з кількістю ліфтів 2-3).

$$P_{ЛВ} = 0,8 \cdot 4 \cdot 2 = 6,4 \text{ кВт}$$

Потужність електродвигунів насосів водопостачання, вентиляторів і інших санітарно-технічних пристроїв:

$$P_{СТ} = k''_C \cdot \sum_1^n P_{СТ} \quad (2.4)$$

де $k''_C = 0,75$ коефіцієнт попиту електродвигунів санітарно-технічних пристроїв, приймаємо для восьми електродвигунів (по одному електродвигуну на десять квартир) [4].

$$P_{СТ} = 0,75 \cdot 8 = 6 \text{ кВт}.$$

Розрахункове електричне навантаження житлового комплексу (квартир і силових електроприймачів):

$$P_{Р.Ж.Б} = P_{кв} + k_y \cdot P_C, \quad (2.5)$$

$$P_{Р.Ж.Б} = 76 + 0,9 \cdot 12,4 = 87,16 \text{ кВт}$$

Повна потужність навантаження житлового комплексу і лінії, що живить його [8]:

$$S_{розр} = \frac{P_{Р.Ж.Б}}{\cos \varphi}, \quad (2.6)$$

$$S_{розр} = \frac{87,16}{0,98} = 88,93 \text{ кВА}$$

Розрахункове значення сили струму:

$$I = \frac{S_{розр}}{\sqrt{3} \cdot U_H}, \quad (2.7)$$

$$I = \frac{88,93}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 128,3 \text{ А}$$

Отримані значення занесемо в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку.

$P_{нум}, \text{кВт}$	$P_{розр}, \text{кВт}$	$\cos \varphi$	$S_{розр}, \text{кВА}$	$I, \text{А}$
0.95	87.16	0.98	88.93	128.3

2.2 Вибір номінальних значень напруги, кількості і потужності силових трансформаторів

Як правило, електропостачання житлових будівель здійснюється через головний розподільний щит (ГРЩ) або ввідно-розподільний пристрій (ВРП) рис. 2.1). При цьому живлення усіх споживачів здійснюється від мережі напругою 220/380 В з глухозаземленою нейтраллю (система TN – C – S). До складу ГРЩ входять автомат захисту і пристрою управління, що дозволяють окремо відключати споживачі.

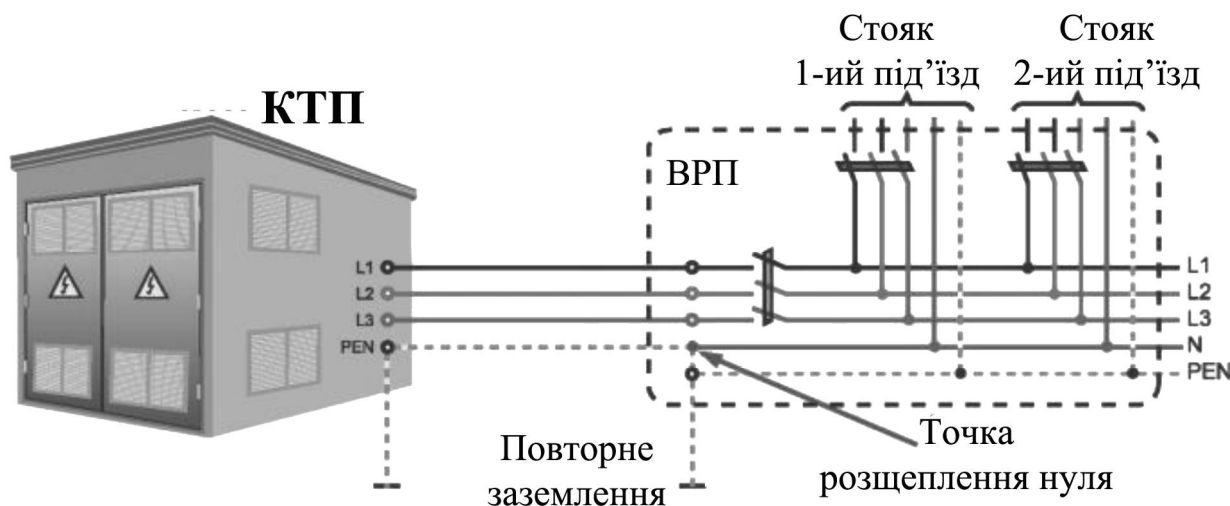


Рисунок 2.1 – Загальна схема електропостачання житлового комплексу

У ГРЩ робиться розподіл напруги електроживлення по групових споживачах (освітлення сходових площадок, підвалів, горищ, ліфтове обладнання, пожежна і аварійна сигналізація, житла і інше). Електропостачання квартир здійснюється по стояках, через пристрій захисного відключення (ПЗВ). У свою чергу до живлячих стояків підключаються поверхові розподільні щитки, що утворюють мережу електроживлення по квартирах [8], [9].

Живлення трансформаторних підстанцій здійснюється по двопроменевій схемі. Двопроменева схема передбачає живлення однієї трансформаторної підстанції двома лініями. Кожна з них живить свій трансформатор, на якому з боку нижчої напруги встановлені контактори, автоматичні перемикачі навантаження з одного трансформатора на інший при зникненні напруги на якому-небудь з них [9]. Кожна двопроменева схема живить 3-5 ТП (рис. 2.2).

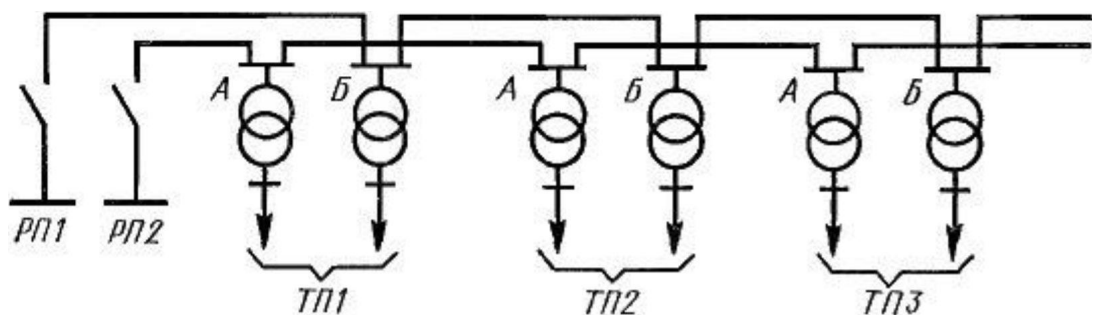


Рисунок 2.2 – Двопроменева схема розподільної мережі

Оскільки частина електроприймачів має I категорію, то прийmemo число трансформаторів в ТП $n = 2$ з коефіцієнтом завантаження $k_3 = 0,7$.

Зробимо орієнтовний вибір числа і потужності трансформаторів відповідно до питомої щільності навантаження:

$$\sigma_n = \frac{S_H}{F}, \frac{\text{кВА}}{\text{м}^2} \quad (2.8)$$

де $S_H = 88,93 \text{ кВА}$ – розрахункове навантаження;

$F = 5018 \text{ м}^2$ – площа усіх поверхів.

$$\sigma_n = \frac{88,93}{5018} = 0,0177 \frac{\text{кВА}}{\text{м}^2}$$

Виходячи з питомої щільності навантаження, одинична потужність встановлюваних трансформаторів не перевищуватиме 1000 кВА [9]. Проведемо вибір трансформаторів для ТП. Розрахункова номінальна потужність трансформатора:

$$S_{T.ном.розр} = \frac{S_H}{n \cdot k_3}, \text{ кВА} \quad (2.9)$$

де $n = 2$ - кількість трансформаторів на ТП;

$k_3 = 0,7$ - коефіцієнт завантаження трансформаторів

$$S_{T.ном.розр} = \frac{88,93}{2 \cdot 0,7} = 62,5 \text{ кВА}.$$

Виходячи з номінальної розрахункової потужності, виберемо трансформатор потужністю найближчою більшою до $S_{T.ном.розр}$. Виберемо трансформатор потужністю 63 кВА (табл. 2.2, рис. 2.3).

Таблиця 2.3 – Параметри трансформатора *ТМГ – 63 – 10 / 0,4*.

Трансформатор	S_H , кВА	$S_{T.ном.розр}$, кВА	$S_{T.ном}$, кВА	Втрати КЗ	Втрати ХХ	Струм КЗ, %	Струм ХХ, %
<i>ТМГ – 63 – 10 / 0,4</i>	88.93	62.5	63	1200	230	4.5	2.8



Рисунок 2.3 – Трансформатор марки *ТМГ – 63 – 10 / 0,4*

Для споживачів житлових і громадських будівель мікрорайону відповідно до ДБН В.2.5-23:2010 [7] компенсацію реактивного навантаження не потрібно.

2.3 Розрахунок кабельних ліній

ТП в двопроменовій схемі отримує живлення від понижувальної підстанції. Ця підстанція розташована в двох кілометрах від ТП.

Проведемо розрахунок для КЛ, живлячою ТП.

Визначимо розрахунковий струм в лінії:

$$I_{розр} = \frac{S_H}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ном}}, A \quad (2.10)$$

де n - кількість кабельних ліній по яким здійснюється електропостачання об'єкту з повною потужністю S_H при номінальній напрузі $U_{ном}$ [8].

$$I_{розр} = \frac{88,93}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 2,57 A$$

Визначимо струм в лінії під час аварійного режиму:

$$I_{AP} = \frac{S_H}{(n-1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ном}}, A \quad (2.11)$$

$$I_{AP} = \frac{88,93}{(2-1) \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 5,13 A$$

Визначимо довготривале допустиме навантаження:

$$I_{доп} = \frac{I_{AP}}{k_{пер} \cdot k_{зН} \cdot k}, A \quad (2.12)$$

де $k_{пер}$ - коефіцієнт перевантаження;

$k_{зН}$ - коефіцієнт зниження;

k - поправочний коефіцієнт на кількість працюючих кабелів, що лежать поряд в землі.

$$I_{доп} = \frac{5,13}{1,13 \cdot 0,93 \cdot 0,92} = 5,3 A$$

Виходячи з отриманого значення тривало допустимого струму, виберемо кабель потрібного перерізу, результати заносимо в табл. 2.4. Оскільки кабельна лінія буде прокладена під землею, то вибираємо спеціалізований кабель для укладання в траншею - кабель марки *ПвБП*, з ізоляцією жил із зшитого поліетилену, загальна ізоляція жил також з поліетилену і захисна броньова оболонка з двох сталевих стрічок. Центральне заповнення кабелю джгутом.

Таблиця 2.4 – Вибір КЛ

Ділянка	$S_H, \text{кВА}$	n	$I_{розр}, \text{А}$	$I_{AP}, \text{А}$	$I_{дон}, \text{А}$	Кабель
ПС – ТП	88.93	2	2.57	5.13	5.3	<i>ПвБП</i> – 3×10

Перевірка КЛ на ділянці ПС – ТП по втраті напруги.

У нормальному і аварійному режимах втрата напруги визначаються:

$$\Delta U_H = \sqrt{3} \cdot I_{розр} \cdot \frac{l}{1000} \cdot (r_{num} \cdot \cos \varphi + x_{num} \cdot \sin \varphi), \quad (2.13)$$

$$\Delta U_{AP} = \sqrt{3} \cdot I_{AP} \cdot \frac{l}{1000} \cdot (r_{num} \cdot \cos \varphi + x_{num} \cdot \sin \varphi), \quad (2.14)$$

де $l = 2000 \text{ м}$ – довжина кабельної лінії;

$r_{num} = 3,12 \text{ Ом / км}$ - активний опір кабелю при температурі 20 °С;

$x_{num} = 0,122 \text{ Ом / км}$ - реактивний опір кабелю при температурі 20 °С.

$$\Delta U_H = \sqrt{3} \cdot 2,57 \cdot \frac{2000}{1000} \cdot (3,12 \cdot 0,9 + 0,122 \cdot 0,436) = 50,47 \text{ В},$$

$$\Delta U_{AP} = \sqrt{3} \cdot 5,13 \cdot \frac{2000}{1000} \cdot (3,12 \cdot 0,9 + 0,122 \cdot 0,436) = 100,74 \text{ В}.$$

Таблиця 2.4 – Втрати напруги в силовій лінії

Ділянка	$I_{розр}, \text{А}$	$I_{AP}, \text{А}$	$l, \text{м}$	r_{num}	x_{num}	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	$\Delta U_H, \text{В}$	$\Delta U_{AP}, \text{В}$
ПС – ТП	2.57	5.13	2000	3.12	0.122	0.90	0.436	50.47	100.74

Згідно ДСТУ EN 50160:2014 позитивні і негативні відхилення напруги в точці передачі електричної енергії не повинні перевищувати 10 % номінального або погодженого значення напруги впродовж 100 % часу інтервалу в один тиждень.

2.4 Вибір і обґрунтування електрообладнання

Перелік електротехнічного обладнання багатоквартирного комплексу представлений в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 - Специфікація електрообладнання і матеріалів багатоквартирного комплексу. Секція №1.

Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа	Одиниця виміру	К-сть
1	2	3	4
1. Дроти і кабелі			
1.1 Кабель з мідними жилами, напругою 660В, перерізом:			
2x1,5 мм ²	ВВГнг	км	2
3x1,5 мм ²	ВВГнг	км	6,5
4x1,5 мм ²	ВВГнг	км	0,5
3x2,5 мм ²	ВВГнг	км	2
1x4,0 мм ²	ВВГнг	км	1,5
1.2 Дріт з мідною жилою, напругою 660В, перерізом:			
1x1,5 мм ² білого кольору	ПВ-1	км	0,07
1x1,5 мм ² блакитного кольору	ПВ-1	км	0,07
1x1,5 мм ² зелено-жовтого кольору	ПВ-1	км	0,07
1x1,5 мм ² чорного кольору	ПВ-1	км	0,1
1x2,5 мм ² білого кольору	ПВ-1	км	0,4
1x2,5 мм ² блакитного кольору	ПВ-1	км	0,4
1x2,5 мм ² зелено-жовтого кольору	ПВ-1	км	0,4
1x6 мм ² білого кольору	ПВ-1	км	0,4
1x6 мм ² зелено-жовтого кольору	ПВ-1	км	0,01
1.3 Дріт з алюмінієвою жилою, напругою до 1000 В, перерізом:			
1x16 мм ² білого кольору	АПВ	м	210
1x16 мм ² блакитного кольору	АПВ	м	70
1x2,5мм ² / 1x2,5 мм ² зелено-жовтого кольору	АПВ	м	70/50
1x25 мм ² білого кольору	АПВ	м	15
1x50 мм ² білого кольору	АПВ	м	150
1x50 мм ² блакитного кольору	АПВ	м	50
1x70 мм ² білого кольору	АПВ	м	15

продовження таблиці 2.5

1	2	3	4
2. Освітлювальна арматура			
2.1 Світильник настінний вологозахисний	НББ 64-60 -047-А1	шт	56
2.2 Світильник стельовий вологозахисний	НПО- 21-100 014	шт	2
2.3 Світильник стельовий пилевологозахисний з люмінесцентними лампами	ПВЛМ-2x40-02	шт	3
2.4 Світильник стельовий з люмінесцентною лампою	ЛПО46-1x40-001	шт	2
2.5 Світильник стельовий з люмінесцентною лампою	ЛПО46-1x20-001	шт	21
2.6 Світильник настінний з люмінесцентною лампою	ЛПБ 67-1x40-002	шт	20
2.7 Світильник настінний з люмінесцентною лампою	ЛПБ 67-1x20-002	шт	9
2.8 Світильник підвісний з люмінесцентною лампою	НСП 02-100	шт	2
2.9 Світильник пилозахисний зі світлодіодною лампою	НПП03-100У3	шт	20
2.10 Лампа світлодіодна 220 В, 6 Вт	LED6w4KE27	шт	29
2.11 Лампа світлодіодна 220 В, 9 Вт	LED9w4KE27	шт	4
2.12 Лампа світлодіодна 220 В, 18 Вт	LED18w4KE2	шт	2
2.13 Лампа світлодіодна 220 В, 9 Вт	LED9w4KE27	шт	5
2.14 Лампа люминисцентная, 220 В, 18 Вт	ЛБ- 18	шт	30
2.15 Лампа люминисцентная, 220 В, 36 Вт	ЛБ- 36	шт	26
2.16 Стартер	80С- 220	шт	56
3. Обладнання			
3.1 Вимикач	АВ- 01-25/220	шт	9
3.2 ПЗВ 1 _н =15А, 1 _у =30 мА	ПЗВ 22-16-2030	шт	5
3.3 Пускач магнітний неререверсивний з котушкою 220В без реле	ПМЛ 112002	шт	1
3.4 Кнопка управління 2-х штифтова	ПКЕ- 712-2	шт	1
3.5 Лічильник трифазний	Меркурій 230АР-	шт	2
4. Щити			
4.1 ВРП, що складається з двох панелей ВРУ-1С-225-12В-УХЛ4 і ВРУ-1С- 300+300-225 УХЛ4	ВРУ1	компл.	1
4.2 Щит поверховий обліково-розподільно-груповий, вбудований в нішу умовного номера на чотири квартири. У щиті монтується: а) на вводі пристрій захисного відключення УЗО- 40-2-100Е, 1 _н =40А, 1 _у =100 мА - 4 шт; б) лічильник однофазний Меркурій 20004, 5(50) А, клас точності 1,0 - 4 шт.; в) однополюсний вимикач з розчіплювачем 16А - 12 шт.; г) пристрій захисного відключення ПЗВ- 22-16-3 -030У3, 1 _н =16А, 1 _у =30 мА - 4 шт; д) пристрій захисного відключення ПЗВ- 22-25-3 -030У3, 1 _н =25А, 1 _у =30 мА - 4 шт;	ЩЭУГ 2-4x40Д(100)/3 ч/5/2 УХЛ4	шт	10
Встановлювальні прилади			
5.1 Вимикач однополюсний 10А, 250В для прихованої установки	С1В1	шт	100
5.2 Вимикач двополюсний 10А, 250В для прихованої установки	С1В2	шт	50
5.3 Вимикач двополюсний герметичний 10А, 250В для відкритої	6807 50	шт	11

продовження таблиці 2.5

1	2	3	4
5.4 Вимикач двополюсний 10А, 250В для прихованої установки	С1В5	шт	83
5.5 Розетка штепсельна двополюсна з третім заземляючим контактом і захисними шторками 16А	С1Р4	шт	600
5.6 Розетка штепсельна двополюсна з третім заземляючим контактом 10А 250В, для прихованої установки, брызкозахищена ІР44	867 25	шт	40
5.7 Розетка штепсельна двополюсна з третім заземляючим контактом 10А 42В, брызкозахищена ІР44	РШ-П- 20 -1Р43-01-10/42	шт	1
5.8 Розетка штепсельна двополюсна з третім заземляючим контактом 16А 250В, для відкритої установки	С2Р3	шт	2
5.9 Розетка стельова	РП1- 03	шт	160
5.10 Крюк для підвіски світильників	У 623Б УХЛ3	шт	182
5.11 Колодка клемна на три затиски	Сов- 3-2,5/220	шт	60
5.12 Колодка клемна на чотири затиски	Сов- 4-2,5/220	шт	100
5.13 Коробка для вбудовування вимикачів і штепсельних розеток	КУВ-1М УХЛ4	шт	892
5.14 Коробка відгалужувальна	У198 УХЛ3	шт	500
5.15 Ящик протяжної	До 654 У1	шт	4
5.16 Коробка протяжна	КОР 94-3 У1	шт	50
5.17 Дзвінок електричний безискровий з кнопкою КОУ	ЗП-220В	шт	40
5.18 Патрон підвісний карболітовий	Е27 Н10-П- 01	шт	100
5.19 Патрон настінний фарфоровий	Е27 Фп- 02	шт	30
5.20 Ящик зі знижувальним трансформатором	ЯТП- 0,25 -23У3	шт	2
6. Труби			
6.1 Труба полівінілхлоридна типу «У» зовнішнім діаметром 25 мм з вторинної сировини з розтрубом ТУ 5-19-215-83	ПВХ-В-Р-ЕП 25У	м	250
6.2 Те ж діаметром 32 мм	ПВХ-В-Р-ЕП	м	20
6.3 Те ж діаметром 40 мм	ПВХ-В-Р-ЕП	м	60
6.4 Те ж діаметром 50 мм типу «Н»	ПВХ-ЕП 50Н	м	45
7. Металопродукт			
7.1 Сталь листовая січ. 25x4 мм	ГОСТ 103-76	м	65
7.2 Сталь кругла діаметром	ГОСТ 2590-88	м	15
7.3 Сталь кругла діаметром 18 мм, l=3м	ГОСТ 2590-88	шт	2
7.4 Шина мідна розміром 50x30x25 мм, l=3м	-	шт	40
7.5 Дріт мідний твердий перерізом 3x16 мм ГОСТ 43478	ПМТ-3x16	м	12
7.5 Дріт мідний твердий перерізом 3x20 мм ГОСТ 43478	ПМТ-3x20	м	3
7.5 Дріт мідний твердий перерізом 3x25 мм ГОСТ 43478	ПМТ-3x25	м	16
7.6 Сталь смугова січ. 50x8 мм	ГОСТ 103-76	м	26

Розглянемо детальніше основне вибране електротехнічне обладнання.

Пристрій захисного відключення УЗО 22-16-2-030 (рис. 2.4) призначене для:

- захисту людей від ураження електричним струмом при випадковому дотику до елементів електроустановки, що знаходяться під напругою, із-за пробою ізоляції, а також безпосередньо до одного з струмоведучих елементів;
- підвищення пожежної безпеки при виході з ладу ізоляції, електропроводки і електрообладнання.
- захисне відключення кола, що захищається, від тривалого перенапруження в ЛЕП.
- захист кіл змінного струму 230 В і 50 Гц від перевантажень і коротких замикань.
- оперативне включення / виключення електричних кіл.

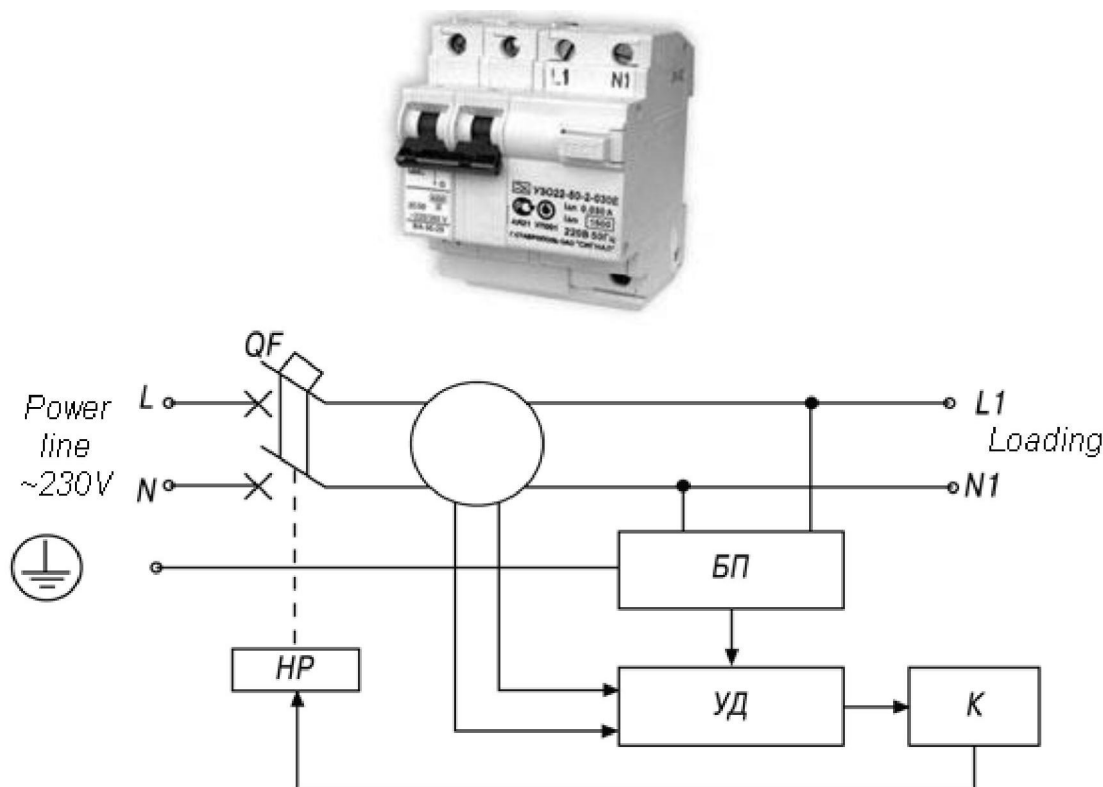


Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд і функціональна схема ПЗВ серії 22

Застосовуються для комплектації квартирних, підлогових, освітлювальних, розподільних щитків і розподільних щитів, що встановлюються в адміністративних, житлових і громадських будівлях,

виробничих приміщеннях, котеджах, гаражах, дачних ділянках, пересувних спорудженнях та ін., а також для захисту індивідуальних споживачів електроенергії.

Особливістю серії 22 являється те, що ПЗВ зберігають працездатність :

- при пониженні напруги в ланцюзі, що захищається, до 50В;
- при підвищенні напруги в ланцюзі, що захищається, до 246В;
- після обриву нульового дроту N (для 3-х дротяного виконання);
- після дії інтерфейсної напруги 380В.

Основні технічні параметри ПЗВ серії 22 представлені в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Основні технічні параметри ПЗВ серії 22

Характеристика	Виконання		
	УЗО 22	УЗО 22Э	УЗО 22С
Робоча напруга, В	220	220	220
Потужність холостого ходу, ВА	0.28	0.28	0.28
Робочий максимальний струм комутації, I _m , А	2900. 4400	2900. 4400	2900. 4400
Робочий максимальний струм комутації по диференціальному струму, I _{Δm} , А	2900. 4400	2900. 4400	2900. 4400
Час спрацьовування по диференціальному струму, Тн, с	0.04	0.04	0.04
Ширина струму відключення/включення на теплової характеристики, дюйм/дюйм	1.12/1.44	1.12/1.44	1.12/1.44
Ширина струму відключення/включення на електромагнітної характеристики, дюйм/дюйм	3/5	3/5	3/5
Найбільший час спрацьовування від струму КЗ, з, не більше	0.09	0.09	0.09
Допуск поперечного перерізу лінійних дротів, мм ²	1-11	1-24	1-24
Сигналізатор спрацьовування УЗО	ні	ні	є
Розміри: довжина x ширина x висота, мм	59x93x64	69x89x72	71x94x74
Маса, кг	0.31	0.36	0.36
Захист від вологи	IP-20	IP-20	IP-20

Лічильник Меркурій серії 230 призначений для одно- і багатотарифного виміру активної і реактивної електричної енергії прямого і зворотного напрямів, активної, реактивної і повної потужності, коефіцієнтів потужності, частоти, напруги і сили змінного струму, а також для виміру параметрів якості електричної енергії (далі - ПЯЕ) в трьох- і чотирьопровідних трифазних електричних мережах змінного струму частотою 50 Гц. Лічильник має інтерфейси зв'язку і може експлуатуватися автономно або в автоматизованій

системі збору даних про споживану електричну енергію. Лічильник призначений для експлуатації усередині закритих приміщень, а також може бути використаний в місцях, що мають додатковий захист від впливу доквілля (встановлений в приміщенні, в шафі, в щитку). Міра захисту лічильника від дії пилу і води IP51. Лічильник забезпечує реєстрацію і зберігання значень споживаної електроенергії по чотирьох тарифах і по сумі тарифів з моменту введення лічильника в експлуатацію. Перемикання тарифів здійснюється за допомогою внутрішнього тарифікатора. Лічильник має модифікації, що відрізняються номінальною напругою, силою номінального (базового) і максимального змінного струму, класом точності і функціональними можливостями, пов'язаними з метрологічно незначимим (прикладним) програмним забезпеченням. Лічильник сертифікований. Відомості про сертифікацію лічильника приведені у формулярі АВЛГ.411152.021 ФО. Рідкокристалічний індикатор лічильника (РКІ), свідчить безпосередньо в кіловат-годинах (кВт-ч) при вимірі активної енергії і в килочасодин (квар-ч) при вимірі реактивної енергії. РКІ має вісім десяткових розрядів, з них перші шість відображають ціле значення електроенергії в кВт·год (квар·год), а останні два - десяті і соті долі кВт·год (квар·год). Читання вимірюваних параметрів з лічильника можливе з ЖКИ і по будь-якому з наявних інтерфейсів обміну даними. Прямий напрям передачі активної енергії відповідає кутам зрушення фаз між силою змінного струму і напругою від 0 до 90 і від 270 до 360, реактивній енергії - від 0 до 90 і від 90 до 180. Зворотний напрям передачі активної енергії відповідає кутам зрушення фаз між силою змінного струму і напругою від 90 до 180 і від 180 до 270, реактивній енергії - від 180 до 270 і від 270 до 360.

З лінійки лічильників електричної енергії Меркурій 230 вибрали модель Меркурій 230AR-01CL, де 230 - серія, однонапрявлений, А- облік активної енергії, R - облік реактивної енергії, 01 - клас точності, 3 - наявність вбудованого інтерфейсу CAN, L - наявність вбудованого інтерфейсу PLC.

Зовнішній вигляд і точки пломбування електролічильника показані на рис. 2.5.



Рисунок 2.5 – Лічильник електричної енергії Меркурій 230AR-01CL

Основні функціональні можливості:

- реєстрація активної і реактивної електроенергії по чотирьох можливих тарифах;
- фіксація середнього значення сили змінного струму;
- реєстрація наростаючого підсумку активної, реактивної, повної потужності;
- реєстрація $\cos\phi$ і частоти змінного струму.

Лічильники електричної енергії моделі Меркурій 230AR-01CL мають багато різних можливих схем для підключення до електричної мережі:

- безпосереднє (пряме) включення: застосовується для виміру витрати електроенергії безпосередньо квартирами (рис. 2.6);
- за допомогою трьох трансформаторів струму : застосовується для вхідного загальнобудинкового електролічильника (рис 2.7);
- за допомогою як трансформаторів струму (2 або 3 штуки), так і за допомогою трансформаторів напруги (2 або 3 штуки).

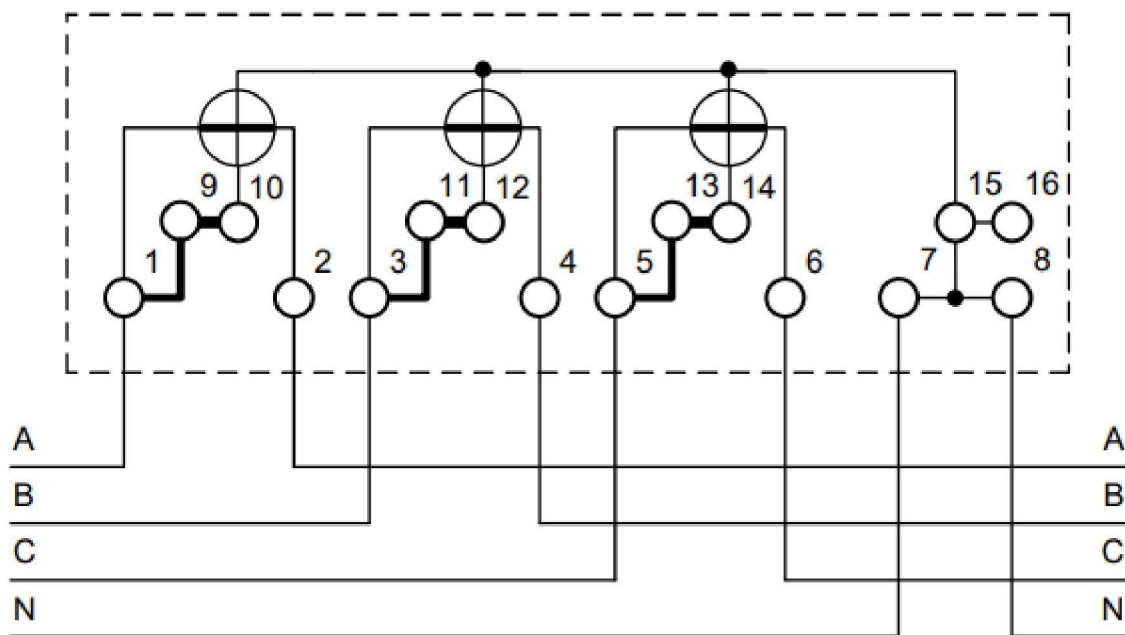


Рисунок 2.6 – Схема безпосереднього (прямого) включення лічильника

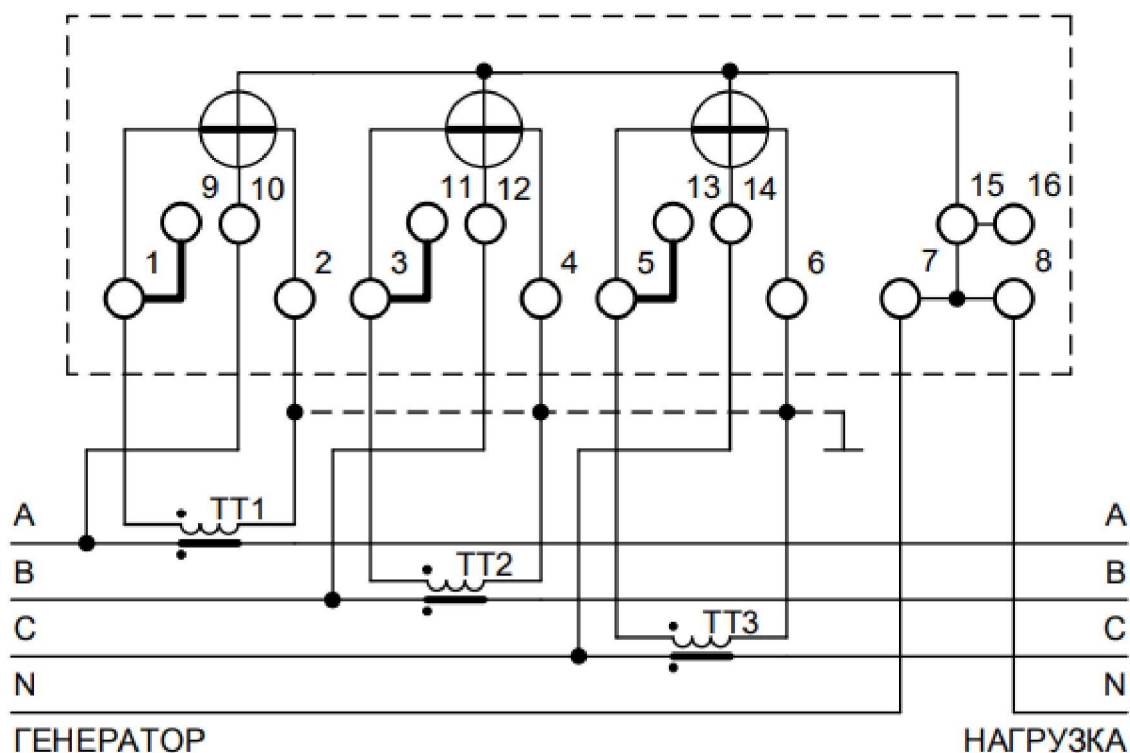


Рисунок 2.7 – Схема включення електролічильника за допомогою трьох трансформаторів струму

Відно-розподільні облаштування *ВРП1-23-56 УХЛ4* для житлових і громадських будівель призначені для прийому, розподілу і обліку електричної енергії напругою 380/220В (250А, без лічильника) (рис. 2.8).



Рисунок 2.8 – Ввідно-розподільний пристрій ВРП1 – 23 – 56 УХЛ4

У найменуванні ВРП занесена наступна інформація:

- 1 - серія ВРП;
- 2 - наявність блоку автоматичного управління освітленням;
- 3 - тип панелей: ввідно-розподільні (підлогові одностороннього доступу);

5 - на введенні вимикач на 250А;

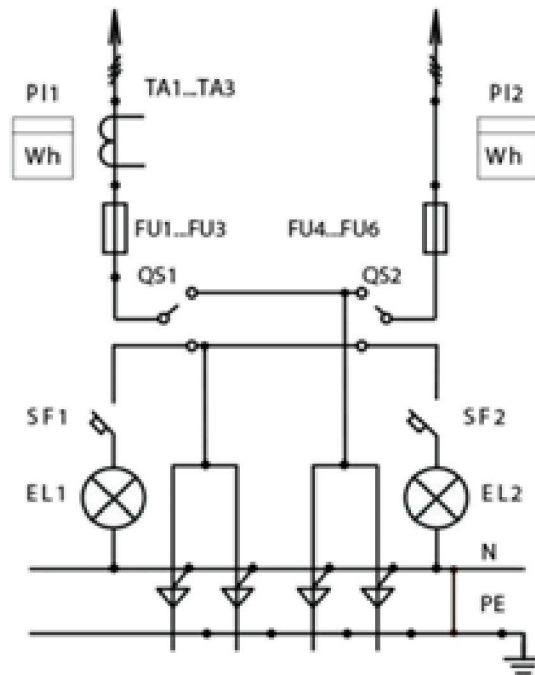
6 - на введенні запобіжник на 250А;

УХЛ- 4 - кліматичне виконання по ГОСТ15150- 96.

Особливості конструктивного виконання :

- міра захисту по ГОСТ14254-96: IP31;
- введення живлячих кабелів виконується знизу;
- для трифазної мережі з глухозаземленою нейтраллю;
- для захисту ліній при перевантаженнях і коротких замиканнях;
- для комутації лінії живлення, що входить.

Принципова схема ВРП показана на рис. 2.9.



TA1. .TA3 - трансформатори струму 50/5.250/5; FU1 - FU6 - запобіжники ППН35 16.250А; PI1, PI2 - лічильник; QS1, QS2 - перемикачі 250А; SF1, SF2 - автоматичні вимикачі; EL1, EL2 - лампи освітлення

Рисунок 2.9 – Принципова схема ВРП.

Для подання електроенергії безпосередньо в квартиру служать щитки поверхові. Вбираємо *ЩПУГ 2–4x40Д(100)/Лч/5/2 УХЛ4* (рис. 2.10, 2.11) :

ЩП - щиток поверховий;

-виконання по виду установки: вбудовуване в нішу;

Г - наявність групових ліній;

2-умовний номер розробки;

4- кількість приєднаних квартир;

40 - номінальний струм ввідного автомата (40 А);

Д- наявність ПЗВ;

100 - диференціальний струм ПЗВ, мА;

Лч - наявність лічильника;

5 - кількість однофазних груп, ПЗВ, що захищаються;

2- кількість ПЗВ в загальній кількості апаратів групових ланцюгів.

Кількість і номінальний струм апаратів групових ланцюгів, А (на одну квартиру) 2x16+1x25+1x16 (ПЗВ).



Рисунок 2.10 – Щиток поверховий ЩПУГ 2–4x40Д(100)/Лч/5/2 УХЛ4.

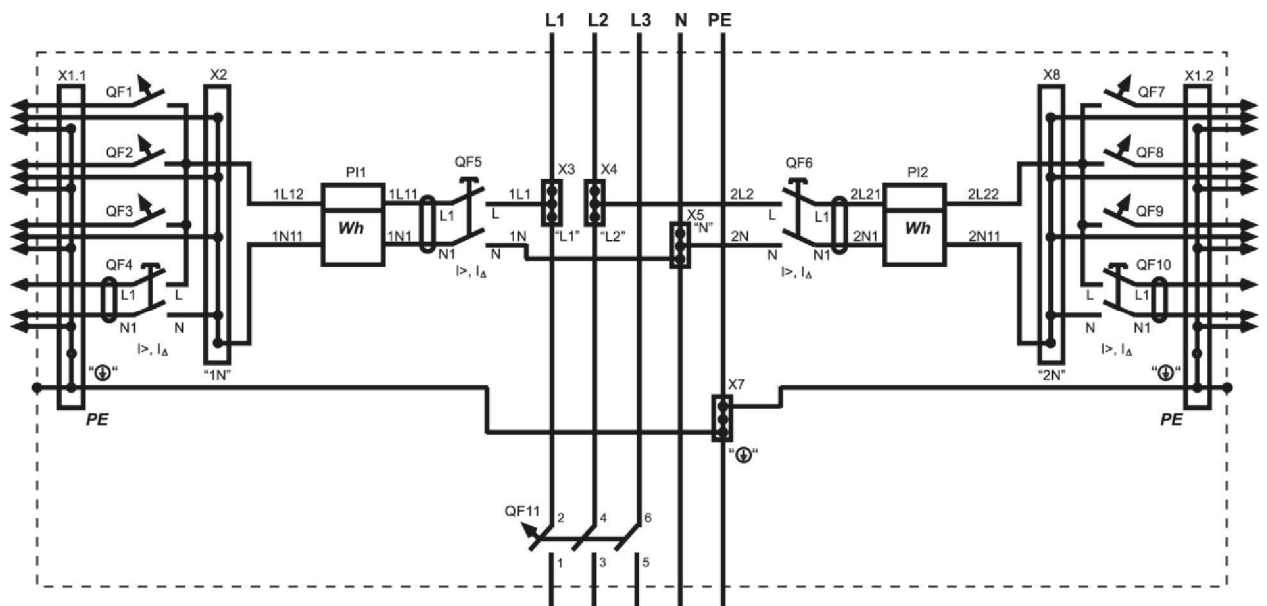


Рисунок 2.11 – Щиток поверховий - схема електрична принципова.

Особливості конструкції щитка *ЩПУГ 2 – 4x40Д(100) / Лч / 5 / 2 УХЛ4*.

Щиток поверховий обліково-розподільно-груповий однофазний із слабкострумовим відсіком, вбудований в нішу. Максимальна кількість однополюсних апаратів, що розміщуються в силовому відсіку щитка, складає - 60. Число квартир, що підключаються, - 2, 3, 4.

Конструкція «забезпечує:

- підключення до дротів стояка живлячої мережі перерізом до 70 мм²;
- виведення провідників прихованої проводки, що відходять, перерізом від 1,5 до 16 мм²;
- міра захисту - *IP31*;
- у щитку передбачено відділення для розміщення пристроїв телефонної, радіотрансляційної і телевізійної мереж.
- щитки, що вбудовуються в нішу, мають обрамлення, що закривають краї ніш;
- вбудовувана частина щитків забезпечує прохід провідників живлячого ланцюга (стояка) і приєднання їх до щитків;
- у щитках передбачається можливість для розміщення зовнішніх провідників, що вводяться в них, і зручного їх приєднання до апаратів і затисків;
- у щитках вбудовані дверці, що відкриваються на кут, що забезпечує зручний доступ до апаратів при монтажі і обслуговуванні щитків, але не менше 95°;
- за дверцями щитка розташовується оперативна панель з виведеними на неї органами управління апаратів, яка у поєднанні з іншими конструктивними елементами щитка виключає доступ до його струмоведучих частин;
- дверці щитків закриваються на ключ. У обліково-розподільно-групових щитках, в дверцях, що замикаються на ключ, передбачений люк з

дверцями, що закриваються, без ключа для доступу тільки до органів управління ввідних апаратів квартир і захисних апаратів групових ланцюгів;

- дверці, що замикаються без ключа, забезпечені замковими пристроями, що виключають їх мимовільне відкривання;

- у щитках є слабкострумний відсік (для розміщення пристроїв телефонної, радіотрансляційної, телевізійної і інших слабкострумних мереж). Слабкострумний відсік відокремлений від сильнострумова частини щитка суцільними металевими перегородками для забезпечення екранування слабкострумних пристроїв і протипожежного їх захисту;

- слабкострумний відсік має окремі дверці, що замикаються на ключ з власним секретом;

- у щитках з лічильниками електроенергії для виключення доступу до ланцюгів обліку (від введення в щиток до введення в лічильники) передбачаються конструктивні елементи з можливістю їх опломбування в одному або, при необхідності, в декількох місцях;

- у щитках з лічильниками електроенергії в дверцях є вікна з прозорого матеріалу для зняття свідчень лічильників;

- конструкція щитків забезпечує без їх демонтажу можливість заміни апаратів і лічильників;

- у обліково-розподільно-групових щитках виконано поквартирне маркування захисних апаратів ліній групових ланцюгів порядковими номерами. У апаратів передбачені місця для запису призначення апаратів. Ці записи можуть наводитися в таблицях, що розміщуються на внутрішніх сторонах дверець щитків;

- затиски для провідників живлячого кола розраховані на приєднання мідних і алюмінієвих одно- і багатодротяних провідників живлячого кола без їх розрізання;

- для кожного нульового робочого провідника N і нульового захисного провідника PE передбачений окремий затиск.

- затиски нульових робочих провідників N ізолювані від струмопровідної оболонки так само, як затиски фазних провідників, а затиски нульових захисних провідників PE - електрично сполучені з нею.

2.5 Висновки до розділу 2

В даному розділі здійснено розрахунок потужності житлового комплексу, який склав $88,4 \text{ кВт}$, у тому числі по вводу №1 – 76 кВт , по вводу №2 – $12,4 \text{ кВт}$. Сумарні втрати напруги $2,04\%$.

Електропостачання багатоквартирного житлового комплексу робиться від комплектної трансформаторної підстанції (КТП) з двома силовим масляним трансформатором типу $TMG - 63 - 10 / 0,4$ за чотиріпровідною двопроменевою схемою розподільної мережі напругою $220 / 380 \text{ В}$ з глухозаземленою нейтраллю (система $TN - C - S$). Загальна електричне розрахункове навантаження усіх споживачів склало $88,93 \text{ кВА}$. Підключення будинку до КТП здійснюється через ГРЩ з усією необхідною захисною і комутаційною апаратурою. Подання електроенергії по поверхах робиться по стояках, кожна квартира захищена автоматичними повітряними вимикачами і ПЗВ.

Вибраний кабель марки $ПвБП - 3 \times 10$ повністю задовольняє вимогам, що пред'являються, для прокладення кабельної лінії в траншеї, перевірений на допустиме падіння напруги на довжині кабельної лінії в 2 км .

Для кінцевих електроприймачів, встановлених безпосередньо в квартирах, вибрано сучасне, надійне розподільне і захисне обладнання:

- $ВРП1 - 23 - 56 \text{ УХЛ4}$ із захисними автоматами;
- щиток поверховий $ЩПУГ 2 - 4 \times 40Д(100) / Лч / 5 / 2 \text{ УХЛ4}$;
- лічильник електроенергії Меркурій $230AR - 01CL$;
- ПЗВ $22 - 16 - 2 - 030$.

3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Електромережа розподільна і групова

До складу поверхових електрощитків, як правило, входять електрولیчильники, автоматичні вимикачі і ПЗВ. Автоматичні вимикачі згруповані по кожному колу електроживлення (освітлення, розетки, електроплита, пральна машина і т. д.). Для рівномірного навантаження на розподільну мережу кола живлення різних квартир підключаються до різних фазних провідників (рис. 3.1).

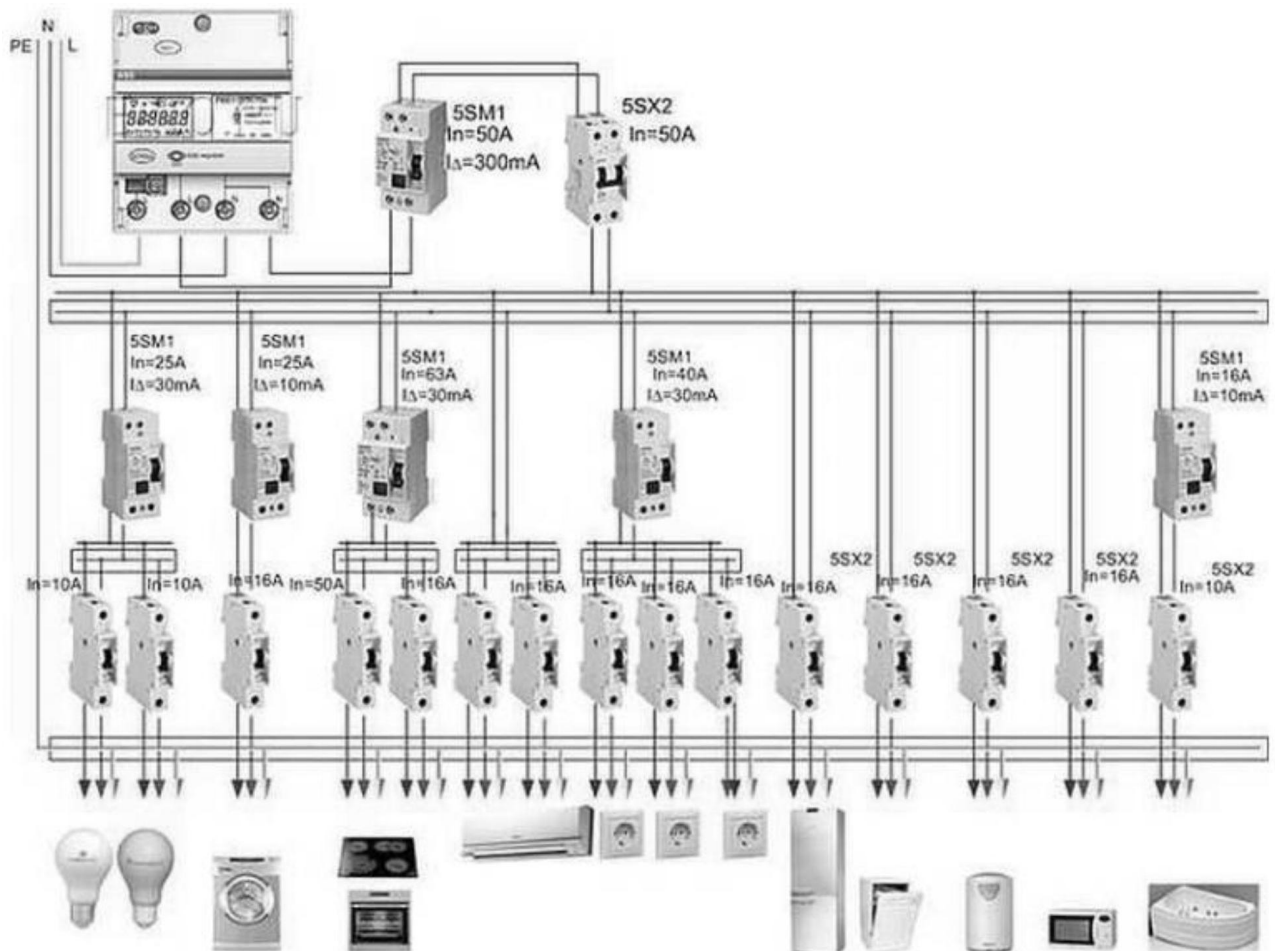


Рисунок 3.1 – Приклад підключення квартирних електроспоживачів до під'їзного розподільного пристрою

У машинних приміщеннях ліфтів встановлюються штепсельні розетки для підключення ліфтового низьковольтного комплектного пристрою.

Освітлювальна арматура, вимикачі і штепсельні розетки монтуються після закінчення обробних робіт. Для кожної квартири передбачається установка електричного дзвінка з кнопкою. Дзвінкова проводка виконується кабелем $ВВГнг\ 2 \times 1.5\ мм^2$. Схема електропостачання квартири показана на рис. 3.2.

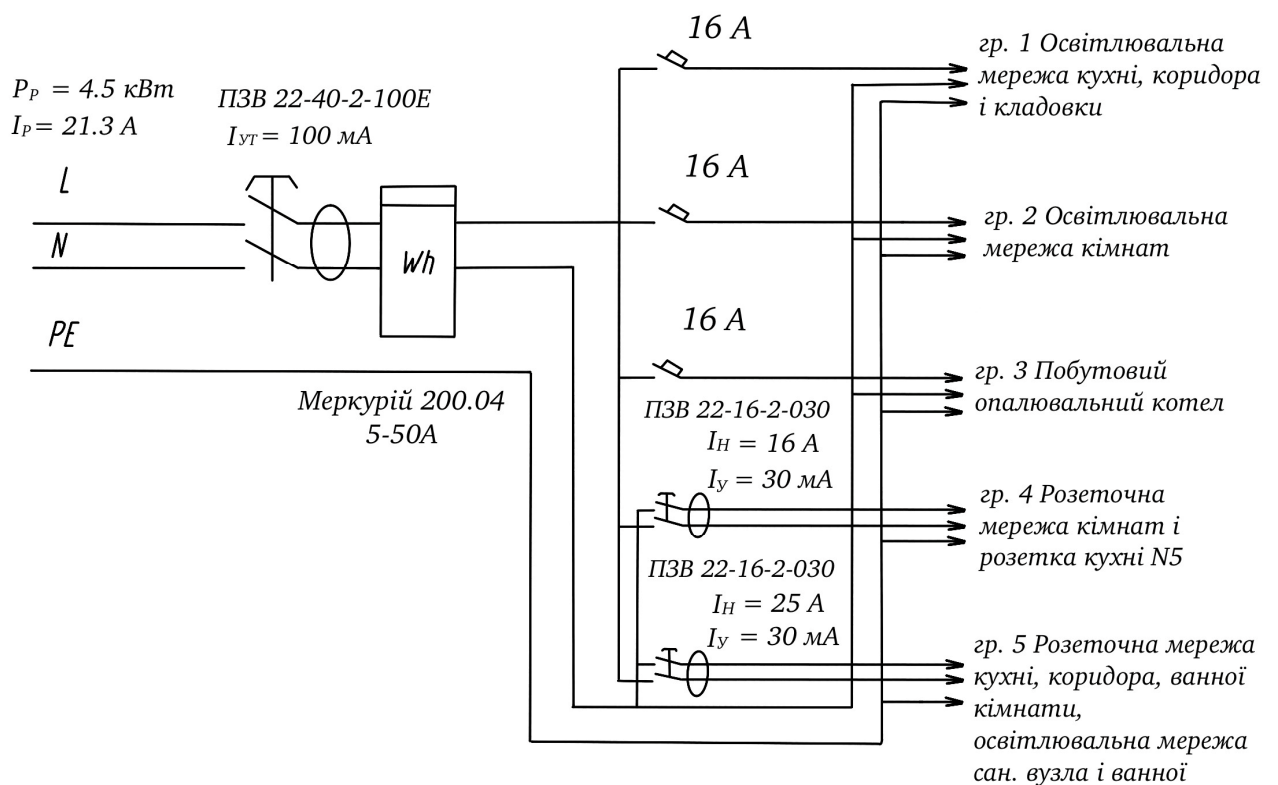


Рисунок 3.2 – Схема електропостачання квартири

Призначення групових ліній квартири з вибраними кабельними лініями:

- гр.-1 – освітлювальна мережа кухні, коридору і комори – $ВВГнг\ 3 \times 1.5\ мм^2$;
- гр.-2 – освітлювальна мережа кімнат – $ВВГнг\ 3 \times 1.5\ мм^2$;
- гр.-3 – побутовий опалювальний котел – $ВВГнг\ 3 \times 1.5\ мм^2$;
- гр.-4 - розеткова мережа кімнат і розетка кухні – $ВВГнг\ 3 \times 1.5\ мм^2$;
- гр.-5 – освітлювальна мережа сан. вузла і ванни, розеткова мережа кухні, коридору і ванної кімнати – $ВВГнг\ 3 \times 2.5\ мм^2$.

Призначення розеток в квартирі:

- №1 - кондиціонер $h = 2.3$ м (на 1-му поверсі $h = 1.1$ м);
- №2 - побутові прилади потужністю до 2.2 кВт (2 шт), $h = 1.1$ м;
- №3 – електрозапал плити $h = 0.2$ м;
- №4 – холодильник $h = 0.3$ м;
- №5 - телевізор, комп'ютер $h = 0.3$ м;
- №6 - побутовий опалювальний котел $h = 0.2$ м;
- №7 - розетка у ванній кімнаті $h = 1.1$ м

Висота установки від підлоги:

- а) вимикачів - 0.8 м;
- б) штепсельних розеток в кімнатах і прихожих - 0.3 м.

Групова освітлювальна мережа квартир виконується кабелем марки *ВВГнг*, що прокладається приховано під шаром штукатурки по цегляних стінах, у борознах перегородок, в порожнечках плит перекриття. План розташування електроосвітлення типового поверху представлений в графічній частині роботи.

Відгалуження від горизонтальної траси до стояків робляться через протяжні коробки. Вертикальні прокладення розподільних ліній і мереж освітлення сходових клітин ведуться в штрабах стін.

Мережі прокладаються відкрито по стелі і стінам тех. приміщення.

Групові мережі (рис. 3.3) домоуправління виконуються дротом марки ПВ в полівінілхлоридних трубах і кабелем марки *ВВГнг* і розділені на дев'ять груп:

- №-1 - освітлення під'їздного коридору;
- №-2 - телевізійний підсилювач;
- №-4 - освітлення шахти ліфта і машинного відділення;
- №-6 - освітлення проміжних майданчиків;
- №-8 - освітлення тех. приміщення;
- №-10 - освітлення щитової;
- №-11 - евакуаційне освітлення ліфтових холів, основної сходової клітки, входів, аварійних виходів;

№-13 - освітлення безпеки електрощитової, машинного відділення;

№-14 - опалювання електрощитової, водомірного вузла.

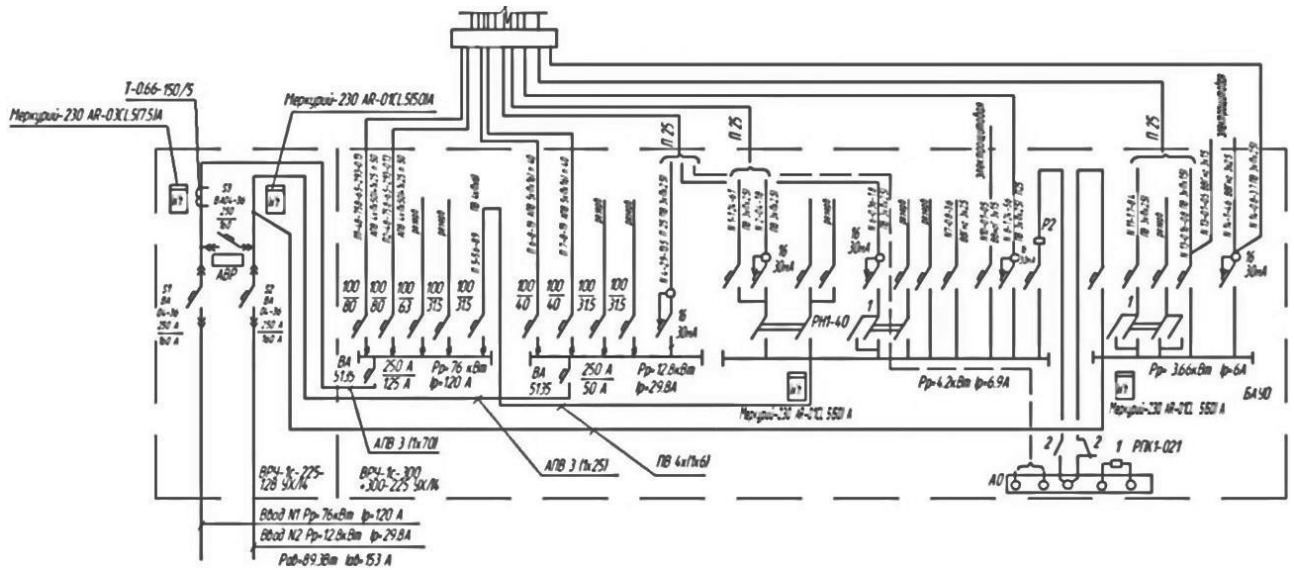


Рисунок 3.3 – Принципова схема групової мережі

3.2 Електроосвітлення

Керівним документом для вибору загальнобудинкового освітлення є ДБН В.2.5-28:2018 [13]. Згідно з цим документом норми освітленості (мінімум) загальнобудинкових приміщень наступні:

- технічні приміщення (електрощитова, машинне відділення ліфта, вентиляційні камери і так далі) 30 лк ;
- проходи в тех. приміщення, горищі і підвалів 10 лк ;
- сходи і під'їдні коридори 10 лк ;
- хол перед дверима ліфта 20 лк ;
- шахта ліфта 5 лк .
- Електроосвітлення сходових майданчиків і входів до житлового будинку управляється автоматично від фотореле, встановленого в щиті ВРП (рис. 3.4) і, крім того, на проміжних майданчиках передбачається установка автоматичних вимикачів типу АВ – 01 з витримкою часу. Фотодатчик монтується з внутрішньої сторони рами вікна і екранується від прямих сонячних променів.

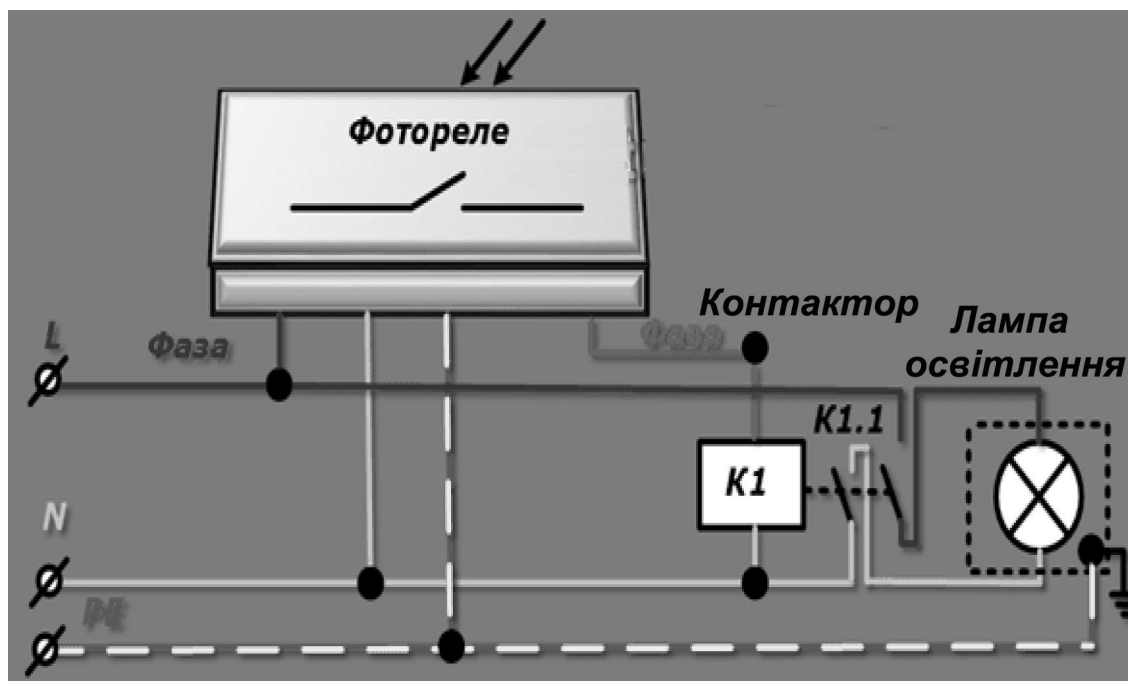


Рисунок 3.4 – Схема підключення ламп освітлення під'їзду через фотореле і пускач (контактор).

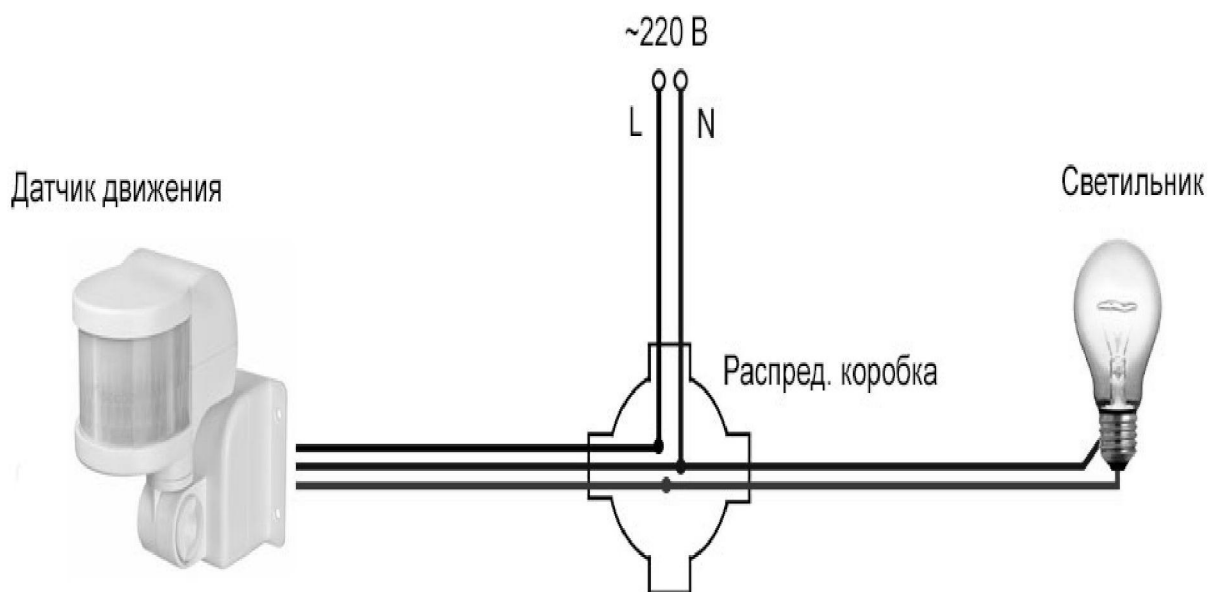


Рисунок 3.5 – Схема підключення світильника з індивідуальним датчиком руху

Додатково для економії електроенергії можна використати світильники з індивідуальними датчиками руху (рис. 3.5). При використанні датчиків руху економія електроенергії досягається тим, що освітлювальні прилади включаються лише на час знаходження людей на сходових клітинах, в ліфтових холах і інших місцях загального користування.

Найбільш оптимальними по співвідношенню ціна/якість/тривалість експлуатації являються світлодіодні світильники.

На сьогодні існує велика кількість різних модифікацій світильників з датчиками руху, різних виробників, розмірів і форм, призначених для різних умов експлуатації, кожен знайде відповідний саме для нього варіант. Головне, що усі вони мають схожий принцип роботи.

3.3 Електробезпека

Усі неструмоведучі металеві частини електрообладнання підлягають заземленню шляхом металевого з'єднання з нульовим захисним провідником мережі.

Групові мережі, що живлять загальне освітлення і штепсельні розетки, передбачені однофазними трипровідними з прокладенням самостійного нульового захисного провідника, починаючи від поверхових щитів.

Розподільні мережі передбачені трифазними п'ятидротяними з прокладенням самостійного нульового захисного провідника, починаючи від розподільного пристрою.

З метою зрівнювання потенціалів в електрощитовій встановлюється головна заземлююча шина (ГЗШ), а по тех. приміщенні прокладається магістраль, що є продовженням головної заземлюючої шини до якої під'єднуються усі металеві трубопроводи, що входять у будівлю, заземлювач облаштування повторного заземлення нульового дроту. З'єднання виконуються сталеву смугою перерізом 25×4 мм. ГЗШ і магістраль виготовляється із сталі перерізом 8×50 мм.

У щитах, РП ліфтів встановлюються РЕ - шини з міді перерізом 3×16 мм. Основна схема зрівнювання потенціалів показана на рис. 3.6.

У ванних приміщеннях передбачається додаткова система зрівнювання потенціалів, до якої приєднуються усі сторонні струмопровідні частини (рис. 3.7, 3.8). З'єднання виконуються кабелем марки 3×16 мм перерізом

1×4 мм². На ввіді передбачено пристрій повторного заземлення нульового дроту.

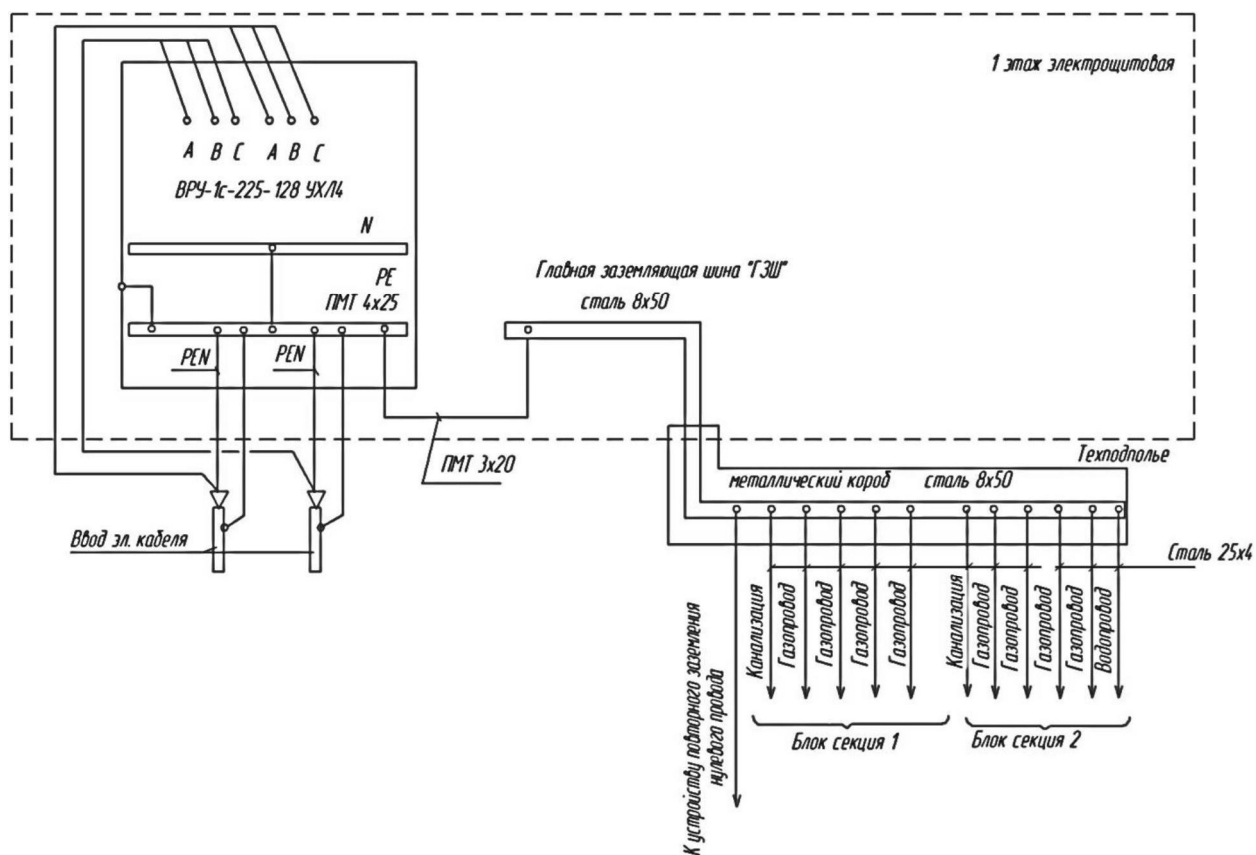


Рисунок 3.6 – Схема основної системи зрівнювання потенціалів

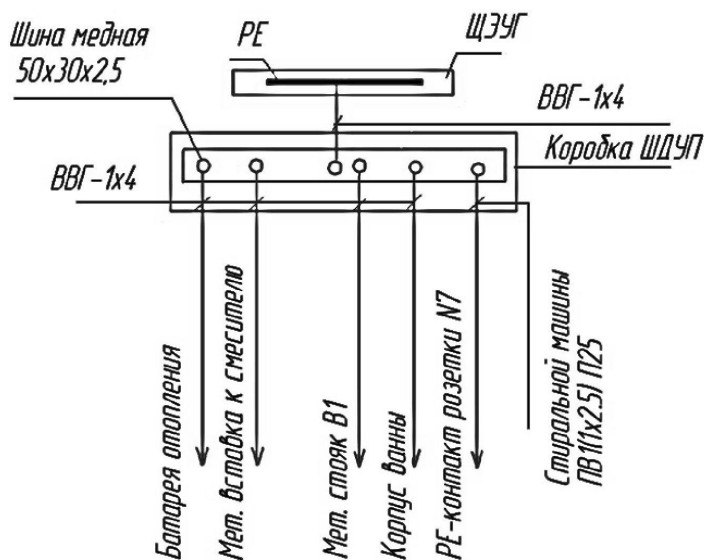


Рисунок 3.7 – Схема №1 додаткової системи зрівнювання потенціалів ванних кімнат

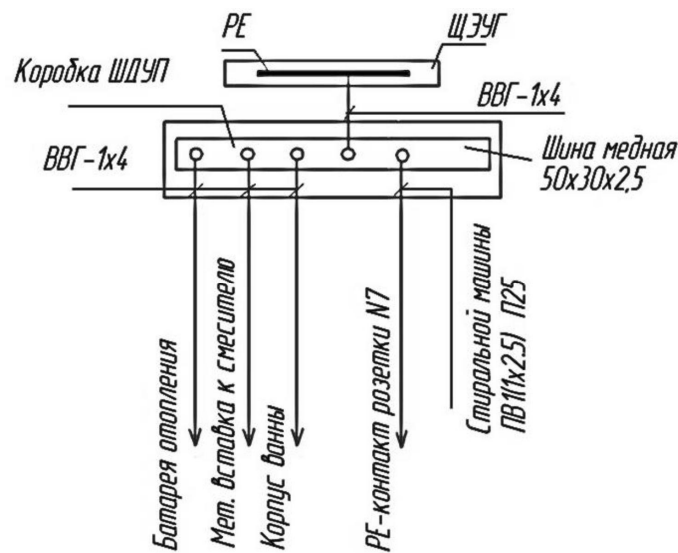


Рисунок 3.8 – Схема №2 додаткової системи зрівнювання потенціалів ванних кімнат

3.4 Висновки до розділу 3

У цьому розділі для забезпечення безпеки, запропоновано в групах № 4, 2, 6, 8, 14 встановити облаштування захисного відключення ПЗВ22-16-2-030 $I_n = 16 A$, $I_g = 30 mA$.

Розподільні лінії виконуються дротом марки АПВ в полівінілхлоридних трубах, прокладених живляться від групи №4 кабелем марки ВВГн2 3×2.5 мм².

Для забезпечення енергозбереження в під'їзді багатоквартирного будинку передбачено:

- використати енергозберігаючі світильника класу А+ зі світлодіодними джерелами світла;
- індивідуально керувати роботою світильника, наприклад, по сигналу від датчиків руху, освітлення, звукових детекторів.

Для забезпечення електробезпеки мешканців в цьому проекті приділяється підвищена увага. Усе неструмопровідні металеві частини електрообладнання заземлені шляхом металевого з'єднання з нульовим захисним провідником мережі. Реалізовані основна і додаткова схема зрівнювання потенціалів для приміщень з підвищеною вологістю.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Основні причини ураження людини електричним струмом

До основних причин ураження електричним струмом відносять:

- а) випадкове доторкання або приближення на небезпечну відстань до частин електрообладнання, що знаходяться під напругою;
- б) виникнення напруги на металічних конструктивних частинах електрообладнання - корпусах, кожухах, в результаті пошкодження ізоляції чи інших причин;
- в) виникнення напруги на відключених струмоведучих частинах, на яких працюють люди, внаслідок випадкового включення установки;
- г) виникнення крокової напруги на поверхні землі в результаті замикання провідника на землю.

Основними заходами захисту від ураження електричним струмом являються: забезпечення недоступності частин електрообладнання, що знаходяться під напругою, від випадкового до нього доторкання; захисне розділення кола; усунення небезпеки ураження електричним струмом при виникненні напруги на корпусах, кожухах і інших частинах електрообладнання, що досягається завдяки використанню малих напруг та подвійної ізоляції, вирівнюванню потенціалу, захисним заземленням, зануленням, захисним відключенням, використанню спеціальних захисних пристроїв - переносних приладів і засобів; організація безпечної експлуатації електрообладнання.

Захисне розділення кола. В розкиданих електричних колах або з великою протяжністю навіть справна ізоляція може мати досить маленький опір, а ємність провідників відносно землі - велику величину. Ці обставини

можуть становити велику небезпеку, так як в таких колах до 1000 В із

ізолюваною нейтраллю втрачається захисна функція ізоляції провідників і виникає небезпека ураження людини електричним струмом у випадку її доторкання до провідника електричного кола або до іншого предмету, що знаходився під фазною напругою. Цей недолік електричного кола може бути усунений шляхом захисного розділення кола, тобто розділення досить протяжних гілок електричного кола на декілька менш протяжних і електрично між собою не з'єднаних. Розділення виконують за допомогою спеціальних розділяючих трансформаторів. В результаті такого розділення ізолювані ділянки електричного кола мають великий опір ізоляції та малу ємність провідників відносно землі, завдяки чому можна покращити умови безпеки загалом.

4.2 Захисне заземлення та занулення

Захисне заземлення - спеціальне з'єднання із землею металевих частин обладнання, що не знаходяться під напругою в звичайних умовах, але які можуть опинитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції електрообладнання.

Основна мета захисного заземлення - усунення небезпеки ураження людей електричним струмом при виникненні напруги на конструктивних частинах електрообладнання тобто при "замиканні на корпус".

Принцип роботи захисного заземлення – зниження до безпечних значень напруг доторкнення та кроку, зумовлених "замиканням на корпус". Це досягається зменшенням потенціалу заземленого обладнання, а також вирівнюванням потенціалів за рахунок підйому потенціалу основи, на якій стоїть людина, до потенціалу, близького по величині до потенціалу заземленого обладнання.

Застосовують захисне заземлення у трифазних колах з напругою до 1000 В з ізолюваною нейтраллю і більше 1000 В з любым режимом нейтралі.

Заземлюючим пристроєм називають сукупність заземлювача – металевих провідників, що мають електричний зв'язок із землею, і заземляючих

провідників, що з'єднують заземлені частини електрообладнання із заземлювачем. Відрізняють два типи заземлюючих пристроїв: виносні та контурні.

Виносний заземлюючий пристрій характеризується тим, що його заземлювач поміщений за територію де розміщено заземлююче обладнання, або заземлювач розташовують на невеликій частині цієї території. Недоліком виносного заземлюючого пристрою являється віддалення заземлювача від заземлюючого електрообладнання, внаслідок чого коефіцієнт $a=1$. Тому такий тип заземлення застосовують при малих струмах замикання на землю і частково в установках до 1000 В, де потенціал заземлювача не перевищує допустимої напруги доторкування. Перевагою являється те, що можна вибрати місце розміщення електродів із найменшим опором ґрунту.

Контурний заземлюючий пристрій характеризується тим, що його одиночні заземлювачі розміщуються по контуру або периметру території, на якій знаходиться заземлююче обладнання, або розподіляються по всій території рівномірно. При контурному заземленні забезпечується вирівнювання потенціала на території до такої величини, щоб максимальне значення напруг доторкання та кроку не перевищували допустимих. Це досягається шляхом відповідного розміщення одиночних заземлювачів. Всередині приміщення вирівнювання потенціалу відбувається природнім шляхом через металічні конструкції, трубопроводи, кабелі і інші струмопровідні елементи, що зв'язані із колом заземлення.

Розрізняють штучні заземлювачі, що використовують виключно для заземлення та природні - металічні предмети для іншого призначення, що знаходяться в землі. Для штучного заземлення використовують зазвичай вертикальні і горизонтальні електроди. В якості вертикальних електродів використовують металічні труби діаметром 3-5 см і металічні кутники розміром від 40x40 до 60x60 мм і довжиною 2,5-3 м. В останні роки всечастіше почали використовувати металічні прутки 10-12 мм і довжиною до 10м. Для зв'язку вертикальних електродів і в якості горизонтального електрода використовують

полосну сталь січенням не менше 4x12 мм або сталь круглого січення діаметром не менше 6 мм. Для розміщення вертикальних заземлювачів риють траншею глибиною 0,7 - 0,8 м, після чого за допомогою механізмів забивають труби або кутники.

В якості природних заземлювачів можна використовувати проложені в землі водопровідні труби і інші металічні трубопроводи, за виключенням труб, що проводять горючі суміші, газ, а також не можна використовувати в якості природних заземлювачів трубопроводи, що покриті ізоляцією для захисту від корозії. Також використовують металічні конструкції і арматуру залізобетонних конструкцій будинків, що мають з'єднання із землею; свинцеві оболонки кабелів, що проходять під землею.

Відповідно до ПУЕ, опір захисного заземлення в любую пору року не повинно перевищувати 4 Ом в установках із напругою до 1000 В, але якщо потужність джерела струму (генератора або трансформатора) менше 100 кВ·А тоді опір заземлення допускається 10 Ом. Для установок із напругою вище 1000 В та з великими струмами замикання на землю (більше 500 А) опір заземлення не повинен перевищувати 0,5 Ом. Не більше 10 Ом опір заземлення повинен бути для установок більше 1000 В із малими струмами замикання на землю і без компенсації ємнісних струмів; якщо заземлююче обладнання одночасно використовується для електроустановок напругою до 1000 В, то опір заземлення не повинен перевищувати $125/I_3$, але не більше 10 Ом (або 4 Ом, якщо це вимагається для установок до 1000 В).

Захисне заземлення необхідне при експлуатації обладнання, яке може опинитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції самого електрообладнання. При цьому в приміщеннях із підвищеною небезпекою або заземлення являється обов'язковою умовою при номінальній напрузі електрообладнання вище 36 В змінного і ПО В постійного струму, а в приміщеннях без підвищеної небезпеки - при напрузі 500 В і вище. Тільки у вибухонебезпечних приміщеннях заземлення використовують незалежно від величини напруги. Отже, за допомогою захисного заземлення можна уникнути

небезпеки ураження людини електричним струмом при виникненні напруги на конструктивних частинах електрообладнання тобто при "замиканні на корпус".

Занулення

Зануленням називають приєднання до не однократного заземленого нульового проводу живлячих кола корпусів і інших конструктивних сталевих елементів електрообладнання, які у звичайних умовах не знаходяться під напругою, але внаслідок пошкодження ізоляції можуть опинитися під напругою. Принципова схема заземлення показана на рис 4.1. Основна функція занулення така ж як у захисного заземлення: унеможливлення небезпеки ураження людей струмом при пробії на корпус. Вирішується така задача автоматичним відключенням пошкодженого обладнання від кола живлення.

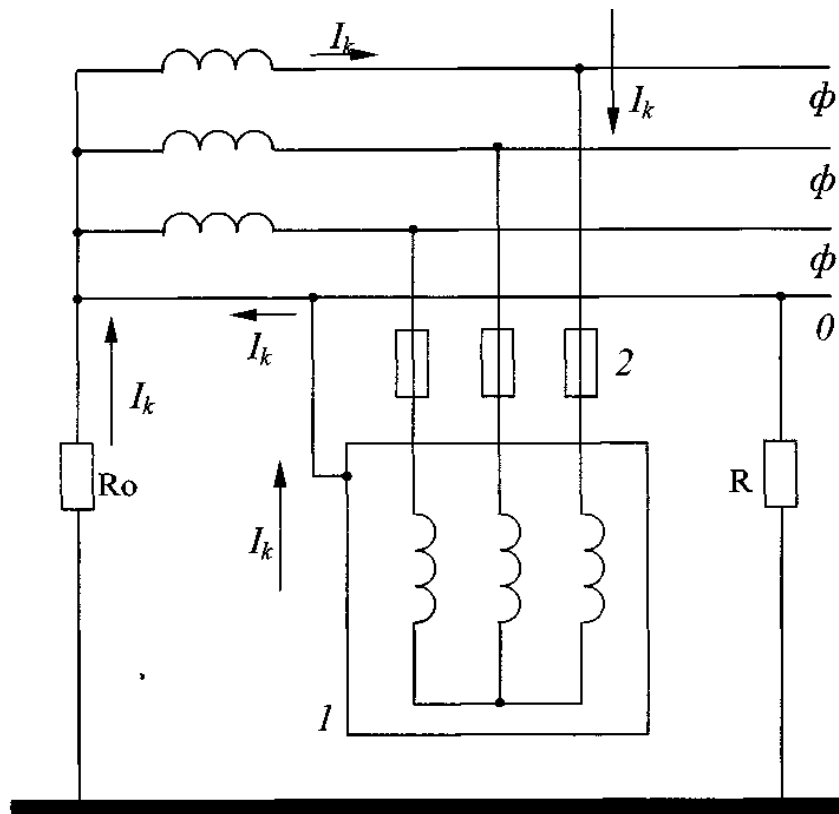


Рисунок 4.1 Принципова схема занулення

1 - корпус; 2 - апарати захисту від струмів короткого замикання; R_0 - опір заземлення нейтралі джерела струму; R - опір повторного заземлення нульового проводу; I_k - струм короткого замикання

Принцип дії занулення - перетворити пробій на корпус в однофазне коротке замикання, тобто замикання між фазним і нульовим проводами, із метою створення великого по величині струму, що зможе забезпечити ввімкнення захисту і тим самим відключити обладнання від кола живлення. До такого захисту можна віднести: плавкі вставки чи автоматичні вимикачі, що ставлять перед користувачами електричної енергії для захисту від струмів короткого замикання. Швидкість відключення пошкодженого обладнання, тобто час з моменту виникнення напруги на корпусі до моменту відключення установки від кола живлення, складає 5-7 с при захисті обладнання плавкими вставками і 1-2 с при захисті автоматами. Область застосування занулення до 1000 В із глухозаземленою нейтраллю. Зазвичай це кола напругою 380/220 і 220/127 В.

На рис 4.1 можна побачити, що схема занулення потребує нульового проводу, заземлення нейтралі джерела струму і повторного заземлення нульового проводу, який створює струм короткого замикання схеми з малим опором, щоб цей струм був достатнім для швидкого спрацювання захисту, тобто моментального відключення пошкодженого обладнання від живлення.

Відповідно до вимог ПУЕ нульовий провід повинен мати провідність не менше половини провідності фазного проводу. У такому випадку струм короткого замикання буде достатнім для швидкого відключення пошкодженої електроустановки, що у свою чергу дозволить зменшити можливість ураження людини електричним струмом при пробії на корпус.

Занулення виконують обов'язково для електричних кіл із напругою 380/220 В.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі бакалавра здійснено розробку системи внутрішнього електропостачання десятиповерхового житлового багатоквартирного комплексу в м. Виноградів.

Проект електроустановки житлового будинку виконаний відповідно до ПУЕ, НПАОП 40.1-1.32-01, ДНАОП 0.00-1.32-01, ДБН В.2.5-23:2010, Технічна політика: Побудова та експлуатація електричних мереж, ДБН В.2.5-23:2010, ДБН В.2.5-28:2018, ДБН В.2.5-28:2018

Проект житлового будинку розроблений на підставі завдання на КРБ, архітектурно-будівельних і санітарно-технічних норм.

Як ввідний пристрій прийнятий щит типу *ВРУ – 1С – 225 – 128УХЛ4* з АВР для двох секцій. У щиті розміщуються автоматичні вимикачі *ВА 04 – 36* і лічильники обліку електроенергії на вводах.

Як розподільний пристрій прийнятий щит типу *ВРУ – 1С – 300 + 300 – 225 УХЛ4*. У щиті розміщуються автоматичні вимикачі типу *ВА 5131* для захисту розподільних ліній, автоматичні вимикачі *ВА – 24 – 29* і пристрій захисного відключення ПЗВ-22 з $I_n = 16A$ і струмом витоку $30 mA$ для захисту групових ліній освітлювальної мережі, лічильники обліку електроенергії типу *Меркурій 230AR – 01CL*, $5(50) A$, кл. 1.0.

У нішах стін на сходових майданчиках встановлюються поєднані щити типу ЩЕУГ. У щитах розміщуються лічильники загальноквартирного обліку типу *Меркурій 200.04"*, $5(50) A$, кл. 1,0; автоматичні вимикачі захисту групових ліній, пристрій захисного відключення *ПЗВ22 – 16 – 2 – 030* і *ПЗВ22 – 25 – 2 – 030* (у розеткових групах).

Електроосвітлення сходових кліток і входів до житлового будинку керується автоматично від фотореле, встановленого в щиті ВРП і, крім того, на проміжних майданчиках передбачається установка автоматичних вимикачів типу *AB – 01* з витримкою часу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загального призначення (EN 50160:2010, IDT) : ДСТУ EN 50160: 2014. – [Чинний від 2014-10-01]. – К.Мінекономрозвитку України, 2014. – 33 с. – (Національний стандарт України)
2. Бурбело, М. Й. Розрахунок внутрішнього електропостачання : навчальний посібник / Бурбело М. Й. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 123 с.
3. Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х. : Видавництво "Форт", 2017. - 760 с.
4. Системи заземлення, типи, TN-C, TN-C-S, TN-S, TT, IT // Енергомаг: [Веб-сайт]. Київ, 2021. URL: <https://energomag.net/zazemlenie-dlya-doma/sistemi-zazemlennya-tipitn-c-tn-c-s-tn-s-tt-it> (дата звернення: 16.02.2022).
5. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення : ДБН В 2.5-23-2003. — К. : Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2004.
6. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (укр)
7. ДБН В.2.5-23:2010 Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення : Державні будівельні норми і правила // ДП "Укрархбудінформ". Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 169 с.
8. Бурбело М.Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків. Навчальний посібник. – 2-е вид., перероб. і доп. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2005. – 148 с.
9. Технічна політика: Побудова та експлуатація електричних мереж. Технічна політика // Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. Київ: ДП «НЕК «Укренерго», 2014. 250 с.
10. ДБН В.2.5-23:2010 Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 169 с.

11. ДБН В.2.5-28:2018 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 137 с.

12. Лук'яненко Ю. В. Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні : Навч. посіб. / Ю. В. Лук'яненко, Ж. І. Остапчук, В. В. Кулик; Вінниц. держ. техн. ун-т. - Вінниця, 2002. - 111 с. 77 23

13. Державні Будівельні Норми України. ДБН В.2.5-28:2018. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. Чинні з 28.02.2019 р.

14. Буряк В. М. Експлуатація електрообладнання систем електропостачання [Текст] : навч. посіб. [для студ. електротехн. спец. вищ. навч. закл.] / В. М. Буряк. — 2-ге вид., переробл. та випр. — Х. : Тимченко, 2008.

15. Зорін В.В., Штогрін Є.А., Буйний Р.О. Електричні мережі та системи: навчальний посібник для студентів вищ. техн. навч. закл.– Ніжин ТОВ “Видавництво”Аспект-поліграф”, 2011. – 248 с.

16. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів [Текст] : [затв. ... Наказ М-ва палива та енергетики України 25.07.2006 № 258] / М-во палива та енергетики України. - Х. : Індустрія : Енергетичні рішення, 2012. - 318 с.

17. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом

18. Системи заземлення, типи, TN-C, TN-C-S, TN-S, TT, IT // Енергомаг: [Веб-сайт]. Київ, 2021. URL: <https://energomag.net/zazemlenie-dlya-doma/sistemi-zazemlennya-tipitn-c-tn-c-s-tn-s-tt-it> (дата звернення: 16.02.2022).

19. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник. 5-е вид. / За ред. М.П. Гандзюка. - К.: Каравела, 2011. - 384 с.