

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Підвищення надійності системи електропостачання
житлового комплексу із використанням альтернативних джерел енергії**

Виконав(ла): студент(ка) ІІ курсу, групи ЕЕД-2
спеціальності 141

електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

Косткіна І. С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Бабюк С. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Вакуленко О. О.
(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 Центр перепідготовки та післядипломної освіти
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

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

« 05 » вересня 2022 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Косткіні Ірині Степанівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення надійності системи електропостачання житлового комплексу
із використанням альтернативних джерел енергії

Керівник роботи Бабюк Сергій Миколайович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 26 » серпня 2022 року № 4/7-717

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи опорів мережі, прогнозована споживана потужність проєктованого
житлового комплексу, графік навантаження трансформаторної підстанції.

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

1. Аналітичний розділ

2. Розрахунково-дослідницький розділ

3. Проектно-конструкторський розділ

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Характеристики сонячних модулів. План території житлового комплексу.

Підключення квартирних споживачів електричної енергії до поверхового щитка.

Схема електропостачання квартирних споживачів. Схема електрична принципова групової
мережі. Основна та додаткова система зрівнювання потенціалів. Схематична послідовність

підключення сонячної панелі. Річна генерація електричної енергії сонячними панелями

Показники генерації потужності сонячними панелями. Схема освітлення.

Блискавкозахист житлової забудови.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Гурик О. Я. к.т.н., доцент		
Безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання 05 вересня 2022 року**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	15.09.2022	
2	Аналітичний розділ	01.10.2022	
3	Розрахунково-дослідницький розділ	01.11.2022	
4	Проектно-конструкторський розділ	01.12.2022	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	15.12.2022	
6	Висновки	15.12.2022	
7	Оформлення пояснювальної записки	20.12.2022	
8	Оформлення графічної частини	20.12.2022	

Студент

(підпис)

Косткіна І. С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Бабюк С. М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Косткіна І. С. Підвищення надійності системи електропостачання житлового комплексу із використанням альтернативних джерел енергії

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Стор.– 64; рис. 30; табл. - 10; креслень - __; джерел - 20; додатків - _.

В даній роботі здійснено розробку технічних заходів для підвищення надійності системи електропостачання житлового комплексу із використанням альтернативних джерел енергії.

Розроблено проект системи електропостачання житлового комплексу, - наведено загальний опис житлового комплексу, проведено розрахунок силового та освітлювального навантаження житлового комплексу, та прибудинкової території, розраховано компенсацію реактивної потужності на шинах 0,4 кВ, проведено розрахунок живильної лінії 10 кВ до КТПН, проведено розрахунок живильних ліній 0,4 кВ, проведено розрахунок розподільчої мережі, вибрано сучасне електроустаткування системи електропостачання житлового комплексу. Здійснено розрахунок та вибір сонячної електростанції для забезпечення електроенергією споживачів житлового комплексу.

Перелік ключових слів: ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА, ОСВІТЛЕННЯ, СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Сонячні електростанції.	9
1.2 Електричні характеристики сонячних модулів	11
1.3 Навантаження сонячного модуля. Перетворювачі постійної напруги (інвертори). Понижуючий регулятор. Підвищувальний регулятор напруги.	14
1.4 Сонячна енергія: переваги та недоліки	18
1.5 Висновки до розділу 1	19
2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	20
2.1 Коротка характеристика об'єкту проектування	20
2.2 Визначення споживаної потужності житлового будинку	21
2.3 Розрахунок та вибір трансформаторної підстанції	22
2.3.1 Вибір шинопроводів ТП	23
2.3.2 Вибір кабелів	24
2.3.3 Вибір запобіжників	25
2.4 Розподільча і групова електромережа	26
2.5 Електробезпека	30
2.6 Висновки до розділу 2	32
3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	33
3.1 Розрахунок і вибір сонячної електростанції	33
3.1.1 План паркувального майданчика для встановлення сонячної електростанції	33
3.1.2 Розрахунок та вибір елементів сонячної електростанції	34
3.1.3 Вибір сонячних панелей	38
3.1.4 Вибір акумуляторних батарей	39
3.1.5 Випрямляч, інвертор змінного струму	41

	5
3.2 Розрахунок освітлення	44
3.2.1 Розрахунок і вибір світильників паркувального майданчика.	44
3.2.2 Розрахунок штучного освітлення автостоянки	46
3.3 Захист прибудинкової території від блискавки	49
3.4 Висновки до розділу 3	54
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	55
4.1 Основні причини ураження людини електричним струмом	55
4.2 Захисне заземлення та занулення	57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	62
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	63

ВСТУП

У наш час неможливо уявити життя людини без електричної енергії. Електрична енергія настільки увійшла в наше життя, що без неї нічого не обходиться. Робота, виконана по її генерації та транспортуванню, дуже велика. Під генерації електричної енергії завдається багато шкоди природі. Прикладом цього є шкідливі гази, що виділяються під час горіння вогню, наприклад на теплових електростанціях і ТЕЦ. Електрику також можна отримувати з гідроелектростанцій і атомних електростанцій, але це небезпечно, прикладом цього можна назвати аварії, які сталися на АЕС в Україні та Японії.

Актуальність проблеми.

В даний час розвинені країни поступово переходять на альтернативні джерела енергії. Це безкоштовне, невичерпне джерело енергії, до того ж абсолютно нешкідливе для природи. Наприклад, сонце, вітер і морські хвилі повинні розглядатися як багатство, що лежить під нами. Тому варто більше уваги приділяти сфері альтернативної енергетики. Звичайно, ми не зможемо відмовитися від традиційних джерел енергії в найближчі 50-100 років, але з часом вітрові та сонячні станції повністю замінять їх.

Вимоги до об'єктів електропостачання:

- бути безпечним для життя людини
- щоб економічна ефективність була якомога вищою
- бути готовим до надзвичайних ситуацій у зв'язку зі зміною погоди
- має бути зручною для проведення ремонтних робіт та відповідати

вимогам ПУЕ та іншої нормативно-правової документації.

Міські електричні мережі мають низку мінусів, такі як періодична поломка мереж, пов'язана з погодними умовами або іншими аварійними причинами, через які цілий мікрорайон залишається без електрики від години до кількох днів, а також проблема втрати частини потужності, яка, у свою чергу, проходячи від станції до пункту призначення, втрачає частину електроенергії, у зв'язку з цим, електропостачання доходить до будинків не в

повній мірі. Використовуючи модульні панелі на сонячних батареях, будинок не тільки незалежний від центральної подачі електроенергії за провідними мережами, але й залишок невикористаної електроенергії може піти на роботу інших об'єктів громадського користування.

Щоб застосування панелей було рентабельним, обов'язково потрібно враховувати рівень сонячної інсоляції у місці проектування будівлі, так як надходження радіації сонця взимку та влітку різні. Тому доцільно розробляти схему електропостачання будівлі із застосуванням кількох джерел енергії.

Мета і завдання дослідження.

Основною метою роботи є розробка технічних заходів для підвищення надійності системи електропостачання житлового комплексу із використанням альтернативних джерел енергії.

Поставлена в роботі мета вимагає вирішення наступних задач:

- аналіз використання сонячних джерел енергії;
- аналіз обладнання, яке необхідне для використання альтернативно джерела електричної енергії;
- розрахунок силового та освітлювального навантаження житлового комплексу;
- розробка системи електропостачання із використанням сонячних панелей;
- розрахунок освітлення прибудинкової території та вибір освітлювальних установок;
- розрахунок, вибір та перевірка комутаційного та захисного обладнання.

Об'єкт дослідження – електрична мережа житлового комплексу.

Предмет дослідження – технічні заходи для забезпечення надійного електропостачання житлового комплексу.

Наукова новизна отриманих результатів.

– Отримало подальший розвиток аналіз, розробка і впровадження технічних заходів забезпечення надійної роботи мережі електропостачання

житлового комплексу

Практичне значення отриманих результатів.

Впровадження отриманих результатів для забезпечення надійної роботи мережі електропостачання житлового комплексу дозволить знизити навантаження в мережі, та зменшити кількість аварій; застосування сонячної електростанції дозволить знизити викиди в атмосферу шкідливих речовин.

Апробація.

Основні положення та результати досліджень доповідались та обговорювались на XI Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» 7 - 8 грудня 2022 р., на базі Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань (20 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 64 сторінки.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Сонячні електростанції.

Для виробництва сонячних елементів використовуються різні напівпровідникові матеріали. До цього часу в основному використовувався кремній. У зв'язку з цим необхідно пояснити тут способи отримання сонячних елементів із кремнію.

Сонячні батареї покриті сніжно-блакитним шаром для запобігання відблиску. Металевий кремній виготовляється з матеріалу, який значно зменшує відбиття світла, оскільки він добре відбиває світло. При цьому в якості матеріалу часто використовується шар нітриду кремнію (Si_3N_4) товщиною 70 нм. Діоксид кремнію (SiO_2) або діоксид титану (TiO_2) також придатні як антиблікові покриття. Щоб досягти кращої оптичної інтеграції фотоелектричних модулів у будівлі, відбиваючі шари можуть бути виготовлені з інших матеріалів, крім темно-синього. На малюнку 1.1 показана основна структура кристалічної сонячної батареї.

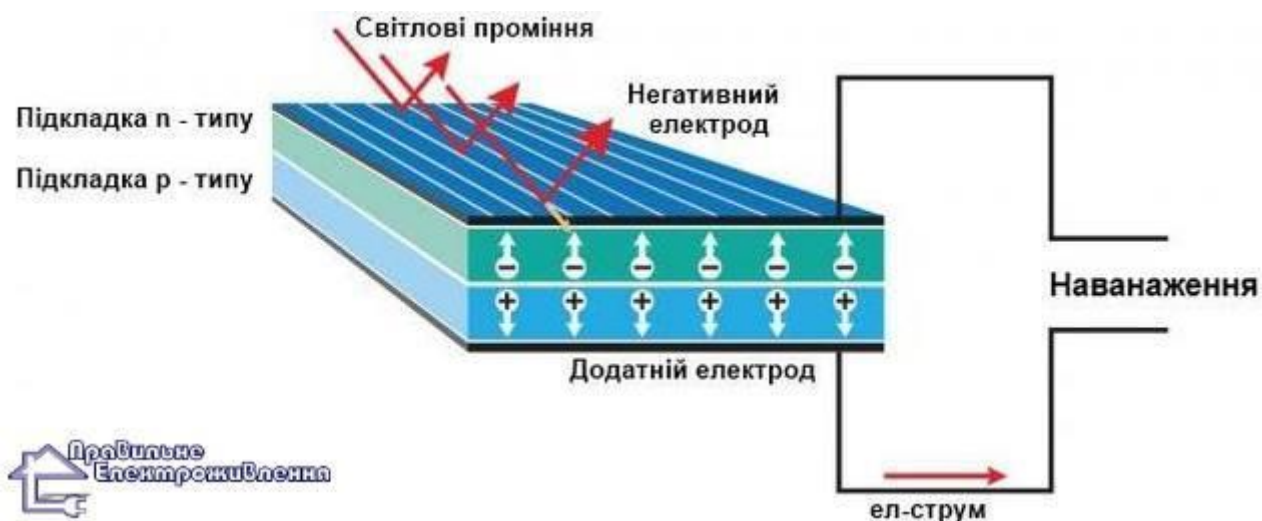


Рисунок 1.1 – Основна структура кристалічної сонячної батареї

Сонячні модулі з кристалічними елементами. Окремі незахищені сонячні батареї швидко псуються під впливом кліматичних факторів, кілька сонячних батарей об'єднані в модуль. При цьому загальні розміри кристалічних

сонячних елементів від 10 до 20 см. Для використання в системах акумуляторних батарей, сонячні модулі варіюються від 32 до 40 елементів. Існують інші версії модулів з більшою чи меншою кількістю елементів для мережевих систем.

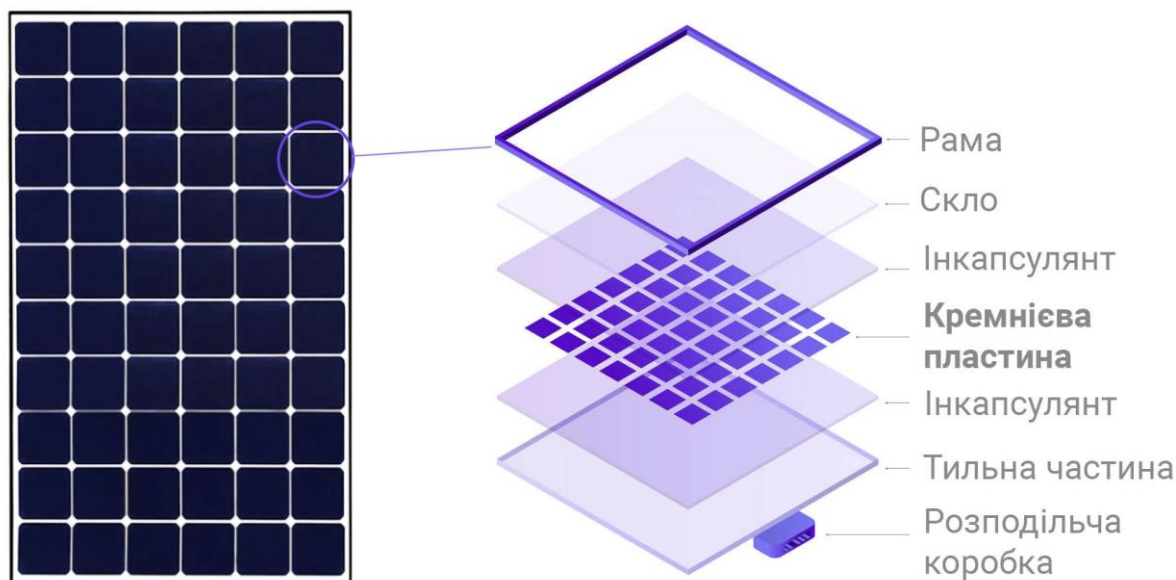


Рисунок 1.2 – Основна структура сонячного модуля.

Для передньої кришки використовується скло без вмісту заліза, як і у випадку з плоскими сонячними колекторами. Зовнішнє покриття - скло або пластик. Сонячні елементи розміщені в пластиковому просторі між двома кришками. Для цього часто використовують EVA (етиленвінілацетат), який твердне під тиском нижче атмосферного при температурі близько 100 °С. Цей процес ще називають ламінуванням. Готові модулі оснащені рамою для захисту скла від пошкоджень і для зручності монтажу. З'єднання часто виконуються у вигляді муфтових вимикачів. Тут для захисту від непотрібних режимів роботи можуть використовуватися обхідні діоди (обхідні діоди).

Сонячні елементи з аморфного кремнію. Поряд з кристалічними кремнієвими елементами використовуються також тонкоплівкові елементи. Ці елементи виготовлені з аморфного кремнію, а також інших матеріалів, таких як сполуки телуриду кадмію (CdTe) або диселеніду міді індію (CIS). Перевагою тонкоплівкових елементів є дуже низька витрата матеріалу та незначні виробничі втрати. З цієї причини особливо тонкоплівкові елементи мають

великий потенціал для подальшого розвитку. Нині ефективність тонкоплівкових елементів значно нижча, ніж елементів із кристалічного кремнію. Це означає, що при однаковій потужності збірка коштує найдорожче і вимагає великої площі.

Для сонячних елементів на основі аморфного кремнію в якості основи використовуються носії, якими зазвичай є скло. На це скло шляхом напилення наноситься тонкий шар прозорого оксиду цинку. Потім цей шар розрізається лазером на стрічки для підготовки системи комутації інтегральної схеми, яка потім слугуватиме фронтальними контактами. Потім кремній і донори напилюються на підкладку в умовах високої температури. Спочатку напилюється р-шар товщиною 10 нм, а потім наноситься буферний шар товщиною 10 нм. Потім іде внутрішній шар аморфного кремнію товщиною 500 нм і, нарешті, n-шар товщиною 20 нм. За допомогою трафаретного друку згодом на зовнішню сторону розташовуються контакти з алюмінієвої пудри, а на полімерний шар укладаються елементи для захисту.

1.2 Електричні характеристики сонячних модулів

Послідовне підключення сонячних батарей. Через низьку напругу сонячні елементи не використовуються окремо. З'єднується з модулями в ланцюговому режимі. Після з'єднання декількох таких модулів вони знову з'єднуються паралельно, послідовно або паралельно-послідовно.

Оскільки більшість модулів зібрано для роботи від свинцевої кислоти 12 В, оптимальна кількість сонячних елементів зазвичай становить від 32 до 40. Однак є модулі, які додають більше або менше елементів до ланцюжка залежно від їх призначення.

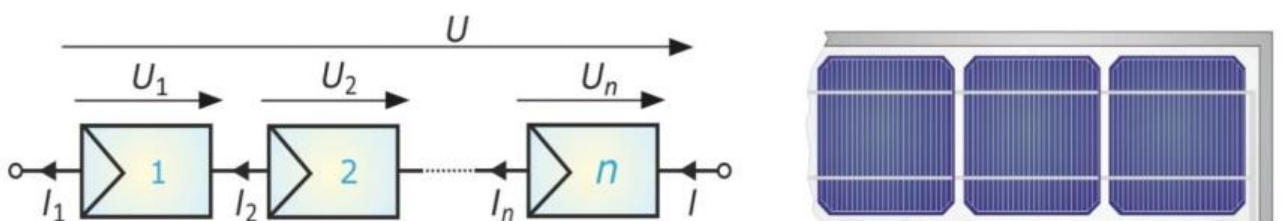


Рисунок 1.3 – Схема послідовно з'єднаних сонячних батарей.

Як показано на рисунку 1.3, у разі послідовного з'єднання n комірок струм через усі елементи I однаковий, напруга елементів U_i додається до загальної напруги модуля U :

$$I = I_1 = I_2 = \dots I_n;$$

$$U = \sum_{i=1}^n U_i.$$

Якщо всі елементи ідентичні і всі елементи знаходяться в однаковому стані (інтенсивність випромінювання і температура), то загальній напрузі відповідає напруга:

$$U = n \cdot U_i.$$

У цьому випадку специфікація $I-U$ послідовного з'єднання вноситься без великих витрат у специфікації однієї комірки.

Часто в супровідних паспортах виробника вказуються деякі параметри, наприклад, $E_{1000} = 1000 \text{ Вт/м}^2$ і напруга U_{max} , при максимальній потужності $v_{25} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ і сила струму I_{max} ; U_0 – напруга навантаження, I_{max} – струм короткого замикання, та α_0 і α_1 – температурні коефіцієнти.

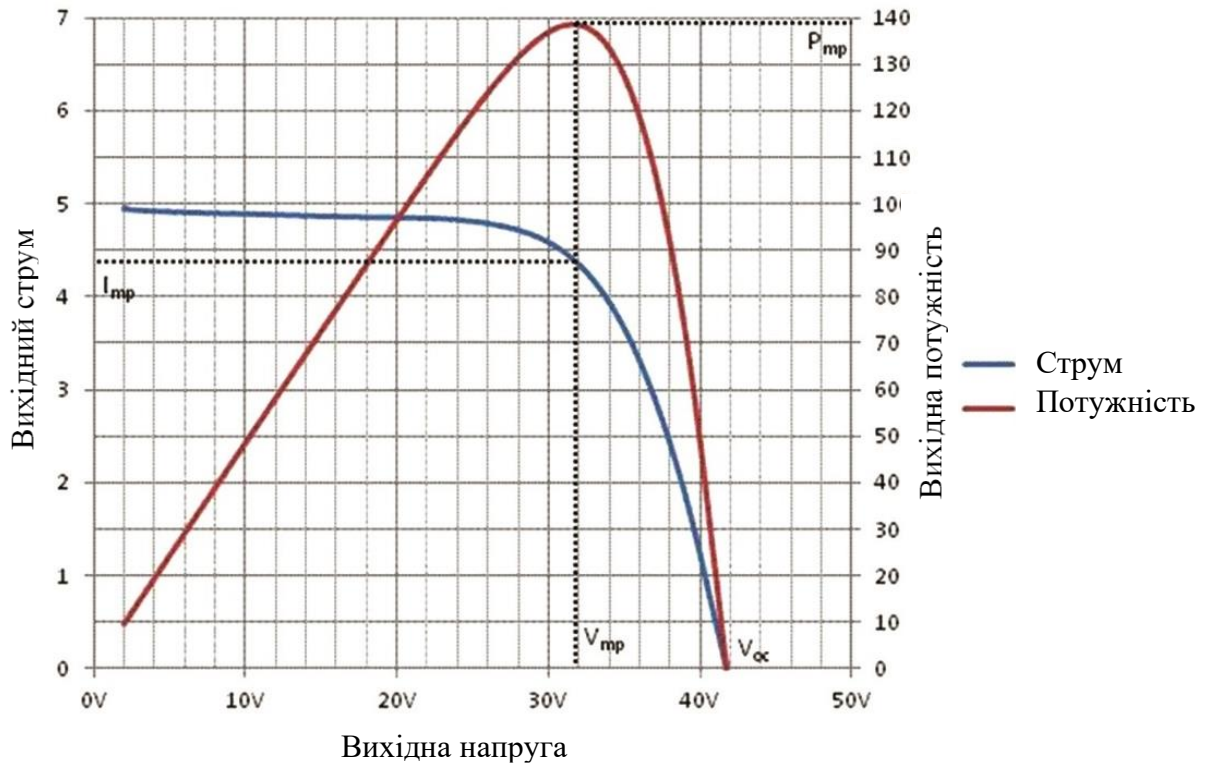


Рисунок 1.4 – ВАХ сонячної панелі із 72 елементів на 180 ВТ

Рівняння:

$$U_L = U_{L0} \cdot \frac{(E)}{\ln(E_{1000})} \cdot (1 + \alpha_U \cdot (v - v_{25}));$$

$$U_{max} = U_{max} \cdot \frac{\ln(E)}{\ln(E_{1000})} \cdot (1 + \alpha_U \cdot (v - v_{25}));$$

$$I_{max} = I_{max0} \cdot \frac{E}{E_{1000}} \cdot (1 + \alpha_I \cdot (v - v_{25}));$$

$$I_{k0} = \frac{E}{E_{1000}} \cdot (1 + \alpha_I \cdot (v - v_{25})).$$

Дозволяє швидко визначити температуру модуля v та інтенсивність випромінювання. Використовуючи такі параметри:

$$C_1 = I_k \cdot \exp(-C_2 \cdot U_L)$$

$$C_2 = \ln \frac{1 - I_{max}}{U_{max} - U_L}.$$

Інші параметри наводяться згідно з розрахунковими формулами.

Паралельне підключення сонячних елементів. Окрім послідовного підключення, також можна підключити кілька сонячних елементів паралельно.

Через великі струми і пов'язане з цим велике енергоспоживання в цьому випадку намагаються уникати паралельного з'єднання сонячних батарей.

Коли сонячні елементи з'єднані паралельно, однакова напруга U прикладається до всіх елементів. Струми елементів I додаються із сумарним струмом I .

$$U = U_1 = U_2 = \dots U_n;$$

$$I = \sum_{i=1}^n I_i.$$

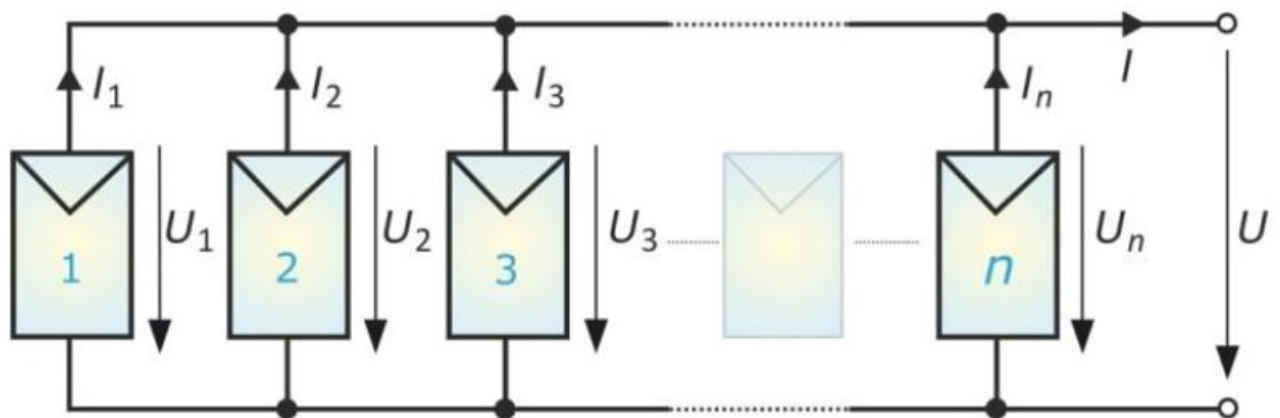


Рисунок 1.5 – Паралельне з'єднання n-сонячних елементів

Паралельне з'єднання сонячних елементів менше пошкоджує півтінні елементів. Немає небезпеки пошкодження сонячної батареї за допомогою цього підключення.

На практиці часто використовуються великі сонячні генераторні пристрої, за допомогою яких активується багато сонячних елементів і кілька з них працюють паралельно. У цьому випадку зазвичай необхідно захистити сонячні батареї, підключені до електричного кола, шунтуючими діодами. Сам ряд елементів може бути захищений діодами для кожного ряду (стрічкові діоди).

Однак від такої схеми часто відмовляються через великі витрати та невеликий захисний ефект у цьому випадку.

1.3 Навантаження сонячного модуля. Перетворювачі постійної напруги (інвертори). Понижуючий регулятор. Підвищувальний регулятор напруги.

Найпростішим видом навантаження є електричний опір R . Характеристика опору характеризується прямою лінією на основі співвідношення між струмом і напругою.

Якщо сонячна енергія поєднується зі струмом через опір струму I , узагальнений U і робоча точка разом з ними можуть бути визначені напругою землі, коли кола не замкнуті. Зазвичай ми використовуємо для цього чисельні методи вирішення.

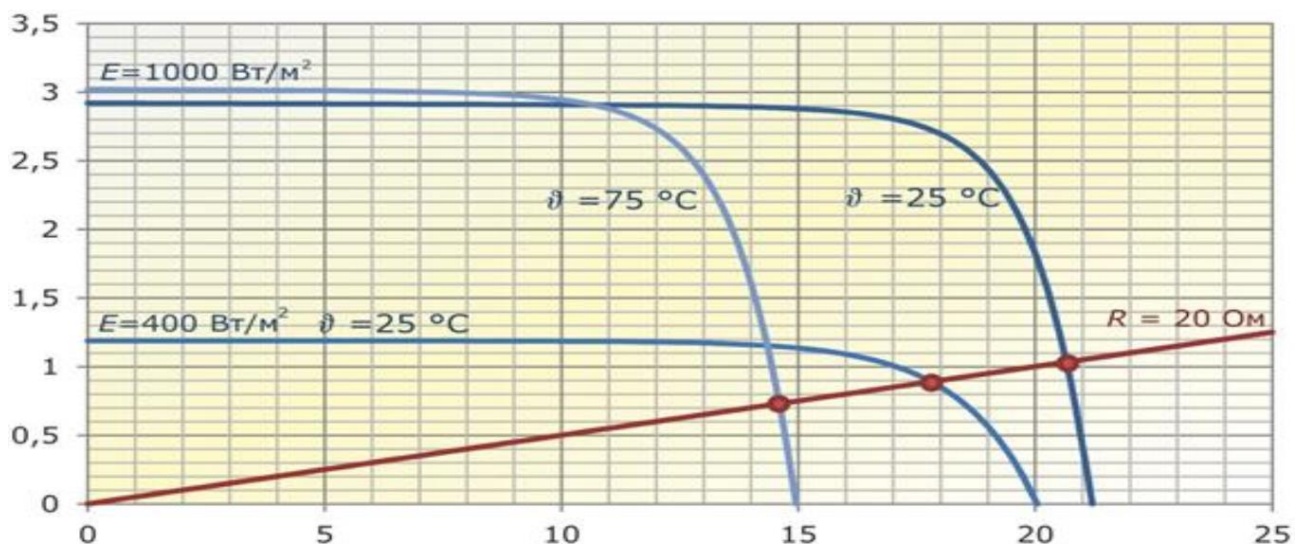


Рисунок 1.6 – Сонячний модуль в різних режимах роботи з омним навантаженням

При графічному визначенні робочої точки на загальній епюрі наносять пряму лінію опору сонячного світла і характеристику $I-U$. У точці перетину двох характерних ліній - робоча точка. З рис. 1.6 видно, що положення робочої точки суттєво змінюється в залежності від умов роботи сонячного модуля. У цьому прикладі модуль працює поблизу MCD при інтенсивності випромінювання 400 Вт/м^2 і температурі 25°C . Тут до опору прикладається

максимальна потужність. Однак за інших умов випромінювання та за інших температур модуль працює в найгіршій точці. Відомо, що подана потужність нижча за допустиму. Для омичного навантаження спостерігається значна зміна напруги та потужності.

Перетворювачі постійної напруги (інвертори). Процес виробництва електроенергії сонячними генераторами, як показано на рис. 1.6, гарантує нормальне покращення, якщо між споживачами та сонячними генераторами підключені перетворювачі постійного струму (інвертори).

Сонячний генератор в перетворювачах дозволяє реалізувати схему з напругами, відмінними від напруги споживання. На рис 1.7 видно, що живлення в сонячному генераторі можна значно збільшити в умовах високої інтенсивності випромінювання порівняно з попереднім прикладом омичного навантаження при постійній напрузі. Якщо напруга на сонячному генераторі може змінюватися залежно від температури, передачу можна додатково збільшити, тобто найвища напруга вибирається при найнижчій температурі.

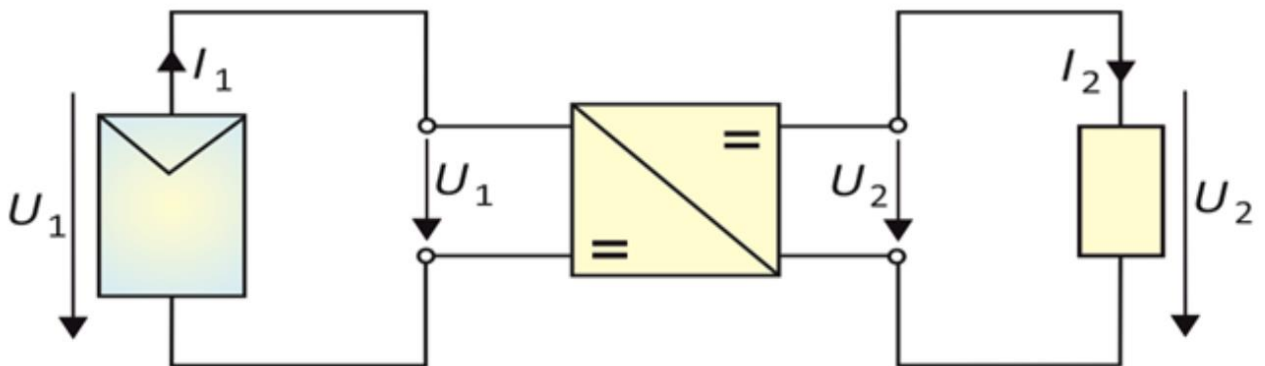


Рисунок 1.7 – Принципова схема знижувальних стабілізаторів напруги з омичним навантаженням

Великі перетворювачі постійної напруги мають ККД понад 90%. Лише невелика частина потужності втрачається в перетворювачі у вигляді тепла. Ідеальний перетворювач зі 100% ККД має однакову вхідну потужність P_1 і вихідну потужність P_2 .

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2 = P_2$$

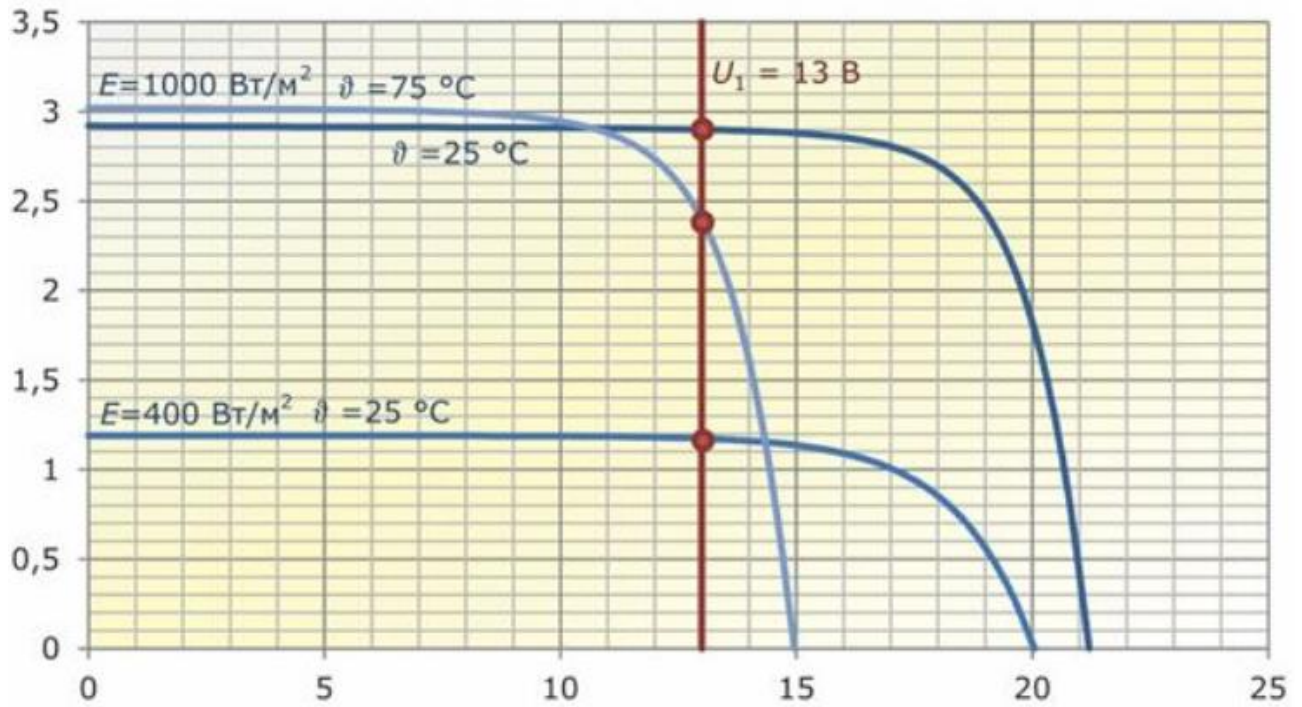


Рисунок 1.8 – ВАХ сонячного модуля в різних умовах роботи

Понижуючий регулятор. Якщо необхідно живити навантаження з напругою, нижчою, ніж у постійного сонячного генератора, то використовується регулятор зниження напруги згідно з рисунком 1.9.

Ідеальними конструктивними елементами для подальших розрахунків вважаються перемикачі (вентилі) і діоди. Перемикач замикається через інтервал часу S , тоді струм створює магнітне поле, в якому накопичується енергія. Наступне рівняння є дійсним для перенапруги для індуктивності:

$$U_L = L \frac{\partial^2 i}{\partial t^2}$$

Потім перемикач ТА розмикається на певний проміжок часу, магнітні поля котушки припиняються, і струм протікає через резистори R і діод D .

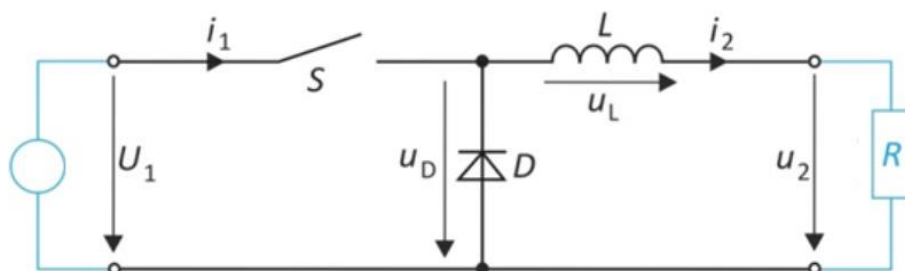


Рисунок 1.9 – Принципова схема понижувального регулятора напруги

Підвищувальні регулятори напруги. Якщо вихідна напруга повинна бути вище вхідної, то використовуємо підвищувальний стабілізатор. В цілому конструкція підвищувального регулятора схожа на конструкцію понижувального регулятора, за винятком того, що ми змінюємо точки підключення діода, перемикача та котушки індуктивності. Схема регулятора наведена на рисунку 1.10.

Так, якщо клапан (перемикач) S закритий, то в індуктивності L виникне магнітне поле. Там прикладена напруга $u_L = U_1 (u_L > 0)$. Якщо клапан знаходиться у відкритому стані, існує напруга $u_2 = U_1 - u_L (u_L < 0)$, яка буде вищою за вхідну напругу U навантаження. При цьому падіння напруги на діоді не враховується. Якщо клапан збирається знову закритися, то конденсатор C_2 деякий час утримує напругу на навантаженні. Діод D запобігає розряду конденсатора через затвор S . Для вихідної напруги U_1 більш правильним є таке рівняння:

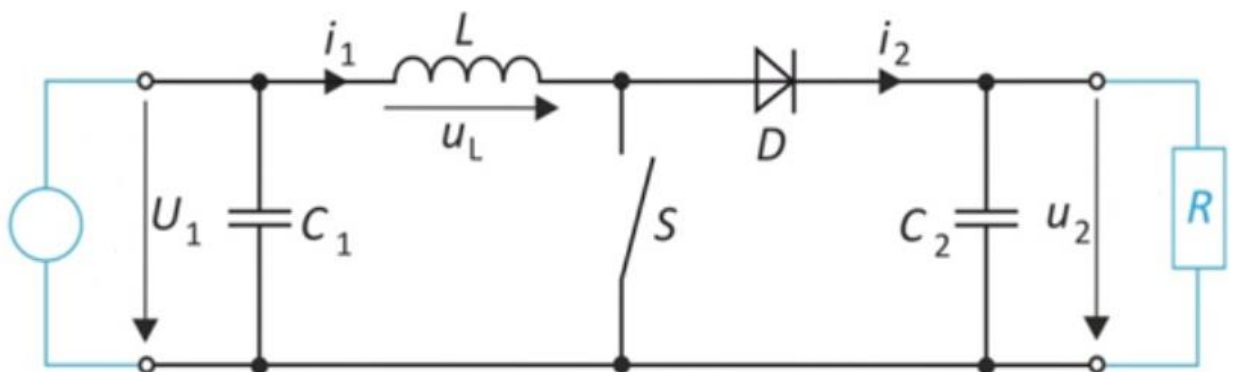


Рисунок 1.10 – Принципова схема підвищувального стабілізатора напруги

1.4 Сонячна енергія: переваги та недоліки

Використання сонячної енергії має як переваги, так і недоліки. Зокрема, перевагами є:

- 1) сонячна енергія доступна кожному;
- 2) невичерпний;
- 3) екологічно безпечні;

недоліки:

- 1) залежність від погоди та часу доби;
- 2) сонце дороге обладнання для виробництва енергії;
- 3) необхідно періодично очищати гравійну поверхню;
- 4) атмосфера навколо електростанції нагрівається;
- 5) необхідно економити енергію.

Проте попит на сонячну енергію з кожним роком зростає. Вчені кожної країни приділяють цьому виду додаткової енергії особливу увагу і розглядають шляхи його розвитку. У зв'язку з цим з кожним роком зростає рівень використання пристроїв, що перетворюють сонячну енергію в електричну. Наприклад, якщо в 2005 році тонкостінні сонячні елементи становили 6% ринку, то в 2006 році цей показник досяг 7%, в 2007 році - 8%, а в 2009-16 роках - 8%. Тобто з 1999 по 2006 рік виробництво тонкостінних сонячних батарей збільшувалося в середньому на 80% на рік. Якщо поглянути на споживання сонячної енергії в країнах Європи, то в 2010 році в Німеччині 2% електроенергії було вироблено фотоелектричним обладнанням, а в Іспанії цей показник становить 2,7%. Широке використання сонячної енергії в побуті є однією з найактуальніших проблем сучасності

Підсумовуючи, можна сказати, що перспектива використання сонячної енергії має велике значення для її цілей. За прогнозами вчених, до 2050 року сонячна енергія зможе задовольнити 20-25% потреб людства в електроенергії. За даними Міжнародного енергетичного агентства, протягом 40 років за допомогою сонячної енергії викиди вуглекислого газу в атмосферу скоротяться до 6 мільярдів тонн на рік. На основі цих результатів ми вважаємо, що сонячна енергія є невичерпним ресурсом для людства. Тому для своєї роботи серед альтернативних джерел енергії я вибрала саме сонячну енергетику.

1.5 Висновки до розділу 1

В даному розділі розглянуто питання сонячної електроенергетики, а саме принципів побудови та застосування сонячних електростанцій. Розглянуто основні складові системи електропостачання, яка побудована на сонячних батареях.

Подано основні переваги та недоліки застосування сонячних батарей.

2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Коротка характеристика об'єкту проектування

Запланований об'єкт – житловий будинок з паркінгом. Будинок – 6-поверховий на 48 квартир, 1 під'їзд. Є 2 ліфта. Розмір 15x50 м. Паркінг 12 x 36 м, висота 3,5 м. На одну машину припадає місце 2,5x5,5 м. Знаходиться за межами будинку, 20 м від житлового будинку. Між ними є дитячий майданчик.

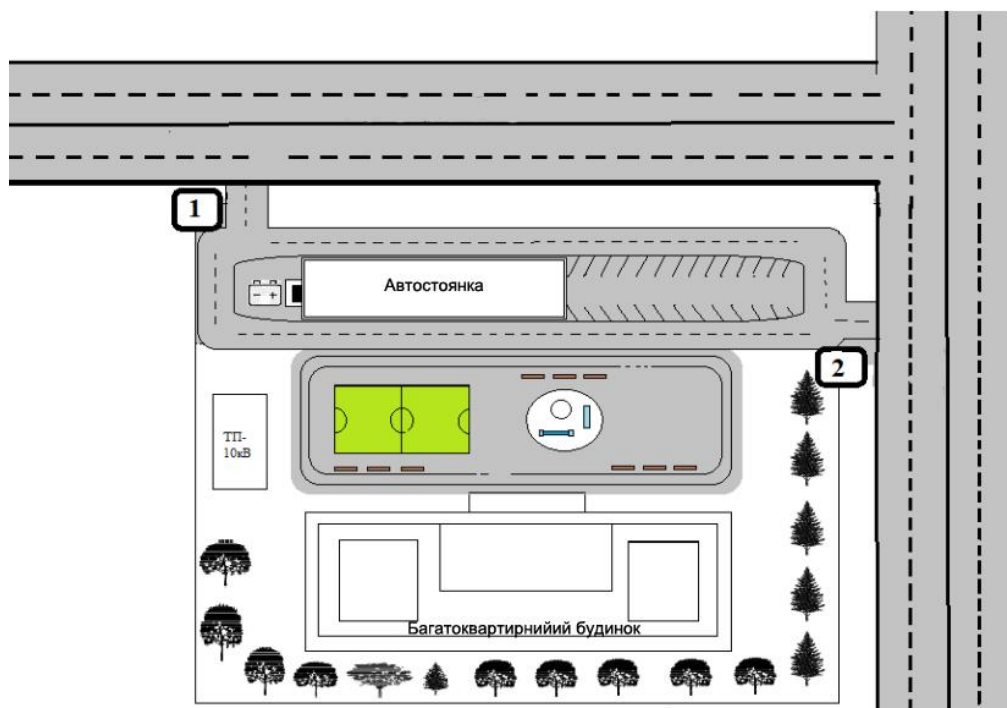


Рисунок 2.1 – План території житлового комплексу.



Рисунок 2.2 – Автостоянка, покрита сонячними панелями

2.2 Визначення споживаної потужності житлового будинку

Для розрахунку загальної потужності житлового будинку беремо її годинне і добове споживання.

Таблиця 2.1 – Добове споживання електроенергії однією квартирою.

Споживачі електричної енергії	Години роботи на день	Споживана потужність Ватт	Номінальна потужність Вт/год
Кондиціонер	24	250	6000
Комп'ютер	4	100	400
Пральна машина	1	500	500
Електрочайник	0,3	1000	300
Телевізор	6	150	900
Радіоприймачі	24	4	48
Лампи освітлення - 5 шт	6	10x5	300

Загальне споживання електроенергії: 8448 *Вт-год* або 8,5 *кВт-год*. Це добовий графік середньої квартири, плюс зовнішнє освітлення, внутрішнє освітлення, аварійне освітлення та потужність ліфта.

Маємо два ліфта, один з них середньою потужністю 7,5 кВт.

Таблиця 2.2 – Загальна потужність будинку.

Житловий комплекс	Час роботи на добу год.	Споживана потужність На добу кВт/год	Середньомісячне споживання МВт/год	Річне споживання МВт/год
1	2	3	4	5
Квартира x 48 квартир		410	12,3	148
Ліфт x 2		15	0,45	5,4
Освітлення коридорів 15Wx150	10	25	0,75	9

продовження таблиці 2.2

Освітлення автостоянки 15Wx30 шт	10	4,5	0,135	1,7
Зовнішнє освітлення 20Wx25	10	5	0,15	2
Освітлювальні знаки безпеки	24	48	1,44	17
Інші споживачі	10	50 кВт	1,5	18
ВСЬОГО		558	16,73	202

2.3 Розрахунок та вибір трансформаторної підстанції

При виборі трансформаторів враховується розрахункове навантаження споживача, вхідна напруга і напруга електроприймачів, необхідність регулювання. Силкові трансформатори можуть працювати паралельно, але в цьому випадку їх коефіцієнти трансформації однакові, групи з'єднання обмоток повинні бути однаковими, а також значення напруги короткого замикання. Вибираємо два трансформатори типу ТМ-400/10.

Основною обладнанням підстанції є силкові трансформатори. Від їх експлуатації залежить надійна і безпечна робота об'єкта. Трансформатори не повинні допускати надмірних навантажень, їх розмір і тривалість залежать від навантаження трансформатора, його типу, сезону і умов охолодження.

Таблиця 2.3 – Технічні значення трансформатора.

Тип трансформ.	Номінальна потужність	Напруга обмоток		Втрати кВт		Напруга КЗ %	Струм ХХ, А
		ВН	НН	ХХ	КЗ		
ТМ-400/10	630	10	0.22; 0.4	1.21	5.5	4.5	2.1

2.3.1 Вибір шинопроводів ТП

Вибір шини для розподілу напруги 0,4 кВ від трансформатора:

$$I_{\text{ном.зб.шин}} > I_{\text{роб.мах}}$$

$$I_{\text{роб.мах}} = \frac{1,4 \cdot S_{\text{ном.Т}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном.ВН}}} \text{ – для двотрансформаторної ТП;}$$

$$I_{\text{роб.мах}} = \frac{S_{\text{ном.Т}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном.ВН}}} \text{ – для однострансформаторної ТП;}$$

Знайдемо номінального струму для дво трансформаторної підстанції:

$$I_{\text{роб.мах}} = \frac{1,4 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 808,29 \text{ A}$$

$$I_{\text{ном.зб.шин}} > I_{\text{роб.мах}} = 1000 > 808,29 \text{ – умова виконується.}$$

Тобто в залежності від номінального струму вибираємо - 1000 А для шини номінального струму НН трансформатора. На випадок аварії ми обираємо алюмінієві шини з номінальним струмом 1000 А, щоб мати запас понаднормової роботи, коли сила струму зростає.

На лінії електропостачання 0,4 кВ від підстанції встановимо шафи з кабелями різної товщини.

Здійснимо вибір силових кабелів: 10-0,4 кВ.

$$I_{\text{пров}} > I_{\text{розр}}$$

$$I_{\text{розр}} = I_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi_{\text{ном}} \cdot n_{\text{ном}}}, \text{ A}$$

де $P_{\text{ном}} = 558 \text{ кВт}$ – номінальна потужність;

$U_{\text{ном}} = 380 \text{ В}$ – номінальна напруга;

$\cos \varphi_{\text{ном}} = 0,98 - 0,99$ номінальний коефіцієнт потужності;

$n_{\text{ном}} = 0,855$ – ККД;

$$I_{\text{розр}} = I_{\text{ном}} = \frac{558}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,98 \cdot 0,855} = 961,22 \text{ A}$$

Так як це звичайний номінальний струм, розіб'ємо його на кілька ліній

$$961,22/5 = 160 A \text{ .};$$

Потужність передачі: 288,00 кВт при 380 В.

2.3.2 Вибір кабелів

Для живлення від ТП до ГРЩ виберемо кабель типу ВВГ-4х240 А.

Його допустимий струм при експлуатації – 26,80 кА.

Таблиця 2.4 – Характеристика силового кабелю

Тип	Струмове навантаження	Номінальна напруга	Частота
ВВГ4х240 мідь	450 А	1000 В	50 Гц

Вибір кабелю для ліфта:

$$I_{\text{пров}} \geq I_{\text{розр}}$$

$$I_{\text{розр}} = I_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi_{\text{ном}} \cdot \eta_{\text{ном}}}, A$$

$$I_{\text{розр}} = I_{\text{ном}} = \frac{7,5}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,98 \cdot 0,855} = 13,6 A$$

$$27 \geq 13,6$$

Таблиця 2.4 – Характеристика кабелю для живлення ліфта

Тип	Струмове навантаження	Номінальна напруга	Частота
ВВГ4х1,5 мідь	27 А	1000 В	50 Гц

Вибрані типи кабелів відповідають вимогам ПУЕ, та ДБН В.2.5-23:2010

Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.

Вибір внутрішньобудинкових силових кабелів:

$$I_{\text{розр}} = I_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi_{\text{ном}}}, A$$

$$I_{\text{розр}} = I_{\text{ном}} = \frac{8,5}{220 \cdot 0,99} = 39,03 A$$

$$I_{\text{пров}} \geq I_{\text{розр}}$$

$$46 \geq 39,03$$

Таблиця 2.7 – Характеристики запобіжників 0,4 кВ.

Поверх	Тип запобіжника	Номинал напруги, кВ	Номинал струму, А	Номинальний струм спрацювання, А	Піковий струм, А	Струм термічної стійкості, кА/	Тип приводу
1	ВНК-400-400 УХЛЗ	0.4	4 0 0	-	-	-	ручний
2	ВНК-250-400 УХЛЗ	0.4	2 5 0	2 6	8 0	13 / 1	ручний
3	ВНК-250-400 УХЛЗ	0.4	2 5 0	2 6	8 0	13 / 1	ручний
4	ВНК-250-400 УХЛЗ	0.4	2 5 0	2 6	8 0	13 / 1	ручний
5	ВНК-250-400 УХЛЗ	0.4	2 5 0	2 6	8 0	13 / 1	ручний
6	ВНК-250-400 УХЛЗ	0.4	2 5 0	2 6	8 0	13 / 1	ручний

Вибираємо автоматичний вимикач на вході ТП:

Вибираємо вторинний номінальний струм трансформатора. Приймаємо автоматичний вимикач типу: ВА 51–41:

$$I_{ном} = \frac{S_{ном}}{U_{ном} \cdot \sqrt{3}} = \frac{400 \cdot 2}{1,73 \cdot 0,4} = 832 \text{ A}$$

$$\text{а) } I_{н.а.} \geq I_p \quad 1000 \text{ A} \geq 832 \text{ A}$$

$$\text{б) } I_{н.розч} \geq I_p \quad 1000 \text{ A} \geq 832 \text{ A}$$

2.4 Розподільча і групова електромережа

Як правило, до складу поверхових щитків входять лічильники електричної енергії, автоматичні вимикачі та пристрої захисного відключення (ПЗВ). Автоматичні вимикачі підключаються групою до кожного кола електричного живлення розеточна група, група освітлення, електрична плита,

пральна машинка, тощо). Для того, щоб рівномірно розподілити навантаження на розподільчу мережу силові кола окремих квартир під'єднують до різних фаз (рис. 3.1).

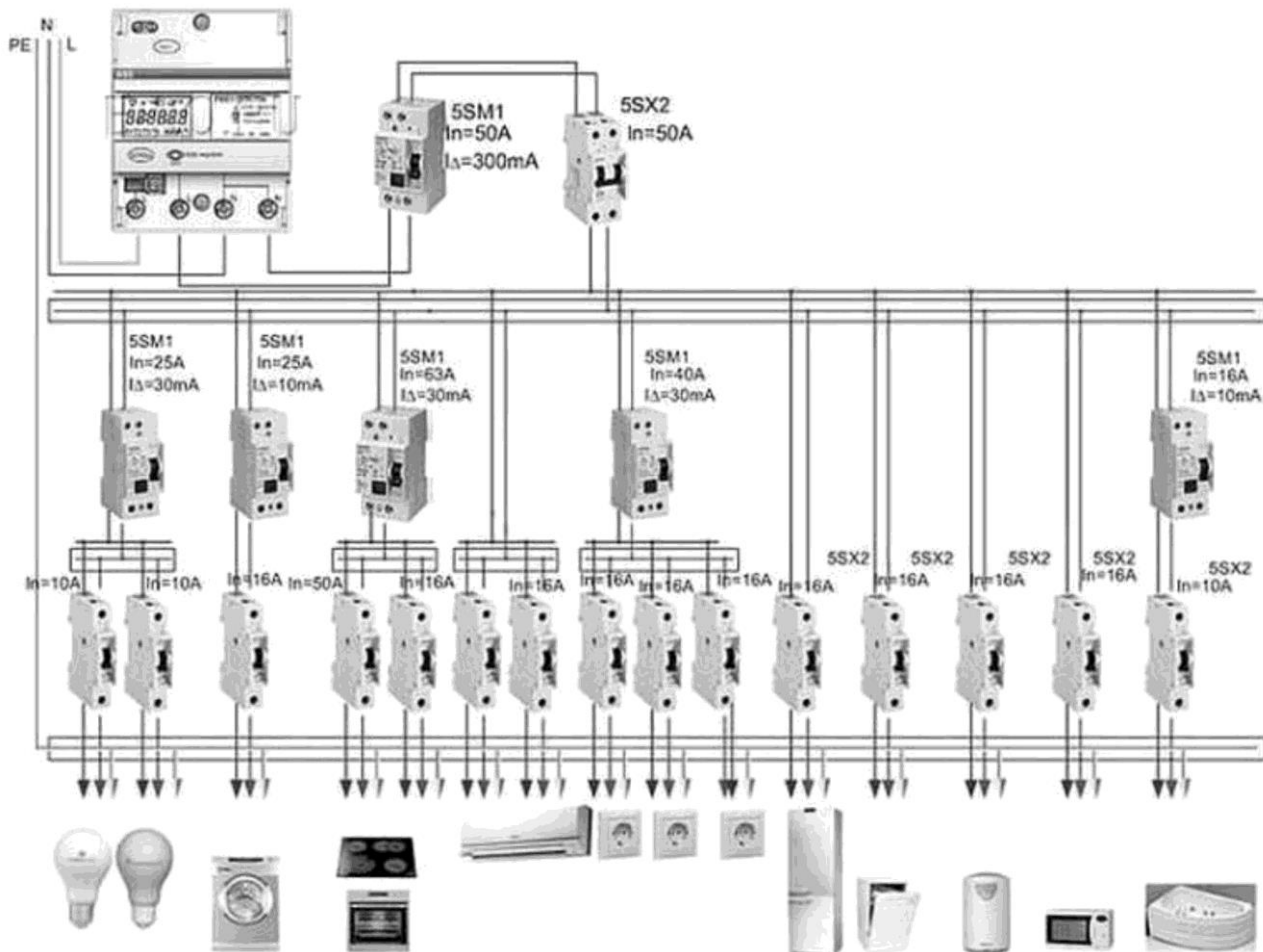


Рисунок 2.3 – Підключення квартирних споживачів електричної енергії до поверхового щитка.

У приміщеннях, де розміщується обладнання для управління ліфтами встановлюємо розетки для підключення низьковольтних пристроїв ліфтового обладнання.

Освітлювальне обладнання, вимикачі та розетки встановлюються після закінчення ремонтних робіт в приміщенні. До кожної квартири планується встановлення кнопкового електричного дзвінка. Проводка для електричного дзвінка виконується кабелем $ВВГнг\ 2 \times 1.5\ мм^2$.

На рисунку 2.4 представлено схему електропостачання квартири.

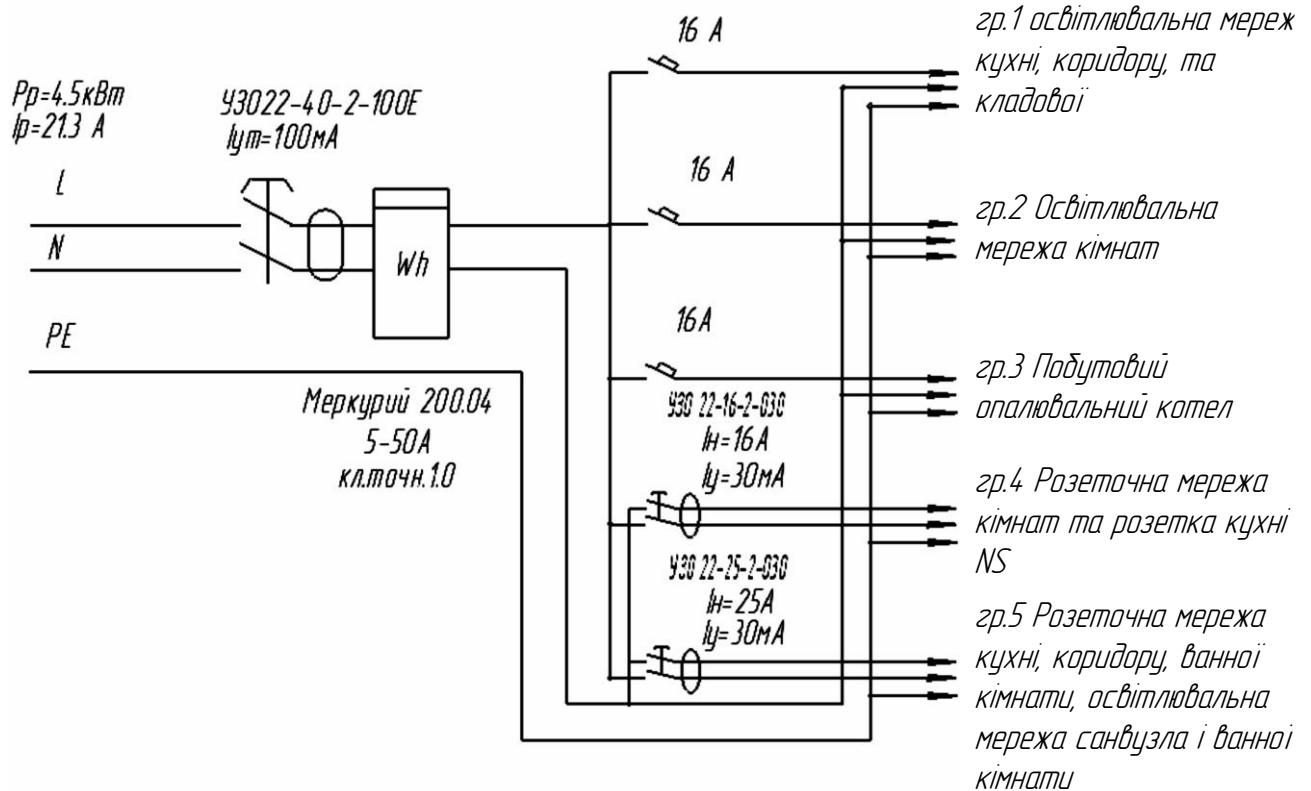


Рисунок 2.4 – Схема електропостачання квартирних споживачів.

Розподіл групових ліній квартири:

- гр-1 – мережа освітлення коридору, кухні – $ВВГнг\ 3 \times 1.5\ мм^2$;
- гр-2 – мережа освітлення житлових кімнат – $ВВГнг\ 3 \times 1.5\ мм^2$;
- гр-3 – окрема кухонна розетка – $ВВГнг\ 3 \times 2.5\ мм^2$;
- гр-4 – розетки кімнат та кухонна розетка – $ВВГнг\ 3 \times 1.5\ мм^2$;
- гр-5 – мережа освітлення ванної кімнати, санвузла, розетки кухні, ванної кімнати та коридору – $ВВГнг\ 3 \times 2.5\ мм^2$.

Призначення розеток в квартирі:

- № 1 – кондиціонер $h = 2.3\ м$;
- № 2 – розетки для побутових приладів потужністю до $2.2\ кВт$ (2 шт.), $h = 1.1\ м$;
- № 3 – кухонна плита $h = 0.2\ м$;
- № 4 – холодильник $h = 0.3\ м$;

- № 5 – комп'ютер, телевізор $h = 0.3$ м;
- № 6 – котел $h = 0.2$ м;
- № 7 – ванна кімната $h = 1.1$ м

Висота встановлення від підлоги:

- а) вимикачів – 0.8 м;
- б) розетки в спальних кімнатах і коридорі – 0.3 м.

Мережа освітлення квартири здійснюється за допомогою кабеля *ВВГнг*, який прокладено приховано під штукатуркою на стінах, у швах перегородок, в порожнинах плит для перекриття.

Відводи від горизонтальних трас до стояків здійснюються через протяжну коробку. Вертикальні прокледення розподільчих ліній і освітлювальної мережі сходової клітки проводяться в штробах стіни.

Мережі прокладено відкрито на стелі і по стінах технічних приміщень.

Групова мережа загальнобудинкового використання, показано на рисунку. 3.3, здійснюється провідниками марки ПВ, які проведені в полівінілхлоридних трубах, а також за допомогою кабеля типу *ВВГнг*, ця мережа розподілені на 9 груп:

- № – 1 – під'їзне та коридорне освітлення;
- № – 2 – інтернет вузол;
- № – 3 – освітлення ліфтової шахти та приміщення керування ліфтом;
- № – 4 – освітлення площадок;
- № – 5 – освітлення технічного приміщення;
- № – 6 – освітлення електричної;
- № – 7 – евакуаційне освітлення (ліфтова площадка, основна сходові клітки, входи, аварійні виходи);
- № – 8 – освітлення безпеки машинного та відділення та електрощитової;
- № – 9 – опалення електрощитової та водомірного вузла.

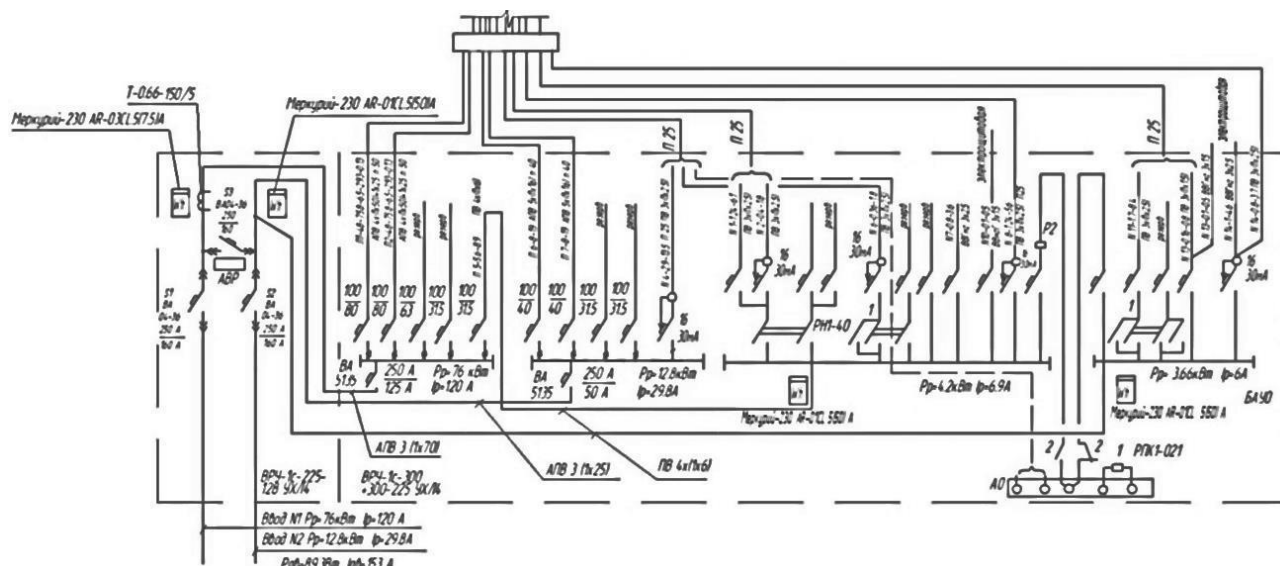


Рисунок 2.5 –Схема електрична принципова групової мережі

2.5 Електробезпека

Всі металеві частини електрообладнання, які не знаходяться під напругою, повинні бути заземлені металевим з'єднанням з нульовим захисним проводом електричної мережі.

Групова мережа живлення загального освітлення та розеточної групи, виконується однофазною, трипровідною з прокладкою незалежного захисного нульового провідника, починаючи з щитків, які знаходяться на кожному поверсі.

Розподільча мережа виконується трифазною п'ятипровідною з прокладкою незалежного захисного нульового провідника, від розподільного пристрою.

Для виконання зрівнювання потенціалів в електричній щитовій застосовується головна заземлювальна шина, а в технічному приміщенні прокладено лінію, яка продовжує головну заземлюючу шину до якої підключено всі металеві трубопроводи, які входять у будинок. З'єднання здійснюється металевією смугою, переріз якої 25×4 мм. Головна заземлювальна шина і магістраль виконується із сталі, переріз якої 8×50 мм.

У розподільних щитах ліфтів встановлюємо мідні *PE* – шини, переріз яких – 3×16 мм. Схему зрівнювання потенціалів наведено на рис. 2.6.

У приміщеннях ванних кімнат передбачено додаткову систему зрівнювання потенціалів, до цієї системи приєднано усі струмопровідні частини (рис. 2.7, 2.8). З'єднання виконано провідником *ВВГнг* переріз якого 1×4 мм². На вводі передбачається встановлення пристрою повторного заземлення нульового провідника.

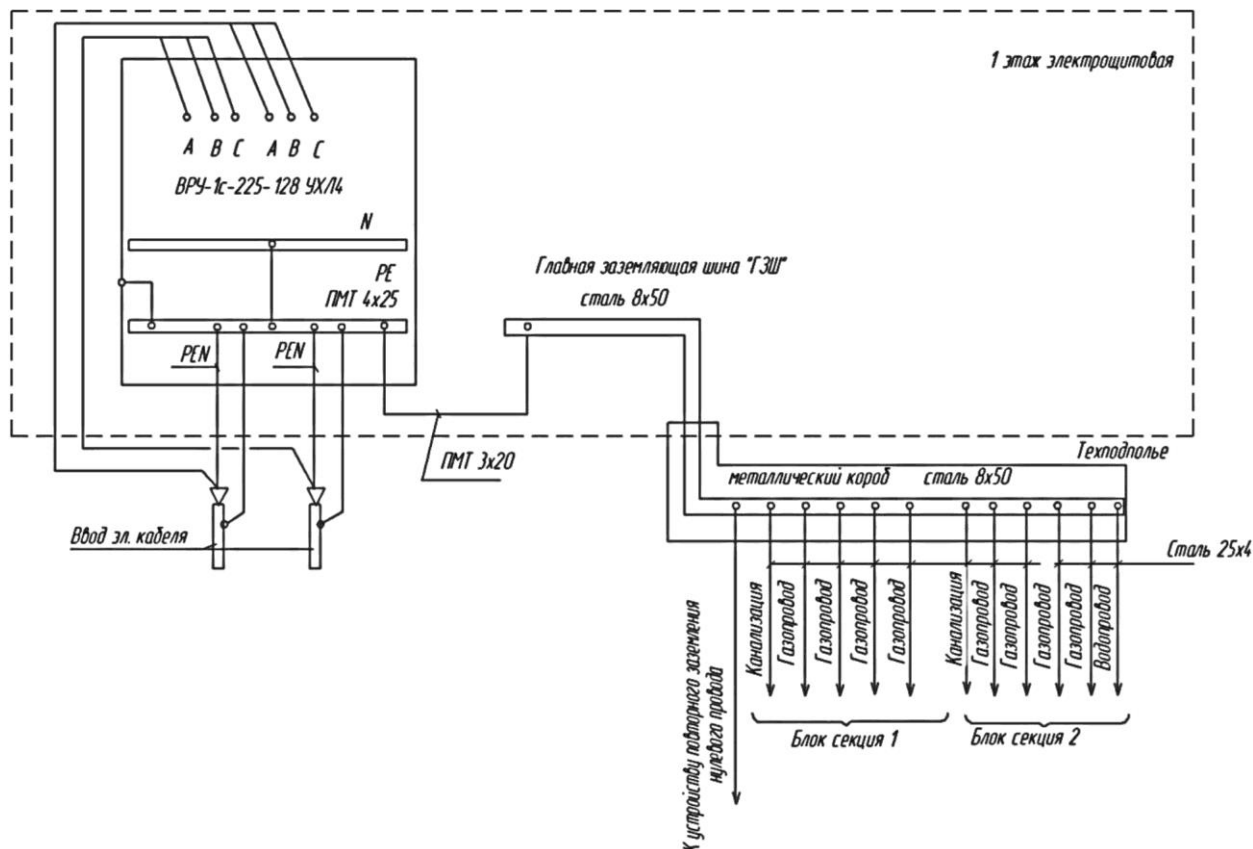


Рисунок 2.6 – Основна система зрівнювання потенціалів

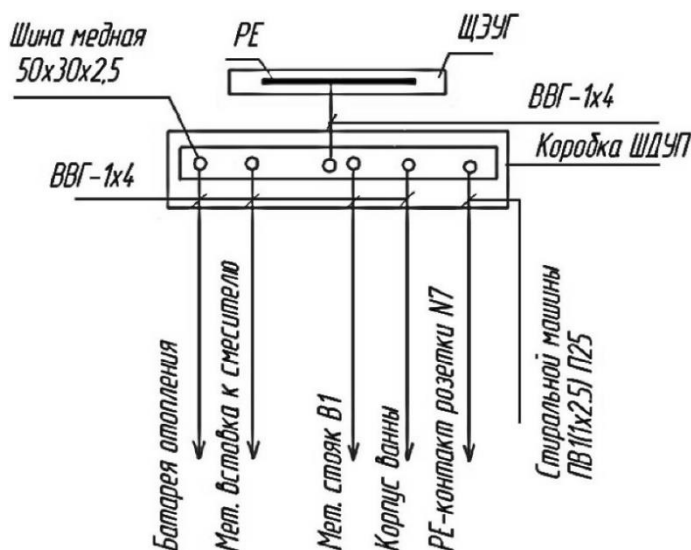


Рисунок 2.7 – Додаткова система зрівнювання потенціалів ванної кімнати.

Схема №1

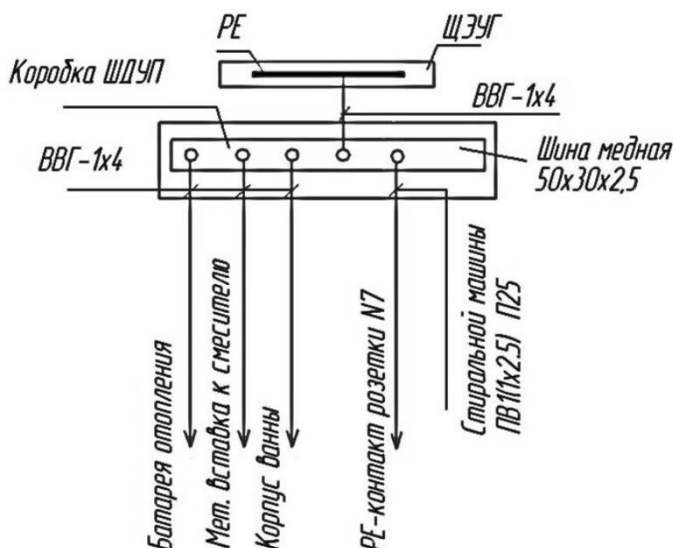


Рисунок 2.8 – Додаткова система зрівнювання потенціалів ванної кімнати.

Схема №2

2.6 Висновки до розділу 2

В даному розділі здійснено розробку системи електропостачання житлового комплексу. Подано коротку характеристику об'єкту проектування. Здійснено розрахунок споживаної потужності житлового будинку, згідно розрахунку потужності проведено вибір трансформаторної підстанції. При виборі трансформаторів враховувалося розрахункове навантаження споживача,

вхідна напруга і напруга електроприймачів, необхідність регулювання. Для електропостачання житлового комплексу було вибрано трансформатори типу ТМ-400/10. Також був проведений вибір шинопроводів ТП, Вибір кабелів, та вибір запобіжників та автоматичних вимикачів для захисту мережі.

Здійснено розробку розподільної та групової електричної мережі житлового комплексу, а також здійснено аналіз та розробку заходів із електробезпеки при експлуатації житлового комплексу.

3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок і вибір сонячної електростанції

3.1.1 План паркувального майданчика для встановлення сонячної електростанції

Основна ідея проекту – це розробка проекту паркінгу із сонячними панелями, який забезпечить 100% електроспоживання споживачами житлового комплексу, паркувального майданчика та споживачами прилеглої інфраструктури. Що стосується переваг сонячної електростанції, то вона не шкодить навколишньому середовищу і використовує альтернативне джерело енергії.

В якості освітлювальних приладів рекомендується використовувати світлодіодні лампи.

Парковка обладнана сучасними системами сигналізації та відеоспостереження.

Даний архітектурний проект одноповерхового паркінгу відкритого типу є вдалим і оптимальним рішенням для тих, хто хоче мати дешевий, безпечний, функціональний сучасний паркінг.



Рисунок 3.1 – Вигляд паркувального майданчика із сонячними панелями

Площа автостоянки 12х36 м, висота 3,5 м.

Для вибору сонячних панелей приймемо потужність, яку було розраховано вище. Потрібно 550-600 кВт електроенергії на день. Дані сонячні панелі буде встановлено на даху паркувального майданчика площею 432 м².

3.1.2 Розрахунок та вибір елементів сонячної електростанції

Основними матеріалами є сонячні панелі, інвертори, батареї та кабелі з монтажними інструментами.

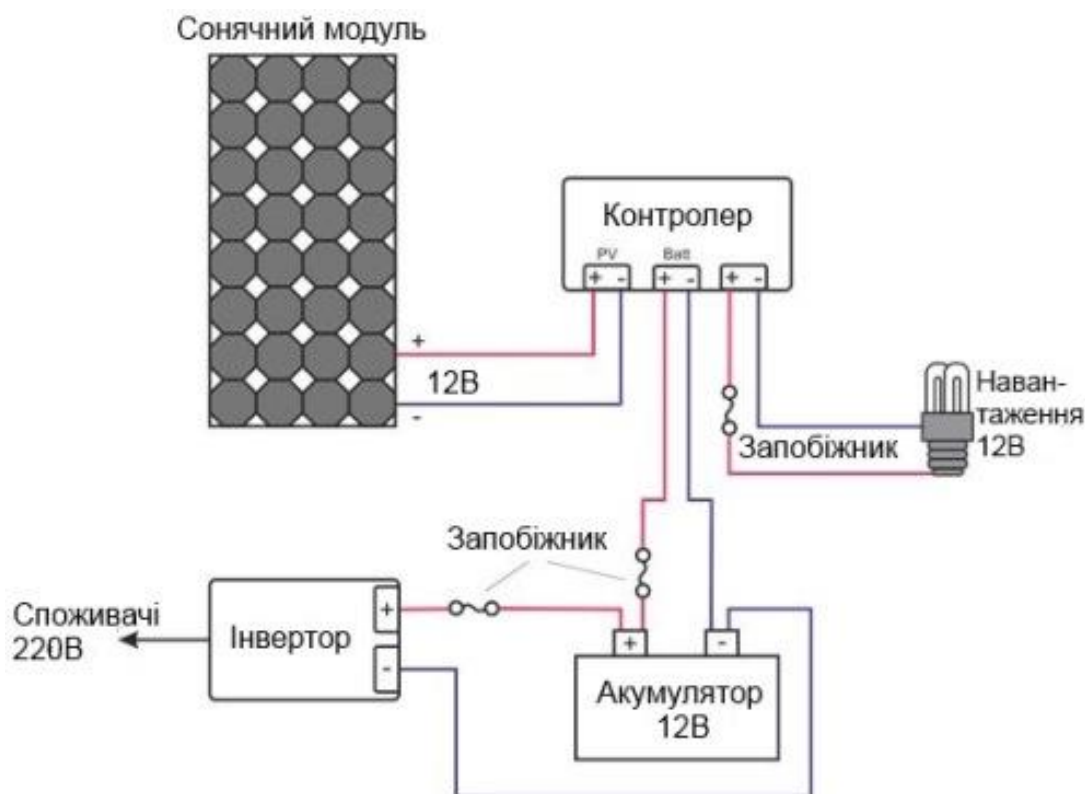


Рисунок 3.2 – Схематична послідовність підключення сонячної панелі

Продуктивність сонячних батарей залежить від матеріалів, з яких вони виготовлені. Їх можна розділити на 2 класи: плівкові або кремнієві. Ефективність кремнієвої батареї:

- Полікристалічний – 22%. Можна розміщувати на невеликих площах.
- М'які (аморфні) панелі – 5%;
- Полікристалічний – 18%;

Ефективність плівкового модуля:

- Плівчастий селенід і індій-галій з покриттям – 20%;
- Кадмій-телурид – 12%;
- Полімер – 5%;

Крім того, вони змішаного типу з сонячними панелями і мають високий ККД.

Перш за все, необхідно знати загальну кількість споживаної енергії в кВт/год. За визначенням виробника з 1 м² сонячної панелі на акумулятор надходить близько 1 кВт енергії.

Ось як розрахувати фактичну потужність сонячної панелі:

$$E = I \cdot V \cdot K_k \cdot K_{zag},$$

де E – фактична потужність;

I – кількість енергії, що надходить до місця розташування сонячної панелі (кВт·год/м²);

V – номінальна потужність однієї панелі;

K_{zag} – коефіцієнт загальних втрат у системі;

K_k – поправочний коефіцієнт залежно від положення (кута) панелі відносно південного напрямку.

Слід зазначити, що розрахунки потрібно проводити для денної, місячної та річної генерації. Наприклад, якщо показник становить 5 кВт/м² на добу, то це означає на 1 квадратний метр на добу передбачено 5 кВт сонячної енергії.

Захід сонця змінюється в залежності від погоди, тобто змінюється його сила. У панелях використовується низький вміст заліза та висока прозорість скла, що все ще знижує ефективність сонячних панелей на кілька відсотків.

Оптимальний час роботи панелей – з 9⁰⁰ до 16⁰⁰, на цей період припадає 70% виробленої енергії. За цей час акумуляторний комплекс на 1 кВт виробляє 7 кВт·год електроенергії, тобто 210 кВт·год на місяць. Можна додати ще по 3 кВт вранці і ввечері. Це дуже зручно. Але на практиці цей показник невеликий.

Розміри сонячних панелей 2×1 м. Потрібно 216 частин для площі 12×36 , яку було отримано. Використовуючи Online калькулятор [10], визначимо потужність, яку генеруватимуть сонячні панелі

Тривалість яскравості сонця в періоди ясного неба 100 тис. лк, яскравість сонця опівдні влітку 17 тис. лк, полудня в похмурий період 12 тис. лк, яскравість взимку 5 тис. лк, яскравість на заході та сході сонця 1 тис. лк.

Для подальших розрахунків визначимо середньодобове енергоспоживання електроприладами, а також внутрішнього та зовнішнього освітлення.

Середньодобове споживання електричної енергії становить 550-600 кВт·год/добу.

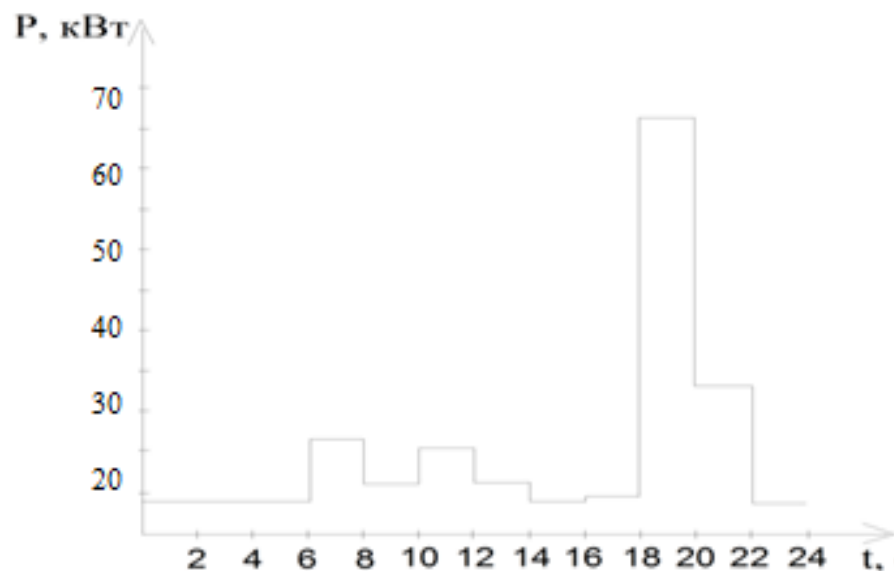


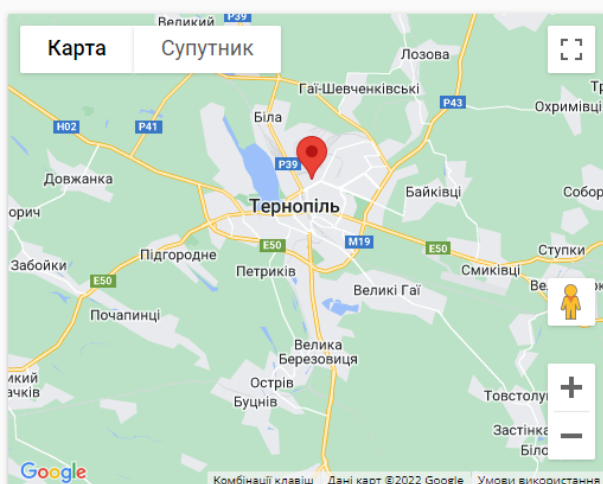
Рисунок 3.3 – Середньодобовий графік навантаження житлового комплексу.

Оскільки сонячні панелі планується розміщуватися на даху паркувального майданчика, то кут нахилу панелей буде 15° .

Розрахуємо потужність, яку будуть генерувати сонячні панелі за даних умов використовуючи Online калькулятор [10].

1. Місцезнаходження

Поставте маркер у місці, де буде знаходитись сонячна станція



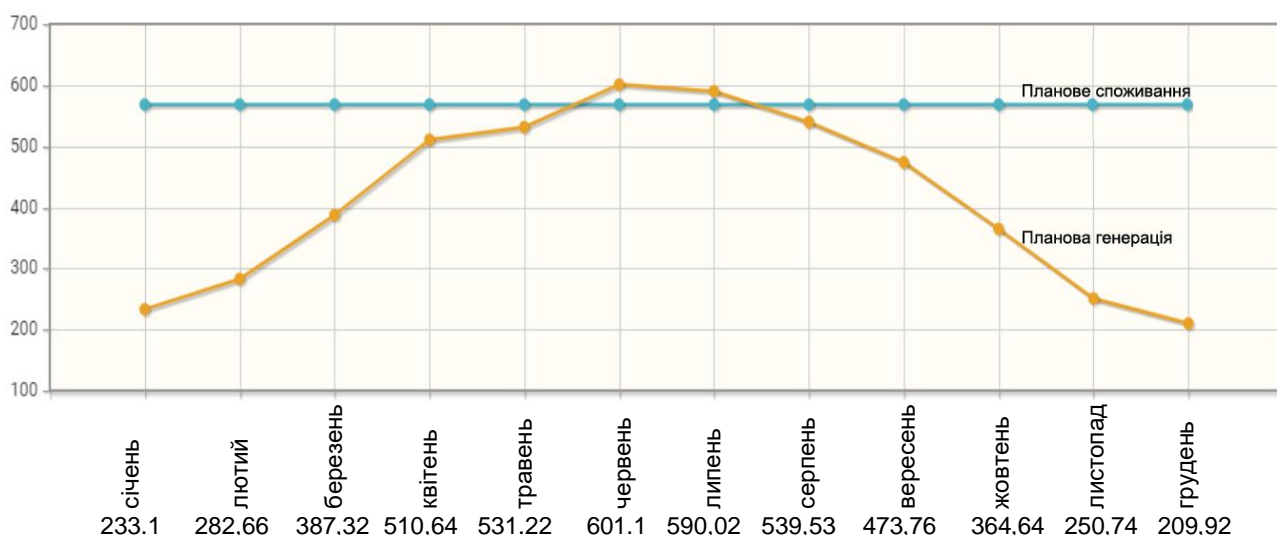
2. Дані для розрахунку

Точність результатів залежить від введених даних

Потужність панелей	Кількість панелей
350 Вт	216 Шт
Кут нахилу	Азимут
15 °	0 °

За даних умов, річна генерація сонячної станції складе **163719 кВт · год**

Рисунок 3.4 – Річна генерація електричної енергії сонячними панелями.



Середньорічне виробництво електроенергії: 448,76 кВт/год.

Загальне виробництво електроенергії за рік: 1 63706,19 кВт/год

Рисунок 3.5 – Показники генерації потужності сонячними панелями

Вплив сонячного світла, погодних умов, опадів, снігу, пилу негативні наслідки на генерацію електричної енергії. У похмурі дні продуктивність знижується на 20-30%. І з кожним роком ККД панелі падає на 0,7%, а це означає, що через 20 років вона буде працювати лише на 80% своєї продуктивності.

Таким чином, отримані за добу 450 кВт/год потужності як при переході з постійного на змінний струм, так і при запуску пристрою, включаючи власні внутрішні витрати, втрачають 30% своєї потужності. Це означає 315 кВт/год. Тобто менше половини енергії, яка необхідна для житлового комплексу. У зимові місяці, відповідно, продуктивність різко знижується. Ми можемо виробляти 114 МВт·год енергії на рік, якщо працювати безперервно відповідно до розрахункового значення.

3.1.3 Вибір сонячних панелей

Надійність, повна потужність і продуктивність сонячних панелей залежить від місця їх установки та якості. Для нашого житлового комплексу виберемо сонячні панелі фірми Jinko Solar. JinkoSolar (NYSE: JKS) є світовим лідером сонячної промисловості. Компанія розповсюджує свою сонячну продукцію та продає свої рішення та послуги різноманітній міжнародній клієнтській базі комунальних, комерційних і житлових компаній у понад 80 країнах світу. Станом на 31 грудня 2019 року JinkoSolar побудувала вертикально інтегрований ланцюжок створення вартості сонячної продукції з інтегрованою річною потужністю 11,5 ГВт для монопластин, 10,6 ГВт для сонячних батарей і 16 ГВт для сонячних модулів [11].

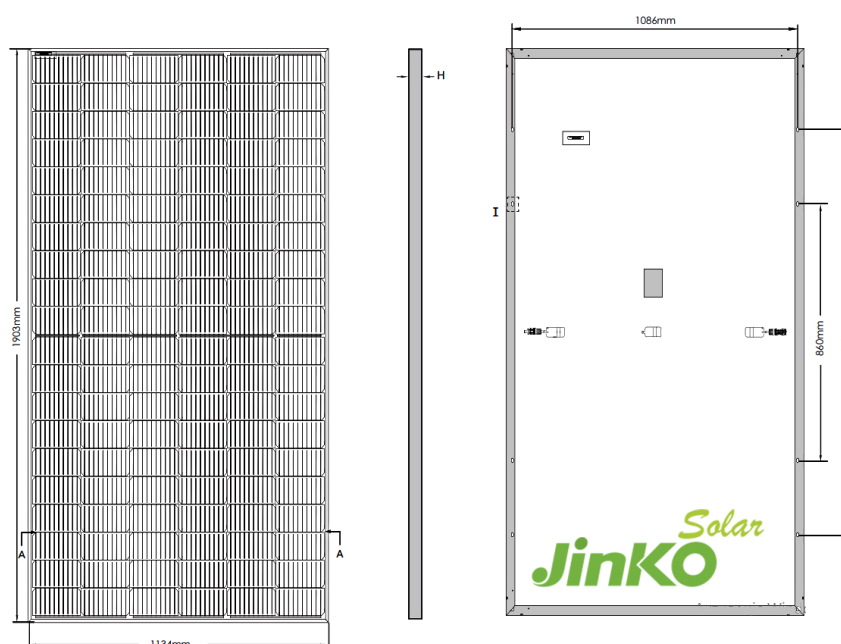


Рисунок 3.6 – Сонячна панель Jinko Solar JKM450M-60HL4-V

Сонячна панель Jinko Solar JKM450M-60HL4-V є однією з найпотужніших панелей виробника та становить 450 Вт. Дана потужність може забезпечити станцію необхідною кількістю панелей, при цьому займаючи набагато менше площі, ніж займають аналогічні сонячні панелі, а це у свою чергу і зменшує вартість станції в цілому. За технічними параметрами – сонячна панель виготовлена за Half-Cell архітектурою, за рахунок чого навіть коли відбувається затінення на одну частину фотомодуля, інша частина фотомодуля продовжує ефективно працювати.

ККД сонячної панелі складає 20.85%. Тепловий коефіцієнт потужності дуже низький і становить -0.35%, відповідно при нагріванні фотомодуля на 1 градус від його норми - він втрачатиме 0.35% від його потужності. Поверхня фотомодулів покрита загартованим склом та здатна витримувати град, піщані бурі, сольові тумани та інші несприятливі погодні умови. Панель здатна витримувати механічне навантаження 2400 Па. Поверхня сонячної панелі є антирефлекторною, завдяки чому має властивість самоочищатися.

Сонячна панель має розміри 1903x1134x30 мм, при масі 24.2 кг. Рама виготовлена з анодованого алюмінію, за рахунок чого стійка до корозії. Гарантія на сонячну панель становить 12 років на втрату потужності до 90% та 25 років гарантії на втрату потужності до 80% потужності.

3.1.4 Вибір акумуляторних батарей

Сьогодні найпоширенішими акумуляторами для зберігання великої кількості енергії є свинцево-кислотні акумулятори. Це пояснюється економічними причинами. В автомобільній промисловості свинцево-кислотний акумулятор часто використовують як стартерний акумулятор. Рекомендується використовувати свинцево-кислотну батарею для сонячного обладнання при незначних змінах конструкції, що гарантує більший термін служби, ніж автомобільний акумулятор. Його конструкція дещо відрізняється від конструкції автомобільного акумулятора. Акумулятор має два електроди. Існує позитивний електрод у випадку зарядженого PbO₂ та негативний електрод із

чистого свинцю (Pb). Обидва електроди розділені сепаратором і встановлені разом в пластиковому корпусі. Вони занурені в електроліт змішаної сірчаної кислоти (H₂SO₄). Щільність змінюється залежно від температури та стану заряду, що можна визначити за допомогою ареометра або щільність кислоти за напругою акумулятора. Номінальна напруга однієї секції (банку) становить 2В, часто 6 секцій (банків) з'єднуються в ланцюжок для отримання робочої напруги 12В.

Акумуляторні системи. Найпростіші акумуляторні системи включають один фотоелектричний генератор, одну батарею та одного споживача. Оскільки внутрішній опір фотогенератора дуже малий, акумулятор розряджається генератором увечері або вночі, коли інтенсивність випромінювання низька. Щоб уникнути цього, між акумулятором і генератором підключають зворотний діод або блокуючий генератор, як показано на рис. 3.7. Через постійні втрати потужності в діоді використовуються діоди типу діодів з низькою прямою напругою ($u \sim 0,55$ В).

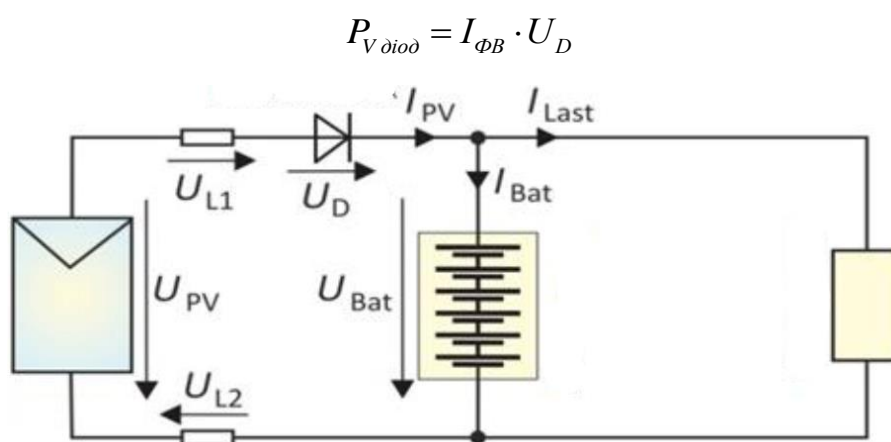


Рисунок 3.7 – Фотоелектрична система з акумуляторною батареєю.

У звичайній системі, в якій сонячний генератор і батарея з'єднані безпосередньо, батарея не захищена від перезаряду і глибокого заряду. Тому для акумуляторів негативні потрібно використовувати систему, яка буде обмежувати такі умови експлуатації. Інакше акумулятор буде пошкоджений і стане непридатним для використання.

Тому багато акумуляторів працюють з регулятором заряду (рис. 3.8). У випадку свинцево-кислотних акумуляторів контролери заряду зазвичай працюють на основі моніторингу напруги. Для цього контролер заряду вимірює напругу акумулятора $U_{бат}$.

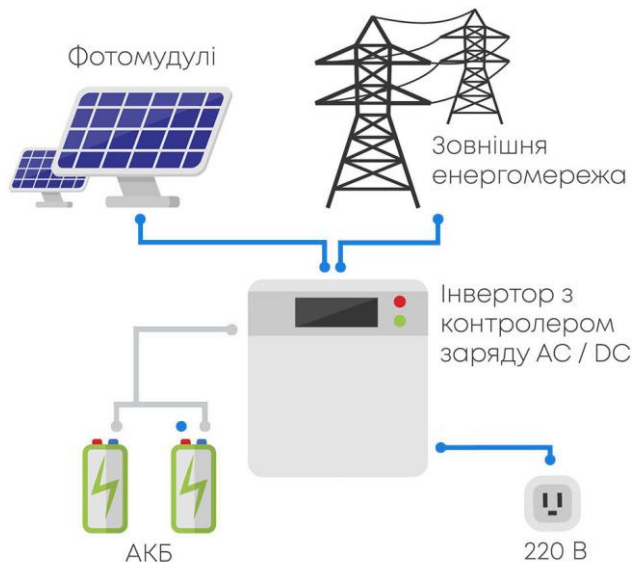


Рисунок 3.8 – Принцип роботи системи фотоелектричної батареї з контролером заряду

3.1.5 Випрямляч, інвертор змінного струму

Випрямлення. Випрямляч – пристрій для перетворення змінної напруги в постійну. Основним призначенням випрямляча є збереження напрямку струму навантаження при зміні полярності допоміжної напруги. Порівняно з іншими джерелами постійного струму випрямлячі мають важливі переваги: прості у використанні та надійні в роботі, високий ККД, тривалий термін служби. До складу випрямляча входять: силовий трансформатор, вентиляльний блок, пристрій фільтра та стабілізатор напруги.

Вентильний блок є основною ланкою випрямляча, яка забезпечує односпрямованість струму в навантаженні. Замість вентиля можна використовувати електровакуумні, газорозрядні або тиристорні діоди, транзистори та ін. Можна використовувати провідні пристрої з рівномірною провідністю, наприклад Ідеальні елементи світильника повинні пропускати струм тільки в одному (прямому) напрямку і зовсім в іншому (зворотному).

Фільтруючий пристрій. Використовується для зменшення пульсації постійної напруги. Як фільтруючі пристрої використовують фільтри низької частоти (ФНЧ) з пасивних елементів R , L , C , а іноді і активних елементів-транзисторів, операційних підсилювачів. Якість фільтруючого пристрою оцінюється по можливості збільшення коефіцієнта фільтрації Q , який дорівнює відношенню коефіцієнта пульсацій на вході і виході фільтра.

Призначення стабілізатора напруги - зменшити вплив зовнішніх впливів на напругу потоку випрямляча: зміни напруги живлення, температури навколишнього середовища, зміни навантаження та ін. в.

Крім основних вузлів, до складу випрямляча можуть входити різні допоміжні елементи та вузли, призначені для підвищення його надійності: вузли керування та автоматики, вузли захисту та ін. в. наприклад, точки автоматичного перемикання мережі 110 - 220 В.

Класифікація виправлень. Для класифікації випрямлячів використовуються різні ознаки: число напівпровідників випрямляча (напівперіоди), число фаз лінії живлення, схема гвинтового блоку, тип випрямного фільтра, наявність трансформатора та ін. в.

Залежно від кількості напівпровідників випрямляча поділяють однопівперіодні і двопівперіодні випрямлячі. За кількістю фаз напруги живлення розрізняють однофазні, двофазні і трифазні випрямлячі. У цьому випадку під напругою розуміють кількість напруг живлення, що відрізняються від кількості фаз напруги, які живляться одна від одної через первинні фази.

Живлення електронної апаратури здійснюється за допомогою випрямлячів малої потужності, що працюють від однофазної мережі змінного струму. Такі випрямлячі називаються однофазними.

Вони поділяються на:

- а) до одного напівперіоду, що проходить через обмотку між одним напівперіодом змінної напруги лінії струму;
- б) два напівперіоди, що проходять через трансформатори струму між середніми періодами;

Для живлення установок електроенергетики застосовуються випрямлячі середньої і великої потужності, що працюють від трифазної мережі. У сучасних випрямлячах в якості обмоток часто використовують напівпровідникові діоди.

В електроніці перетворювачі постійного струму в постійний широко використовуються для перетворення постійного струму однієї напруги в постійний або змінний струм іншої напруги.

Фотоелектричні інвертори. За технікою інвертори для фотоелектричних систем дещо відрізняються від перетворювачів змінного струму іншого призначення. Однак вони повинні забезпечувати роботу фотоелектричного генератора в оптимальній робочій точці, тобто він повинен забезпечувати максимальну потужність.

Інвертори змінного струму, підключені до мережі, зазвичай постачаються в комплекті з OMN Trackers, тобто підключаються до перетворювачів напруги постійного струму, які представляють напругу, відмінну від напруги сонячного генератора, за винятком напруги, що подається від мережі. У випадку автономних інверторів контролери заряду акумулятора інтегровані в інвертор.

Перетворювачі змінного струму, які використовуються у фотоелектричних установках, рідко працюють на номінальній потужності. Завдяки інтенсивності сонячного випромінювання сонячного генератора за рахунок змінного струму перетворювач змінного струму тривалий час працює в діапазоні часткового навантаження. Тому важливо, щоб перетворювач змінного струму досягав чистої високої величини в умовах низької потужності. Параметри інвертора не повинні бути занадто великими. Якщо інвертор потужністю 1 кВт використовується з фотоелектричним пристроєм потужністю 500 Вт, використовується лише 50% його максимальної номінальної потужності. У діапазоні половинного навантаження слід очікувати збільшення витрат, пов'язаних з постійною роботою. Енергоспоживання інвертора має бути мінімальним. Це споживання має бути зменшено через перебої вночі.

У випадку підключених до мережі фотоелектричних установок з інверторами є три основні елементи:

1. центральний інвертор;
2. розгалуження,
3. модульний інвертор.

Схема сонячного модуля з центральним інвертором. У цьому випадку кілька модулів з'єднуються послідовно для отримання необхідної постійної напруги. Пікові значення потужності потім рівномірно додаються до налаштувань паралельного контуру, якщо це необхідно.

3.2 Розрахунок освітлення

3.2.1 Розрахунок і вибір світильників паркувального майданчика.

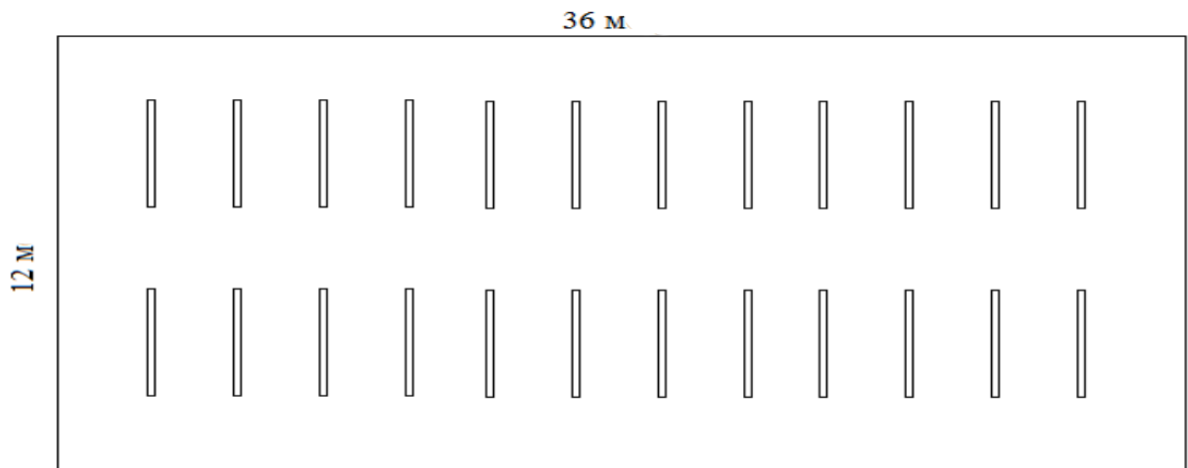


Рисунок 3.9 – Схема розміщення ліхтарів на паркувальному майданчику

В якості освітлювальних установок виберемо світильники типу ПВЛМ. Світильник промисловий серії ПВЛМ 2x40 призначений для загального освітлення запилених та вологих виробничих приміщень та розрахований для роботи в мережі змінного струму з номінальною напругою 220 В частотою 50 Гц.

Джерело світла:

1. Лампа люмінесцентна трубка з цоколем T8 G13 (потужність 36 Вт);
2. Лампа люмінесцентна трубка T12 з цоколем G13 (потужність 40 Вт);

- Тип розміщення: підвісний (на штанзі, на горизонтальній поверхні);
- Загальна напруга лампи PVLM 220 В, 50 Гц.

Таблиця 3.1 – Технічний опис лампи ПВЛМ

Тип	Потужність, Вт, тип лампи, цоколь	Ефективність, %	Розміри, мм	Маса, кг
<i>ПВЛМ 2×40–22</i>	<i>2x40 T12 G13</i>	85	135x148x170	5,4
<i>ПВЛМ 2×40–22 ЕРРА</i>	<i>2x40 T12 G13</i>	85	135x148x170	4,6
<i>ПВЛМ Д 2×40–22*</i>	<i>2x40 T12 G13</i>	70	135x226x220	7,2
<i>ПВЛМ Д 2×40–22 ЕРРА</i>	<i>2x40 T12 G13</i>	70	135x226x220	6,4
<i>ПВЛМ ДО 2×40–22</i>	<i>2x40 T12 G13</i>	75	135x226x220	6,9
<i>ПВЛМ ДО 2×40–22 ЕРРА</i>	<i>2x40 T12 G13</i>	75	135x226x220	6,1
<i>ПВЛМ ДР 2×40–22</i>	<i>2x40 T12 G13</i>	65	135x226x220	7,8
<i>ПВЛМ ДР 2×40–22 ЕРРА</i>	<i>2x40 T12 G13</i>	65	135x226x220	7,0
<i>ПВЛМ ДОР 2×40–22*</i>	<i>2x40 T12 G13</i>	70	135x226x220	7,5
<i>ПВЛМ ДОР 2×40–22*ЕРРА</i>	<i>2x40 T12 G13</i>	70	135x226x220	6,7

Конструкція світильників ПВЛМ:

- металевий корпус і кришка, , пофарбований білою порошковою сталеву фарбою. Панель кріпиться до корпусу за допомогою двох гвинтових замків;

- Зворотний дифузійний клапан виготовлений зі сталі та пофарбований у білий колір. На зовнішній поверхні кріпляться дві пружинні стріли. Сітка екрану виготовлена зі сталі та пофарбована в білий колір. встановлюється за допомогою гвинта пружини зворотного клапана;

- Фіксується gumкою між кромкою і кришкою;

- Лампа тримається на полікарбонаті.

Модифікація лампи PVLM:

ПВ - вологозахист;

Л - пряма трубка люмінесцентна;

М - модернізований;

Д - розсіююче світло;

О - візуалізуючий отвір;

Р - сітчастий екран.

3.2.2 Розрахунок штучного освітлення автостоянки

Для паркувального майданчика, розміром 12х36 м, необхідно світильників в кількості 24шт. Розрахуємо їх освітленість. Довжина між габаритними вогнями $l = 2,79$ м, ширина по осі $l = 4$ м.

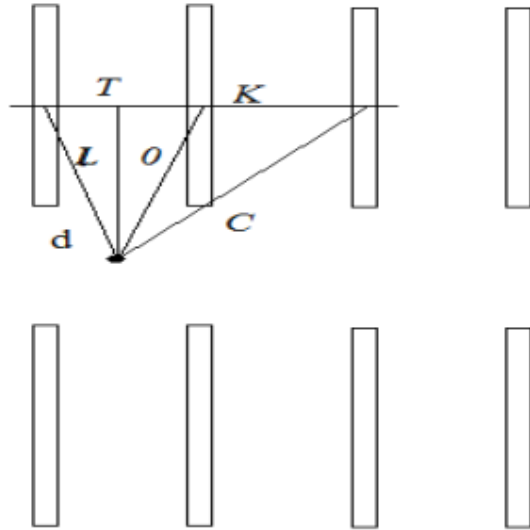


Рисунок 3.10 – Точка для розрахунку освітленості паркувального майданчика

Довжина: $L = 36$ м;

Ширина: $B = 12$ м;

Висота: $H = 3,5$ м

Розряд робочої видимості: III

Коефіцієнт відбиття:

Стеля 50 %

Стіна 30 %

Пілога 10%

Норма освітленості:

Ширина $E_H = 200$ лк;

Кількість ламп: $N = 24$ шт.;

Тип лампи: ПВЛМ – 2×40 м

Таблиця 3.2 – Світловий потік лампи типу ПВЛМ.

Тип лампи	α сила світла в напрямку кута λ , кд										
	0	5	15	25	35	45	55	65	75	85	90
ПВЛМ-2x40	175	175	165	148	130	110	70	60	30	20	0

Робоча поверхня розташована на висоті 1,5 м від підлоги, підвісні світильники, відповідно:

$$H_{\text{розрах.}} = H - h_{\text{висота підвісу}} - h_{\text{висота поверхні}} = 3,5 - 1 - 1 = 1,5 \text{ м.}$$

Визначимо освітлення ламп:

За довжиною між лампами:

За довжиною між лампами:

$$\alpha_A = \lambda \cdot h = 2,79 \cdot 1,5 = 4,2 \text{ м,}$$

За шириною між лампами:

$$\alpha_B = \lambda \cdot h = 4 \cdot 1,5 = 4,2 \text{ м.}$$

λ – відстань між світильниками;

h – висота;

A – довжина приміщення;

B – ширина приміщення.

Визначу відстань від стіни до світильника:

$$l_A = 0,5 \cdot 4,2 = 2,1 \text{ м}$$

$$l_B = 0,5 \cdot 6 = 3 \text{ м}$$

Освітленість робочого місця визначаємо за точковим методом:

$$E = \frac{\Phi_L \cdot \mu \cdot \sum_1^{27} e_3}{1000 \cdot K_3},$$

Φ_L – світловий потік лампи;

μ – множник для розрахунку додаткового освітлення відбиттям ($d = 1,2$);

$\sum_1^{27} e_3$ – загальне освітлення;

K_3 – коефіцієнт запасу ($K_3 = 1,5$)

Загальне освітлення розраховується за формулою:

$$\sum_1^{27} e_3 = \frac{I_\alpha \cdot \cos \alpha}{h_{e.заг}^2},$$

Для того, щоб визначити загальну освітленість, то потрібно знайти кути.

Визначення кутів здійснюється таким чином:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{h_{e.заг}},$$

Відповідно до вибраної точки (рис. 3.10), визначимо відстань від цієї точки до кожного з світильників:

$$d_C = \sqrt{3,25^2 + 1,75^2} = 3,69 \text{ м};$$

$$d_T = \sqrt{1,75^2 + 3,25^2} = 3,69 \text{ м};$$

$$d_h = \sqrt{3,25^2 + 5,25^2} = 6,17 \text{ м};$$

$$d_C = \sqrt{3,25^2 + 8,75^2} = 9,33 \text{ м}.$$

Тепер обчислюємо кути для кожної відстані від знайденої точки:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{d_C}{h_{e.заг}} = \frac{3,69}{3} = 1,23,$$

$$\alpha_1 = \operatorname{arctg}(1,23) = 50,88^\circ;$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{d_T}{h_{e.заг}} = \frac{3,69}{3} = 1,23,$$

$$\alpha_2 = \operatorname{arctg}(1,23) = 50,88^\circ;$$

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = \frac{d_h}{h_{e.заг}} = \frac{6,17}{3} = 2,05,$$

$$\alpha_3 = \operatorname{arctg}(2,05) = 63,99^\circ;$$

$$\operatorname{tg} \alpha_4 = \frac{d_d}{h_{e.заг}} = \frac{9,33}{3} = 3,11,$$

$$\alpha_4 = \operatorname{arctg}(3,11) = 72,17^\circ.$$

Таблиця 3.3 – Знаходимо інтенсивність світла в заданій точці:

Тип лампи	α сила світла в напрямку кута λ , кд										
	0	5	15	25	35	45	55	65	75	85	90
ПВЛМ-2x40	175	175	165	148	130	110	70	60	30	20	0

$$I_{\alpha_1} = 110 \text{ кд};$$

$$I_{\alpha_3} = 60 \text{ кд};$$

$$I_{\alpha_2} = 110 \text{ кд};$$

$$I_{\alpha_4} = 30 \text{ кд}.$$

За отриманими даними знаходимо освітлення:

$$e_{заг} = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos \alpha}{h_{розр}^2}, \text{ лк}.$$

Для паркувального майданчика:

$$e_{загC} = \frac{110 \cdot \cos^3(50,88)}{3^2} = 26,67 \text{ лк};$$

$$e_{загT} = \frac{110 \cdot \cos^3(50,88)}{3^2} = 26,67 \text{ лк};$$

$$e_{загh} = \frac{110 \cdot \cos^3(63,99)}{3^2} = 6,42 \text{ лк};$$

$$e_{загh} = \frac{110 \cdot \cos^3(69,81)}{3^2} = 1,51 \text{ лк}.$$

Тоді сума освітленості в отриманій точці дорівнює:

$$\sum e_{Г} = 26,67 + 26,67 + 6,42 + 1,51 = 62,27 \text{ лк}.$$

Знайдені значення для стоянки занесемо в таблицю 3.4:

$$E_{Г} \frac{\Phi_{л} \cdot \mu \cdot \sum e_{Г}}{1000 \cdot K_{з}} = \frac{4250 \cdot 1,2 \cdot 62,27}{1000 \cdot 1,5} = 211 \text{ лк} > 200 \text{ лк}.$$

Якщо умова $E_{Г} \geq E_{Н}$ виконується, то освітлення на робочому місці достатнє. Ширина =200 лк для категорії зорових робіт групи «Ш» для автостоянки. Умова $E_{Г} \geq E_{Н} = 200 \geq 211$ виконується. Освітлення всередині автостоянки забезпечено повністю.

3.3 Захист прибудинкової території від блискавки

В даному житловому комплексі є багато електроустановок, включаючи сонячні батареї та ТП, які потрібно захистити від блискавки, тому необхідно розрахувати блискавкозахист загальної цільової зони.

Через прямий удар блискавки існує ризик іскріння всередині об'єкта, потенціали спрямовані на металоконструкції, прилади у відкритих металевих ланцюгах. Для запобігання цьому на підстанціях застосовуються

блискавкозахистні споруди і заходи, що забезпечують безпеку людей від різних вибухів, опіків і пошкоджень будівель, обладнання та матеріалів.

Крім прямих ударів блискавки існують також удари блискавки у вигляді електростатичної та електромагнітної індукції. Електростатична індукція зумовлена орієнтацією небезпечного електричного потенціалу, який зумовлений зміною електричного поля блискавки в об'єктах. В результаті існує ризик іскріння між конструкцією окремих металевих елементів і агрегатом. Електромагнітна індукція зумовлена зміною струму блискавки, орієнтацією потенціалів у розімкненому металевому колі. Під час перетину цих кіл існує ризик утворення іскор.

При попаданні блискавки в будівлі та різні об'єкти, розташовані на території будівництва, високі електричні потенціали можуть потрапити в будівлю, захищену зовнішніми металевими конструкціями та вимикачами. Для збору електроенергії від блискавки та передачі струму в землю використовується спеціальний пристрій, який називається громовідводом.

Громовідвід складається з повітряної клеми, імпульсної та заземлюючої клеми. Найпоширенішими є утеплені та мотузкові блискавки. Кожне ураження блискавки має спеціальну захисну зону - ділянку межового простору, яка забезпечує захист будівель і споруд від прямих ударів блискавки.

Коли струм блискавки проходить через блискавку навколо заземлюючих провідників, люди можуть бути під загрозою. Тому громовідводи повинні розташовуватися на відстані 5 м і більше від шляхів руху транспортних засобів і людей. Громовідводи розміщуємо подалі від дверей будівель.

Захист виконаємо за допомогою пристроїв блискавкозахисту та ізольованих і кабельних опор. Ці громовідводи підключаються до електрообладнання. Середньорічна тривалість гроз визначається годинами за картою тривалості регіональних гроз.

Знайдемо розрахункову кількість будівель, пошкоджених блискавкою за рік:

$$N = ((S + 6 \cdot h) \cdot (L + 6 \cdot h) - 7,7 \cdot h^2) \cdot n \cdot 10^{-6}$$

h – висота будівлі або найвищої споруди м;

n – середньорічна кількість ударів блискавки на 1 км^2 поверхні землі, де розташована будівля або споруда (питома повна щільність ударів блискавки в землю);

S, L – відповідна ширина і довжина будівлі або споруди, м.

Якщо висота найвищої будівлі 25 м, можна сказати, що це опора ліній електропередач. Загальна межа будинку $50 \times 55 \text{ м}$.

Оскільки середньорічна тривалість блискавки в районі підстанції становить 60 годин, то середньорічна кількість блискавки 1 км^2 земної поверхні складає $n = 4$.

Тобто кількість ушкоджень від удару блискавки така:

$$N = ((84 + 6 \cdot 25) \cdot (65 + 6 \cdot 25) - 7,7 \cdot 25^2) \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 0,18$$

Відповідно до ДСТУ Б В. 2.5-38: 2008 житловий комплекс відноситься до III категорії щодо блискавкозахисту будівлі, зона захисту типу В.

Будівлі повинні бути захищені від прямих ударів блискавки, електростатичного заземлення, електромагнітної індукції та високих потенціалів за допомогою наземних і підземних металевих з'єднувачів. Для захисту будівель або споруд від удару блискавки слід використовувати блискавкозахист. При монтажі ізольованих і неізольованих проводів блискавковідводів блискавковідводи повинні бути віддалені на безпечну відстань від захищених об'єктів і підземних металевих споруд для запобігання їх розповзанню. Тому згідно ДСТУ Б В. 2.5-38: 2008 відстань від окремих тримачів троса висотою 30 м до об'єкта захисту повинна становити 4 м.

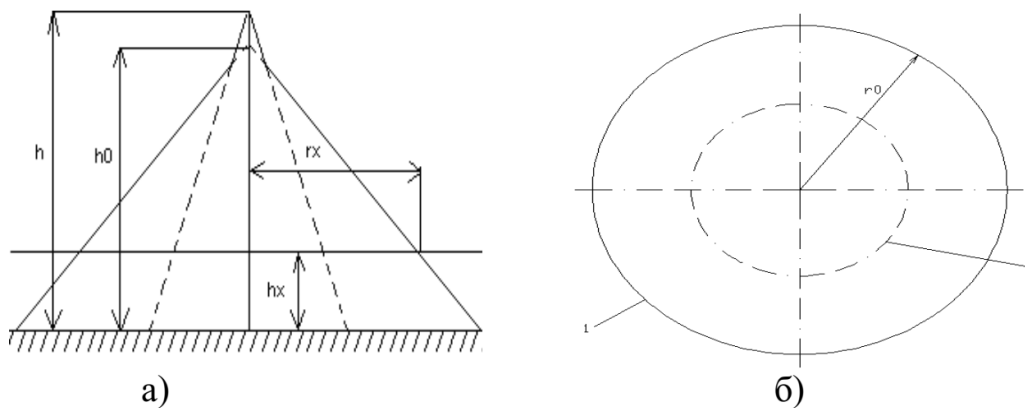
Тросові блискавковідводи повинні складатися не менше ніж з двох опор і розташовуватися на відстані не менше 15 м один від одного або на протилежних стінах будівлі. Усі частини будівлі, що виходять назовні, повинні перебувати в зоні блискавкозахисту.

Зона захисту окремих блискавковідводів висотою $h < 150 \text{ м}$ має форму конуса. Основа конуса має радіус $r = 1,5h$. Поперечний переріз зони захисту

являє собою коло з радіусом (радіусом захисту) r_x висоти h_x споруди, що захищається. Для створення фігури, що утворює конуси захисної зони, дах блискавковідводів необхідно з'єднати з точками заземлення внизу блискавковідводів на відстані $r/2 = 0,75h$. Потім з'єднати точку блискавки на висоті $0,8h$ з основою громовідводу на відстані $r = 1,5h$ з точками на рівні землі по обидві сторони від неї.

Розраховуємо зону блискавкозахисту до висоти 150 м.

Висота захищеної споруди $h_x = 25$ м .



а — межа охоронної зони на рівні h_x , б — також на рівні землі.

Рисунок 3.11 – Зона захисту окремих натягувачів тросу

Зони А і В мають 99,5% і 99% захисту відповідно.

Окремі кабельні блискавковідводи мають такі розміри в захищеній зоні:

Зона А:

$$h_0 = 0,85h;$$

$$r_0 = (1,1 - 0,002h)$$

$$h; r_x = (1,1 - 0,002h)(h - h_x / 0,85)$$

Зона В:

$$h_0 = 0,92h;$$

$$r_0 = 1,5h;$$

$$r_x = 1,5(h - h_x / 0,92)$$

Висоту громовідводу $h = 50$ м . Висота захищеної споруди $h_x = 25$ м .

Визначаємо радіус охоронної зони:

Для області А:

Основа конуса:

$$G = (1,1 - 0,002 \cdot 50) \cdot 50 = 50 \text{ м}$$

Визначаємо вершину конуса:

$$H = 0,85 \cdot h = 0,85 \cdot 50 = 42,5 \text{ м}$$

Визначаємо радіус захисту блискавковідводу:

$$r_x = (1,1 - 0,002 \cdot 50) \cdot \left(50 - \frac{25}{0,85} \right) = 20,6 \text{ м}$$

Для області В:

Основа конуса:

$$r_0 = 1,5 \cdot 50 = 75 \text{ м}$$

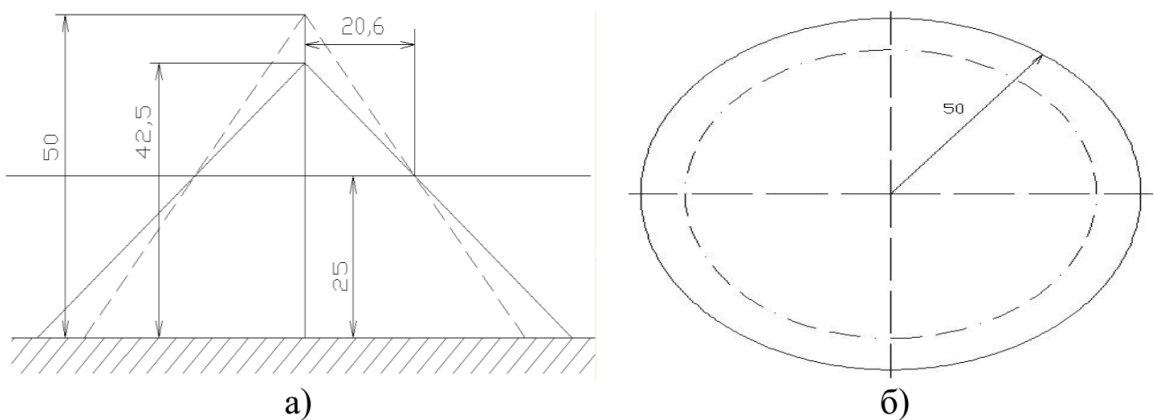
Визначаємо вершину конуса:

$$h_0 = 0,92 \cdot 50 = 46 \text{ м}$$

Визначаємо радіус захисту блискавковідводу:

$$r_x = 1,5 \cdot \left(50 - \frac{25}{0,92} \right) = 34,2 \text{ м}$$

Оскільки радіус захисту на покрівлі об'єкта, що охороняється, становить 20,6 м в зоні А і 34,2 м в зоні Б, а розміри житлової зони 50х55 м², то на території підстанції необхідно розмістити 4 блискавковідводи.



а) – межа захисної зони на рівні 25 м, б) – захисна зона на рівні землі.

Рисунок 3.11 – Охоронна зона В

В результаті розрахунку знайдено розмір зони захисту ізольованих блискавковідводів. Створення 4 блискавковідводів на підстанції підтримує необхідний рівень блискавкозахисту. Зона блискавкозахисту прибудинкової території показана на рис. 3.12.

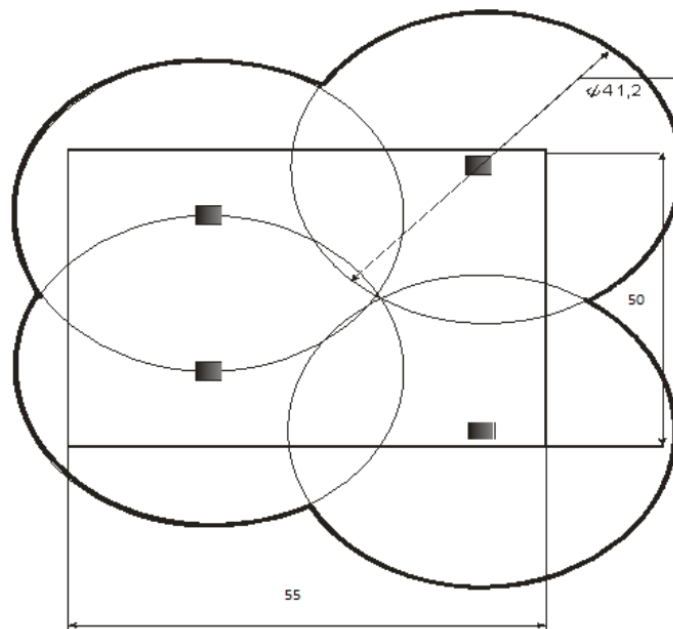


Рисунок 3.12 – Зона блискавкозахисту житлової забудови

При дотриманні розрахункових параметрів об'єкт, захищений від прямого попадання блискавки з вірогідністю не менше 95%.

3.4 Висновки до розділу 3

В даному розділі здійснено розрахунок і вибір сонячної електростанції, так як основна ідея проекту – це розробка проекту паркінгу із сонячними панелями, який забезпечить 100% електроспоживання споживачами житлового комплексу.

Проведено розрахунок та вибір елементів сонячної електростанції, а саме: сонячних панелей; акумуляторних батарей; випрямлячів та інверторів змінного струму.

Здійснено розрахунок і вибір світильників паркувального майданчика.

Розраховано, та розроблено систему захисту території від блискавки.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

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, вирівнюванням 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 ізольовані 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 заземлюючих 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.

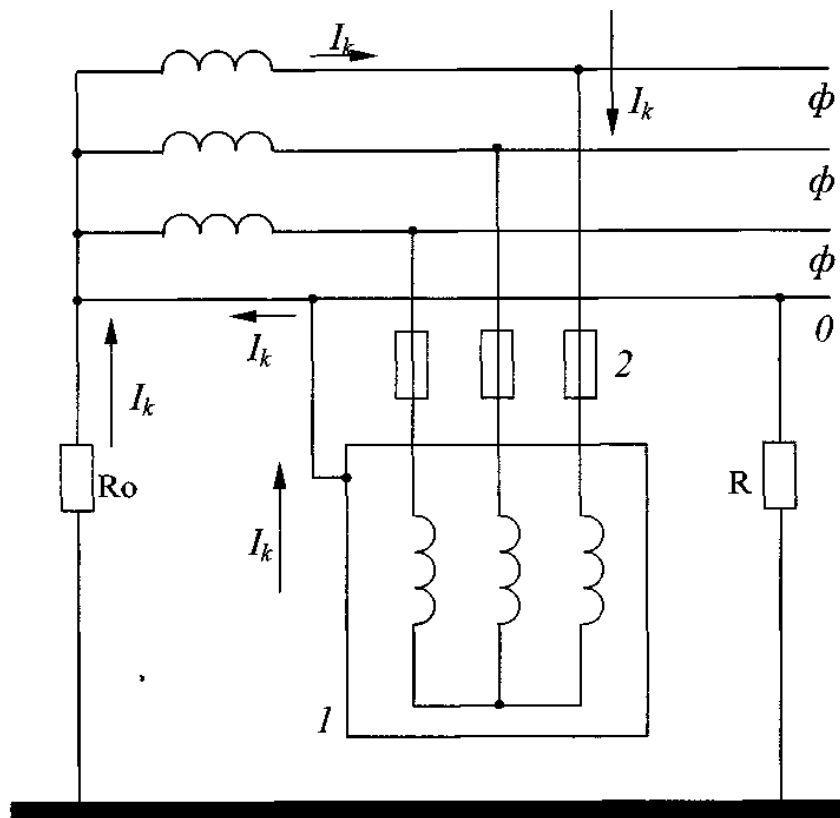


Рисунок 4.1 Принципова схема занулення

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 пробі на корпус.

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

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній роботі здійснено розробку технічних заходів для підвищення надійності системи електропостачання житлового комплексу із використанням альтернативних джерел енергії.

Отримані наступні результати:

- проведений аналіз використання сонячних джерел енергії, а також обладнання, яке необхідне для використання альтернативно джерела електричної енергії, який дозволив розробити систему електропостачання від альтернативного джерела живлення;
- здійснено розрахунок силового та освітлювального навантаження житлового комплексу, відповідно до якого розроблено систему електропостачання із використанням сонячних панелей;
- проведено розрахунок живильних ліній 0,4 кВ, проведено розрахунок розподільчої мережі, вибрано сучасне електроустаткування системи електропостачання житлового комплексу;
- проведено розрахунок освітлення прибудинкової території та вибір освітлювальних установок;
- здійснено розрахунок, вибір та перевірку комутаційного та захисного обладнання.
- розроблено проекту паркінгу із сонячними панелями, який забезпечить 100% електроспоживання споживачами житлового комплексу, паркувального майданчика та споживачами прилеглої інфраструктури.

Впровадження отриманих результатів для забезпечення надійної роботи мережі електропостачання житлового комплексу дозволить знизити навантаження в мережі, та зменшити кількість аварій, а застосування сонячної електростанції дозволить знизити викиди в атмосферу шкідливих речовин.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДБН В.2.5-23:2010 Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення : Державні будівельні норми і правила // ДП "Укравхбудінформ". Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 169 с.
2. 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.
3. Бурбело, М. Й. Розрахунок внутрішнього електропостачання : навчальний посібник / Бурбело М. Й. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 123 с.
4. 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.
5. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом
6. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності: ДСТУ EN 50160:2014 (EN 50160:2010, IDT). [Чинний з 1.10.2014]. - К.: Держстандарт України, 2014. – 27 с.
7. 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.
8. ДСТУ EN 50575:2018. Кабелі силові, контрольні та зв'язку. Кабелі для загального використання в будівельних спорудах згідно з вимогами щодо реакції на вогонь. Київ, 2019. 65 с.
9. ГОСТ 28249-93 Короткі замикання в електроустановках. Методи розрахунку в електроустановках змінного струму напругою до 1 кВ
10. Створене посилання: Калькулятор сонячної станції // Solar Technology: [Веб-сайт]. Київ, 2022. URL: <https://solartechnology.com.ua/online-calculator> (дата звернення: 03.10.2022).
11. <https://jinkosolar.eu/en/>

12. Технічна політика: Побудова та експлуатація електричних мереж. Технічна політика // Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. Київ: ДП «НЕК «Укренерго», 2014. 250 с.

13. ДБН В.2.5-23:2010 Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 169 с.

14. 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).

15. Vakulenko, O., Sysak, I., Babiuk, S., & Bunko, V. (2021, December). Features of the enameled wires insulation diagnosing by voltage. In Proceedings of the International Conference „Advanced applied energy and information technologies 2021”, 2021 (pp. 27-32). TNTU, Zhytomyr «Publishing house „Book-Druk «» LLC.

16. Бабюк С. М. Раціональне електропостачання багатоквартирних будинків / С.М. Бабюк, О.О. Грицюк, І.С. Косткіна // Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 7-8 грудня 2022 року. — Т. : ТНТУ, 2022.

17. Бабюк, С. М., & В Пліс, Я. (2020). Шляхи підвищення енергоефективності систем електропостачання. Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 2, 82-83.

18. Бабюк, С. М., & Комарський, В. В. (2017). Зменшення втрат електроенергії в комунальній мережі міста. Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 3, 92-92.

19. Бабюк, С. М., Клебан, К. М., & Танасійчук, В. В. (2021). Шляхи підвищення надійності електропостачання. Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 5-6.

20. 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.