

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Електроенергетики

(інститут)

Електротехнічний

(факультет)

Кафедра Електроенергетики

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню магістра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Ходака Олександра Сергійовича

(ПІБ)

академічної групи 141М-21-1

(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

спеціалізації _____ за освітньо-

професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему Обґрунтування ємності накопичувачів енергії для приватного домогосподарства

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Кошеленко Є.В.			
розділів:				
Основний	Кошеленко Є.В.			
Розрахунковий	Кошеленко Є.В.			
Економічний	Тимошенко Л.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Олішевський Г.С.			

Дніпро
2022

ЗАТВЕРДЖЕНО: завідувач кафедри

електроенергетики

(повна назва)

Папайка Ю.А.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ступеню магістра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Ходаку Олександр Сергійовичу академічної групи 141М-21-1
(прізвище та ініціали) (шифр)спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

спеціалізації _____

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(офіційна назва)на тему Обґрунтування ємності накопичувачів енергії для приватного домогосподарства,
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 13.09.2022р. №918-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Основний	Розробка технічних та організаційних заходів для вибору ємносних накопичувачів	
Розрахунковий	Розрахунок та розподіл на групи навантажень, вибір ємносних накопичувачів	
Економічний	Розрахунок техніко-економічних показників проєкту	

Завдання видано
(підпис керівника)

_____ (прізвище, ініціали)

Кошеленко Є.В.

Дата видачі _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

16.12.2022

Прийнято до виконання _____

(підпис студента)

(прізвище, ініціали)

Ходак О.С.

РЕФЕРАТ

Робота магістра складається з розрахунково-пояснювальної записки, виконаної на 54 аркушах формату А4, яка вміщує вступ і 2 розділи, - найменувань використаних джерел, 12 таблиць, 1 додатки та 5 рисунків.

АКУМУЛЯТОР, ІНВЕРТОР, ГІБРИДНИЙ ІНВЕРТОР, ПАРАЛЕЛЬНЕ З'ЄДНАННЯ АКУМУЛЯТОРІВ, ПАРАЛЕЛЬНЕ З'ЄДНАННЯ ІНВЕРТОРІВ, РОЗПОДІЛ НАВАНТАЖЕНЬ, КІЛЬКІСТЬ ЦИКЛІВ, ГРАНИЦЯ РОЗРЯДУ, АВТО РОЗРЯД АКУМУЛЯТОРІВ

У вступі Описана необхідність безперебійного живлення приватного домогосподарства та варіанти безперебійного живлення

В основному розділі проводиця аналіз та розподіл на групи споживачів побудова графіка навантаження приватного домогосподарства для можливості вибора емносних накопичувачів енергії з подальшим розрахунком для покриття ними 4 часового відключення електроенергії та в аварійному випадку на 1 добу

Економічний розділ проводить техніко-економічне ґрунтування вибраних акумуляторних батарей та приводяться дані з річної економії та строку окупності вартості капітальних інвестицій

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	7
1.1 Технології накопичення енергії в Україні.....	7
1.2 Основні напрямки застосування систем накопичення енергії.....	8
1.3 Види акумуляторних батарей.....	10
1.4 Вимоги для вибору акумуляторних батарей.....	12
1.5 Технології зберігання енергії в світі.....	14
2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	31
2.1 Розрахунок електричних навантажень.....	31
2.2 Вибір номінального робочого навантаження.....	33
2.3 Обґрунтування об'єму акумуляторів	39
2.4 Обґрунтування та вибір інвертора.....	40
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	42
3.1 Розрахунок капітальних витрат.....	42
3.2 Визначення експлуатаційних витрат.....	44
3.2.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань.....	44
3.3 Розрахунок річної економії від впровадження науково-технічного рішення.....	46
3.4 Визначення та аналіз показників економічної ефективності.....	47
Висновок.....	51
Список використаних джерел.....	52

Додаток А.....	53
Додаток Б.....	54

ВСТУП

Експлуатація електричних приладів і обладнання нерозривно пов'язана з безпечною та якісною роботою системи централізованого енергопостачання. Сучасна електронна та побутова техніка буде працювати надійно та продуктивно лише за умови безперервного постачання енергії належної якості. Різкі стрибки напруги, раптове припинення подачі струму можуть спровокувати вихід з ладу вартісних приладів. У свою чергу, система безперебійного живлення для дому дозволяє мінімізувати подібні ризики, повністю контролюючи енергопостачання важливих систем та обладнання.

- можливості системи резервного живлення
- накопичувачі енергії
- вибір акумулятора для системи ббж
- складові системи автономного енергопостачання

Від електроенергії в приватному будинку залежить робота життєво важливих приладів та систем — опалення, водопостачання, сигналізації. Комфортно існувати без цих приладів особливо в опалювальний період вийде недовго. Будинок замерзає всього за 8-

10 годин, і взагалі на час відключення електроенергії варто подбати про надійний резерв. На час довготривалого відключення енергопостачання в господарстві слід передбачити дизель або бензогенератор. Для усунення наслідків короткотривалих, але регулярних перебоїв електропостачання більш раціональним буде встановлення системи безперебійного живлення на акумуляторних батареях.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

1.1 Технології накопичення енергії в Україні [4]

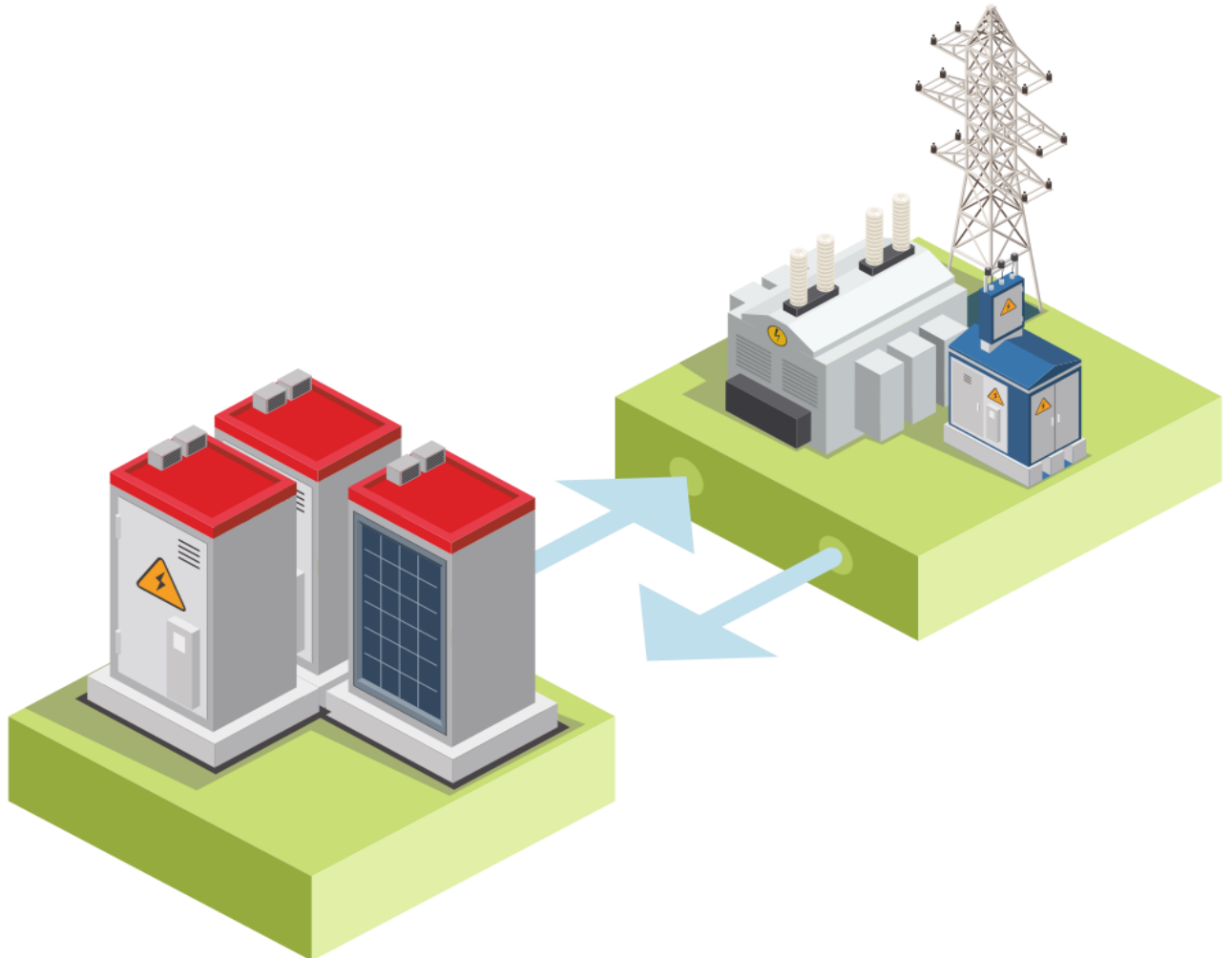


Рис1.1 Система накопичення енергії (СНЕ) – електроустановка, приєднана до ОЕС України, що включає як мінімум один накопичувач електричної енергії з урахуванням інженерних споруд, обладнання перетворення енергії та пов'язане з ними допоміжне обладнання, яка отримує електричну енергію з ОЕС України або з власних електроустановок, призначених для виробництва електричної енергії, зберігає цю енергію в будь-якій формі та відпускає електричну енергію в ОЕС України.

На даний час у світі представлені наступні основні технології акумуляторних батарей:

свинцево-кислотні;

літій-іонні;

нікелеві.

Основні технічні характеристики за якими визначають якість та вартість акумуляторних батарей або СНЕ:

ємність акумулятора (енергоємність) – ємність СНЕ (кВт·год) або (МВт·год), що дорівнює сумарній ємності АКБ, з яких складається СНЕ, та може бути відпущена СНЕ в мережу в точці приєднання з урахуванням витрат електроенергії на власні потреби СНЕ;

напруга;

допустима/максимальна глибина розряду (Depth of Discharge/DoD) – максимально допустимий рівень розряду АКБ СНЕ (виражений в відсотках) від номінальної енергоємності АКБ, при якому швидкість деградації (втрати ємності) АКБ не перевищує заявленої заводом-виробником АКБ величини;

- експлуатаційний термін;
- максимальна швидкість зміни потужності заряджання та розряджання;
- діапазон робочих температур;
- саморозряд;
- габарити та вага;
- струм заряду;
- кількість циклів перезарядки тощо.

1.2 Основні напрямки застосування систем накопичення енергії [5](energy storage):

встановлення систем накопичення енергії для оптимізації споживання об'єктом;
 поєднання роботи сонячних і вітрових електростанцій з системами накопичення енергії з метою регулювання «дисбалансів», що виникають в результаті нестабільної системи електричної системи

створення систем накопичення енергії з метою забезпечення первинного та вторинного регулювання в ОЕС України та створення «маневрених потужностей».

Робота електроприладів і обладнання нерозривно пов'язана з безпечною і якісною роботою системи централізованого електропостачання. Спільна електропобутова техніка буде працювати надійно і продуктивно лише за умови безперервної подачі енергії належної якості. Різкі скачки напруги, раптове припинення подачі струму можуть стати причиною виходу з ладу пристроїв *var*. У свою чергу, система безперебійного живлення для дому дозволяє мінімізувати такі ризики, повністю контролюючи живлення важливих систем і обладнання.

можливості системи резервного живлення

акумулятори енергії

вибір акумулятора для системи *bbz*

компонентні системи автономного енергопостачання

Від електрики у приватному будинку залежить робота життєво важливих пристроїв та систем – опалення, водопостачання, сигналізації. Без цих пристроїв зручно жити недовго, особливо в опалювальний сезон. Будинок замерзає всього за 8-10 годин, і взагалі при відключенні електроенергії слід подбати про надійний підпір. На час тривалого відключення електроенергії у домашньому господарстві слід передбачити дизельний чи бензиновий генератор. Для усунення наслідків короткочасних, але регулярних перебоїв з електропостачанням раціональнішим було б встановити систему безперебійного електропостачання на акумуляторних батареях.

Акумуляторна система резервного живлення дозволяє забезпечити безперебійне електропостачання лише окремих споживачів, які характеризуються або малопотужним, або переривчастим режимом роботи.

Наприклад, це можуть бути:

автоматичне управління газовим або твердопаливним котлом;

циркуляційний насос системи опалення;

насос системи водопостачання;

електропривод гаражних або в'їзних воріт

освітлення критичних приміщень;

2-3 додаткових розетки для обладнання (роутера, комп'ютера та ін.)

Резервування роботи потужних приладів електричного котла, бойлера, кондиціонера є економічно необхідним, оскільки це потягне за собою необхідність встановлення більшої кількості накопичувачів збільшеної ємності, як слідок, для забезпечення встановлення системи.

Оптимальним варіантом є дотримання принципу інтелектуального балансу, тобто встановити систему певної потужності, і в разі аварійного відключення живлення залишиться.

аккумулятори енергії

1.3 Види акумуляторних батарей

Акумулятори є найважливішим елементом системи резервного електропостачання, оскільки забезпечують працездатність обладнання у разі виникнення збоїв у мережі централізованого енергоспоживання. Акумуляторна батарея є джерелом постійного струму. Більшість типів батарей засновані на циклічному перетворенні хімічної енергії в електричну, що дає можливість багаторазово накопичувати, а потім вивільняти електроенергію з батареї. Розглянемо найпопулярніші види акумуляторних батарей:

Свинцево-кислотні акумулятори

Протягом багатьох десятиліть найбільшого поширення набули свинцево-кислотні акумулятори, принцип дії яких полягає в зануренні двох і більше свинцевих пластин у розчин сірчаної кислоти (електроліт). Хімічна реакція, яка відбувається між ними і викликає накопичення електрики.

Залежно від технології виробництва, хімічних елементів, які використовуються в конструкції АКБ, розрізняють такі види свинцево-кислотних акумуляторів:

З рідким електролітом (Lead-Acid) – класичні стартові АКБ (6,12,24 Вольт) в більшості використовуються при роботі двигунів внутрішнього згорання. Потребують регулярного обслуговування та вентиляції.

Герметизовані (Valve Regulated Lead-Acid) – виготовляються в герметизованому корпусі, що дозволяє використовувати їх в жилих приміщеннях, не потребують додаткової вентиляції та обслуговування.

Гелеві (Gel VRLA) – один з найсучасніших видів свинцево-кислотних акумуляторів. Технологія заснована на використанні гелеподібного електроліту (за консистенцією схожий на віск) Універсальні герметичні конструкції, індикатори індикації в режимі попередньої сушки дозволяють вибрати тип акумулятора в різних камбузах: морському контейнерному транспорті, в сфері зв'язку і телекомунікацій, електромобілів, системах вуличного освітлення.

OPzS и OPzV — Акумулятори глибокого розряду для автономних систем електропостачання. OPzS (з рідким електролітом) і OPzV (с гелевим електролітом). Відзначаються найкращими серед всіх типів свинцево-кислотних АКБ характеристиками: заряду – розряду до 1800 циклів, можливістю 80 % розряду, термін служби 20-25 років.

Літій-іонні акумуляторні батареї

Вихід із назви, основою для створення цього типу акумуляторів, є літій, який за своїми характеристиками є надзвичайно легким металом, володіє самим високим електрохімічним потенціалом і забезпечує найбільшу енергоємність. Крім того, Li-Ion відрізняється порівняно низьким саморозрядом, і у нього повністю відсутній «ефект пам'яті».

Нікелево-кадмієві (Ni-Cd) акумулятори

За статистикою більше 50% всіх АКБ для портативного обладнання є нікелево-кадмієві. До основних переваг цього типу акумуляторів можна віднести: низьку вартість, відмінну стійкість до великих струмів заряду і розряду, велика кількість циклів «заряду-розряду». До недоліків даного типу батарей слід віднести: наявність так званого «ефекту пам'яті», високу токсичності головної складової – кадмію.

На практиці найбільшого розповсюдження в домашніх системах безперебійного живлення отримали гелеві і AGM- акумулятори. Пояснюється даний факт декількома обставинами: адекватна вартість, не потребують періодичного доливання електродоліту і взагалі будь-якого обслуговування в процесі експлуатації, економічно виправданий строк експлуатації від 3 до 7 років.

1.4 Вимоги для вибору акумуляторних батарей

Акумуляторну батарею підбирають по декількох параметрах:

Ємність батареї, $A \cdot \text{год}$ – це величина заряду, яку акумулятор здатний з акумулювати, а потім віддати під час своєї роботи. Щоб з'ясувати, яка реальна віддача в акумулятора слід виконати простий розрахунок. Наприклад, акумулятор ємністю $200 A \cdot \text{год}$ і напругою $12V$ накопичують $12 \times 200 = 2400 \text{ Вт} \cdot \text{год} = 2,4 \text{ кВт} \cdot \text{год}$. Оскільки розряд батареї нижче рівня 50% заряду є критичним, тоді допустима потужність становить не більше 50% від номінальної, тобто орієнтовно $1-1,2 \text{ кВт} \cdot \text{год}$.

Вихідна напруга, В – в більшості сучасних моделей рівна 12 В. Також є модифікації на 24В та 48В. Для побутового використання рекомендуємо обирати акумулятор з напругою 12В.

Максимальна величина пускового струму, А. Практично всі електроприлади в момент старту потребують більше енергії, ніж в робочому режимі. В домашніх умовах достатньо АКБ із пусковим струмом 200-400А.

складові системи автономного енергозабезпечення

Крім акумуляторів, в перелік комплектуючих системи резервного живлення входять ще декілька складових:

Інвертор — це перетворювач постійного струму (DC) у змінний (AC). У звичайному режимі споживає мінімальну кількість електроенергії (в деяких моделях забезпечує зарядку акумулятора). При виникненні аварійної ситуації інвертор автоматично переходить в режим живлення. Реальний приклад роботи автоматичної системи безперебійного живлення. Однією з основних характеристик автономних інверторів є номінальна вихідна потужність. Бюджетні однофазні моделі (торгові марки Solar Expert, Stark, Abi Solar) представлені моделлю на 1,2,3 і 5 кіловат вихідної потужності змінного струму. Чим більше вихідна потужність, тим більше навантаження може витримати перетворювач. Для розширення функціональних можливостей системи безперебійного живлення інвертор може бути забезпечений можливістю підключення сонячних батарей. При наявності такої опції система буде працювати за такою логікою: аварійне відключення - система перемикає на живлення від акумулятора. У разі відновлення електропостачання система перейде на використання енергії з мережі, можливе приватне змішування мережевої та сонячної енергії..

Контролер заряду – в системі ББЖ, відповідальний за правильний заряд АКБ. Сучасні інвертори передбачають наявність вже вбудованого контролера в корпусі інвертора.

Електрозахист є обов'язковим елементом безпечної та надійної роботи системи. Передбачено встановлення запобіжників відповідного номіналу на стороні змінного та постійного струму, пристрої захисту від перенапруг. 1. рекомендації щодо встановлення системи безперебійного живлення

На першому етапі необхідно виділити критичну групу електроприладів, які вимагають 100% живлення при аварійних відключеннях електроенергії.

Резервну систему живлення краще розміщувати в сухому місці, де підтримується постійна температура приблизно 5-120С і є хороша вентиляція. Це може бути гараж, вентиляований і утеплений підвал або підсобне приміщення.

Для розміщення групи батарей слід передбачити орієнтовну площу 0,5-1 кв. Найчастіше для раціонального використання площі батареї розміщують на спеціально передбаченому стелажі.

Щоб звести до мінімуму корозійну дію вологи, необхідно встановити захисні ковпачки для з'єднань клем акумулятора. Самі клемні болтові з'єднання кожні три місяці необхідно перевіряти на правильність фіксації, а також очищати від пилу і бруду.

1.5 Технології зберігання енергії в світі [6]

Енергозберігаючі технології

Літій-іонна технологія сьогодні є найпоширенішою технологією на ринку зберігання енергії. Наприклад, у 2015 році літій-іонні акумулятори використовувалися в 95% випадків. Вони також широко використовуються на споживчому та автомобільному ринках, де вони встановлюються в гібридні або повністю електричні транспортні засоби.

Таким чином, літій-іонні батареї підходять для накопичення енергії в будь-якому споживачі - від великих інженерних комунікацій, електропередач і розподілених будівель.

Однак корисність літій-іонної технології потребує подальшої оцінки. По-перше, дуже важливо, щоб продуктивність різних типів літій-іонних акумуляторів відповідала поставленим завданням. Наприклад: для великих електростанцій одна модель батареї може бути на 80% ефективнішою за іншу завдяки здатності батареї швидко заряджатися та розряджатися. По-друге, в окремих випадках інші технології можуть працювати краще. Зокрема: для керування системою зарядки та накопичення енергії в житлових системах свинцево-кислотні батареї можуть бути більш ефективними. А для великих електростанцій лужні батареї більш економічні, але лише для коротких періодів зарядки та розрядки (менше однієї години).

Основні характеристики систем накопичення енергії

Однією з основних характеристик будь-якої системи зберігання енергії є корисна ємність. Цей параметр системи накопичення енергії залежить від номінальної потужності, допустимої глибини розряду і зниження ємності акумулятора з часом. Наприклад, Adara Power пропонує систему накопичення енергії для домашніх господарств з номінальною ємністю батареї 8,6 кВт/год. При цьому заявлена гранично допустима глибина розряду для цієї системи становить 75%. Так, корисна ємність акумуляторів Adara становить 6,45 кВт/год. У той же час прямиї конкурент - Tesla - випускає системи накопичення енергії Powerwall з допустимою глибиною розряду 100%. Для них корисна ємність буде дорівнювати номінальній (7 або 10 кВт/год).

Однак номінальна ємність АКБ заявлена тільки в перший день їх експлуатації. З часом корисна ємність повільно зменшуватиметься через знос. Кількість циклів, на які розрахована система, є показником терміну служби батареї. Термін служби батареї сильно залежить від способів використання. Наприклад, виробник може оцінити термін служби тієї самої батареї як 4000 циклів при 70% DOD або 3000 циклів при 85% DOD. Клієнти повинні мати доступ до таких даних, але на практиці ці дані практично неможливо знайти.

Знання кількості циклів за різних умов використання є важливим з точки зору максимізації повернення акумулятора для клієнта. Наприклад, Sonnen надає гарантію на всі свої системи зберігання енергії SonnenBatterie як «10 000 циклів або 10 років». З такою системою при нормальному використанні ви отримуєте лише близько 3650 циклів за 10 років. Таким чином, щоб наблизитися до 10 000 циклів протягом гарантійного періоду, вам потрібно буде виконувати приблизно 3 цикли на день, для чого знадобляться спеціальні цикли. Прикладом є використання системи не тільки для власного споживання, а й для продажу електроенергії в мережу.

Є кілька економічних сценаріїв для власників систем зберігання енергії:

Автономна домашня електростанція. У цьому випадку ви використовуєте свою систему накопичення енергії, щоб зберігати вироблену енергію для ваших потреб і зробити свій будинок енергонезалежним. Надлишок енергії, вироблений протягом дня, накопичується в системі акумуляторів для споживання вночі. Однак такі системи потребують додаткового контролю за кількістю виробленої енергії, а також бажано мати резервне джерело живлення. По суті, така система зберігання енергії повинна розраховувати енергоспоживання домогосподарства в режимі реального часу, щоб оптимізувати виробництво електроенергії. Крім того, система повинна зменшувати генерацію, коли кількість виробленої енергії перевищує потужність системи зберігання. Такий варіант проживання вигідний, якщо клієнт хоче стати повністю незалежним або в регіонах з високою вартістю електроенергії.

Резервна домашня електростанція. Такий варіант енергосистеми буде цікавий домогосподарствам, які осушені в регіонах, які мають проблеми з енергопостачанням. Електростанція виробляє електроенергію лише до заповнення накопичувальної системи, після чого вимикається. В результаті ви завжди маєте повністю заряджену акумуляторну систему під час відключення електроенергії, а також можете самостійно виробляти електроенергію, якщо це необхідно. У такому випадку вам потрібно розрахувати кількість енергії, необхідної для забезпечення

будинку під час відключень електроенергії, і відповідно розрахувати систему накопичення.

Мережева домашня електростанція. У цьому випадку ви переслідуєте мету продати вироблену енергію вище ціни, за якою ви купуєте її у держави. В умовах України таке рішення є досить вигідним, оскільки держава зобов'язана купувати у вас електроенергію за «зеленим» тарифом, який прив'язаний до собівартості. Для прямого продажу енергії не потрібно встановлювати систему накопичення енергії, що дозволяє значно економити.

Системи зберігання енергії: побутові та промислові зразки, існуючі та майбутні розробки

Нижче я пропоную огляд світового ринку систем зберігання енергії, тут вибрано найпередовіші компанії та технології, щоб зробити ймовірність більш імовірною.

Технологія Powerwall and Powerpack

Tesla поступово стає одним зі світових лідерів у сфері систем зберігання енергії. На сьогодні Tesla просуває на ринок два види таких систем: Powerwall і Powerpack. Перший можна використовувати в житлових і невеликих офісних приміщеннях, другий - для роботи на підприємствах, він здатний працювати з великими потужностями і на велику кількість.

«Домашній» Powerwall має кілька різновидів — 7 кВт (вартість 3 тис. доларів), 10 кВт (вартість 3,5 тис. доларів) і 14 кВт (вартість до 100 доларів). з двома спальнями). Крім того, вам доведеться заплатити близько 1500 - 1600 доларів за установку, інвертори та інші витратні матеріали. Габаритні розміри становлять близько метра в ширину і довжину, товщина - близько 18 см, вага - 100 кг. Зарядка акумулятора можлива як від вітрогенератора або сонячної батареї, так і від побутової мережі. Powerwall можна встановити всередині або зовні будинку, допустима температура експлуатації - від -20 до +43 градусів. Гарантія від виробника - 10 років. Промисловий Powerpack має потужність 100 кВт, але його конструкція дозволяє

легко об'єднувати окремі елементи у великі системи потужністю до 100 МВт, що достатньо для енергозбереження. Приблизна вартість складе 250 доларів за 1 кВт.

Технологія Zcell

Коли австралійська компанія Redflow оголосила про початок продажів домашніх потужних акумуляторів з рідким електролітом, фахівців купа. Однак перші зразки, які надійшли в продаж у березні 2016 року, отримали позитивні відгуки. На даний момент Redflow зосереджується на внутрішньому ринку Австралії для користувачів сонячних батарей.

Постійне зниження пільгового тарифу на тлі зростання цін на енергоносії робить акумулятори ZCell на рідкому електроліті все більш привабливими для домогосподарств. Система енергозбереження, розроблена австралійськими інженерами, базується на бромно-цинковому акумуляторі потужністю 10 кВт. Акумулюючи енергію від сонячних батарей, він віддає її в моменти пікового навантаження, а також у вечірній і нічний час. Серед переваг можна виділити:

максимально допустима глибина розряду - 100%, при цьому розробники стверджують, що повний розряд ніяк не позначається на ємності акумулятора і його роботі.

акумулятор може дуже довго розряджатися, на його характеристиках це ніяк не позначатиметься.

ємність акумулятора практично не змінюється з часом - гарантія на акумулятор 10 років

батарея має власну систему електрозахисту, крім того, наявний інтерфейс дозволяє дистанційно контролювати та керувати системою за допомогою Інтернету простота монтажу - система поставляється у вигляді моноблоку, який потрібно просто розмістити всередині або зовні будинку і підключити до мережі

екологічно чисті - всі елементи акумулятора переробляються

за розмірами це найменша серійна батарея з рідким електролітом.

Основні проблеми, на думку експертів, пов'язані з бромно-цинковою батареєю, яка дуже ефективна для тривалих циклів накопичення та зберігання енергії, але не дуже хороша. Крім того, більшість користувачів звикли орієнтуватися на літій-іонні акумулятори, що робить подальшу комерціалізацію ZCell досить проблематичною.

Технологія SonnenCommunity

Sonnen є беззаперечним лідером на німецькому ринку побутових систем накопичення енергії, на сьогоднішній день продано понад 10 000 домашніх накопичувачів. Sonnen представляє батареї ємністю від 2 до 16 кВт/год, терміном служби не менше 10 000 циклів зарядки/розрядки при максимально допустимій глибині рядка. Останнім часом компанія виступає не тільки як виробник обладнання, а й позиціонує себе як постачальник послуг на ринку електроенергетики.

У листопаді 2015 року компанія запустила амбітний проект у Німеччині. Платформа SonnenCommunity – це можливість створити віртуальний пул власників сонячних систем та електричних батарей. Переважно електрику, відкриті сонячні батареї і не перерослі в зад, можна розділити між дбайливими віртуальними лініями, наприклад, міцними пляшками, напруженими в батарею. Враховуючи різке падіння ціни на зелену електроенергію, це дозволить їй виробникам продавати її в режимі реального часу в момент, коли ціни будуть найбільш вигідними. Підключитися до платформи може будь-який користувач, який придбав обладнання компанії. Соннен також використовує нове програмне забезпечення, яке може візуалізувати агреговане сховище в режимі реального часу.

Найбільш реальним конкурентом Tesla експерти бачать Sonnen - компанія вже продала близько тисячі систем для домашніх сонячних електростанцій. Правда, вартість зберігання енергії в системах Tesla нижче, але Соннен наполягає на їх транспортуванні з точки зору терміну служби і кількості циклів заряду / розряду.

Технологія Smart Towns

У Японії, де щороку будується близько 1 мільйона нових будинків, з 2020 року стандарт Zero Energy Homes (ZEH) стане обов'язковим. Panasonic та інші японські компанії, прямі конкуренти Gigafactory Tesla, вже багато років продають місцевим замовленням готові рішення для домашніх сонячних електростанцій, в яких система зберігання електроенергії все ще пропонується в якості опції.

Panasonic реалізує власну програму «розумного міста», яка розгорнулася поблизу Йокогами. Передбачається, що в межах цього міста всі домашні сонячні електростанції та системи накопичення енергії будуть об'єднані в єдину мережу. Це дозволить не лише забезпечити енергетичну незалежність міста, а й у перспективі – вийти на японський оптовий ринок продажу електроенергії.

Panasonic є одним з найбільших у світі виробників потужних акумуляторів, великі обсяги виробництва дозволяють компанії продавати продукцію Zui. Smart Towns – молодий, але амбітний проект, в якому Panasonic спробує реалізувати нові підходи до накопичення та розподілу електроенергії. При цьому компанія спиратиметься на досвід, отриманий нещодавно в Канаді, де Panasonic реалізувала великий проект із сонячними батареями. У компанії також є кілька проектів зі створення побутових систем накопичення електроенергії в Австралії, хоча там вона стикається з сильною конкуренцією.

Технологія натрієво-сірчаних батарей

Японська компанія NGK Insulators однією з перших вийшла на світовий ринок систем акумуляції та зберігання електроенергії з технологією сірчано-натрієвих акумуляторів рота. На сьогоднішній день загальна потужність акумуляторів, встановлених компанією NGK Insulators у всьому світі, становить близько 3 ГВт, включаючи найбільшу в Японії сеть сонячних електростанцій, побудовану на основі акумуляторів цього типу. У період з 2007 по 2010 рік на частку компанії припадало 66% ринку акумуляторів тривалого зберігання електрики.

Завдяки особливості технології сірчано-натрієві батареї мають тривалий термін служби, але в той же час вони пожежонебезпечні через високу робочу температуру. неважливо що літ-іонні батареї є більш придатними для створення великого ступеня електричної промислової системи, після акумуляторів з liquid electrolyte, це залишається протягом тривалої години, щоб maintain його становище як альтернативне електро-гігієне.

Наприклад, нещодавно компанія виграла тендер на будівництво великої системи зберігання енергії (35 МВт – 280 МВт) в Італії.

Технологія літій-іонних батарей Intensium

Французька компанія Saft стала одним із головних ньюсмейкерів після того, як її за це придбав нафтовий гігант Total за \$1 млрд – див. До зміни власника компанія брала активну участь у проектах по всьому світу, створюючи системи накопичення та управління енергією на літій-іонній основі. Компанія зосередилася на проектах у віддалених районах, де ціни на електроенергію високі з самого початку. Як приклад можна навести встановлення системи потужністю 1,2 МВт для віддаленого села на Алясці, великої сонячної електростанції в Анахолі (Гавайї), а також нещодавно отриманий контракт на створення системи накопичення енергії потужністю 10 МВт в Пуерто-Ріко.

Експерти поки що обережно коментують зміну власника, відзначаючи, що спочатку компанія, в першу чергу за обсягом продукції, яку виробляє, не може зосередитися на Samsung.

Технологія Pure Wave S&C

S&C Electric має більш ніж 10-річний досвід у проектуванні та будівництві інженерних мереж, систем захисту та керування електричними мережами. Сьогодні S&C Electric є одним із лідерів інноваційних програмних рішень для підвищення надійності, продуктивності та ефективності мережі. Компанія спеціалізується на розробці та впровадженні рішень як для комерційних та промислових об'єктів, так

і для приватних будинків, а також систем автономного енергопостачання. Наприклад, компанія в Техасі об'єднала 4 електричні мікромережі в єдину мережу, яка мала різні джерела генерації електроенергії - в тому числі сонячні, а також кілька систем зберігання. Крім того, компанія розробила одну з найбільших систем зберігання електроенергії у Великобританії. Ще один проект потужністю 7 МВт — Half Moon Ventures у Мінстері, штат Огайо.

Водна гібридна іонна технологія акумулятора

Гібридний іонний акумулятор Aquion, який використовує водний розчин іонів натрію (на основі морської води), повинен бути найбільш екологічним і безпечним. Серед інших мокрих акумуляторів технологія Aquion насамперед орієнтована на тривале зберігання електроенергії.

Компанія успішно забезпечила фінансування проекту на ранніх стадіях розвитку технологій. За розрахунками інженерів компанії, після початку масового виробництва гібридних акумуляторів їх вартість повинна становити близько 160 доларів/кВт. Але поки рано судити про те, наскільки це твердження реалістичне. На сьогоднішній день компанія залучила майже 200 мільйонів доларів інвестицій, але встигла завершити лише кілька комерційних проектів. При цьому всі вони проводилися на ринках, де вартість електроенергії дуже висока, наприклад, у Пуерто-Ріко. Щоб технологія водних гібридних іонних акумуляторів мала хороші комерційні перспективи, компанія-розробник повинна дуже багато працювати над зниженням витрат.

Технологія цинково-залізного потокового акумулятора

«ВіЗН» — ще один виробник, який робить ставку на рідкоелектролітні акумулятори великої ємності. Сьогодні батареї, які виробляють електроенергію шляхом хімічної реакції із залізом і цинком, доступні в різноманітних конфігураціях. Вони використовуються як резервне джерело в домашніх системах, для мереж зберігання та розподілу електроенергії, а також для створення автономних енергетичних

установок, наприклад. Про перспективність технології може говорити той факт, що нещодавно компанія виграла тендер на створення системи стабілізації напруги в Онтаріо (Канада).

При цьому експерти відзначають, що нова технологія цинково-залізного проточного акумулятора ще потребує підтвердження своєї комерційної привабливості. При значному зниженні витрат на виробництво акумулятори цього типу можуть претендувати на значну частку ринку довгострокових (3+ годин) акумуляторів. Крім того, залізо-цинкові батареї, які мають некіслотне середовище, мають кращий термін служби та продуктивність, ніж інші наявні на даний момент батареї. Тому стратегічним завданням ВіЗН є розумне управління залученими інвестиціями, зосереджуючись на зниженні витрат за рахунок вдосконалення виробництва.

Технологія RESolve

Багатопрофільна інжинірингова компанія PEC стала одним з ініціаторів будівництва масштабного сховища потужністю 88 МВт, потрібно ще одне.

В основі проектів компанії лежить власна система RESolvecontrol, яка дозволяє об'єднати в єдину систему накопичувачі електроенергії з джерелами генерації (сонячні батареї та ін.). Система RESolve автоматично визначає оптимальний режим роботи, що дозволяє мінімізувати ризики, правильно перерозподіляти отриману енергію для максимізації прибутку. На сьогодні компанія реалізувала близько 10 власних проектів. Крім того, програмна платформа Resolve використовується кількома сторонніми проектами.

Технологія YCube

Німецько-американська компанія Yunicos є одним із провідних постачальників програмного забезпечення для зберігання енергії та системних інтеграторів. Компанія, що виросла з дослідницької лабораторії, має дуже сильні позиції у галузі сонячної та вітрової енергетики у Німеччині. Компанія розробила безліч програмних рішень та утиліт для багатьох великих проектів у Німеччині. Останнім

часом компанія продає власне обладнання для збереження енергії під брендом Y.Cube.

Y.Cube - це модульна система, яку можна підключати до різних джерел вироблення електроенергії. Модульна конструкція дозволяє створювати системи потужністю від 200 кВт до 10 МВт (для тривалого зберігання електроенергії), а більшою потужністю системи – до 2 МВт (для більш короткий час). У той же час, програмне забезпечення дозволяє легко налаштувати систему керування системою.

Поліпшення технології є результатом понад 30 років компанії, що працює на енергетичному маркетинговому ринку, з яких протягом останніх 8 років активно працюватиме в сегменті комерційної енергетики та програмного забезпечення промислового будівництва та управління системами.

Передові технології

Для комунальних та промислових об'єктів компанія пропонує стандартні конфігурації накопичувачів енергії потужністю від 100 кВт до 1000 МВт. На сьогоднішній день компанія реалізувала кілька масштабних проектів у Великій Британії, Чилі та Нідерландах, до кінця 2016 року до них приєднаються ще.

Програмне забезпечення AES дозволяє комбінувати різні джерела виробітку електроенергії, що особливо актуально в періоди пікових навантажень. Однією з переваг рішень, запропонованих AES, є модульний принцип побудови, що дозволяє збільшувати пропускну спроможність у міру потреб користувачів. Наприкінці 2015 року компанія випустила 4 версію Advancion. Технологія Advancion легко інтегрується з наявними програмними продуктами для керування живленням. Співпраця AES з виробниками дротових промислових акумуляторів може значно знизити вартість та час розгортання систем накопичення енергії великої ємності.

Технологія Hybrid Electric Buildings

Програмне забезпечення AMS дозволяє оптимізувати управління наявними ресурсами. Використовуючи передову технологію контролю навантаження,

відповідно до рахунку інтеграції різних джерел електроенергії та диспетчеризації електроенергії, передумова попередження. Компанія вже завершила один масштабний проект у Каліфорнії – систему зберігання потужністю 3,5 МВт для водоочисної станції. AMS використовує Tesla Powerpacks для створення системи зберігання.

Технологія AC battery

Австрійську компанію Enphase часто розглядають як конкурента Tesla насамперед через просування принципово іншого принципу енергозбереження – батарей змінного струму. Наприкінці 2015 року компанія вивела на ринок власну модульну батарею для домашніх накопичувачів енергії ємністю 1,2 кВт/год за ціною 8 кВт/год. Акумулятор адаптований до вже існуючих сонячних електростанцій і може бути встановлений на місці замовника протягом 1,5 годин. Компанія дає гарантію на залізофосфатні акумулятори 10 років. В даний час компанія приймає замовлення на встановлення систем в Австралії та Новій Зеландії, але планує вийти на ринок США до кінця цього року і в 2000 році.

Технологія V2G and 2nd EV life batteries

Японський автовиробник Nissan співпрацює з машинобудівним гігантом Eaton, який уже має досвід створення популярних електромобілів Nissan LEAF, а компанії реалізують xStorage, пілотний проект у Великобританії зі створення резервної системи живлення для житлового комплексу.

Наведений вище матеріал дозволяє зробити кілька важливих висновків:

По-перше, системи зберігання енергії вже мають економічний потенціал за певних умов. Про це часто забувають, залишаючи поза увагою державні субсидії на проекти з енергозбереження та рентабельні втрати від відключень електроенергії.

По-друге, при проектуванні системи накопичення енергії необхідно вирішити, яка технологія (літій-іонна, свинцево-кислотна, лужна чи інша) більше підходить. Багатотехнологічна стратегія буде коштувати дорожче, але вона також дозволить вашій системі бути більш гнучкою.

Нарешті, найважливіший висновок такий: розвиток ринку систем зберігання енергії може перевернути існуючу модель енергозабезпечення світу. Сьогодні нетрадиційна енергетика використовується в основному для задоволення миттєвих енергетичних потреб. Системи енергозбереження, навпаки, допомагають згладити різницю між періодами вироблення енергії та навантаженням на мережу. Згодом відновлювані джерела енергії будуть все більше витіснити традиційне вугілля і газ.

1.6 Зарядка Акумуляторів

Необхідне встановлення термостатичного датчика, що вимикає живлення зарядного пристрою. Це необхідно для запобігання здуттю або розриву АКБ під час досягнення максимальної ємності.

Якщо використовувати кислотні акумулятори необхідно

дотримуватись основних правил техніки безпеки при монтажі та експлуатації, щоб у момент відсутності власника в житловому приміщенні не виникло аварійних ситуацій. Насамперед, це забезпечення хорошої циркуляції повітряних мас у технічній кімнаті, в якій розташовані батареї. Так як побічним ефектом зарядки АКБ є утворення шкідливого для людини газу в момент закипання електроліту, його скупчення може призвести до отруєння або алергічної реакції. Тому для якісного провітрювання приміщення потрібно обладнати припливною та витяжною вентиляцією, що бажано працює в автоматичному режимі.

1.Схеми підключення батарей

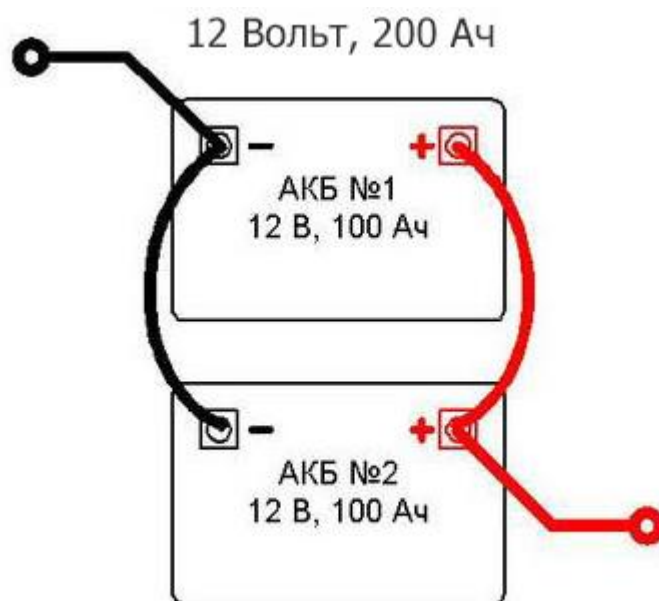


Рис.1.4 Паралельне з'єднання



Рис.1.5 Послідовне з'єднання

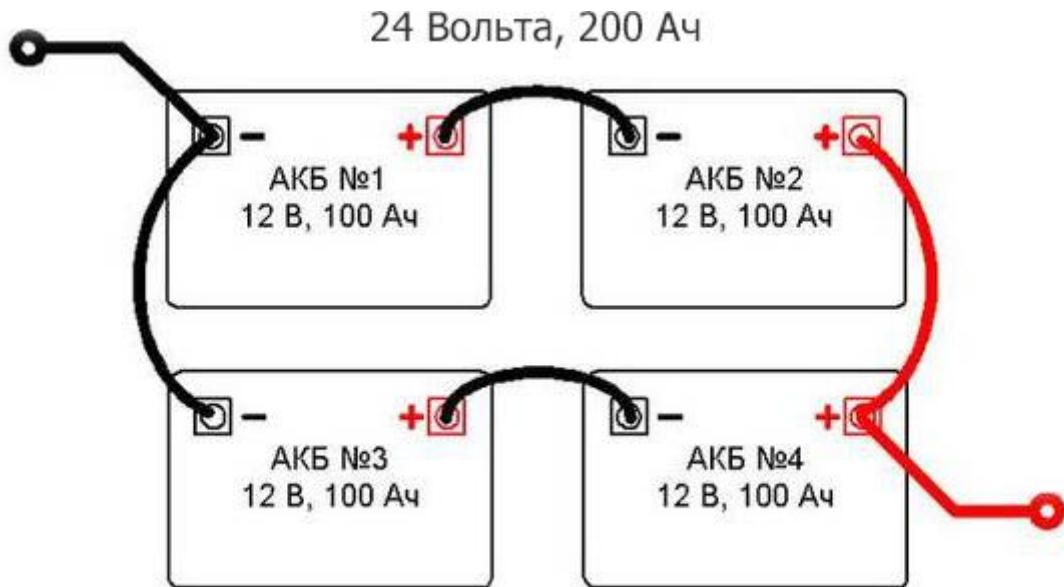


Рис1.5 Змішане з'єднання

Основні характеристики інвертора:

Номінальна потужність (кВт) – визначає, яка сумарна потужність навантажень може постійно живитися від цього інвертора.

Пікова (максимальна) потужність (кВт) – визначає який максимальний пік потужності може витримати інвертор під час роботи від АКБ. Такі пристрої, як електро двигуни, компресори або насоси мають стартову потужність, яка в 2-5 разів вища за їх номінальне споживання.

Форма хвилі змінного струму – характеристика, що визначає якість інвертора. Якісний інвертор повинен мати гладку синусоїдальну форму хвилі.

Сила струму зарядного пристрою визначає, яку максимальну ємність АКБ може заряджати ЗУ.

Можливість заряджати різні типи АКБ. Наприклад, герметичні та відкриті АКБ мають суттєві відмінності у напругах різних стадій заряду.

Наявність температурного датчика для коригування напруги заряду в залежності від температури навколишнього середовища. При холоді напруга заряду має бути вищою, при жарі – навпаки нижче. Якщо не відбувається така компенсація, то дороги АКБ можуть недозаряджатися або перезаряджатися, що призведе до їх передчасного виходу з ладу.

Наявність режиму сну – здатність інвертора переходити в економний режим за відсутності навантажень, і «прокидатися» при включенні навантаження. У сплячому режимі власне споживання інвертора у кілька разів нижче, ніж у робочому. Це особливо важливо в автономних системах, де дана характеристика може істотно вплинути на час автономної роботи всієї системи.

Наявність вбудованого реле перемикання означає, що інвертор може автоматично «підхопити» живлення навантажень при зникненні зовнішньої мережі. Інвертор без реле має тільки "виходить" лінію змінного струму, до якої підключаються навантаження, що живляться від АКБ. Інвертор з реле має «вхідну» та «вихідну» лінії. До входу підключено зовнішню мережу, яка транслюється на навантаження через реле. У момент зникнення зовнішньої мережі спрацьовує реле та навантаження переходять на живлення від АКБ.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

Вступ

2.1 Розрахунок електричних навантажень приватного домогосподарства.

Схеми розподілу електричної енергії всередині житлових площ залежать від надійності електропостачання, планувального рішення будівлі, щільності навантаження.

2.2 Обґрунтування об'єму акумуляторів

Вибір акумуляторів через можливі відключення електроенергії для безперебійної роботи електрообладнання та захист від перепадів напруг

Мета: Вибрати акумуляторні батареї для живлення електрообладнання

Виконуться розрахунок приватного домогосподарства площею 75 м². рис.1 схема планування будинку.

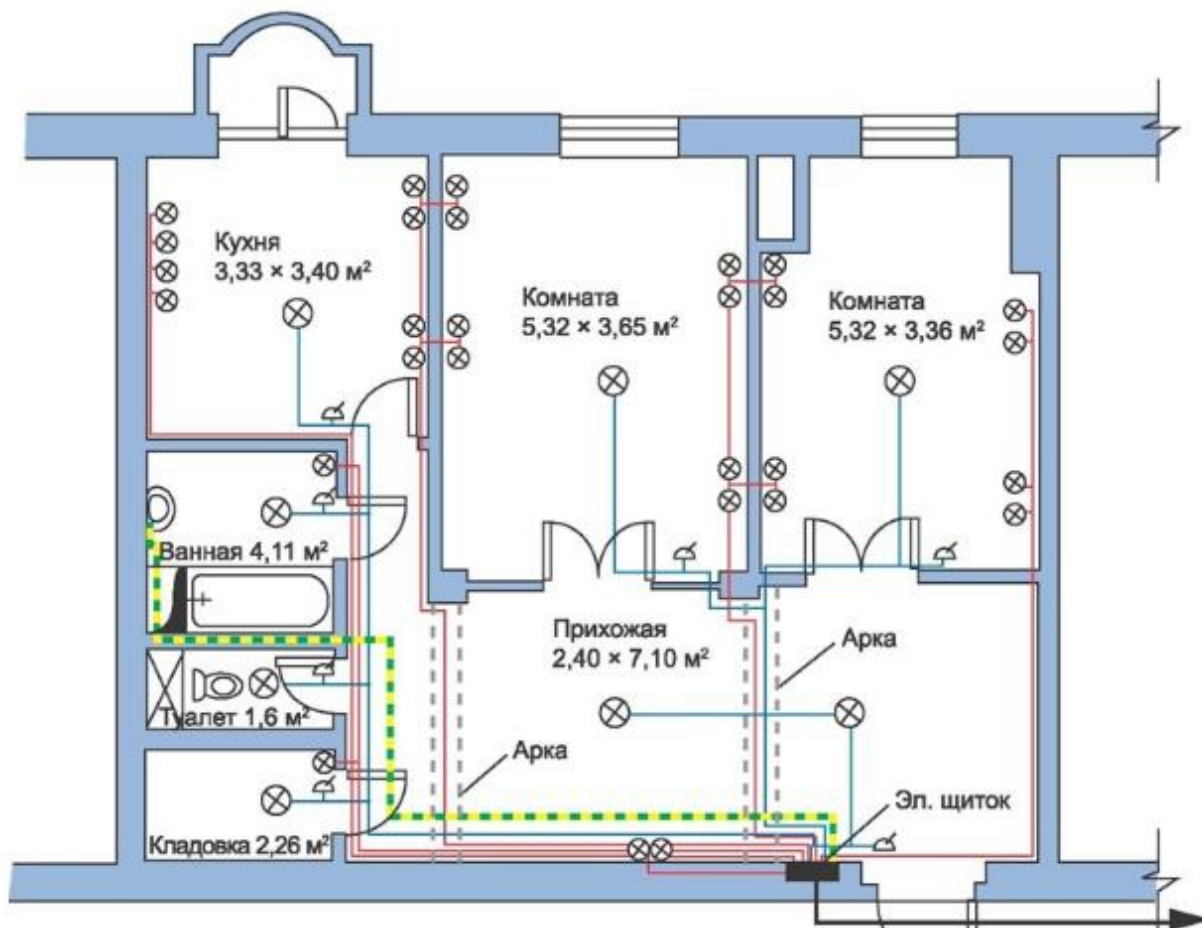


Рис.2.1 – План будинку

1 – спальня, 2 – вітальня, 3 – робоче місце, 4 – кухня, 5 – санвузол, 6 – комора

Розрахунок електричних навантажень

Табл.1.1 Встановлена потужність всіх електроприймачів в будинку.

Найменування приміщення	Найменування обладнання	Тип електроприймача	Встановлена номінальна потужність, P _{вс} т, кВт
Спальня	Освітлення 1.1 Розетка 1.1	LED 15 W x2 Телевізор	0,030 0,6
Вітальня	Освітлення 2.1 Розетка 2.2 Розетка 2.3 Розетка 2.4	LED 15 W x2 Телевізор, акустика Кондиціонер Насос опалення	0,030 0,6 0,03 3,5 0,085
Кімната 1,2	Освітлення 3.1 Розетка 3.1 Розетка (3.1-3.16)	LED 15 W x4 Комп'ютер, ноудбук, Зарядки телефонів	0,060 0,7 0,3 0,016
Кухня	Освітлення 4.1 Розетка 4.1 Розетка 4.2 Розетка 4.3	LED 15 W Електропіч, мікрохвильова холодильник	3x0,015 3,6 2,1 1,2
Сан. Вузол	Освітлення 5 Розетка 5.1	LED 15 W Пральна машина Насосна станція бойлер	0,015 1,60 1,1 2,5
Комора	Освітлення 6	Light Bulb 15 W	0,015
Всього			18,8

Розподіл електроприймачів за групами

Виконується розподіл навантажень, за групами, виконується вибір провідників та автоматичних вимикачів з урахуванням вимог та обмежень Норм та автоматичних вимикачів.

Розподіл виконано способом об'єднання розеткових та освітлювальних груп:

розрахункове активне навантаження групи струмоприймачів:

$$P_{розр} = \sum P_{вст.i}, \text{ кВт} \quad (1.1)$$

$$P_{розр} = 18,8 \text{ кВт}$$

Обчислення розрахункового струмового навантаження групи струмоприймачів:

$$I_{розр} = \frac{\frac{P_{розр}}{U_n \cdot \cos\varphi}}{0,22 \cdot 0,92} = 90 \text{ А}$$

За методом коефіцієнта попиту розрахункове навантаження на введенні житлової будівлі визначається за формулою:

$$P_{розр} \cdot \cos\varphi$$

$$P_{розр.буд.} = 18,8 \cdot 0,75 = 14,1 \text{ кВт}$$

Повне розрахункове навантаження будинку знайдемо так:

$$S_{розр.буд.} = P_{розр.буд.} / \cos\varphi$$

$$S_{розр.кв.} = 14,1 / 0,92 = 15,32 \text{ кВА}$$

Розрахунковий струм для вибору приладів обліку, ввідних апаратів захисту та провідників для будинку визначається:

$$I_{розр.буд.} = S_{розр.буд.} / U_{ном}$$

$$\frac{15,32}{0,22} = 69,1 \text{ А}$$

Таблиця 1.2 – Розподіл навантажень за групами та автоматичними вимикачами

№ автомата	Найменування Автомата	Найменування обладнання	Розрахункове навантаження, P розр, кВт	Розрахунковий струм, I розр, А	Тип АВ	Марка проводу
QF1	S201-B10 NA	розетка 1.1 розетка 1.2	0.63	2.17	B10	ПВС - 3x1,5

						, 15 А
		Освітлення 1	0.030			ПВС - 3x1,5 , 15 А
QF2	S201- B10 NA	Розетка 2. 1 розетка 2.2	5,3	0.18	B1 0	ПВС - 3x1,5 , 15 А
		Освітлення 2,3	0.030			ПВС - 3x1,5 , 15 А
QF3	S201- B10 NA	Розетка 4. 1 Розетка 4.2 Розетка 4.3	6,9	5.48	B1 0	ПВС - 3x1,5 , 15 А
		Освітлення 4	0,045			ПВС - 3x1,5 , 15 А
QF4	S201- B10 NA	Розетка 5. 1	5,22	4.48	B1 0	ПВС - 3x1,5 , 15 А
		Освітлення 5	0,030			ПВС - 3x1,5 , 15 А
Ввід QF _{ВВ}	S201- B30 NA	Будинок	18,8	22,72	B1 0	ПВС - 3x2,5

						, 25 А
--	--	--	--	--	--	-----------

Розрахункові навантаження, визначені для житлового будинку з урахуванням коефіцієнта попиту дозволяють виконати розрахунок і вибір лінії живлення будинку. Вибір ведеця за нагрівом провідника розрахунковим струмом при живленні електричних оприймачів, будинку за умовою:

$$I_{доп} > I_{розр.буд},$$

Приймає кабель типу Провід самонесучий СИП-5нг 2х16, $I_{доп} = 60 \text{ А}$.

$$60 \text{ А} > 22,72 \text{ А} \text{ – умова виконується}$$

вибір і перевірка автоматичних вимикачів

Попередньо приймається Schneider Electric ВА63 25/2/С 2Р 25 А 4,5 кА ввідного автоматичного вимикача для захисту електричної мережі будинку за такими умовами:

за номінальною напругою:

$$U_{мер} \leq U_{ном. АВ}$$

$$220 \leq 440 \text{ В}$$

за номінальним струмом автомата:

$$I_{розр. буд} \leq I_{ном. АВ}$$

$$22,72 \leq 25 \text{ А}$$

за номінальним струмом теплового розчіплювача I_n (при можливості регулювання):

$$I_{розр. кв} \leq I_n$$

$$22,72 \leq 43,5 \text{ А}$$

Попередньо вибрані за основними умовами автоматичні вимикачі додатково перевіряються:

по спрацьовуванню від навантаження

$$I_{\text{спр.п}} = K_{\text{пер}} I_n \geq 1,25 I_{\text{розр}}$$

$$1,15 \cdot 43,5 \geq 1,25 \cdot 22,72 \text{ A}$$

за відповідністю прийнятому провіднику:

$$I_{\text{доп}} > I_{\text{спр.п}} \cdot K_3$$

$$60 > 35,01 \text{ A}$$

При захисті від струмів КЗ струм спрацьовування електромагнітного розчеплювача автоматичного вимикача (струмова відсічка) з двоступінчастою, обмежено-залежною від струму захисною характеристикою вибирається за умовою:

$$I_{\text{св}} > 1,25 I_{\text{пік}}$$

Піковий струм групи електроприймачів:

- електроприймач, який створює найбільший пусковий струм – це пральна машина:

$$P_{\text{ном}} = 3,6 \text{ кВт},$$

$$K_{\text{п}}=4, \cos \varphi = 0,85, I_{\text{еп макс}} = 19,2 \text{ A}$$

$$I_{\text{еп макс}} = \frac{P_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi} = \frac{3,6}{0,22 \cdot 0,85} = 19,2 \text{ A}$$

$$I_{\text{пік}} = (4 - 0,75) \cdot 19,2 + 22,72 = 136,24 \text{ A}$$

$$I_{\text{св}} > 1,25 \cdot 136,24 = 170, \text{ A}$$

Приймаємо значення уставки:

$$217,5 < I_{\text{св}} < 435 \text{ A}$$

Всі умови виконуються, автоматичний вимикач вибрано правильно.

Автоматичні вимикачі та провідники відхідних груп вибираються аналогічно з урахуванням конкретного набору навантаження, що підключається, і обмежень на вмір електрообладнання, які наведені вище. Результати вибору внутрішньобудинкової мережі представлені у таблиці 2.2.

Захист електроприймачів від перепадів напруги

Розрахунок струму витоку

При неможливості точного визначення сумарного струму витоку електропроводки та навантаження застосовується розрахунковий метод.

Приблизний струм витоку навантаження – 0,3 мА на 1 А струму, споживаного навантаженням.

Приблизний струм витоку проводу – 10 мкА на 1 м довжини фазного проводу.

Розрахунок струму витоку аналізованої внутрішньобудинкової мережі:

- довжина 3-

жильного дроту внутрішньобудинкової електропроводки – 200 метрів проводу.

- розрахунковий струм електроприймачів – 22,72 А

Розрахунковий струм витоку електроприймачів:

$$I_{\Delta ep} = 0,3 \cdot 22,72 = 6,816 \text{ мА}$$

Розрахунковий струм витоку проводів:

$$I_{\Delta np} = 10 \cdot 1843,7 = 18,437 \text{ А}$$

Сумарне розрахункове значення струму витоку:

$$I_{\Delta \Sigma} = I_{\Delta np} + I_{\Delta ep} = 6,816 + 18,437 = 25,253 \text{ А}$$

Вибір уставки номінального струму витоку ПЗВ $I_{\Delta n}$:

$$I_{\Delta n} > 3I_{\Delta \Sigma}$$

$0,30 > 75,759 \text{ А}$ – умова не виконується

Теоретично можна застосувати пристрій захисного відключення на номінальний диференціальний струм 30 мА, оскільки вибір проводиться при врахуванні всіх електроприймачів, включених в будинкову мережу, що в реальних умовах спостерігатиметься рідко.

Остаточного приймаємо ПЗВ з $I_{\Delta n} = 30 \text{ мА}$.

2.3. Вибір номінального робочого струму ПЗВ (ном. струм I_n)

Номінальний робочий струм ПЗВ повинен бути більшим за суму робочих струмів підключених до ПЗВ навантажень.

Вибираємо найближчий більший номінал ПЗВ – 25 А.

У модельному ряду АВВ System pro M compact представлена лінійка для вирішення будь-яких задач з диференціального захисту.

Приймаємо ПЗВ типу F202-A25 с $I_{\Delta n} = 0,03 \text{ А}$.

2.4 Побудова добового графіка споживання електроенергії

Таблиця 1.3 Розрахунок використаної потужності на проміжку часу

Тип електроприймача	Встановлена номінальна потужність, Рвст, кВт	Час працювання електроприладу / годин					
		00:00 – 3:59	4:00 – 7:59	8:00 – 11:59	12:00 – 15:59	16:00 – 19:59	20:00 – 23:59
<u>LED 15 W x2</u> Телевізор	0,030 0,6	3 3	1 1	0 2	0 0	4 2	4 4
<u>LED 15 W x2</u> Телевізор, акустика Кондиціонер <u>Насос опалення</u>	0,030 0,6 0,03 2,5 0,085	3 0 0 0 4	1 1 1 0 1	0 2 2 0 4	0 0 0 0 4	4 2 2 0 4	4 4 4 0 4
LED 15 W x4 Комп'ютер, ноутбук, <u>Зарядки телефонів</u>	0,060 0,5 0,3 0,016	3 3 3 1	1 1 1 1	0 4 4 0	0 4 4 1	4 4 4 1	4 4 4 1
<u>LED 15 W</u> Електропіч, мікрохвильова холодильна машина	3x0,015 2,6 2,1 1,2	3 0 0,10 1	1 0,30 0,10 1	0 0 0,10 1	0 0 0 1	4 2 0,15 1,30	1 0,20 0,10 1
<u>LED 15 W</u> Пральна машина <u>Насосна станція бойлер</u>	0,015 1,60 1,1 2,5	3 0 0 0,30	1 0 0,10 0,50	0 0 0,10 0,30	0 0 0,10 0,30	4 2 1 0,3	4 2 1 0,3
Light Bulb 15 W	0,015	3	1	0	0	4	4
Використана потужність		7,30 1	5,87 6	8,27	5,616	20,67 1	17,85 1
Використана потужність при аварійному режимі		0.626	0.315	0.51	0.466	0.87	0.856

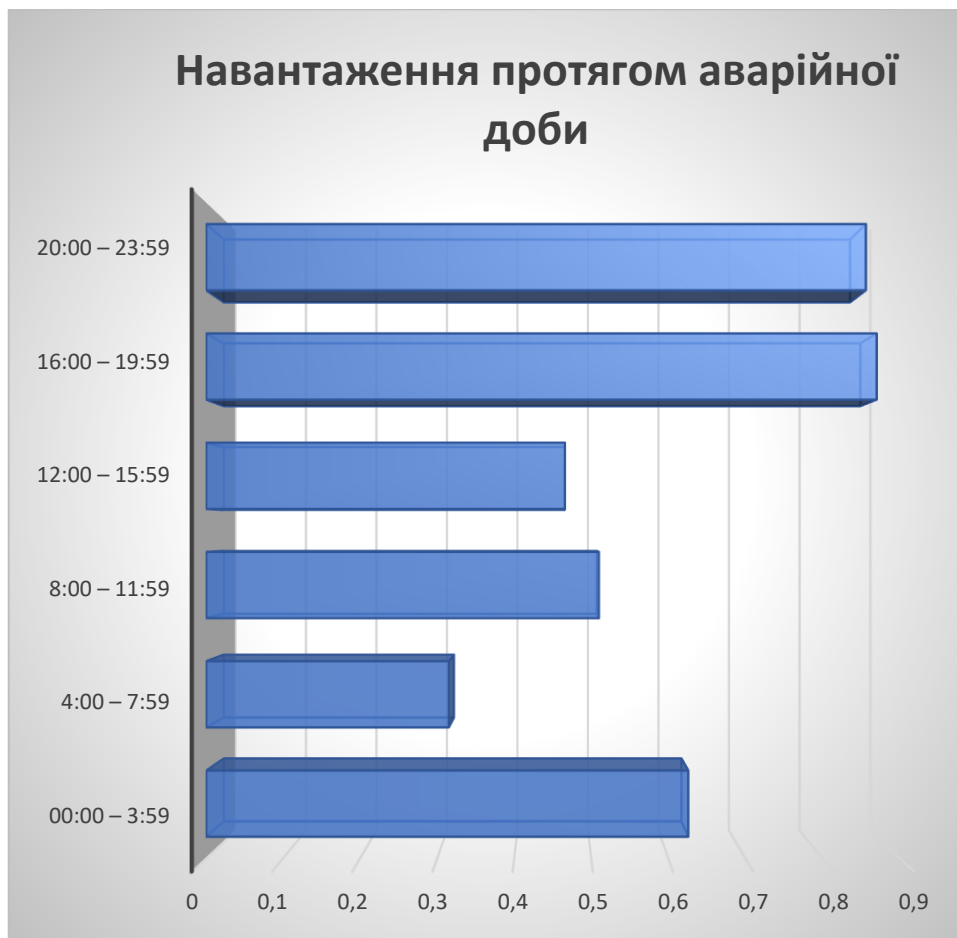


Рис.1 Графік навантажень протягом аварійного режиму

Електроприладі які підкркнуті необхідно запитувать при аваоїнному відключенні електроенергії

Згідно підрахунку з таблиці 1.3 береться найбільш навантажений період і підбирає мо акумуляторні батареї для його покриття

Для розрахунку попередньо обираєм акумуляторну батарею LPBR12200-P На 200 А. та 12 В. Потужністю 2400 Ват

Для покриття великих потужностей береться декілька батарей які паралельно з'єдна ні між собою

Таблиця 1.4. Попередньо обрана акумуляторна батарея

Назва	Ємність	Вольт	Циклів	Масса	Вартість
EverExceed EV4850-T-15D	50АН	48V	3000	24 кг	41208 грн

$$P_H \leq P_{ак}$$

$$0,86 \leq 2,4$$

За даним критерієм обрана акумуляторна батарея проходить тому остаточно обираємо її

Таблиця 1.5. Остаточно обрана акумуляторна батарея

Назва	Ємність	Вольт	Циклів	кількість	Вартість
EverExceed EV4850-T-15D	50AH	48V	3000	1	41208 грн

Оскільки акумуляторна батарея обрана необхідно для неї обрати інвертор адже вихідна напруга з батареї 12 Вольт постійної напруги а прилади в системі будинку живляться від змінної напруги 50 Гц 220 V

Попередньо обираємо інвертор типу ТВЕ 5000W оскільки інвертори також можна об'єднувати в групи для підключення до однієї мережі то беремо декілька штук

Таблиця 1.6. Попередньо обраний інвертор

Назва	Номінали перетворення	Потужність	Частота	Кількість	Вартість
Growatt spf 5000 es	DC 48V в AC 220V	5000 W	50 Гц	1	44990 грн

$$P_H \leq P_{ак} \leq P_{инв}$$

$$20,7 \leq 21,6 \leq 5 \cdot 5$$

Обраний інвертор підходить по характеристикам для даної системи тому остаточно обираємо

Таблиця 1.7. Обраний інвертор

Назва	Номінали перетворення	Потужність	Частота	Вартість
Growatt spf 5000 es	DC 48V в AC 220V	5000 W	50 Гц	44990 грн

Обраний інвертор є автоматичним тому він спряцьовує відразу як зникає живлення від центральної енергосистеми, а також має:

- Зарядка акумуляторів струмом до 30 А
- Захист від перевантажень
- Захист від перегріву
- Захист від короткого замикання
- Захист від розряду акумулятора
- Захист від переполюсування

Також потрібно зробити розрахунок акумуляторних батарей на аварійний випадок зникнення електроживлення протягом 1 доби

$$P_{н.заг} \leq P_{ак}$$

$$3,64 \leq 2,4 \cdot 2$$

$$3,64 \leq 4,8$$

Таблиця 1.8. Акумуляторна батарея на аварійний випадок

Назва	Ємніст ь	Воль т	Циклі в	кількіст ь	Масс а	Вартість
EverExceed EV485 0-T-15D	50АН	48V	3000	2	24 кг	41208 гр н

Висновок

В результаті виконання розрахунку було розроблено схему електропостачання для житлового будинку. Було обрано: засоби захисту від дотику та пошкодження ізоляції, типи провідників, автоматичні вимикачі, ПЗВ. Також обрані акумуляторні батареї для покриття відсутності електроенергії на проміжуток 4 годин

3 Економічна частина

Вступ

За розрахунками основної частини кваліфікаційної роботи було вирішено, які акумуляторні батареї та інвертори потрібно купити та установити для безперебійного живлення електрообладнання в приватному домогосподарстві

В економічній частині необхідно розрахувати капітальних інвестицій та вартість монтажних робіт з затратами на електроенергію

3.1 Розрахунок капітальних інвестицій

Розрахунок капітальних вкладень на установку безперебійного живлення виконаємо за показниками вартості її основних елементів: Акумуляторів, інверторів та додаткових захистів

Значення проектних капіталовкладень визначаємо за формулою:

$$K_{\text{пр}} = K_{\text{об}} \left(\sum C_i \right) + Z_{\text{тзс}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{пр}}, \text{ грн} \quad (3.1)$$

де, $K_{\text{об}}$ - вартість придбання електрообладнання (засобів автоматизації, програмного забезпечення тощо) за проектом або сумарна вартість комплектуючих елементів і-го виду, необхідних для 7 реалізації прийнятого технічного рішення;

$\sum C_i$ - кількість необхідних комплектуючих елементів;

$Z_{\text{тзс}}$ - транспортно-заготівельні і складські витрати;

$Z_{\text{м}}$ - витрати на монтажні роботи;

$Z_{\text{н}}$ - витрати на налагоджувальні роботи;

$Z_{\text{пр}}$ - інші одноразові вкладення грошових коштів.

Таблиця 2.1 – зведення капітальних інвестицій

№ З /П	Найменування	Тип	Ціна за одиницю, грн[3]	Кількість, шт	Сума, грн
1	Акумуляторна Батарея	EverExceed E V4850-T-15D	41208	2	82416
2	Інвертор	Growatt spf 5 000 es	44990	1	44990
				Усього	127406

Витрати на монтажні роботи можна визначити наступними чином:

$$Z_m = \sum (C_i \cdot a_i \cdot t_i) \cdot K_d \cdot K_{cm} \cdot K_{pr}, \text{ грн} \quad (3.2)$$

де C_i – чисельність працівників i -

го розряду, необхідних для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), чел.

a_i – годинна тарифна ставка працівника i -го розряду, грн.

t_i – час, необхідний для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), год.

K_d – коефіцієнт, що враховує розмір доплат;

K_{cm} – коефіцієнт, що враховує єдиний соціальний внесок;

K_{pr} – коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт.

$$Z_M = \sum (2 \cdot 317 \cdot 4) \cdot 1.1 \cdot 1.22 \cdot 1.2 = 6084 \text{ грн}$$

Транспортно-

заготівельні і складські витрати розраховані за середніми ринковими цінами перевезень великогабаритних вантажів, для розрахунку узяті тарифи перевізника Della[6], загальна вага 28-х акумуляторних установок і 5 інвертора 910 кг

$$Z_{ТЗС} = 5000 \text{ грн}$$

Витрати на налагодження розраховані згідно[7]:

$$Z_H = 4150 \text{ грн}$$

Знайдемо проектні капіталовкладення:

$$K_{пр} = 127406 + 5000 + 6084 + 4150 = 142640 \text{ грн}$$

3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати – це поточні витрати на експлуатацію та обслуговування об'єкта проектування за визначений період, що виражені у грошовій формі.

До основних статей експлуатаційних витрат по електротехнічному устаткуванню, а саме комплектних конденсаторних установок :

- амортизаційні відрахування (Ca);
- витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткуванню та мереж (Ст);

Так як постійного персоналу для обслуговування комплектних конденсаторних установок не передбачено, до експлуатаційних витрат не виносимо витрати на заробітну платню та єдиний соціальний внесок.

Таким чином, річні експлуатаційні витрати по об'єкту проектування складуть:

$$C = C_a + C_{\text{пр}} + C_{\text{э}}, \text{ грн.} \quad (3.3)$$

$$C = 22\,882,8 + 127\,406 = 150\,288 \text{ грн}$$

3.2.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи з терміну його корисного використання. Строк корисного використання (експлуатації) об'єктів основних засобів і нематеріальних активів визначається підприємством самостійно, виходячи з очікуваних економічних вигод, технічних і якісних характеристик основного засобу, морального і фізичного зносу, а також інших факторів, які можуть вплинути на можливість використання.

Податковим кодексом України дозволено використовувати прямолінійний (пропорційний) метод амортизації, при якому річна сума амортизації визначається діленням вартості, яка амортизується, на строк корисного використання об'єкта основних засобів. Вартістю основних засобів і нематеріальних активів, що амортизується, є первісна або переоцінена вартість основних засобів і нематеріальних активів за вираженням їх ліквідаційної вартості:

$$\Phi_a = \Phi_{\text{п}} - Л, \quad (3.4)$$

де $\Phi_{\text{п}}$ – первісна (або переоцінена) вартість об'єкта основних засобів;

$Л$ – розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів.

Якщо визначити очікувану ліквідаційну вартість об'єкта основних засобів складно, то при прямолінійному методі амортизації дозволяється вважати її рівною нулю.

Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом усього амортизаційного періоду і дорівнює:

$$H_a = \frac{\Phi_{\text{п}} - Л}{\Phi_{\text{п}} \cdot T_{\text{п}}} \cdot 100\% \quad (3.5)$$

де, T_p – термін корисного використання (амортизаційний період).

$$N_a = \frac{127406 - 0}{127406 \cdot 5} \cdot 100\% = 20\%$$

Тоді річні амортизаційні відрахування AO за прямолінійним методом визначаються:

$$AO = \frac{\Phi_p \cdot N_a}{100}, \text{ грн} \quad (3.6)$$

$$AO = \frac{142640}{5} = 29232 \text{ грн}$$

3.2.2 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт електротехнічного обладнання включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтним робітникам і можуть визначатися за фактичними даними підприємства.

В даному випадку акумуляторні батареї мають саморозряд 4% в місяць від загальної ємності та перший повний заряд батарей

$$Ст(\text{проект.}) = C_{ел}^{аку}$$

$$Ст(\text{проект.}) = 4,7 \cdot 1,68 = 115,4 \text{ грн}$$

3.3 Розрахунок вартості спожитої електроенергії

Вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування протягом року, визначається виходячи з його встановленої потужності, річного фонду робочого часу об'єкта проектування, витрат та тарифу на електроенергію за формулою:

$$C_{э} = W_p \cdot C_{е}, \text{ грн.}, \quad (3.7)$$

$$73 \cdot 1,68 = 122 \text{ грн}$$

де W_p – кількість спожитої за рік електроенергії з урахуванням її витрат, кВт • год;

$$0,2 \text{ кВт} \cdot 365 = 73 \text{ кВт/рік}$$

Це – тариф на електроенергію станом на конкретну дату, грн./кВт • год;

1.68 кВт/год. Грн. станом на 01.12.2022р.

Якщо на підприємстві використовується багатозонний облік електроенергії, то W_p розподіляється за зонами обліку і в кожній з них застосовується свій тариф на електроенергію.

Річний фонд робочого часу об'єкта проектування (F_n) визначається режимом роботи і технологічних процесів, які він обслуговує, і може не збігатися з річним фондом робочого часу працівників. Розрахунок F_n наводиться в пояснювальній записці.

3.4 Визначення та аналіз показників економічної ефективності

Оцінка економічної ефективності розглянутих в дипломному проекті технічних і організаційних рішень здійснюється на основі визначення та аналізу наступних показників:

а) розрахункового коефіцієнта ефективності (прибутковості) капітальних витрат E_p ;

б) терміну окупності капітальних витрат T_p .

Коефіцієнт ефективності (прибутковості) капітальних витрат E_p показує, скільки гривень додаткового прибутку (економії) приносить одна гривня капітальних витрат:

$$E_p = C_{\text{ел}}^{\text{спож}} - C_{\text{ел}}^{\text{аку}}, \text{ долі од.}, \quad (3.9)$$

Де $C_{\text{ел}}^{\text{спож}}$ - загальна річна витрата на електроенергію (формула 2.7), тис. грн.;

$C_{\text{ел}}^{\text{аку}}$ – Витрати на заряд підзаряд акумуляторів, тис. грн.

$$E_{\text{річ}}^{\text{повн}} = E_p - AO$$

$$E_{\text{річ}}^{\text{повн}} = 29232 - 122 = 29110 \text{ грн}$$

Термін окупності капітальних витрат T_p показує, за скільки років вони окупляться за рахунок загальної економії від впровадження прийнятого технічного рішення:

$$T_p = K_{np}/E_{p\text{рiч}}^{\text{повн}}, \text{ років} \quad (3.10)$$

$$T_p = \frac{142640}{29110} = 4,9 \approx 5, \text{ років}$$

Для остаточної оцінки варіантів і вибору найбільш ефективного з них необхідно порівняти розрахункове значення E_p з нормативним значенням E_n .

Проект (варіант) капітальних вкладень визнається доцільним за умови

$$E_p > E_n . \quad (3.10)$$

При $E_p < E_n$ варіант є збитковим і більш економічним визнається відмова від його реалізації.

Нормативне значення коефіцієнта ефективності визначається з таких міркувань.

Визначаємо нормативне значення коефіцієнта ефективності виходячи з прийнятної для підприємства індивідуальної норми прибутковості:

$$E_n = 1/T_{oc} , \quad (3.11)$$

де T_{oc} – очікуваний, прийнятний для підприємства термін окупності капітальних вкладень, років (5 років для комплектних конденсаторних установок).

$$0.25 > 1/5 = 0.25 > 0.05$$

Результати техніко-економічного обґрунтування ефективності впровадження результатів кваліфікаційної роботи оформлюємо у вигляді таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Порівняльна оцінка техніко-економічних показників

№ з	Найменування показників	Одиниці виміру	Базовий варіант	Проектний варіант	Зміни у порівнянні з альтернативним варіантом

/					+ (тис. грн)	%
п						
1	2	3	4	5	6	7
1	Капітальні витрати	тис. грн.	-	127406	-	-
2	Експлуатаційні витрати	тис. грн.	-	150288	-	-
	у тому числі:	тис. грн.		29232	-	-
	* амортизаційні відрахування	тис. грн.	-			
	* технічне обслуговування та поточний ремонт	тис. грн.	-	1384.8	-	-
3	Річна економія всього	тис. грн.	-	29110	-	-
4	Розрахунковий коефіцієнт ефективності	долі од.	-	20	-	-
5	Розрахунковий термін окупності капітальних вкладень	років	-	5	-	-
6	Економія електроенергії	кВт·год		-1,3	-	-

Висновок

За результатами розрахунків в економічному розділі було визначено, загальні капітальні інвестиції та визначені повні річні затрати на електроенергію також розрахований термін окупності електрообладнання

В результаті розрахунків дана модифікація приватного домогосподарства є доцільною та ефективною

ВИСНОВОК

В даній кваліфікаційній роботі було розглянуто необхідність акумулювання електроенергії для приватного домогосподарства

Був проведений розрахунок електричних навантажень також проведений вибір номінального робочого навантаження для розподілу навантажень за групами та автоматичними вимикачами для можливості вибору та обґрунтування об'єму акумуляторів та підбіру під них гібридного інвертора для можливості безперебійного живлення приватного домогосподарства на аварійний випадок в протязі 1 доби

За результатами розрахунків в економічному розділі було визначено, загальні капітальні інвестиції, визначена повна річна економія та визначені показники економічної ефективності. Аналіз показників економічної ефективності показав, що запропоновані у кваліфікаційній роботі рішення є економічно доцільним, так як при використанні запропонованих засобів данна система не перевищує корисний термін використання обладнання, значення економічної ефективності показало, що проект є прибутковим та є рекомендованим до реалізації.

Список використаної літератури

1. https://ecodrive.in.ua/ru/gibridnyy-invertor-growatt-spf-5000-es-48-v-5000-vt/?utm_source=google&utm_campaign=PM_inventors_hybrid_feed&utm_medium=cpc&utm_term=&gclid=CjwKCAiAv9ucBhBXEiwA6N8nYJg-4gfBPG86bS9KUgJNVnmOKT4NwnI09zvucdJwo7hD09z6vrlbWBoCBDUQAvD_BwE
2. <https://voltmarket.ua/litievye-akkumulyatory/everexceed/ev4850t15d48v50ahlcd>
3. https://www.felicitysolar.com/lifepo4-bms-battery-12v-200ah-lithium-ion-rechargeable-battery-for-solar-panels_p107.html
4. <https://electric-guide.com/discharge-of-lithiumion-batteries-lithiumion-batteries-as-charged-correctly-this-question-interests-many-people-who-often-use-various-gadgets-and-mobile-devices.html>
5. <https://mr-build.ru/elektrika/montazh-elektroprovodki-v-kvartire.html>
6. <https://solarsystem.com.ua/ru/energiya-pro-zapas-yak-pratsyuyut-systemy-bezperbijnogo-zhyvlennya-dlya-pryvatnogo-budynku/>
7. <https://avenston.com/articles/energy-storage/>

ДОДАТОК А

Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

	Форма т	Позначенн я	Найменування	Кількість аркуші в	Примітк а
1					
2			Документація		
4	A4		Пояснювальна записк а	54	
5					
6			Графічні матеріали		
7	A4		Презентація	8	