

Виробництво електроенергії

Загалом енергію можна визначити як все, що має "потенціал викликати зміни". Найпоширеніше визначення енергії - це робота, яку може виконати певна сила (гравітаційна, електромагнітна). Енергія зберігається, тобто вона не може бути створена або знищена, а лише перетворена з однієї форми в іншу; наприклад, батарея перетворює хімічну енергію в електричну.

Метою цього посібника є надання користувачам рекомендацій щодо перетворення та використання електричної енергії та електричної потужності, яка використовується для обладнання та пристроїв, необхідних для гуманітарних операцій, включаючи; розуміння основних принципів електрики, знання того, як правильно розрахувати потужність обладнання та як ефективно керувати електричними системами.

Загальні терміни в енергетиці

AC	Скорочення для змінного струму.
DC	Скорочення для постійного струму.
Електрони	Маленькі заряджені частинки, які існують як частина молекулярної структури матеріалів.
Вільний електрон	Електрон, який легко відділяється від ядра атома, до якого він належить.
Провідники	Тіла, які мають вільні електрони (наприклад, метали, а також людське тіло і земля).
Ізолятори	Тіла, які не мають вільних електронів (наприклад, скло, пластик і дерево).
Напруга (U)	Це різниця електричного потенціалу між двома точками.
Струм (I)	Міра швидкості потоку електричного заряду через провідник.
Опір (R)	Схильність матеріалу чинити опір потоку заряду (струму).
Контур	Замкнутий ланцюг, який дозволяє заряду переміщатися з одного місця в інше.
Резистор	Будь-який матеріал, що дозволяє перетворювати електричну енергію в теплову.
Перевантаження	Додаткова потужність доступна на короткий проміжок часу.

Акумулятор VRLA	Скорочення для свинцево-кислотного акумулятора з клапанним регулюванням.
Діапазон напруги поглинання	Рівень заряду, який можна застосувати без перегріву акумулятора.
Діапазон плаваючої напруги	Напруга, на якій підтримується акумулятор після повного заряду.
Розподільний щиток	Це автоматичний вимикач і містить багато електричних ланцюгів. За допомогою нього можна вмикати або вимикати ланцюг.
Автоматичні вимикачі та запобіжники	Вони захищають дроти від перегріву і знаходяться в коробці розподільного щитка. Коли відбувається перевантаження, тобто протікає занадто великий струм, запобіжники перегорають або спрацьовують автоматичні вимикачі.
Перемикачі	Перемикачі можуть подавати енергію в ланцюги, тобто пропускати струм. При необережному використанні вони можуть завдати шкоди людині та обладнанню. Розетки з'єднують прилади в ланцюг.
Заземлення/занулення	з'єднання металевих частин електроприладів із землею.
(Вт)	скорочення від Ватт, одиниці виміру потужності.
((Вт-год)	скорочено від Ват-година, одиниця виміру енергії
(В)	скорочено від Вольт, одиниця виміру напруги
(А)	скорочення від Ампер, одиниця вимірювання електричного струму

Порівняння термінології Великобританії та США

Для цілей цього посібника частіше використовується американська термінологія.

Британія	Велика	США
Двостороннє освітлення, вимикач/2-way lighting, switch		Вимикач 3-стороннього освітлення, вимикач/Switch 3-way lighting, switch
Плита/Cooker		Плита/Range
Розподільний щит/Distribution board		Розподільний щит/Distribution panel, breaker panel
Земля, заземлення/Earth, earthing		Земля, заземлення/Ground, grounding
Фіксатор/Fitting		Фіксатор/Fixture
Пристрій захисного відключення (ПЗВ)/Residual current device (RCD)		Автоматичний вимикач захисного відключення (АВЗВ)/Ground fault circuit interrupter (GFCI)

Цоколь/Skirting board	Цоколь/Baseboard
Перемикач з прохідною схемою/Strapper	Перемикач з прохідною схемою/Traveler

Основи електротехніки

Електричний струм - це потік електричного заряду в колі - потік вільних електронів між двома точками в провіднику. Ці вільні електрони в русі - це те, що становить електричну енергію. Виробництво електроенергії полягає у примушенні електронів рухатися разом у провідному матеріалі, створюючи дефіцит електронів з одного боку провідника та надлишок з іншого.

Пристрій, який створює цей дисбаланс, називається генератором. Клема на стороні надлишку позначена +, на стороні дефіциту -.

Коли до клем генератора підключено навантаження, генератор виштовхує електрони: поглинає позитивно заряджені частинки і відсилає назад негативно заряджені. У ланцюзі електрони циркулюють від - клеми до + клеми.

Щоб правильно і безпечно користуватися електрообладнанням, важливо розуміти, як працює електрика. Життєво важливо розуміти три основні складові, необхідні для керування та використання електроенергії - напруга, струм та опір - і те, як вони пов'язані між собою.

Електричний заряд

Електрика - це рух електронів. Електрони створюють заряд, який використовується для виробництва енергії. Будь-який електричний прилад - лампочка, телефон, холодильник - використовує рух електронів для роботи. Три основні принципи цього посібника можна пояснити за допомогою електронів, а точніше, заряду, який вони створюють:

- **Напруга** - Різниця заряду між двома точками.
- **Струм (Ампер)** - Швидкість, з якою протікає той чи інший заряд.
- **Опір** - Схильність матеріалу чинити опір проходженню заряду (струму).

Ці величини описують рух заряду, а отже, поведінку електронів.

Отже, **контур** - це замкнутий ланцюг, який дозволяє заряду переміщатися з одного місця в інше. Компоненти в схемі дозволяють контролювати цей заряд і використовувати його для виконання роботи.

Електричні вимірювання

- **Потужність** - енергія, яку споживає навантаження.
- **Енергія** - кількість електроенергії, спожитої або виробленої за певний період часу.

Різниця електричних потенціалів (напруга)

Напруга (U) визначається як кількість потенційної енергії між двома точками кола. Ця різниця заряду між + і - полюсами генератора вимірюється у вольтах і позначається літерою «V». Іноді напругу називають «електричним тиском», це доречною аналогією, оскільки силу, яку надає різниця електричних потенціалів електронам, що проходять через провідний матеріал, можна порівняти з тиском води, коли вона рухається по трубі; чим вища напруга, тим більший «тиск води».

Доступна енергія вільних електронів у русі - це те, що становить електричну енергію. Виробництво електроенергії полягає в тому, що електрони змушують рухатися разом через провідний матеріал, створюючи дефіцит електронів з одного боку провідника і надлишок з іншого. Клема на стороні надлишку позначена (+), на стороні дефіциту (-).

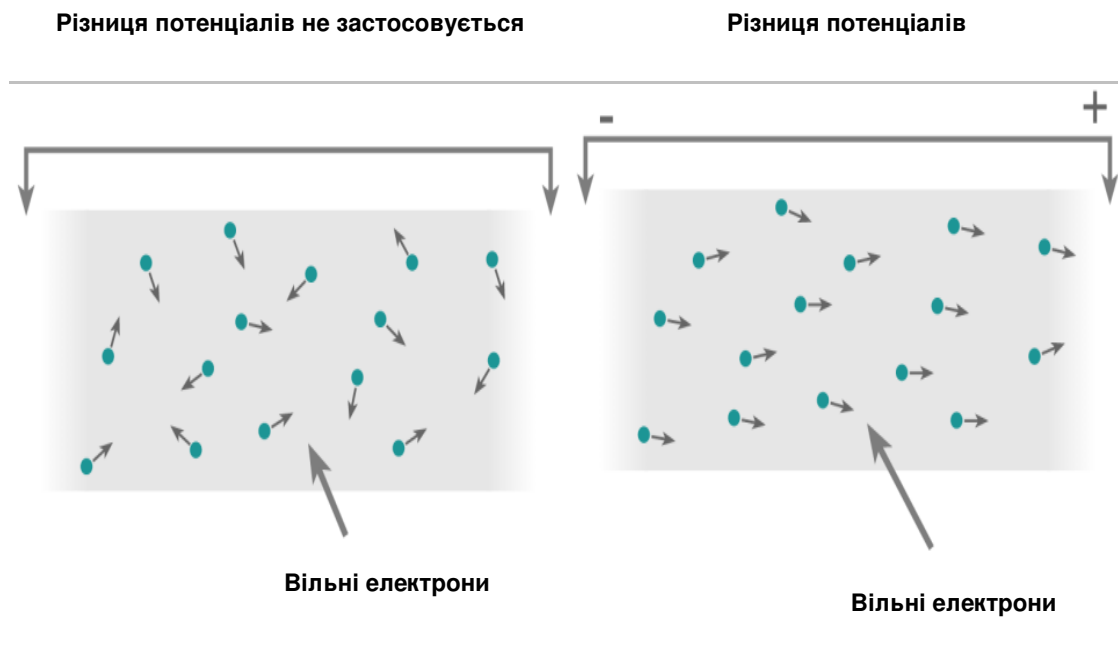
Напруга визначається розподільною мережею. Наприклад, 220 В між клемами більшості електричних розеток, або 1,5 В між клемами акумулятора.

Електричний струм

Електричний струм (I) - це потік вільних електронів між двома точками провідника. Коли електрони рухаються, разом з ними рухається певна кількість заряду; це називається струмом. Кількість електронів, які можуть рухатися через певну речовину, визначається фізичними властивостями самої речовини, що проводить електрику - деякі матеріали пропускають струм краще, ніж інші. Електричний струм (I) виражається і вимірюється в Амперах (A) як основна одиниця електричного струму. Зазвичай, при роботі з електричним обладнанням або установками, струм прийнято позначати в амперах. Якщо вольти (V) можна порівняти з тиском води, що проходить через трубу, то ампер (A) можна порівняти із загальним об'ємом води, здатним протікати через трубу в будь-який момент часу.

Рух вільних електронів зазвичай є випадковим, в результаті чого загальний рух заряду відсутній. Якщо на електрони діє сила, яка змушує їх рухатися в певному напрямку, то всі вони дрейфуватимуть в одному напрямку.

Схема: Вільні електрони в провідному матеріалі з прикладеним струмом і без нього.



Коли лампочка підключена до генератора, певна кількість електронів проходить через дроти (нитку розжарення) лампочки. Цей електронний потік відповідає силі струму (I) і вимірюється в амперах (A).

Струм є функцією від: Потужності (P), Напруги (V) та Опору (R).

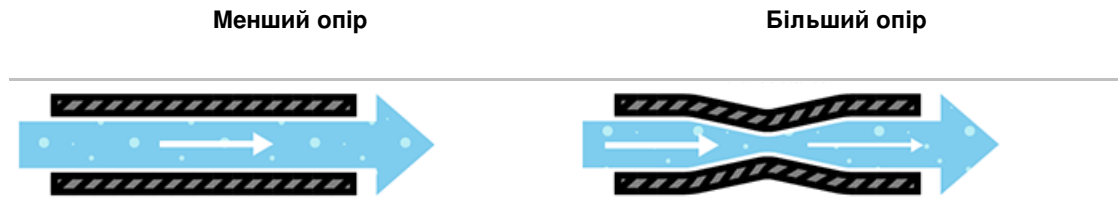
$$I = U / R$$

Опір

Іноді електрони утримуються в межах своїх молекулярних структур, в той час як в інших

випадках вони можуть рухатися відносно вільно. Опір об'єкта - це тенденція цього об'єкта чинити опір протіканню електричного струму. З точки зору електрики, опір провідного матеріалу - це міра того, як пристрій або матеріал зменшує електричний струм, що протікає через нього. Кожен матеріал має певний опір; він може бути дуже низьким, як у міді (1-2 Ом на 1 метр), або дуже високим, як у дерева (10000000 Ом на 1 метр). За аналогією з водою, що протікає по трубі, опір більший, коли труба вузла, що зменшує потік води.

У двох контурах з однаковою напругою і різним опором, контур з більшим опором дозволить протікати меншому заряду, тобто контур з більшим опором має менший струм, що протікає через нього.



Опір (R) виражається в омах. Ом визначає одиницю опору «1 Ом» як опір між двома точками провідника, в яких при подачі 1 вольт протікає 1 ампер. Ця величина зазвичай зображується на схемах грецькою літерою «Ω», яка називається омега, а вимовляється «ом».

Для даної напруги сила струму пропорційна опорі. Ця пропорційність, виражена у вигляді математичного співвідношення, відома як закон Ома:

$$U = I \times R$$

$$\text{Напруга} = \text{Струм} \times \text{Опір}$$

Для постійної напруги збільшення опорі призведе до зменшення струму. І навпаки, струм збільшиться, якщо зменшити опір. При постійному опорі, якщо напруга зростає, зростає і струм. Закон Ома справедливий лише для чистого опорі, тобто для пристроїв, які перетворюють електричну енергію в чисто теплову. З двигунами, наприклад, це не так.

Електричні пристрої можуть мати спеціально створені резистори, які обмежують струм, що протікає через вузол, так що вузол не пошкоджується.

Опір визначається навантаженням. Наприклад, дроти з більшим поперечним перерізом чинять менший опір потоку струму, що призводить до менших втрат напруги. І навпаки, опір прямо пропорційний довжині дроту. Щоб мінімізувати втрати напруги, струм потребує якомога коротшого дроту з великим поперечним перерізом. (див. [розділ](#) Кабельна проводка) Зауважте також, що тип дроту (мідний, залізний тощо) також впливає на опір кабелю.

Коли опір в електричному ланцюзі близький до нуля, струм може стати надзвичайно великим, що іноді призводить до того, що називається «коротким замиканням». Коротке замикання спричиняє надмірний струм в електричному ланцюзі і може призвести до пошкодження ланцюга або пристрою.

Потужність

Електрична потужність (P) - це кількість роботи, що виконується електричним струмом в одиницю часу. Вона відображає кількість енергії, спожитої пристроєм, підключеним до ланцюга. Вона обчислюється шляхом множення напруги на струм і виражається у Ватах (Вт).

$$P = U \times I$$

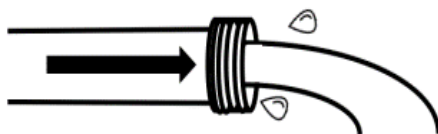
Потужність = Напруга × Струм

Чим потужнішим є навантаження, тим більший струм воно споживає. Цей розрахунок корисний при аналізі потреб в електроенергії.

Потужність проти Енергії

ПОТУЖНІСТЬ

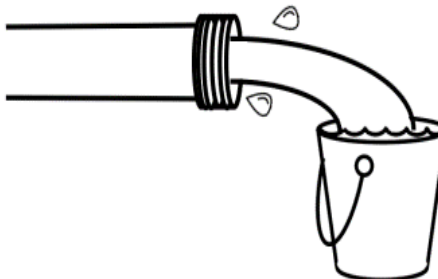
- Ват
- Кіловат



"як швидкість потоку води"

ЕНЕРГІЯ

- Ват-годин
- Кіловат-годин



"як вода, що потрапляє у відро"

Потужність визначається навантаженням.

Приклад:

Лампочка потужністю 40 Вт, підключена до розетки 220 В, споживає струм $40/220 = 0,18$ А.

Лампочка потужністю 60 Вт, підключена до розетки 220 В, споживає струм $60/220 = 0,27$ А.

Енергоспоживання

Енергоспоживання - це кількість електроенергії, виробленої або спожитої за певний період часу. Він розраховується шляхом множення потужності пристрою на тривалість його використання, виражену в годинах, та вимірюється в кіловат-годинах (кВт-год).

Приклад:

Світильник потужністю 60 Вт, залишений увімкненим на 3 години, споживатиме 180 Вт-год, або 0,18 кВт-год

Це одиниця споживання, яка підсумовується на електролічильнику для визначення будь-якого **рахунку** за електроенергію.

Електричну енергію часто плутають з електричною потужністю, але це дві різні речі:

- Потужність вимірює здатність постачати електроенергію

- Енергетичні показники вимірюють загальний обсяг поставленої електроенергії

Електрична енергія вимірюється у ват-годинах (Вт/год), але більшість людей більше знайомі з одиницею виміру в рахунках за електроенергію - кіловат-годинами (1 кВт/год = 1 000 Вт/год). Електрокомпанії працюють у більших масштабах і зазвичай використовують мегават-години (1 МВт-год = 1 000 кВт-год).

Ефекти

Залежно від природи елементів, через які він проходить, електричний струм може мати кілька фізичних ефектів:

Ефект	Опис	Приклади застосування
Тепловий ефект	• При проходженні струму через матеріал з електричним опором електрична енергія перетворюється в теплову (теплову) енергію.	• Освітлення, електричне опалення.
Хімічний ефект	• Коли між двома електродами в іонному розчині пропускається струм, він викликає обмін електронами, а отже, і речовиною, між двома електродами. Це електроліз: струм викликає хімічну реакцію. • Ефект може бути зворотним: виконуючи електроліз в контейнері, хімічна реакція може створити електричний струм.	• Струм створює хімічну реакцію: очищення металу, гальванічне покриття. • Хімічна реакція створює струм: батарейки, акумулятори.
Магнітний ефект	• Електричний струм, що проходить через мідний стрижень, створює магнітне поле. • Ефект може бути зворотним: обертання електродвигуна механічно виробляє струм.	• Струм створює магнітне поле: електродвигуни, трансформатори, електромагніти. • Магнітне поле виробляє струм: електрогенератори, велосипедні динамо-машини.
Фотоелектричний ефект	• Коли світло або інша промениста енергія потрапляє на два різні матеріали, що знаходяться в тісному контакті, виникає електрична напруга.	• Сонячний фотоелемент для виробництва електроенергії.

Адаптовано з: MSF

Електричні мережі та схеми

Типи струму

Струм, що доставляє електроенергію до будь-якого пристрою, може бути двох видів:

1. Постійний струм (DC)
2. Змінний струм (AC)

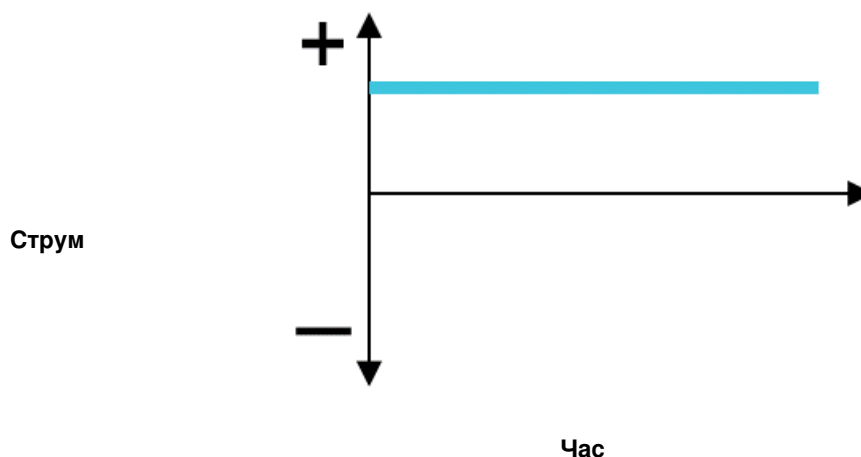
При підключенні будь-якого пристрою до будь-якого ланцюга важливо знати, яка форма струму використовується.

Існують пристрої, які можуть перетворювати струм з одного формату в інший, або з струму більш високої напруги в струм більш низької напруги і навпаки - їх прийнято називати «трансформаторами». Кожен раз, коли відбувається перетворення напруги або типу струму, завжди будуть деякі втрати енергії, навіть якщо вони дуже малі.

- Трансформатор, який перетворює струм більш високої напруги в струм більш низької напруги, називається «понижуючим» трансформатором, і працює або шляхом перетворення високовольтних низькопотужних навантажень в низьковольтні сильнопотужні навантаження, або додаванням опору між двома контурами, щоб обмежити напругу, що виводиться, що призводить до зменшення потужності, що надходить на вихідну сторону.
- Трансформатор, який перетворює на вищу напругу, називається «підвищувальним» і працює шляхом перетворення низької напруги, але високого струму в високу напругу, але низький струм. Підвищувальний трансформатор не додає додаткової електричної потужності в ланцюг, він лише підвищує загальну напругу.
- Трансформатор, який перетворює струм з постійного в змінний, називається інвертором, і фізично індукуює змінний струм на вихідній стороні. Інвертори зазвичай споживають електричну енергію для процесу перетворення, і тому є менш енергоефективними, ніж інші види трансформаторів.
- Трансформатор, який перетворює струм зі змінного в постійний, може називатися "зарядним пристроєм" (для зарядки акумуляторів) або "блоком живлення" (для безпосереднього живлення радіоприймача і т.д.), залежно від того, як відбувається процес перетворення.

Постійний струм (DC)

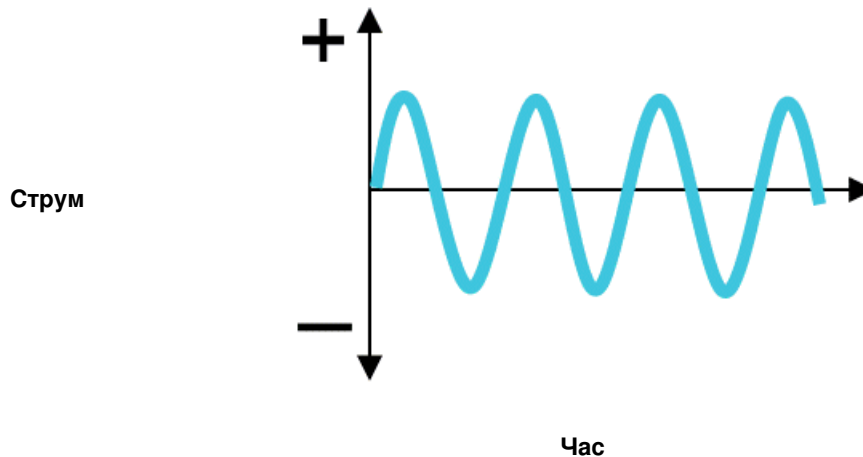
Основною характеристикою постійного струму - або DC - є те, що електрони в ньому завжди рухаються в одному напрямку, від сторони з дефіцитом до сторони з надлишком. Це струм, що постачається за рахунок хімічного ефекту від акумуляторів або фотоелектричного ефекту від сонячних панелей. Клеми позначені + і -, щоб показати полярність ланцюга або генератора. Напруга і струм постійні в часі.



- **Переваги:** Акумуляторні батареї можуть подавати постійний струм безпосередньо, а також є можливість додавати джерела паралельно або послідовно.
- **Недоліки:** В реальності використання акумуляторів обмежує напругу до декількох вольт (до 24 вольт в деяких автомобілях). Ці низькі напруги перешкоджають транспортуванню цього типу струму.

Змінний струм (AC)

У змінному струмі – або АС - електрони змінюють напрямок на заданій частоті. Оскільки струм постійно чергується, немає фіксованого + або –, але є "фаза" і "нейтраль". Напруга та струм слідує за синусоїдальною кривою. Хоча напруга та струм постійно змінюються між максимальним та мінімальним значенням, вимірювання маскує цю варіацію та показує стабільне середнє значення, таке як 220 В.



Частота визначається як кількість синусоїдальних коливань в секунду:

- 50 коливань в секунду в Європі (50 Гц).
- 60 коливань в секунду в США (60 Гц).

АС - це тип струму, що подається електроенергетичними компаніями, оскільки напруга змінного струму може збільшуватися та зменшуватися за допомогою трансформатора. Це дозволяє ефективно транспортувати електроенергію високовольтними лініями електропередач і перетворювати її на нижчу, безпечнішу напругу для використання на підприємствах і в житлових будинках. Тому саме цю форму електричної енергії споживачі зазвичай використовують, коли вмикають електроприлад у розетку.

- **Переваги:** Можна транспортувати на великі відстані без особливих втрат за допомогою ліній високої напруги. Легко виробляється.
- **Недоліки:** АС не можна зберігати, його потрібно створювати. Змінний струм також може становити більшу небезпеку для здоров'я живих організмів, які контактують з ним.

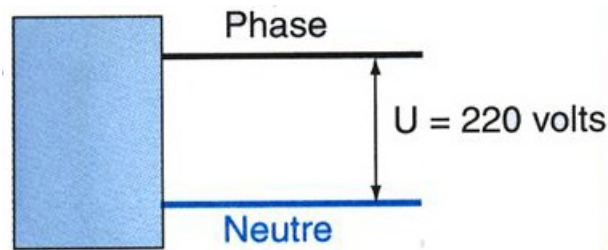
Існує два типи змінного струму:

Однофазний струм є найпоширенішим типом струму, і тому, як правило, є конфігурацією, що забезпечується мережами загального користування, а також однофазним генератором. Однофазний змінний струм подається по двох лініях (фаза і нейтраль), зазвичай з різницею напруги 220 В між ними. Вилки можна вставляти в обидва напрямки.

Оскільки напруга однофазної системи досягає пікового значення двічі в кожному циклі, миттєва потужність не є постійною і в основному використовується для освітлення та опалення, але не може працювати з промисловими двигунами.

Однофазне навантаження може житися від трифазного розподільчого трансформатора, що дозволяє підключити однофазний ланцюг до трифазного двигуна, що дозволяє підключити трифазний двигун до всіх трьох фаз. Це виключає необхідність окремого однофазного трансформатора.

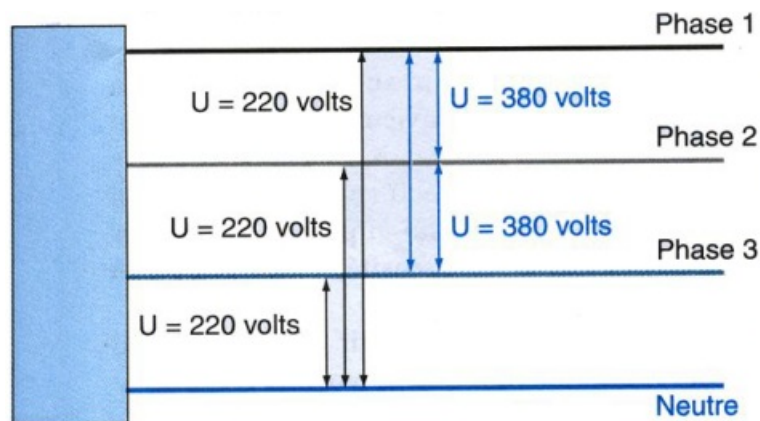
Однофазний



Якщо є підвищена потреба в електроенергії, то послідовність і баланс відіграють ключову роль. Трифазна схема - це загальна конфігурація струму для електроенергетичних компаній, а також може бути виготовлена трифазним генератором. Трифазний струм - це комбінація трьох однофазних струмів.

Для передачі заданої потужності за допомогою 3 окремих однофазних кабелів потрібно 9 проводів. Для передачі тієї ж потужності в трифазному кабелі потрібно лише 5 проводів (3 фази, 1 нейтраль, 1 заземлення), саме тому при правильному плануванні трифазного струму можна досягти значної економії. Економія коштів включає в себе економію на дротах, кабелях, а також на обладнанні, що використовує або виробляє електроенергію. Трифазні двигуни або генератори змінного струму також будуть меншими, ніж однофазні еквіваленти тієї ж потужності.

Трифазний



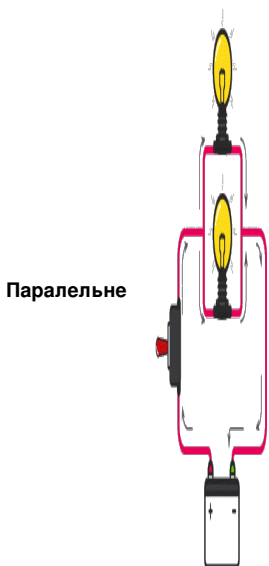
Компоненти групової схеми

У кожній схемі будуть присутні резистор(и) та генератор(и), кількість яких буде залежати від необхідної потужності. Обидва компоненти можна згрупувати залежно від того, що потрібно підтримувати постійним - струм чи напругу. Існує два основних способи з'єднання компонентів послідовно або паралельно. (додаткова інформація в [розділі](#) підключення батарей)



Основна ідея «послідовного» з'єднання полягає в тому, що компоненти з'єднуються в лінію кінець в кінець, утворюючи єдиний шлях, по якому може протікати струм:

1. **Струм:** Величина струму однакова через будь-який компонент в послідовному ланцюзі.
2. **Опір:** Окремі опори зменшуються щоб дорівнювати меншому загальному опору, а не щоб додаватись до загальної суми.
3. **Напруга:** Напруга живлення в послідовному ланцюзі дорівнює сумі окремих перепадів напруги.



Основна ідея «паралельного» з'єднання полягає в тому, що всі компоненти підключаються через виводи один одного. У чисто паралельному ланцюзі ніколи не буває більше двох наборів електрично спільних точок, незалежно від того, скільки компонентів з'єднано. Існує багато шляхів для протікання струму, але тільки одна напруга на всіх компонентах:

1. **Напруга:** Напруга однакова на всіх компонентах в паралельному ланцюзі.
2. **Струм:** Загальний струм кола дорівнює сумі струмів окремих гілок.
3. **Опір:** Окремі опори зменшуються щоб дорівнювати меншому загальному опору, а не щоб додаватись до загальної суми.

Розміри кабелів та проводка

Що пов'язує всі компоненти в електричній системі, так це кабелі. Кабелі подають живлення від джерел живлення для розподілу на прилади, освітлювальні прилади та обладнання. На жаль, найпоширенішою помилкою встановлення є заниження розміру кабелів відносно навантаження або від джерел заряджання

Правильне встановлення — це в першу чергу питання розміру кабелю відповідно до його завдання, використання правильних інструментів для кріплення клеми та забезпечення адекватного захисту від перевантаження за допомогою запобіжників та автоматичних вимикачів. Вибір розміру кабелю досить простий: він залежить від довжини кабелю, що вимірюється від джерела живлення до приладу, і сили струму, який буде протікати через нього.

Чим довший кабель або чим вища сила струму, тим більшим повинен бути кабель, щоб уникнути неприйнятних втрат напруги. Завжди слід мати достатній запас міцності, оскільки прилад може споживати більший струм, ніж розрахований на нього, через перегрів, низьку напругу, додаткове навантаження або інші фактори. Якщо кабель трохи завеликий, це ніколи не призведе до

погіршення характеристик; якщо кабель замалий, це завжди призведе до погіршення характеристик і, можливо, до загрози безпеці.

Кабель заземлення («нульовий») є такою ж частиною ланцюга, як і «плюсовий» кабель; він повинен мати такий самий розмір. Як правило, кожен прилад повинен живитися від розподільного щитка своїми власними позитивними і негативними кабелями. Хоча в освітлювальних ланцюгах іноді використовуються загальні кабелі живлення і заземлення для живлення декількох світильників (в цьому випадку кабелі живлення повинні бути розраховані на сумарне навантаження всіх світильників). Для 24-вольтових систем розмір кабелів вдвічі менший, ніж для 12-вольтових. Завжди читайте рекомендації виробника продукції або звертайтеся до постачальника, щоб точно знати і розуміти, який розмір кабелю потрібен для конкретного виробу.

щоб краще спланувати та підібрати розмір кабелю, скористайтеся таблицею розмірів кабелю нижче:

	Тип кола		Постійний струм																
	Напруга падає на 10% (некритично)	Напруга падає на 3% (критично)	5A	10A	15A	20A	25A	30A	40A	50A	60A	70A	80A	90A	100A	120A	150A	200A	
Довжина кабелю в метрах	0-6 м	0-2 м																	
	6-9 м	2-3 м																	
	9-15 м	3-4.5 м																	
	15-19 м	4.5-6 м																	
	19-24 м	6-7.5 м																	
	24-30 м	7.5-9 м																	
	30-40 м	9-12 м																	
	40-51 м	12-15 м																	
	51-61 м	15-18 м																	
		18-21 м																	
		21-24 м																	
		24-27 м																	
		27-30 м																	
		30-33 м																	
	33-37 м																		
	37-40 м																		

Наведена вище таблиця розмірів кабелів використовується шляхом переходу по верхньому рядку до стовпчика з відповідною силою струму, а потім переміщення вниз по лівому стовпчику до рядка з відповідною відстанню. Розміри проводів позначаються кольоровим кодуванням.

Калібр:

Поширеним способом позначення розміру кабелю є його «калібр». Американський калібр проводу (AWG) використовується як стандартний метод позначення діаметра проводу,

вимірюючи діаметр провідника – вимірюється тільки голий дріт зі знятою ізоляцією. AWG іноді також відомий як калібр Брауна і Шарпа (B&S) Калібр дроту.

Нижче наведена таблиця перерахунку з AWG/B&S в мм². У цій таблиці наведені найближчі еквівалентні перехресні посилання між метричними та американськими розмірами дротів. В Європі та Австралії розміри дроту виражаються в площі поперечного перерізу в мм².

Стандарт	Одиниця													
AWG	0000	000	00	0	1	2	4	6	8	10	12	14	16	
Діаметр (мм)	11.68	10.40	9.27	8.25	7.35	6.54	5.19	4.11	3.26	2.59	2.05	1.63	1.29	
Поперечний переріз (мм2)	107.1	84.9	67.5	53.5	42.4	33.6	21.2	13.3	8.4	5.3	3.3	2.1	1.3	
Код кольору														

Посібник для роздруківки [щодо розмірів кабелів можна завантажити тут](#).

Title
Посібник – Таблиця розмірів кабелів
File


Кодування кольором

Хоча можна використовувати одні й ті ж кабелі для ланцюгів змінного та постійного струму, бажано використовувати різні кольорові кабелі між двома типами струмів, щоб підвищити безпеку поводження, а також прискорити монтаж та ремонт. Якщо наявні прилади або установки мають кольори, менеджери з логістики можуть розглянути можливість їх заміни або стандартизації шляхом повторного кольорового кодування проводів за допомогою зовнішньої фарби або маркування у спосіб, який має сенс.

Загальний колірний код для змінного струму виглядає так:

- **Нейтраль:** Синій.
- **Фаза:** Коричневий або чорний.
- **Заземлення:** Зелений/жовтий.

Нейтраль і фаза — це два з'єднання для електрики, заземлення для безпеки.

Колірний код для постійного струму (постійний струм, акумулятор):

- + = червоний або синій
- = чорний або коричневий

Однак існує багато різних міжнародних стандартів. Будь ласка, зверніться до наведеної нижче таблиці для кольорового кодування різних країн та регіонів світу.

Стандартні кольори дроту для гнучкого кабелю
(наприклад, подовжувачі, кабелі живлення та мережеві проводи)

Регіон або країна	Фази	Нейтральна	Захисне заземлення
Європейський Союз (ЄС), Аргентина, Австралія, Південна Африка			
			
Австралія, Нова Зеландія			
Бразилія			
			
США, Канада			
	 (латунь)	 (срібло)	(зелений) або
			 (зелений/жовтий)

Стандартні кольори проводів для стаціонарних кабелів
(напр. Проводка кабелів в/на/за стіною)

Регіон або країна	Фази	Нейтраль	Захисне заземлення/занулення
Аргентина			
			
			

Стандартні кольори проводів для стаціонарних кабелів
(напр. Проводка кабелів в/на/за стіною)

Регіон або країна	Фази	Нейтраль	Захисне заземлення/занулення
Європейський Союз та Велика Британія			
			
			
Велика Британія до березня 2004 року			
			
			(раніше)

Стандартні кольори проводів для стаціонарних кабелів
(напр. Проводка кабелів в/на/за стіною)

Регіон або країна	Фази	Нейтраль	Захисне заземлення/занулення
Австралія, Нова Зеландія	Будь-які кольори, крім:		
			
			
			
			
			(з 1980 року)
	Рекомендується для однофазних:		
		або	(з 1980 року)
			
			
			
Бразилія	Рекомендується для багатофазних:		
			голий провідник, з гільзами на закінченнях (раніше)
			
			
			
			
			
			

Стандартні кольори проводів для стаціонарних кабелів
(напр. Проводка кабелів в/на/за стіною)

Регіон або країна	Фази	Нейтраль	Захисне заземлення/занулення
Південна Африка			  голий провідник, з гільзами на закінченнях (раніше)
			
	або		
			
			
Індія, Пакистан			
			
			
США			 (зелений)
			
			 голий провідник
	(120/208/240В) (мідь)		
			 (заземлення або ізольоване заземлення)
			
			
	(277/480В)	(277/480В)	

Стандартні кольори проводів для стаціонарних кабелів
(напр. Проводка кабелів в/на/за стіною)

Регіон або країна	Фази	Нейтраль	Захисне заземлення/занулення
Канада			
			
	(120/208/240В)		
			
			
			(зелений)
	(600/347В)	(120/208/240В)	
			голий провідник
		(600/347В)	
	(однофазні ізолювані системи)		(ізолюване заземлення)
			
			
			
	(трифазні ізолювані системи)		

На що варто звернути увагу під час прокладання дроту:

- Всі контури повинні бути віддалені від підлоги і знаходитися якомога вище, без з'єднань у воді або вологих місцях.
- Всі з'єднання кабельних наконечників повинні бути надійно обтиснуті до закінчення дроту стрічкою, а не припаяні на місці.
- Луджений кабель мідний дріт, покритий тонким шаром олова для запобігання корозії бажано використовувати, де це можливо, в морському середовищі або поблизу солоної води.
- Ніколи не підключайтеся до існуючих ланцюгів під час встановлення нового обладнання прокладіть новий дуплексний кабель належного розміру позитивний і негативний кабель у спільній оболонці від розподільного щита або джерела живлення до приладу.
- Рекомендується маркувати всі кабелі з обох кінців, а також оновлений план

електропроводки, щоб допомогти в майбутньому усунути несправності. Копії схем електропроводки можна навіть зберігати в таких місцях, як блок запобіжників або розподільна коробка, щоб майбутні користувачі могли звертатися до них.

- Кожен контур повинен мати незалежний кабель заземлення, і всі кабелі заземлення в кінцевому підсумку повинні бути прив'язані до спільної точки заземлення/шини.
- Якщо кабелі не прокладені в кабелепроводі, вони повинні мати фізичну опору щонайменше через кожні 450 мм.
- Хоча чорний колір часто використовується для позначення негативного полюса постійного струму, він також використовується для позначення дроту, що знаходиться під напругою, в ланцюгах змінного струму в США. Це означає, що існує потенціал для небезпечної плутанини. Проводку постійного та змінного струму слід тримати окремо; якщо вони прокладені в одному пучку, одна з них повинна бути в оболонці, щоб забезпечити поділ і безпеку.

Заземлення та захисні пристрої

Захисні пристрої

Захисні пристрої для електричних ланцюгів гарантують, що високий струм не може протікати в несправних умовах, захищаючи систему та обладнання, а також запобігаючи травмам і пошкодженням людей, які працюють з обладнанням або знаходяться в безпосередній близькості від нього. Захист від перевантаження за струмом забезпечується шляхом фізичного відключення джерела живлення в ланцюзі, що усуває пожежну небезпеку і ризик ураження електричним струмом.

Захисні пристрої можуть містити:

- Запобіжники.
- Мініатюрні автоматичні вимикачі (МАН).
- Пристрої захисного відключення (ПЗВ).
- Вимикачі захисного відключення з максимальним струмом (ВЗВ).

Всі вищезгадані пристрої захищають користувачів і обладнання від несправностей в електричному ланцюзі шляхом ізоляції електроживлення. Запобіжники та МАНВ ізолюють лише жилу під напругою, тоді як ПЗВ та ВЗВ ізолюють як жилу під напругою, так і нульову фазу. Для забезпечення безпеки електросистеми важливо встановити відповідний захист ланцюга.

Запобіжники

Запобіжник — це найпростіший захисний пристрій, який використовується для захисту ланцюга від перевантаження по струму. Він складається з металевої смужки, яка розріджується, коли потік струму через неї перевищує заздалегідь визначену межу. Запобіжники є важливими електричними пристроями, і існують різні типи запобіжників залежно від конкретних номінальних значень напруги і струму, застосування, часу спрацьовування і відключаючої здатності.

Характеристики запобіжників, такі як час і струм, вибираються таким чином, щоб забезпечити достатній захист без непотрібних перебоїв.



Мініатюрний автоматичний вимикач (МAB)

МAB є сучасною альтернативою запобіжникам і зазвичай розташовуються в будівлях по центру — зазвичай їх називають «коробкою запобіжників» або «коробкою вимикачів» — або вони прикріплюються до певного обладнання. Вони, як вимикачі, вимикаються, коли в ланцюзі виявляється перевантаження. Основна функція автоматичного вимикача — зупинити потік струму після виникнення несправності. Перевага МAB над запобіжниками полягає в тому, що якщо вони спрацювуть, їх можна перезапустити без необхідності заміни всього МАВа. МАВи також можуть бути відкалібровані точніше, ніж запобіжники, і спрацьовувати при точному навантаженні. Автоматичні вимикачі доступні в різних розмірах — від невеликих пристроїв до великих розподільчих пристроїв, які використовуються для захисту слабкострумових ланцюгів, а також ланцюгів високої напруги.



Пристрій захисного відключення (ПЗВ)

Пристрої захисного відключення (ПЗВ) призначені для виявлення і відключення живлення в разі невеликого дисбалансу струму між струмоведучим і нульовим проводами на рівні попередньо встановленого значення — як правило, 30 мА. ПЗВ може виявити, коли струмоведучий провідник торкається заземленого корпусу обладнання, або коли струмоведучий провідник перерізаний; цей тип несправності є потенційно небезпечним і може призвести до ураження електричним струмом і пожежі.

ПЗВ не дає захисту від короткого замикання або перевантаження в ланцюзі. Він не може виявити, наприклад, випадковий дотик людини до обох провідників одночасно. ПЗВ не може замінити запобіжник за функцією.

ПЗВ можуть бути підключені для захисту одного або декількох ланцюгів — перевага захисту окремих ланцюгів полягає в тому, що при спрацьовуванні одного ланцюга, він не вимкне всю

будівлю або розподільну систему, тільки захищений ланцюг.



Вимикачі захисного відключення з максимальним струмом (ВЗВ)

ВЗВ поєднує в собі функції МАВа та ПЗВ в одному пристрої. ВЗВ — це пристрій безпеки, який виявляє проблему в електромережі і здатний відключитися за 10–15 мілісекунд.

Вони використовуються для захисту конкретного ланцюга, замість того, щоб мати один ПЗВ на всю будівлю.

Ці пристрої піддаються тестуванню, а також можуть бути перезавантажені. Кнопка тестування надійно формує крихітний стан витoku; разом з кнопкою скидання знову з'єднує провідники після усунення стану помилки.



Заземлення / занулення

Неконтрольована електрика може травмувати або навіть вбити людей чи тварин. Поширеним і ефективним способом контролювати електрику є заземлення. Заземлення - це фізичне з'єднання з землею, яке безпечно відводить електричний заряд до землі, забезпечуючи електронам великий простір для розсіювання подалі від людей або обладнання. Система заземлення забезпечує доступ надлишкового позитивного заряду в електричних лініях до негативно зарядженого заземлювача, усуваючи небезпеку пожежі та ураження електричним струмом.

Деякі пристрої можуть мати символ «заземлення», що вказує на місце, де повинен бути підключений дріт заземлення.



Термін «заземлення» відноситься до провідного тіла, як правило, до землі. «Заземлення інструменту» або електричної системи означає навмисне створення шляху з низьким опором до поверхні землі. Якщо все зроблено правильно, струм у ланцюзі проходить по цьому шляху,

запобігаючи накопиченню напруги, яка в іншому випадку може призвести до ураження електричним струмом, травм і навіть смерті. Заземлення використовується для розсіювання шкідливого впливу електричного короткого замикання, а також для запобігання пошкодженням від блискавки.

Існує два способи заземлення пристроїв:

1. **Системне або сервісне заземлення:** У цьому типі заземлення провід, який називається "нульовим проводом", заземлюється на трансформаторі, і знову на сервісному вході в будівлю. Це в першу чергу призначене для захисту машин, інструментів та ізоляції від пошкоджень.
2. **Обладнання заземлення:** Це призначено для забезпечення посиленого захисту людей. Якщо несправність призводить до того, що металева рама інструмента опиняється під напругою, заземлення обладнання забезпечує інший шлях для проходження струму через інструмент до землі.

Важливий аспект заземлення, про який слід пам'ятати: обрив у системі заземлення може статися без відома користувача. Використання пристрою захисного відключення (ПЗВ) є одним із способів подолання недоліків заземлення.

У тандемі з пристроєм захисного відключення (ПЗВ) заземлення необхідне для переривання електропостачання у разі пошкодження ізоляції - наприклад, якщо провід, що знаходиться під напругою, відірвався і торкнувся металевої поверхні за межами обладнання. Дріт заземлення спрямовує струм замикання в землю, запобігаючи травмуванню людей. Заземлення вловлює струми замикання, дозволяючи ПЗВ вимірювати їх і спрацювати.

При заземленні компонентів схеми і приладів кабельна проводка повинна мати електричний опір нижче максимального порогу спрацювання головного робочого вимикача:

- 100 Ом для ПЗВ на 500 мА
- 167 Ом для ПЗВ на 300 мА
- 500 Ом для ПЗВ 100 мА

Чим менший опір, тим краще працюватиме система заземлення.

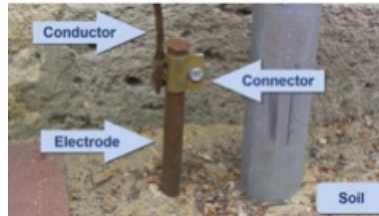
Компоненти системи заземлення:

З'єднання металевих частин із заземленням здійснюється за допомогою третього проводу в електричному ланцюзі. Дроти заземлення зазвичай мають зелено-жовтий колір і повинні мати той самий переріз, що й найбільший дріт, який використовується в системі для захисту.

Щоб перевірити, чи було встановлено заземлення, зверніть увагу на наступні моменти:

1. Вилки та розетки мають контакт заземлення.
2. Вилки із заземлюючим контактом підключаються до 3-провідної мережі.
3. Дроти заземлення добре з'єднані між собою на розподільчому щиті, зазвичай через заземлювальну колодку або з'єднувальну планку з металу.
4. Заземлювальна колодка або з'єднувальна планка з'єднується з землею, і це з'єднання повинно бути виконано дротом великої товщини (наприклад, 16 мм²).
5. Цей провід підключається до заземлення.

Використовувані кабелі заземлення:



Система заземлення зазвичай складається з заземлювального провідника, з'єднувального роз'єму, заземлювального електрода (як правило, стрижневого або сітчастого) і ґрунту, що контактує з електродом. Електрод можна розглядати як оточений концентричними кільцями землі або ґрунту однакової товщини - кожне наступне кільце має більшу величину поперечного перерізу і надає все менше і менше опору, поки не досягне точки, в якій він додає незначний опір.

Небезпеки/запобіжні заходи

Електрика є потенційно небезпечною і має властиві їй ризики, особливо через несправність ланцюга, неправильне використання, недосвідчене поводження або недбалість. Вплив на людей, техніку та інші об'єкти може бути руйнівним. При встановленні електричного контуру, розширенні існуючого контуру, пошуку нового офісу або гостьового будинку рекомендується провести повну оцінку об'єкта. Повна оцінка повинна гарантувати, що ланцюг може безпечно витримувати необхідний струм, існують належні пристрої захисту, ланцюг заземлений і немає потенційних небезпек.

Для обладнання небезпеками неправильно встановленого або захищеного ланцюга є коротке замикання і перевантаження. Для людей небезпеку становлять пошкодження ізоляції, які призводять до прямого або непрямого контакту з електричним струмом.

Коротке замикання

Коротке замикання - це сильне перевантаження струмом короткої тривалості. В однофазних системах коротке замикання виникає при випадковому контакті фазного і нульового проводів; в трифазних системах це може статися при контакті між двома фазами. Для постійного струму коротке замикання може статися при контакті двох полярностей.

Коротке замикання також може статися при розриві ізоляції, що оточує кабель, або коли два провідники контактують через зовнішній провідник (наприклад: металевий ручний інструмент) або вода перекриває з'єднання ліній, в результаті чого опір ланцюга стає близьким до нуля і, таким чином, дуже швидко досягає високих значень ($U=RI$).

Фізичні пошкодження можуть оголити кабелі всередині ізоляції, а раптове підвищення температури провідників може призвести до розплавлення ізоляції та мідних жил.

Перевантаження

Перевантаження спричинене слабким перевантаженням по струму, що виникає протягом тривалого часу. Перевантаження можуть бути спричинені струмом, який занадто великий для проходження через відносний діаметр провідного кабелю.

Існує два види перевантажень:

- Звичайні перевантаження, які можуть виникати при запуску двигуна. Звичайні перевантаження короточасні і не становлять небезпеки.
- Аномальні перевантаження виникають, коли до одного ланцюга або до однієї розетки одночасно підключено занадто багато приладів, або коли з'єднувальні клеми не затягнуті належним чином. Ці проблеми часто зустрічаються в старих будинках з малою кількістю розеток, але можуть виникнути в будь-якій системі зі збільшенням кількості електроприладів. Струм при аномальному перевантаженні менший, ніж при короткому замиканні, але результати ідентичні: перегріті дроти, пошкоджена ізоляція, високий ризик пожежі.

Пошкодження ізоляції

Пошкодження ізоляції спричинені пошкодженням ізоляції одного або кількох фазних провідників. Ці проблеми можуть призвести до ураження електричним струмом від струмоведучих ліній, а якщо пошкоджений провідник торкається металевої поверхні або корпусу, це також може призвести до ураження електричним струмом приладів та обладнання від дотику.

Порушення ізоляції також може бути спричинене вологою від пошкодження внаслідок потрапляння води або природної вологості стін.

Ці несправності можуть бути дуже небезпечними, особливо коли людина безпосередньо контактує з провідником, металевим корпусом або несправним електроприладом. У всіх випадках тіло людини стає частиною електричного кола, що призводить до ураження електричним струмом.

Травми від ураження електричним струмом

Шкоду організму людини завдають 3 фактори:

- Величина струму, що протікає через тіло.
- Шлях надходження електрики в організм.
- Тривалість впливу електрики на організм.

Наведена нижче таблиця та зображення детально описують загальну реакцію людського організму на різну силу електричного струму. Стрілки показують потік електрики від точки входу до найближчої точки виходу. Синя стрілка показує протікання струму через голову/серце і далі на землю, що є найбільш смертельним.



Реакція

Больовий шок

Скорочення м'язів – небезпека «Не можу відпустити»

Параліч легенів, зазвичай тимчасовий

Фібриляція шлуночків, зазвичай смертельна

Певна фібриляція шлуночків, смертельна

Параліч серця, важкі опіки

Засоби захисту

Щоб уникнути або зменшити шкідливий вплив струму на організм людини, настійно рекомендується використовувати захисні засоби і дотримуватися запобіжних заходів при роботі з електрифікованими ланцюгами і обладнанням.

- Гумові рукавички – для запобігання безпосереднього контакту рук зі струмом.
- Щільні рукави та штанини – щоб запобігти ненавмисному контакту або затягуванню в небезпечне обладнання.
- Зніміть обручки з пальців.
- Гумові чоботи – для запобігання утворенню тілом повного провідного електричного ланцюга.

Електрична небезпека

Якщо установка правильно налаштована, заземлена і добре обслуговується, електричні короткі замикання або інші проблеми не повинні становити проблеми. Якщо нехтувати основами монтажу, поводження, обслуговування, може виникнути кілька небезпек.

Небезпеки	Опис	Можливі джерел
Шоки	Ураження електричним струмом відбувається, коли тіло людини стає частиною шляху, по якому протікає струм. Прямий результат - ураження електричним струмом. Непрямий результат - травма, отримана внаслідок падіння або неконтрольованого руху.	- Електричні кабелі можуть спричинити небезпеку спотик - Протерті кабелі живлення. - Перевантаження електричних мереж - Пошкодження каб при наїзді на них розміщені на них важких предметів - Неправильна модифікація електричних штепсельних вил - Перегрів обладнання через відсутність належної вентиляції. - Пошкоджені електричні розетки. - Оголені дроти. - Робота поблизу живлення. - Повітряні лінії, що низько звисають і падають. - Вода, що капає на обладнання під напругою.
Опіки	Опіки можуть виникнути, коли людина торкається електричної проводки або обладнання, яке знаходиться під напругою.	
Дуговий удар	Дугові удари виникають від струмів високої сили, що пронизують повітря дугою. Це може бути спричинено випадковим контактом з компонентами під напругою або несправністю обладнання. Трьома основними небезпеками, пов'язаними з дуговим ударом, є: - Теплове випромінювання. - Хвилі тиску. - Кумулятивні снаряди.	
Вибухи	Вибухи відбуваються, коли електрика є джерелом запалювання вибухонебезпечної суміші в атмосфері.	
Пожежі	Електрика – одна з найпоширеніших причин пожеж як у побуті, так і на виробництві. Несправне або неправильно експлуатоване електрообладнання є основною причиною електричних пожеж.	

Знаки безпеки

Знаки безпеки інформують людей про небезпечні ситуації. Важливо розташувати їх відповідним чином, щоб люди, які працюють поруч із джерелом небезпеки, могли вжити належних заходів обережності. Вони повинні бути на видних місцях і містити максимально можливу інформацію про джерело та властивості небезпеки. У разі інциденту ця інформація може бути цінною.

Прикладом таких знаків можуть бути:

Попереджувальні наклейки про напругу	Символ електричної напруги	Попередження про смертельну небезпеку від ураження електричним струмом	Вимикати, коли використовує
			
Попередження про ураження електричним струмом	Попередження про високу напругу	Попередження про повітряні кабелі	Попередження наявності роб під напругою

			
Застереження щодо підземних кабелів	Попередження про напругу мережі	Знак «Небезпечно - вхід заборонено».	Попередження Ізолювати пер зняттям криш
			

Електропожежі

Електрика — одна з найпоширеніших причин виникнення пожеж. Електричний струм і хімічна реакція вогню — обидва способи передачі енергії; в той час як електрика передбачає рух негативно заряджених електронів, полум'я складається з розсіювання як позитивних, так і негативних іонів. Тому, наприклад, несправна електропроводка може викликати дугу та іскріння, які можуть легко перетворитися на полум'я, якщо присутні умови для виникнення пожежі, такі як кисень, тепло або будь-який вид палива.

Джерела живлення, які мають безпосереднє відношення до електричних пожеж, можуть бути будь-якими з наступних:

- Несправна проводка.
- Перевантажені пристрої.
- Коротке замикання.
- Пошкодження кабелю живлення.
- Перевантажені електричні розетки.
- Неправильно встановлені освітлювальні прилади.

Частиною уникнення електричної пожежі є правильний розрахунок, використання та обслуговування електричної системи, однак безпека може виникнути незалежно від цього, і інструменти для пожежогасіння повинні бути на місці. Вогнегасники є найнадійнішим засобом для цього, однак необхідно використовувати відповідний вогнегасник, інакше він може виявитися неефективним.

Класи вогнегасників за регіонами:

американський	європейський	UK	австралійський/азіатський	Паливо/джер тепло
Клас А	Клас А	Клас А	Клас А	Звичайні гор речовини
	Клас В	Клас В	Клас В	Легкозаймисті р

американський Клас B	європейський	UK	австралійський/азіатський	Паливо/джерело тепла
	Клас C	Клас C	Клас C	Легкозаймисті
Клас C	Unclassified	Некласифіковані	Клас E	Електричні обладнання
Клас D	Клас D	Клас D	Клас D	Горючі метали
Клас K	Клас F	Клас F	Клас F	Кухонна олія (кухонні олія або жири)

Електричні пожежі потрібно гасити непровідною речовиною, на відміну від води або піни, що містяться у вогнегасниках класу А. Якщо хтось намагається загасити електричну пожежу чимось на кшталт води, існує високий ризик ураження електричним струмом, оскільки вода є електропровідною. У вогнегасниках класу С використовується моноамонійфосфат, хлорид калію або бікарбонат калію, які не проводять електричний струм. Інший варіант — вогнегасник класу С, який містить вуглекислий газ (CO₂). CO₂ чудово підходить для гасіння пожеж, оскільки він позбавляє вогонь джерела кисню, а також зменшує вогонь, оскільки CO₂ холодний, коли випускається з вогнегасника.

Профілактика

Профілактика — це найефективніший захід для зниження ризику. Деякі з цих профілактичних заходів, які спеціалісти з планування можуть застосувати при роботі з електрикою, включають:

- Ніколи не вмикайте прилади, розраховані на 230 В, в електричну розетку на 115 В.
- Розміщуйте всі лампи на рівних поверхнях і подалі від речей, які можуть спалахнути.
- Використовуйте лампочки, які відповідають номінальній потужності ламп.
- Не перевантажуйте електричну розетку, підключаючи кілька пристроїв до однієї розетки.
- Не смикайте і не тягніть за електричні шнури.
- Якщо розетка або вимикач теплі, вимкніть мережу та викличте електрика.
- Дотримуйтесь інструкцій виробника при підключенні до розетки.
- Не прокладайте подовжувачі під килимами або через дверні прорізи.
- Не підключайте дрот старого пристрою до нового.
- Замініть або відремонтуйте зношені чи ослаблені кабелі.
- Тримайте всі електроприлади подалі від води.
- Повідомте відповідні органи у разі пошкодження зовнішніх кабелів або дотику дерев до ліній.
- Перегляньте креслення або зверніться до електропостачальників перед земляними роботами.
- Звертайте увагу на попереджувальні знаки про електробезпеку.
- Розміщуйте вогнегасники там, де ризик виникнення пожежі найвищий.
- Завжди носіть захисне спорядження, перебуваючи біля електрообладнання.

Управління енергоспоживанням

Більшість гуманітарних операцій - і особливо тих, що виконуються під час надзвичайних ситуацій - відбуваються у віддалених або небезпечних громадах з поганою доступністю та/або обмеженою надійністю електромережі загального користування. Для роботи приміщення гуманітарних організацій часто оснащені принаймні одним незалежним джерелом живлення, або в якості резерву на випадок несправності мережі, або в якості основного методу виробництва електроенергії. Незалежні джерела живлення включають в себе акумуляторні батареї, генератори та сонячне електрообладнання.

Закупівля, встановлення та експлуатація такого обладнання вимагає значних інвестицій, які можна зменшити при правильному розмірі та управлінні попитом на енергію. Електроенергія недешева, а експлуатація генератора може стати досить дорогою. Виробництво енергії також

впливає на навколишнє середовище та може завдати шкоди сприйняттю організації.

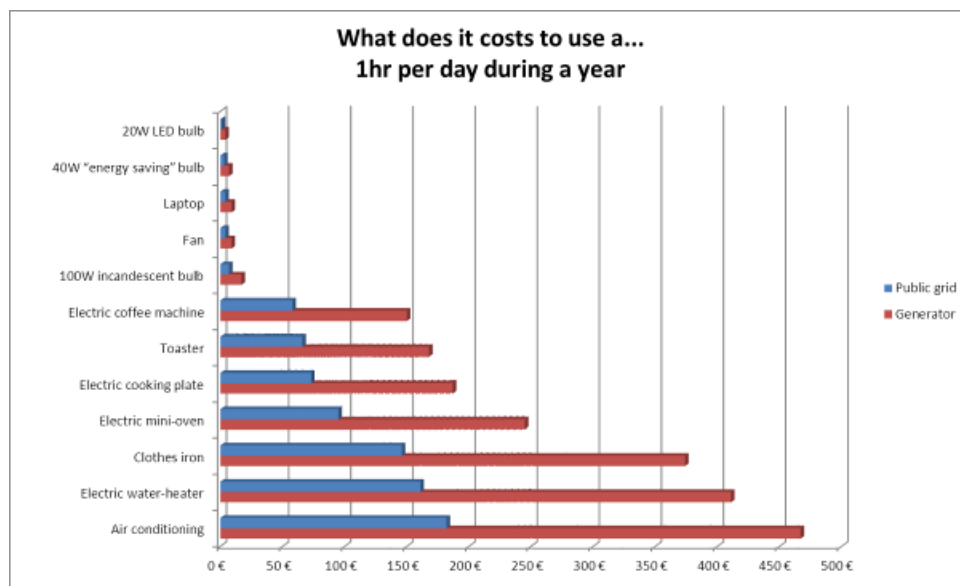
Часто можна зменшити споживання електроенергії, не погіршуючи якість обслуговування, покращуючи управління енергоспоживанням, зосереджуючи увагу на зменшенні попиту та виборі правильного постачання.

- **Управління попитом на енергію:** мінімізувати споживання енергії, не знижуючи якість обслуговування та уникаючи непотрібного споживання енергії.
- **Управління енергопостачанням:** вибирайте найкращі основні та резервні джерела живлення відповідно до ситуації, правильно підібрані для оптимізації інвестицій та поточних витрат.

Щоб керувати як попитом, так і постачанням, потрібна належна діагностика, щоб зрозуміти потреби в електроенергії та потреби необхідних потужностей. енергоспоживанням, головним чином:

- Щоб розрахувати загальні потреби в енергії та потужності для запланованого операційного середовища та допомогти визначити розмір джерел живлення (генератор, сонячна енергія або інші).
- Щоб визначити прилади та послуги, на які припадає значна частина загальних потреб в енергії та потужності.
- Щоб зрозуміти коливання потреб в енергії та потужності протягом дня та визначити пікові періоди.

Повна діагностика також може бути корисною для звітності, аудиту та/або досліджень.



Адаптовано з, ACF

Управління попитом на енергію

Нормально вважати електроенергію чимось само собою зрозумілим, але за неї потрібно заплатити. Щоб покращити використання енергії, уникайте непотрібного споживання та мінімізуйте необхідне, не погіршуючи при цьому якість послуг. Важливо думати з точки зору сервісу, а не пристроїв, і намагатися знайти найбільш ефективні рішення для досягнення необхідного сервісу.

Вимога до обслуговування: Потрібне прохолодне робоче середовище, а не кондиціонер.

Приклад: **Виконання вимоги до обслуговування:** Розгляньте можливість вибору місця в приміщенні, яке найменше нагрівається, встановлення білих штор, які пропускають світло, але зменшують тепло, збільшення ізоляції в приміщенні, а потім встановлення кондиціонера.

За допомогою енергодіагностики:

- **Виявити послуги з високим рівнем впливу** зрозуміти, які саме послуги суттєво впливають на енергоспоживання, та в який час на них припадає найбільше.
- **Вивчити потенційні альтернативи** – робочі інструменти, холодильники та освітлення є очевидними споживачами електроенергії, і їх використання важко уникнути. Інші джерела споживання енергії пропонують інші можливості, наприклад, водонагрівачі та печі. Розгляньте можливі рішення відповідно до доцільності та початкової вартості, енергоспоживання, експлуатаційних витрат та якості обслуговування.
- **Зменшити втрати, підвищити ефективність**, обираючи ефективні та відповідні за розміром прилади відповідно до призначення та кількості користувачів, а також використовуючи їх таким чином, щоб максимізувати їх ефективність, наприклад, очищуючи та обслуговуючи обладнання та прилади для підвищення їх ефективності.
- **Зменшіть непотрібне використання** через вимкнення та виймання приладів з розетки, коли вони не використовуються. Може знадобитися розміщення інформаційних плакатів або табличок для нагадування користувачам.
- **Оптимізуйте споживання в часі**, визначаючи пікові періоди і, якщо можливо, уникайте або відкладайте використання найпотужніших приладів під час пікових навантажень або коли вони працюють від акумуляторних/сонячних систем резервного живлення. Позначте потужні прилади, використання яких можна відкласти, наприклад, для комфорту або нетермінових завдань, і розмежуйте ті, що використовуються для роботи, безпеки, зв'язку.

Управління енергопостачанням

Правильний підбір основного та резервного електроживлення матиме великий вплив не лише на економію коштів, але й на те, яким чином буде оптимізовано споживання енергії. Обрана комбінація повинна:

- Забезпечувати достатню потужність для установки.
- По можливості, гарантувати доступність електроенергії в будівлі 24/7.
- Забезпечити мінімальну якість (обмежене падіння напруги або коливання частоти).
- Мінімізувати витрати.
- Запуск та експлуатація мають бути безпечними.
- Звести до мінімуму вплив на місцеве середовище, включаючи зменшення диму, вібрацій, шуму в нічний час, забезпечити хороші умови для життя і роботи та запобігти конфліктам по сусідству.
- Мінімізувати глобальний вплив на навколишнє середовище.

Рішення про тип основного джерела живлення буде залежати, головним чином, від того, чи буде будівля під'єднана до загальної електромережі. Підключення до електромережі загального користування вважається оптимальним там, де це можливо, і повинно бути першим варіантом, якщо це можливо. Якщо електромережі немає або вона ненадійна, слід розглянути можливість використання генератора.

Резервне живлення або генератор можуть знадобитися, якщо є ризик відключення електроенергії, або коли резервна електрична система необхідна як важливий захід безпеки.

Існує кілька варіантів резервної системи, включаючи акумулятори, сонячні батареї або генератори меншого розміру. При виборі системи резервного копіювання слід враховувати й інші моменти, зокрема те, наскільки надійним є основне джерело.



Купівля генератора може бути не дуже дорогою, але генератори потребують палива та обслуговування, і експлуатаційні витрати можуть бути досить високими. І навпаки, акумуляторні та сонячні системи вимагають значних інвестицій, але мають дуже низькі експлуатаційні витрати. При виборі джерела живлення слід враховувати початкові та поточні витрати.

Орієнтовні експлуатаційні витрати:

Запропоноване резервне джерело	Початкова вартість	Загальна вартість після 1 року	Загальна вартість через 2 роки
Генератор 2 кВА	600 €	14,600 €	28,800 €
Система акумуляторів	4,800 €	9,300 €	13,900 €
Сонячна енергія (покриває 30% потреб в електроенергії)	6,500 €	9,600 €	12,900 €

Основне, резервне джерело та можливі комбінації

Загальна електромережа + Генератор

У багатьох ситуаціях основним джерелом живлення є електроенергія, що надається місцевою енергетичною компанією. Резервний генератор повинен покривати всі потреби в електроенергії, за винятком приладів, позначених як необов'язкові).

Переваги	Недоліки
• Простий і дешевий • Доступний на місцях • Обмежені незручності	• Короткочасні перебої в роботі, оскільки генератор повинен запускатися при відключенні мережі • Необхідне ДБЖ та/або стабілізатор • Необхідний запас палива • Необхідне обслуговування генератора, навіть якщо він рідко використовується
Рекомендовано для	
• Будівлі, підключеної до електромережі загального користування з тривалими непередбачуваними перебоями • Будівлі, підключеної до електромережі загального користування, з погіршеною безпекою • Будівлі, підключеної до електромережі загального користування і яка використовується протягом обмеженого часу • Аварійного резервного живлення за необхідності	

Генератор + Генератор

У конфігурації з лише генератором електроенергія забезпечується за допомогою двох або більше генераторів. Для використання двох генераторів:

- Обидва генератори можуть бути або ідентичними, або здатними виробляти однакову кількість енергії, і можуть використовуватися взаємозамінно і відповідно до детального плану використання.
- Один генератор може бути меншим, ніж інший, і використовуватися тільки як резервний. У випадку двох генераторів з різною потужністю, менший генератор не повинен або не зможе покрити всі потреби в електроенергії в умовах експлуатації, і, можливо, його потрібно буде підключити спеціально для живлення лише найважливіших елементів (див. управління попитом на енергію).

Переваги	Недоліки
• Доступний на місцях • Обмежені початкові витрати • Відома технологія	• Високі експлуатаційні витрати • Короткі перебої в роботі при перемиканні генераторів • Потрібен ДБЖ та/або регулятор • Потрібен запас палива • Обмежена надійність і часте технічне обслуговування • Витрати часу на обслуговування • Постійний шум і турботи з обслуговуванням
Рекомендовано для	
• Ізольованої будівлі з високим енергоспоживанням • Ізольованої будівлі, що використовується протягом обмеженого часу • Аварійного резервного живлення за необхідності	

Мережа + Акумулятори

У цій конфігурації основним джерелом живлення є електроенергія, що надається місцевою енергетичною компанією, а резервним - система акумуляторів, яка забезпечує обмежену автономність установки в разі відключення.

Переваги	Недоліки
• Електроенергія 24/7 без відключень і мікроперебоїв • Висока надійність • Хороша якість електроенергії • Легко додавати сонячне живлення • Обмежені незручності	• Залежність від електромережі • Місцеві закупівлі та обслуговування не завжди можливі • Необхідне приміщення для акумуляторів • Вища початкова вартість, ніж у генератора • Може знадобитися резервний генератор • Обмежений термін служби акумуляторів (від 2 до 5 років) та можливий вплив на навколишнє середовище при їх утилізації
Рекомендовано для	

Переваги	Недоліки
• Будівлі, підключеної до електромережі загального користування з короткими і частими відключеннями • Будівлі, підключеної до загальної мережі з нічними відключеннями • Першого кроку до встановлення сонячної системи	

Генератор + Акумулятори

У цій конфігурації основним джерелом живлення є генератор, який забезпечує електроенергією в години пік. Резервне живлення - це система акумуляторів, яка накопичує електроенергію під час роботи генератора і живить установку в години низького споживання.

Переваги	Недоліки
• Електроенергія 24/7 без відключень та мікроперебоїв • Відсутність незручностей в години низького споживання • Хороша якість електроенергії • Підвищена надійність і термін служби генератора • Більша гнучкість у споживанні електроенергії • Легке додавання сонячних батарей	• Потреба в паливі та його запасі • Мінімальна щоденна тривалість роботи генератора для перезарядки акумуляторів • Придбання та обслуговування на місці може бути неможливим • Необхідне приміщення для акумуляторів • Вищі початкові витрати, ніж на генератор • Резервний генератор може знадобитися • Обмежений термін служби акумуляторів (від 2 до 5 років) та можливий вплив на навколишнє середовище при утилізації АКБ
Рекомендовано для	
• Ізольованого офісу або комплексу • Перший крок до встановлення системи сонячних батарей	

Громадська електромережа АБО генератор + сонячна батарея

У цій конфігурації електроенергія забезпечується основним джерелом - мережею або генератором - в години пікового навантаження, а вдень - сонячною системою. Система акумуляторів накопичує електроенергію з усіх джерел і забезпечує мережу, коли вони вимкнені.

Переваги	Недоліки
• Такі ж, як і «мережа/генератор + акумулятор» • Менше незручностей • Економія палива, найкраще співвідношення ціна/ефективність в довгостроковій перспективі для ізольованих будівель • Дуже надійне резервне живлення	• Може знадобитися деякий час для установки. • Придбання та обслуговування на місці може бути неможливим • Потрібне приміщення для акумуляторних батарей та велика відкрита поверхня • Висока початкова вартість • Обмежений термін служби АКБ (від 2 до 5 років) та можливий вплив на навколишнє середовище при утилізації АКБ
Рекомендовано для	
• Ізольованого гостьового будинку • Ізольованої будівлі з обмеженими енергетичними потребами • Ізольованої будівлі, що розташована у районах, в яких постачання пального є ускладненим і /чи є дорогим • Також будівлі, що через ситуацію з безпекою має потреби в цілком автономних системах електроживлення, як-от, скажімо, приміщення, які перебувають у режимі глибокого сну.	

Генераторні системи

Генератор - це комбінація двигуна (первинного двигуна), який виробляє механічну енергію з палива, і електричного генератора (генератора змінного струму), який перетворює механічну енергію в електричну. Ці дві частини монтуються разом, утворюючи єдину одиницю обладнання.

Механічні генератори як джерело енергії поширені в гуманітарному секторі, окрім громадської електромережі, головним чином тому, що вони зазвичай доступні і можуть бути придбані та встановлені відносно швидко майже скрізь. Генератори побудовані за добре відомою технологією, і може бути неважко знайти хорошого фахівця, який встановить його в багатьох ситуаціях. Однак експлуатація генератора дорога, вимагає частого і складного технічного обслуговування, а також постійного постачання палива. Генератори також можуть спричинити багато проблем, таких як шум, вібрація, забруднення тощо.

Генератори корисні в основному в трьох типах ситуацій:

- Як основне джерело живлення, коли відсутня громадська електромережа або коли мережа має дуже низьку надійність.
- Як резервне джерело живлення, коли інвестування в більш ефективне джерело живлення не є можливим: аварійні ситуації, короточасне встановлення тощо.
- Як резервне джерело живлення для будівель з дуже великими енергетичними потребами (в основному будівлі, обладнані кондиціонерами або електричними обігрівачами).
- Як резервне джерело живлення для установок, що утримують потужності холодового ланцюга.

У будь-якому іншому випадку слід виконати більш повну оцінку, щоб оцінити альтернативи генератору. Розглядаючи генератор як основне або резервне джерело живлення, не варто недооцінювати час, необхідний для роботи з обладнанням, а також включати в бюджет підготовку до його встановлення.

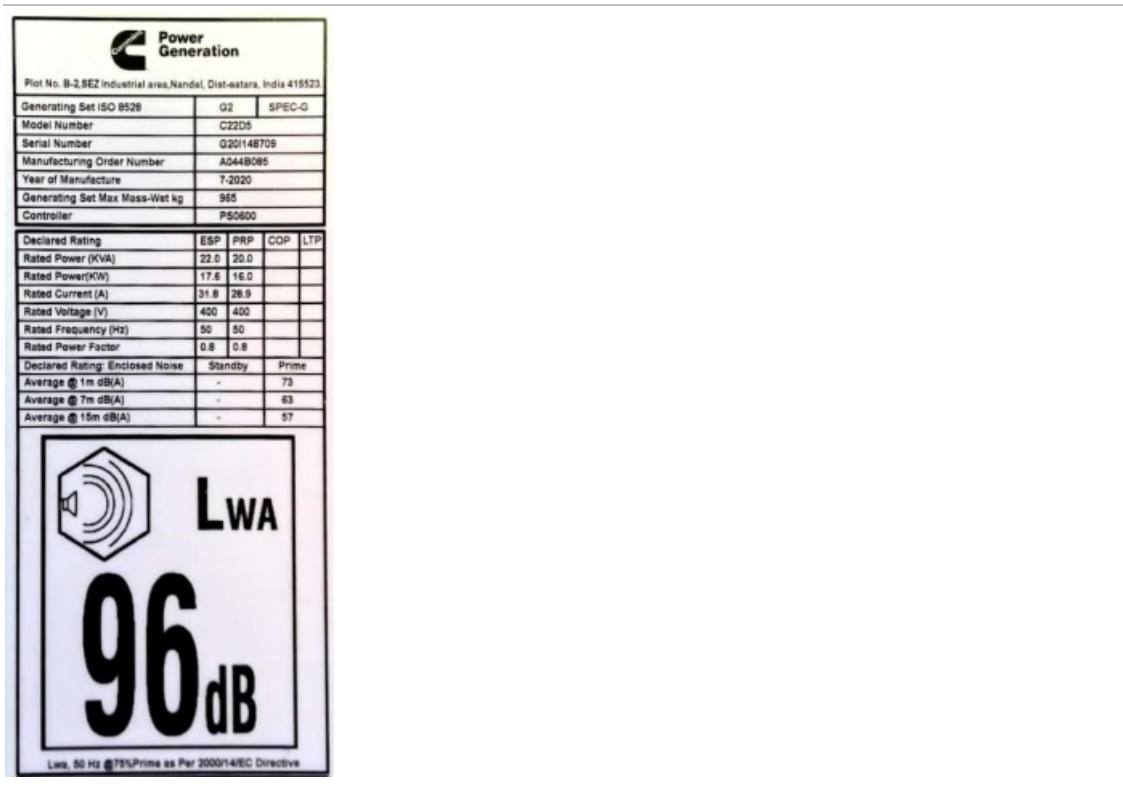
Характеристики

Нижче наведені основні характеристики, які слід враховувати при виборі відповідного обладнання для покриття потреб.

Потужність генератора

Перше, на що слід звернути увагу при виборі генератора, - це його розмір - яку потужність він може генерувати?

Приклад стандартної етикетки з бокової сторони генератора



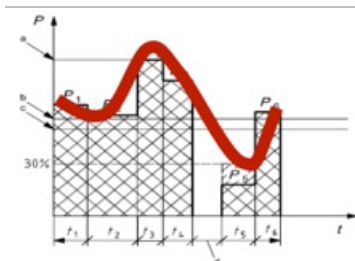
Номінальна потужність стандартизована згідно з ISO-8528-1. Найпоширенішими стандартами є:

Класифікація генератора по ISO	Номінальне навантаження	Обмеження часу роботи
Номінальна потужність (PRP)	Розрахована на змінне навантаження	Ця потужність доступна протягом необмеженої кількості годин роботи зі змінним коефіцієнтом навантаження. Перевантаження на 10% можливе протягом максимум 1 години кожні 12 годин, але не більше 25 годин на рік.
Потужність безперервної роботи (COP)	Номінальна потужність для постійного навантаження	Ця потужність доступна впродовж необмеженої тривалості роботи при фіксованому коефіцієнті використання. Перевантаження не допускається.

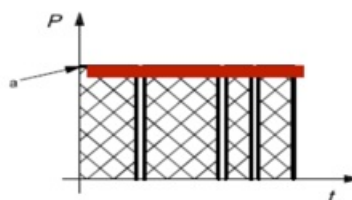
Класифікація генератора по ISO	Номінальне навантаження	Обмеження часу роботи
Аварійне резервне живлення (ESP)	Розраховане на змінне навантаження	Це живлення доступне лише протягом 25 годин на рік зі змінним коефіцієнтом навантаження. 80% цієї потужності доступно протягом 200 годин на рік. Перевантаження не допускається.

Типи навантаження

Змінне навантаження



Постійне навантаження



Найчастіше при покупці генератора актуальним є тільки номінальна потужність. Купуючи генератор, перевірте, чи не вказана потужність генератора без посилання на стандартизований метод оцінки. Якщо модель не вказана, проконсультуйтеся з виробником або отримайте документацію у продавця.

Потужність може бути вказана у ватах (Вт), кіловатах (кВт), вольт-амперах (ВА) або кіловольт-амперах (кВА). Для уточнення, $1\text{кВт} = 1000\text{Вт}$ і $1\text{кВА} = 1000\text{ВА}$

Номінальна потужність у ватах вказує на **реальну потужність** (P); номінал у вольт-амперах вказує на **видиму потужність** (S). При плануванні споживання потрібно враховувати лише реальну потужність. Реальна потужність - це потужність, яка фактично споживається або використовується в ланцюзі змінного струму, і, отже, саме так розраховується потреба в потужності та енергоспоживання під час діагностики.

Якщо вказана лише видима потужність (в кВА), то реальну потужність можна оцінити за наступною загальною формулою:

$$P(W) = S(VA) \times 0.8$$

0,8 від видимої потужності - прийнятий реальний коефіцієнт потужності. Це може відрізнятися від установки до установки, але 0,8 є надійним середнім значенням.

При виборі генератора, він, як мінімум, повинен відповідати потужності, розрахованій в ході

діагностики. Однак візьміть до уваги наступні застереження:

Не плутайте кВт і кВА: Потреба в потужності установки зазвичай розраховується в кВт, в той час як потужність генератора зазвичай номінується в кВА. У такому випадку розділіть на 0,8 (або додайте 20%), щоб перевести потужність установки з кВт в кВА.

Якщо передбачувані енергетичні потреби установки становлять 6 380 Вт, як нам визначити розмір генератора і якою має бути його кВА?

Потужність генератора повинна бути не менше 6,4 кВт номінальної потужності при цьому. Для визначення кВА:

Приклад:

$$6.4 / 0.8 = 8 \text{ kVA PRP}$$

Потреба в потужності 6 380 Вт потребує генератора потужністю не менше **8 кВа**.

Враховуйте нижчі робочі швидкості (дерати): Враховуйте нижчі робочі швидкості (дерати): Потужність, яку може забезпечити генератор, зменшується зі збільшенням висоти над рівнем моря та температури. Наступна таблиця показує кореляцію факторів навколишнього середовища з дератами:

Висота	Зниження	Температура	Зниження
≤150м	Без зниження	≤30°C	Без зниження
300м	-1.8%	35°C	-1.8%
500м	-4.1%	40°C	-3.6%
1000м	-9.9%	45°C	-5.4%
2000м	-21.6%	50°C	-7.3%
3000м	-33.3%	55°C	-9.1%

Зверніть увагу, що температура всередині генераторної може бути набагато вищою за температуру навколишнього середовища.

Генератор має видиму потужність 10кВА, і буде працювати на висоті 1000м над рівнем моря, і в приміщенні генератора з середньою температурою 45°C. Якою буде очікувана потужність:

Коригування щодо висоти:

$$10\text{кВа} \times (1 - 0,099) = 9,01\text{кВа}$$

Приклад:

Середнє значення температури 45°C:

$$9,01\text{кВа} \times (1 - 0,054) = 8.52 \text{ кВа}$$

Фактична видима потужність становить **8,52 кВа**.

Обертів на хвилину (об/хв)

Двигуни генераторів зазвичай мають або:

- 1 500 об/хв: призначені для інтенсивного використання (робота більше 6 годин), здатні розвивати високу потужність.
- 3 000 об/хв: призначені для короткочасного використання, з кращим співвідношенням потужність/об'єм та потужність/вага, але більшою погодинною витратою палива.

Більшість гуманітарних організацій надають перевагу генераторам з частотою обертання 1500 об/хв.

Рівень шуму

Під час роботи двигун створює сильний шум. Рівень шуму є важливим фактором при виборі генератора, оскільки він зазвичай працює під час роботи або відпочинку. Безперервний шум навіть на дуже низькому рівні може стати виснажливим протягом тривалого періоду часу.

Рівні шуму вказані в дБ(А) LWA. Для порівняння наведемо кілька найпоширеніших звуків.

Загальне джерело звуку	Рівень дБ(А)
Холодильник на відстані 1 м	50 дБ(А)
Головна дорога на відстані 5 м	дБ(А)
Головна дорога на відстані 5 м	70 дБ(А)
Інтенсивний рух на швидкісній магістралі на відстані 25 м	80 дБ(А)
Бензинова газонокосарка	90 дБ(А)
Відбійний молоток на відстані 10 м	100 дБ(А)
Дисотека	110 дБ(А)
Поріг больової чутливості	120 дБ(А)

Середній рівень шуму в офісі повинен становити близько 70 дБ(А), в той час як рівень шуму в спальні вночі повинен бути нижче 50 дБ(А).

Зверніть увагу, що при порівнянні рівнів шуму на різних відстанях:

- дБ(А) @ 4 метри $\approx$ дБ(А) LWA - 20.
- Рівень шуму зменшується на 6 дБ при кожному подвоєнні відстані від джерела.

У генераторній, розташованій на відстані 15 метрів від будівлі, знаходиться генератор з рівнем шуму 97 дБ(А) LWA. Яка гучність буде чутна в приміщенні?

97 дБ(А) LWA еквівалентно 77 дБ(А) на відстані 4 метрів

77дБ @ 4м = 71дБ @ 8м

Приклад:

71дБ @ 8м = 65дБ @ 16м

Рівень шуму в будівлі буде приблизно **65 дБ(А)**, можливо, нижчим залежно від акустичної ізоляції генераторної та офісу. Це прийнятний рівень для офісу, але не для гостьового будинку вночі.

Загалом, не рекомендується використовувати генератори, які створюють рівень шуму вище 97 дБ(А) LWA. Якщо генератор буде використовуватися вночі, рекомендується використовувати акустичний навіс, або побудувати звукову стіну, щоб поглинути частину шумового забруднення.

Ємність бака

Генератор не може бути заправлений під час роботи, тому ємність бака є одним з основних факторів, що визначають автономність роботи. Консервативна оцінка погодинного споживання генератора 1500 об/хв становить 0,15 л х номінальну потужність. Відповідно до цього слід підбирати паливний бак.

Генератор потужністю 8кВА забезпечує живлення офісу без дозаправки протягом робочого дня (10 годин). Знаючи ці цифри, який рекомендований розмір бака?

Годинна витрата палива цього генератора становить:

$$0.15 \times 8 = 1.2 \text{ л / год.г}$$

Приклад:

Розрахунок для паливного бака становить:

$$1.2 \times 10 = 12 \text{ л}$$

Тоді ємність паливного бака повинна бути не менше **12л**

Не рекомендується використовувати бак менше 1/5 його ємності; малий об'єм бака може призвести до втягнення частинок і сміття, що осіли на дні бака, в паливопровід, що потенційно небезпечно для двигуна.

Паливо

Генератори, як і транспортні засоби, можуть працювати на дизельному або бензиновому паливі, і мають свої переваги і недоліки. Дизельні генератори дорожчі, проте дизельне паливо часто дешевше, ніж бензин, і дизельні генератори мають краще співвідношення потужність/об'єм і потужність/вага, ніж бензинові генератори.

Вибір палива повинен визначатися відповідно до місцевих цін і доступності обох видів палива. Варто звернути увагу на те, який тип пального використовують транспортні засоби в організаціях: використання одного й того ж пального для генераторів і транспортних засобів може зменшити складнощі, пов'язані із зберіганням декількох видів пального на складі. Безпека також може бути проблемою для дуже великих запасів палива - дизельне паливо також має значно вищу температуру спалаху, ніж бензин, що означає, що воно спалахує на відкритому повітрі лише при температурі вище 52°C, тоді як бензин може спалахнути при температурі нижче нуля.

Безпека

Генератори повинні бути обладнані автоматичним вимикачем захисного відключення, щоб при стрибках напруги або короткому замиканні вимикач спрацьовував локально, що дозволяє легше скинути його в початковий режим і запобігає пошкодженням, які можуть виникнути в наступній частині контуру. Крім того, генератори зазвичай мають ручний вимикач/перемикач для керування підключенням електроенергії до встановленої електромережі офісу або комплексу.

Генератори також повинні мати кнопку аварійної зупинки на випадок пожежі, критичних механічних збоїв або інших проблем. Кнопка аварійної зупинки повинна бути чітко позначена. Генератори з акустичним кожухом повинні бути обладнані кнопкою аварійної зупинки зовні кожуха.

Розміщення генератора

Приміщення/місце зберігання генератора

Генератори, як правило, потребують певного місця для розміщення. Якщо тільки генератор не розроблений спеціально для мобільного застосування, зазвичай він не переміщується. Розташування генератора впливає на його функціонування і термін служби, тому воно має бути добре сплановане.

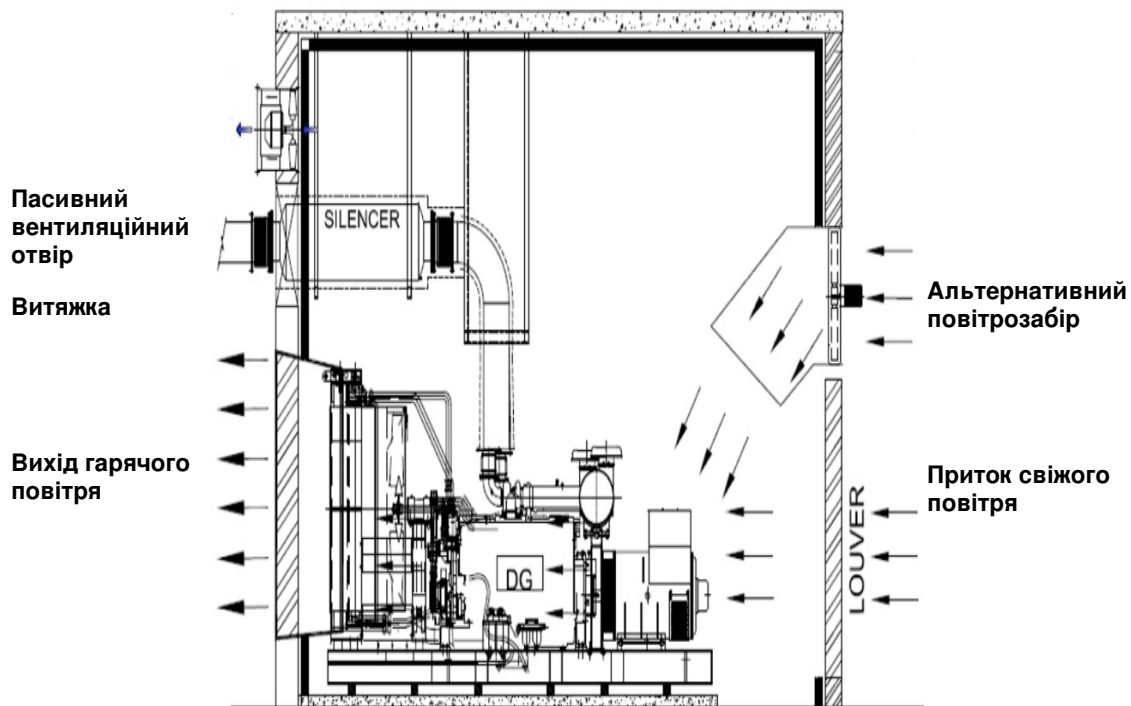
Деякі генератори можуть бути надзвичайно важкими і громіздкими, і часто їх розташування навколо офісу або комплексу буде залежати від можливості механічного обладнання або транспортних засобів завантажувати/розвантажувати повнорозмірний генератор.

Генератори повинні бути встановлені на пласкій, рівній поверхні. На відміну від транспортних засобів, генератори не призначені для роботи під кутом або під нахилом. Невеликий нахил або перепад висот може призвести до того, що генератори з часом злегка змістяться через вібрацію або вплив елементів, що може призвести до пошкодження конструкцій та обладнання або ускладнити обслуговування обладнання. Якщо важкий генератор переміщується в закритому просторі з забудованою структурою навколо нього, переміщення вручну може бути неможливим.

Фундамент місця, де розміщується генератор, повинен бути достатнім, щоб витримати вагу генератора, і бути електрично нейтральним. Генератори можуть бути надзвичайно важкими, і з часом можуть зламати або погіршити стан погано облаштованих фундаментів, або навіть зміститися у своїй орієнтації. Крім того, вібрації працюючого генератора можуть значно прискорити руйнування фундаменту або сховища, особливо якщо генератор ненадійно закріплений на місці - вібрація діє як слабкий, але постійний відбійний молоток.

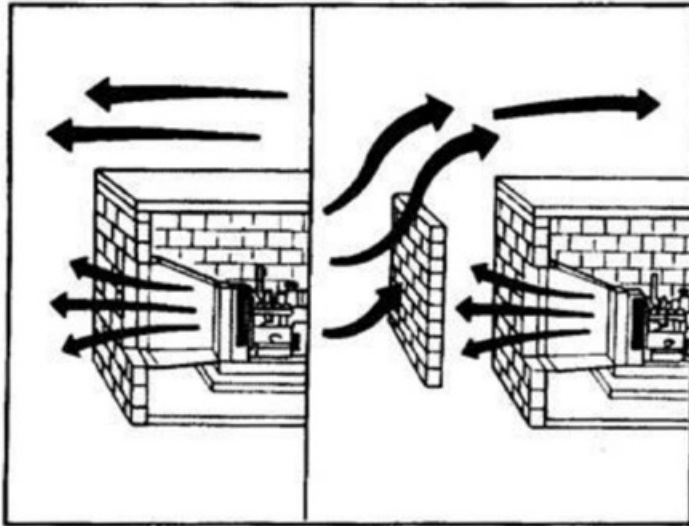
Рекомендується встановити якийсь амортизатор, щоб зменшити вібрації генератора, наприклад, дерев'яні або гумові елементи. Це допомагає зменшити вібрацію, злегка піднімаючи обладнання, а також допомагає контролювати нагрівання, полегшуючи огляд і виявлення витоків.

Залежно від планування необхідного робочого простору, генератори можуть бути встановлені в окремих приміщеннях, розміщені в якомусь відкритому генераторному ангарі, або можуть бути відкриті для доступу повітря. В ідеалі, генератори повинні мати принаймні дах або іншу форму накриття для захисту від дощу, снігу або надмірного прямого сонячного світла, які можуть вплинути на роботу генератора. Через розмір і вагу генераторів, можливо, доведеться будувати навіс або приміщення після того, як генератор буде доставлений, розвантажений і встановлений.



Приміщення або складське приміщення повинно відповідати декільком цілям: ізолювати генератор, щоб зменшити шум і вплив на навколишнє середовище, а також унеможливити несанкціонований доступ до нього з боку персоналу, відвідувачів, тварин та інших. Навіть якщо генератор є відносно відкритим, наприклад, критий навіс без стін, все одно бажано мати певний контроль доступу до фізичного генератора. Для встановлення генератора можуть знадобитися додаткові фізичні стіни з одного або декількох боків генератора, щоб заблокувати шум і переважаючі вітри.

Хоча будівельні матеріали можуть бути різними, розміщення повинне бути ретельно сплановане, використовуючи переваги вітрових потоків і мінімізуючи шумові та теплові перешкоди. Генераторна завжди повинна бути добре вентилявана, в тому числі за допомогою софітних вентиляційних отворів або повністю відкритих стін. Якщо генератор знаходиться в щільно закритому приміщенні, необхідні спеціально зроблені повітроводи для відведення повітря. Переконайтеся, що всі повітроводи не виходять в місця, де працюють або часто бувають люди і тварини. Якщо немає іншої можливості, окрім як вентилювати в зони, до яких мають доступ люди і тварини, то всі точки виходу повинні знаходитися на відстані не менше двох метрів від вказаних просторів і бути добре позначеними.



Там, де це можливо, розташовуйте паливо або інші небезпечні вантажі так, щоб переважаючий вітер не потрапляв в радіатор/випускний отвір. Якщо це неможливо, встановіть вітрозахисний бар'єр.

Експлуатація генератора

Хоча існують загальні правила та найкращі практики експлуатації генератора, найкращим джерелом інформації завжди є інструкція з експлуатації відповідної установки, яка містить повну інформацію про її використання та обслуговування. Завжди слід дотримуватися вказівок виробника.

Загалом, належне управління генератором починається з наявності точної та сучасної системи моніторингу. Моніторинг має вирішальне значення для проведення аналізу, виявлення потенційних збоїв і неправильного використання, а також для інформування про майбутні ремонти та прийняття рішень. Важливо вести записи принаймні про:

- Години роботи.
- Заправки.
- Виконане технічне обслуговування.

Слід використовувати простий, але повноцінний журнал обліку. Біля генератора слід вести журнал реєстрації, а всі особи, які керують генератором, повинні бути навчені та ознайомлені з його правильним використанням.

Хоча генератори типу PRP розраховані на «необмежене» використання, це не означає, що генератори можуть працювати необмежений безперервний час. Незважаючи на те, що типи генераторів з основною номінальною потужністю розраховані на «необмежену» експлуатацію, це не означає, що генератори можуть працювати безперервно протягом необмеженого часу. Генератори - це все ж машини, які страждають від зносу і можуть перегрітися або зламатися. Тривалість безперервної роботи генераторів може відрізнятися від моделі до моделі, але загалом генератори, які гуманітарні організації отримують для роботи в польових умовах, не розраховані на більш ніж 8-12 годин безперервної роботи за один раз. Робота генератора довше, ніж 8-12 годин, може значно скоротити термін його служби і призвести до збільшення частоти поломок.

Генератори зазвичай повинні бути вимкнені на період охолодження, саме тому багато установ встановлюють два основних генератора в комплексі або офісі. Два генератори, як правило, встановлюються поруч один з одним, якщо не в одному приміщенні, і обидва підключаються до основної електричної мережі об'єкта. Якщо два генератори встановлені в тандемі, слід

передбачити великий зовнішній перемикач для одночасного перенаправлення потужності, що надходить від одного або іншого генератора. Не слід, щоб обидва генератори могли одночасно подавати електричний струм в один і той же замкнутий контур - це може призвести до катастрофічного пошкодження споруд та обладнання.

Використання двох генераторів можна планувати відповідно до потреб - або обидва генератори повинні мати однакову потужність, або допоміжний генератор використовується в години, коли навантаження менше. До зовнішнього перемикача також можна підключити джерела сонячної енергії та інші резервні джерела живлення. Зазвичай процес перемикання між генераторами включає в себе запуск нового генератора в той час, як старий все ще працює. Це дасть змогу генератору, що вмикається, прогрітися. Це також дозволить головному перемикачу перемикатися між генераторами під час подачі живлення, щоб мінімізувати перебої в роботі офісів або житлових приміщень.

Запуск і зупинка генератора

Генератори, що перевищують певний розмір і призначені для середньострокового або довгострокового використання, як правило, мають внутрішній перемикач, який використовується для підключення або відключення пристрою до основної електромережі в офісі або житловому комплексі. Якщо вимикач генератора встановлений таким чином, що генератор не підключений, двигун все одно буде працювати, і генератор все одно буде виробляти електроенергію, однак основна мережа не зможе отримувати електричний струм.

Генератори ніколи не можна запускати або зупиняти, коли вони підключені до установки, що також називається «під навантаженням»

Коли генератор вмикається, можуть спостерігатися стрибки або перебої у виробленні електроенергії через повітря в паливних трубопроводах, потрапляння сторонніх предметів або інших нормальних складових процесу запуску. Ці стрибки напруги можуть перевищувати номінальне навантаження будь-якої конкретної установки і можуть пошкодити обладнання, якщо воно не захищене належним чином. Рекомендується мати буклет або брошуру мовою персоналу, що обслуговує генератор, з поясненням процесу запуску та зупинки обладнання, з фотографіями основних частин, до яких можна торкатися, та дій, які необхідно виконати.

Стандартна процедура запуску:

1. Переконайтеся, що автоматичний вимикач генератора розімкнутий (якщо генератор не має автоматичного вимикача, переконайтеся, що головний вимикач електроустановки розімкнутий).
2. Перевірте рівень масла.
3. Перевірте рівень палива.
4. Перевірте рівень води (тільки для генераторів з водяним охолодженням).
5. Переконайтеся у відсутності витоків (відсутність масла або палива під генератором).
6. Запустіть генератор.
7. Зачекайте 2 хвилини.
8. Замкніть ланцюг з основним ланцюгом офісу або комплексу.
9. Зафіксуйте час запуску у відповідному журналі.

Стандартна процедура зупинки:

1. Попередьте користувачів про відключення живлення.
2. Вимкніть автоматичний вимикач генератора (якщо генератор не має автоматичного вимикача: вимкніть головний вимикач установки).
3. Зачекайте 2 хвилини і.
4. Зупиніть генератор.
5. Зафіксуйте час зупинки у відповідному журналі.
6. За необхідності заправте паливо.

Догляд та Обслуговування

Генератор необхідно регулярно обслуговувати, щоб він забезпечував якісну електроенергію протягом усього терміну служби. Регулярне технічне обслуговування відносно просте - існують загальні рекомендації щодо того, які і коли послуги необхідні для запобігання відмов або поліпшення функціонування обладнання.

Хоча найкращою практикою обслуговування генератора є дотримання рекомендацій і графіка технічного обслуговування виробника, наведені нижче елементи управління і операції можуть застосовуватися як приблизні, особливо, якщо рекомендації виробника невідомі.

ЧАСТОТА ОБСЛУГОВУВАННЯ

ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ	ЧАСТОТА ОБСЛУГОВУВАННЯ				
	Щодня або кожні 8 годин	Щомісяця	Кожні 150 годин	Кожні 250 годин	Кс 5 го
Загальна перевірка					
Перевірка моторного масла та рівня палива					
Очищення та перевірка акумулятора					
Перевірка заземлення					
Очищення іскрогасника					
Очищення паливних фільтрів					
Зливання паливного бака					
Заміна моторного масла					
Заміна елемента повітряного та паливного фільтра					

ЧАСТОТА ОБСЛУГОВУВАННЯ

ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ	ЧАСТОТА ОБСЛУГОВУВАННЯ				
	Щодня або кожні 8 годин	Щомісяця	Кожні 150 годин	Кожні 250 годин	Кожні 5 годин
Очищення ребер охолодження двигуна					
Заміна свічки (свічок) запалювання					
Перевірка форсунки					
Заміна паливного фільтра					
Регулювання клапанних зазорів					

Облік сервісних годин ведеться у «годинах напрацювання», тобто враховуються лише ті години, коли генератор фактично увімкнений і подає електроенергію. Зауважте, що навіть при середній роботі генератора протягом 12 годин, досягнення 250 або 500 годин загального напрацювання може відбутися надзвичайно швидко, що означає, що інтервали обслуговування генераторів можуть бути досить частими. Невеликі інвестиції в заміну компонентів і регулярне технічне обслуговування генераторів можуть заощадити дорогі і непотрібні модернізації або навіть заміну всього агрегату в майбутньому.

При виконанні планового технічного обслуговування кожна виконана дія повинна бути зареєстрована в журналі, а також показання і параметри записані разом з датою перевірки і показаннями лічильника годин. Ці показники порівнюються з наступним блоком зібраних показників. Будь-яке значне відхилення показників може свідчити про несправність пристрою.

Профілактичне обслуговування гарантує, що організація має безперебійне електропостачання для всіх своїх потреб. Якщо генератор використовується рідко, важливо запускати його принаймні раз на тиждень, щоб підтримувати його в належному стані.

	Інтенсивне використання	Несистематичне використання
Запуск генератора	Так часто, як потрібно	Не рідше одного разу на тиждень

	Інтенсивне використання	Несистематичне використання
Обслуговування через 150 годин	Щомісяця	Кожні 4 місяці
Обслуговування через 250 годин	Кожні 3 місяці	Кожного року
Обслуговування через 500 годин	Кожні 6 місяців	Кожні 2 роки

Коригувальне обслуговування

У деяких програмах або на деяких ділянках експлуатації має сенс постійно мати в команді кваліфікованого спеціаліста з ремонту. У більшості випадків рекомендується визначити та укласти довгострокову угоду або іншу форму договору про надання послуг з надійним постачальником послуг. Постачальники послуг повинні відповідати за основне технічне обслуговування і бути готовими у разі поломки. Важливим критерієм при виборі стороннього постачальника послуг з ремонту є його здатність постачати запасні частини до необхідного обладнання. Якщо сторонній постачальник не може поставити запасні частини, організаціям необхідно підтримувати запас власних запасних частин.

Генераторна установка - це поєднання двигуна та генератора змінного струму, а також електропроводки, засобів керування, захисту та з'єднань. Це компоненти, які потрібно перевірити при пошуку несправності.

Існує чотири типи можливих несправностей генератора:

- Двигун не запускається.
- Двигун запускається, але глохне або пропускає хід.
- Двигун працює, але через деякий час перегрівається.
- Двигун працює безперебійно, але електроенергія не виробляється належним чином.

Рекомендується звернутися до інструкції з експлуатації для отримання конкретних інструкцій з пошуку несправностей, оскільки конструкції відрізняються у різних виробників. Якщо проблему не вдається виявити одразу, може знадобитися допомога професійного технічного спеціаліста або кваліфікованого електрика.

Міркування безпеки

- Генератор ніколи не можна експлуатувати в приміщенні, де постійно перебувають люди або тварини.
- Приміщення генератора повинно мати належну вентиляцію.
- У приміщенні генератора не можна зберігати паливо та мастило.
- Поза приміщенням генератора повинен знаходитися вогнегасник, розрахований на боротьбу з електричними та паливними пожежами (бажано, щоб це був вогнегасник на основі CO₂). Відро з пожежним піском може бути опцією, коли вогнегасники недоступні або як резервний варіант.
- Весь генератор повинен бути належним чином заземлений. Зазвичай генератори постачаються із заземлювальним болтом у рамі, позначеним символом землі, до якого слід

під'єднати заземлювальні кабелі. Якщо немає видимого болта, заземлювач можна підключити безпосередньо до металевої рами генератора.

Акумуляторна система

Акумуляторна система використовує хімічні реакції для зберігання електроенергії для подальшого використання, чи то від генератора, чи то від електромережі. З технічної точки зору, сама електроенергія не може бути збережена, але її відносний енергетичний еквівалент зберігається як потенційна енергія за допомогою хімічної реакції і може бути перетворена в електроенергію пізніше. Хімічні батареї працюють, заряджаючи розчин, який зберігає заряд достатньо довго, щоб його можна було знову розрядити і розподілити пізніше.

Ємність Структура системи

Батареї є кінцевими носіями зберігання і працюють відносно простими способами.

Батареї можуть приймати і віддавати тільки постійний струм, в той час як більшість великих електроприладів і джерел живлення використовують змінний струм. Для цього батареї потребують зовнішніх пристроїв, які перетворюють струм залежно від використання та потреб.

- Для отримання змінного струму акумулятору потрібен трансформатор або спеціалізований зарядний пристрій.
- Для подачі змінного струму акумулятору знадобиться зовнішній інвертор.

Ці 2 пристрої часто об'єднують в інвертор-зарядний пристрій, який можна використовувати в якості посередника між акумулятором і замкнутим контуром.

Оскільки кожна батарея має обмежену ємність, джерела живлення від акумулятора вимагають спеціального обладнання для моніторингу та контролю потоку електроенергії, що надходить в батарею, яке називається контролером заряду. Контролер заряду постійно контролює стан заряду акумулятора, визначаючи, наскільки він «повний», і автоматично припиняє заряджання, коли акумулятор повністю розряджений. Батареї дуже енергоємні і можуть бути надзвичайно небезпечними, якщо їх перезарядити! Перезаряджений акумулятор може іскрити, спричинити пожежу і навіть вибухнути, можливо, викидаючи при цьому небезпечні хімічні речовини. Не слід намагатися виконувати резервне живлення акумулятора без належного контролера заряду.

Подібно до генераторної установки, резервне живлення від акумулятора також повинно мати всі доступні засоби захисту, включаючи вимикачі, запобіжники та кабель заземлення.

Таким чином, акумуляторна система зазвичай включає:

- Один або кілька акумуляторів.
- Інверторний зарядний пристрій.
- Контролер заряду.
- Кабельні та захисні пристрої, такі як запобіжники та заземлення.

Акумулятори

Акумулятор - це запам'ятовуючий пристрій, здатний накопичувати хімічну енергію і перетворювати її в електричну за допомогою електрохімічної реакції. Існує багато різних типів хімічних речовин, які використовуються, наприклад, нікель-кадмієві акумулятори, які використовуються для живлення невеликих портативних пристроїв, або літій-іонні (Li-on) акумулятори, які використовуються для великих портативних пристроїв. Найбільш перевіреним типом хімії і найдовше використовуваним є свинцево-кислотний акумулятор.

Види

Акумулятори виготовляються з декількох матеріалів і мають різні форми, які підходять для різних цілей. У цьому посібнику мова піде про найпоширеніші акумулятори, які використовуються в

якості резервного джерела живлення. Два основних види можна підсумувати наступним чином:

1. Залиті акумулятори.
2. Свинцево-кислотні акумулятори з клапанним регулюванням.

Залиті акумулятори:

Акумулятори з заливними елементами - найпоширеніший тип звичайних акумуляторів, що використовуються в автомобілях з двигуном внутрішнього згоряння. Акумулятори з залитими елементами називають кількома термінами:

- Залитий акумулятор.
- Вологий акумулятор.
- Заливний свинцево-кислотний акумулятор.
- Свинцево-кислотна акумуляторна батарея, що підлягає відновленню.

Ці батареї містять комбінацію рідкого електроліту, який вільно переміщується у відсіку для елементів. Користувачі мають доступ до окремих елементів і можуть додавати дистильовану воду (або кислоту), коли батарея розряджається. Основною характеристикою цього типу акумуляторів є їхня низька вартість, що робить їх доступними майже в усьому світі і широко використовуваними в країнах з низьким рівнем доходу або в країнах, що розвиваються. Поводитися з залитими батареями досить просто, і їх можна заряджати простим нерегульованим зарядним пристроєм. Однак ці батареї потребують періодичного огляду та обслуговування, а екстремальні кліматичні умови можуть мати більший вплив на термін служби батареї через те, що розчин електроліту всередині батареї має здатність випаровуватися або замерзати.

Ці батареї зазвичай виготовляються з двома клемами і 6 кришками, що забезпечують доступ до кожного відсіку або комірки на 2 В, що в сумі дає 12 В. Для цього типу акумуляторів типовий діапазон напруги поглинання становить від 14,4 до 14,9 вольт, а типовий діапазон плаваючої напруги - від 13,1 до 13,4 вольт.

Автомобільні або вантажні акумулятори не підходять для того, щоб бути постійною системою для зберігання енергії. Автомобільні акумулятори призначені для забезпечення високого струму протягом коротких періодів часу, зокрема для запуску двигуна внутрішнього згоряння. Існують свинцево-кислотні акумулятори, які нещодавно були спеціально розроблені для зберігання енергії.

Свинцево-кислотні акумулятори з клапанним регулюванням (VRLA):

Свинцево-кислотні акумулятори з клапанним регулюванням (VRLA) - це термін, який може відноситися до ряду різних марок і конструкцій, але всі вони мають одну і ту ж властивість - вони герметичні. Акумулятори VRLA іноді називають герметичними або герметичними свинцево-кислотними акумуляторами. Закритий характер батарей робить їх транспортування простішим і менш небезпечним, і за певних обставин їх можна навіть перевозити літаками. Однак герметичність зменшує термін їхньої служби, оскільки їх не можна перезаряджати - в середньому термін їхньої служби становить 5 років при 20°C.

Акумулятори VRLA зазвичай дорожчі і потребують повністю регульованого зарядного пристрою, що робить їх менш поширеними в усьому світі. У цих акумуляторах все ще може використовуватися свинцева кислота як хімічний розчин, але вони можуть використовувати різьбові штифти замість камер і клем.

Назва акумулятора походить від клапанного регулюючого механізму, який забезпечує безпечний вихід газів водню і кисню під час зарядки. Існують і більш досконалі конструкції, серед яких:

**Акумулятори
з
поглинальним
скломатом
(AGM)**

Конструкція AGM дозволяє розміщувати електроліт в безпосередній близькості від активного матеріалу пластини. Це підвищує ефективність як розряду, так і підзарядки.

Оскільки всередині немає рідини, ці акумулятори працюють краще, ніж залиті, у випадках, коли обслуговування важко виконувати, однак вони чутливі до надмірного або недостатнього заряду, що впливає на їхній термін служби та продуктивність. Акумулятори AGM працюють найбільш надійно, коли їх використання обмежується розрядом не більше 50% ємності акумулятора.

AGM-батареї - це тип акумуляторів, який зазвичай обирають для автономних систем електропостачання.

**Гелеві
акумулятори**

Гелеві акумулятори мають водно-кислотний елемент у формі гелю. Електроліт в гелевих акумуляторах має добавку кремнезему, яка змушує його схоплюватися або застигати. Напруга перезарядки цього типу акумуляторів нижча, ніж у інших типів свинцево-кислотних акумуляторів, а гелеві елементи, ймовірно, є найбільш чутливими елементами з точки зору побічних реакцій на перенапругу під час заряджання.

Гелеві батареї найкраще використовувати в системах з дуже глибоким циклом і вони можуть працювати трохи довше в спекотну погоду. На жаль, повна глибока розрядка незворотно руйнує акумулятор. Якщо для гелевого акумулятора використовується неправильний зарядний пристрій, його погана робота і передчасний вихід з ладу неминучі.

Примітка: Дуже часто люди використовують термін «гелевий акумулятор» для позначення герметичних акумуляторів, що не потребують обслуговування, так само, як і назву бренду для позначення цілої категорії товарів. Будьте дуже уважні при виборі зарядного пристрою - найчастіше, коли хтось говорить про гелевий акумулятор, він насправді має на увазі герметичний акумулятор VRLA або AGM, що не потребує обслуговування. Гелеві батареї не такі поширені, як AGM, і їх важко знайти в гуманітарних ситуаціях.

Тип акумулятора	Діапазон напруги поглинання	Діапазон плаваючої напруги
Залиті батареї	14.4 to 14.9 вольт	13.1 to 13.4 вольт.
Акумулятори VRLA	14.2 to 14.5 вольт	13.2 to 13.5 вольт.
Акумулятори VRLA	14.4 to 15.0 вольт	13.2 to 13.8 вольт.
ГЕЛЕВІ акумулятори	14.0 to 14.2 вольт	13.1 to 13.3 вольт.

Ємність

Ємність визначається як загальна кількість енергії, яку акумулятор може зберігати та відтворювати у вигляді електроенергії. Ємність акумулятора зазвичай описується в кратних і порядкових значеннях ватт-годин ($\text{Вт} \cdot \text{год}$) – від $1 \text{ Вт} \cdot \text{год}$ до $1 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ ($1000 \text{ Вт} \cdot \text{год}$). Ватт-година визначається як електрична енергія, необхідна для подачі одного вата електроенергії протягом однієї безперервної години. Наприклад, стандартна лампа розжарювання потужністю 60 Вт потребуватиме 60 Вт/год накопиченої енергії для роботи протягом однієї години. Легко зрозуміти, чому правильна оцінка потреб споживання важлива для розробки резервних систем акумуляторів, особливо для елементів безпеки або критично важливих елементів.

Мабуть, найважливішою специфікацією акумулятора є його потужність, розрахована в ампер-годинах ($\text{А} \cdot \text{год}$). Визначення Вт-год проводиться, коли А-год поєднуються з напругою акумулятора - найчастіше 12 вольт.

Енергія (Вт·год) = напруга (В) × ємність (А·год)

Ємність акумулятора залежить від:

- **Тривалості розряду:** Зазвичай виробник вказує ємність на 20 годин, позначаючи її як C20. Для акумулятора C20 одна і та ж батарея зможе віддати більше енергії за 20 годин, ніж за 10.
- **Температури:** Ємність може збільшуватися або зменшуватися залежно від зовнішньої температури. Показники визначено за температури 20°C.

Також майте на увазі, що циклічний розряд акумулятора на повну ємність може призвести до його пошкодження, якщо робити це неодноразово. Щоб збільшити термін служби акумулятора, в ньому завжди має залишатися трохи енергії перед підзарядкою. З цієї причини зазвичай використовується лише 50% потужності. Як наслідок, енергію, яку батарея дійсно може видати, краще вимірювати, дивлячись на половину її повної ємності.

Енергія = 0.5 × напруга × ємність

Акумулятор ємністю 100Ah містить 1200 Вт·год:

$100 \times 12 = 1,200 \text{ Вт·год}$

Приклад: Для збільшення терміну служби можна використовувати лише 600 Вт·год. Як довго прослужить лампочка потужністю 40 Вт при безперервному використанні?:

$600 \text{ Вт·год} / 40 \text{ Вт} = 15 \text{ год.}$

Лампочка потужністю 40 Вт може працювати протягом **15 годин** до того, як акумулятор потрібно буде підзарядити.

Як правило, чим більший акумулятор і чим вища його ємність, тим більше зростає ефективність, а ціна за ват-годину знижується. Рекомендується використовувати акумулятор з найбільшою доступною ємністю, а потім відпрацьовувати кратні кількості акумулятора цього типу, щоб досягти загальних потреб у зберіганні енергії. Постійне додавання менших акумуляторів з меншою ємністю призведе до збільшення витрат і виникнення проблем у майбутньому.

Плаваючий термін служби

Плаваючий термін служби — це очікуваний термін служби акумулятора, якщо він постійно заряджається і ніколи не розряджається. Коли акумулятор встановлюється в електричну систему, яка постійно отримує заряд, це називається «плаваючим зарядом». Якщо живлення відключається і перемикається на батареї з плаваючим зарядом, час автономної роботи вказує, як довго ці батареї можуть працювати. Термін служби зменшується з ростом температури, а

плаваючий термін служби зазвичай розрахований на 20°C. Як правило, термін служби зменшується приблизно вдвічі на кожне підвищення середньої температури на 10°C.

Акумулятор з номінальним плаваючим терміном служби 10 років при температурі 20°C. Як довго він прослужить, якщо середня температура становить 30°C?

Приклад: $10 / 2 = 5$ Років

Він прослужить **5 років** якщо середня температура в акумуляторній становитиме 30°C і тільки **2.5 роки** якщо середня температура в акумуляторній досягатиме 40°C.

Циклічний термін служби

Крім часу автономної роботи, "ресурс циклу" - це кількість циклів, які батарея може витримати протягом свого терміну служби. Цикл заряду акумулятора - це час, протягом якого акумулятор повністю заряджається, а потім повністю розряджається, що становить один повний «цикл». Зазвичай ця інформація міститься в технічних характеристиках, і рекомендується купувати акумулятори з ресурсом циклу більше 400 циклів.

Тривалість циклу залежить від глибини розряду. Глибина розряду 50% є хорошим компромісом між надмірними інвестиціями та швидкою втратою якості.

Інші характеристики

Іншими характеристиками акумулятора є:

- **Швидкість саморозряду:** Швидкість саморозряду визначається як швидкість розсіювання електроенергії акумулятором, якщо він зберігається повним, але не використовується. Корисно лише в тому випадку, якщо батареї планується зберігати протягом тривалого часу. Швидкість саморозряду свинцево-кислотного акумулятора зазвичай не перевищує 5% на місяць.
- **Температура замерзання:** Акумуляторна батарея буде зруйнована, якщо її розчин електроліту замерзне. Температура замерзання залежить від конструкції, складу та рівня заряду акумулятора, і розряджений акумулятор замерзає легше. Однак температура замерзання батареї майже завжди нижча за температуру замерзання води.

Кількість необхідних акумуляторних батарей

Тип батареї, необхідної для установки, буде залежати від потреб в електроенергії, бюджету, країни, в якій працює система, і умов, в яких вона повинна працювати.

Після того, як модель акумуляторів визначена, необхідно розрахувати кількість необхідних акумуляторів. Це можна зробити за наступною формулою, завжди округляючи число в більшу сторону.

Кількість батарей = (Споживання енергії) (максимальна глибина циклу × напруга батареї × ємність

Аналіз системи вказує на потребу в 12 880 Вт-год. Наявні акумулятори мають ємність 220Аг / 12В і вимагають 50% максимальної глибини розряду. Скільки батарей потрібно?

Приклад:

$$12880 / (50\% \times 12 \times 220) = 9.76$$

Потрібно 10 акумуляторів.

Зверніть увагу, що всі батареї, які використовуються в акумуляторній системі, повинні бути абсолютно однаковими:

- **Однакова ємність:** якщо потрібно 500Аг, не можна використовувати 2 x 200Аг + 1 x 100Аг. Для системи знадобиться 5 x 100Аг або (бажано) 3 x 200Аг.
- **Марка і модель:** Наскільки це можливо, батареї повинні бути однієї марки і моделі.
- **Вік:** Наскільки це можливо, всі батареї повинні мати однакову «історію». Наполегливо не рекомендується змішувати старі та нові акумулятори, навіть якщо вони однієї моделі.

Інверторний зарядний пристрій

Хоча важливо вибрати акумулятори, які мають правильну ємність і конструкцію, інверторно-зарядні пристрої можуть підвищити ефективність системи. Так само інверторний зарядний пристрій може пошкодити систему, якщо він неправильно встановлений, несправний або погано спроектований. Призначення інверторного зарядного пристрою - перетворення струму з змінного в постійний для заряджання акумуляторів, і з постійного в змінний для розряджання акумуляторів. Однак інверторні зарядні пристрої можуть робити набагато більше - вони можуть функціонувати як «мозок» електроустановки, координуючи потоки енергії між основним джерелом (генератором або мережею), акумуляторами та кінцевим користувачем. Належний інверторний зарядний пристрій може забезпечити набагато кращу якість обслуговування, ніж будь-які інші системи резервного живлення, зокрема:

- Потужність, доступна від інвертора, може в 4 рази перевищувати максимальну потужність основного джерела живлення.
- Збільшення терміну служби генератора.
- Регульована напруга і частота.
- Безперебійне живлення.

Інверторні зарядні пристрої слід купувати разом з:

- Контролерами акумуляторів.
- Датчиками температури.

Підключення акумуляторів за допомогою кабельних з'єднань

Кабелі, які з'єднують батареї між собою, відіграють важливу роль у продуктивності акумуляторної системи. Вибір правильного розміру (діаметра) і довжини кабелю важливий для загальної ефективності системи. Занадто малі або надмірно довгі кабелі призведуть до втрат потужності

та підвищеного опору. При з'єднанні акумуляторів кабелі між кожним акумулятором повинні бути однакової довжини, щоб забезпечити однаковий опір кабелю, що дозволяє всім акумуляторним батареям в системі працювати однаково.

Особливу увагу також слід звернути на те, де проходять основні системні кабелі, які підключаються до акумуляторної батареї. Занадто часто системні кабелі, що живлять навантаження, підключаються до першої або «найлегшої» батареї, до якої можна дістатися, що призводить до погіршення продуктивності та скорочення терміну служби. Ці основні системні кабелі, які йдуть до розподільника постійного струму (навантажень), повинні бути з'єднані з усією батареєю акумуляторів. Це гарантує, що вся батарея заряджається і розряджається однаково, забезпечуючи оптимальну продуктивність. Основні кабелі системи та кабелі, що з'єднують батареї між собою, повинні бути достатнього розміру (діаметру), щоб витримувати загальний струм системи. Якщо є великий зарядний пристрій або інвертор, важливо переконатися, що кабелі здатні переносити потенційно великі струми, які генеруються або споживаються підключеним обладнанням, а також усіма іншими видами навантаження.

Встановлення акумуляторної системи

Акумуляторна кімната

Акумуляторна кімната має таке ж призначення, як і генераторна:

- Ізолюйте акумуляторну систему, щоб зменшити ризик нещасного випадку - наприклад, витоку кислоти або викиду шкідливих газів - і запобігти несанкціонованому доступу.
- Забезпечте хороші умови експлуатації: акумуляторна повинна захищати електроніку від води та пилу, а також бути добре вентильованою.

Акумулятори, що використовуються для резервного живлення та розподілу енергії, потребують певного місця для розташування, яке повинно бути добре сплановане. Зручно розташовувати акумуляторне приміщення поруч з основним джерелом живлення або розподільчим щитом, однак батареї не можна встановлювати в тому ж приміщенні, що і генератор. Високі або коливні температури значно впливають на термін служби та продуктивність батарей, тому рекомендується мати окреме добре вентильоване приміщення для акумуляторів з температурою, максимально наближеною до 20°C. Сухий і вентильований підвал або підземне приміщення - ідеальне місце для зберігання, за умови, що підземне сховище не буде затоплене або завалене.

За жодних обставин не можна розташовувати місця зберігання акумуляторів у житлових або робочих приміщеннях. Повністю заряджений акумулятор має високу енергоємність і може іскрити, виділяти дим, горіти або навіть вибухати. Несправний зарядний пристрій або перезаряджений акумулятор може мати ознаки несправності, включаючи здуття і задимлення. Однак перезаряджений акумулятор також може не мати жодних ознак і не видавати жодних попереджень. Розрив акумулятора може призвести до розсіювання шрапнелі та викиду дуже токсичних хімічних речовин, а випари можуть бути надзвичайно шкідливими або навіть смертельними, якщо їх вдихнути. Якщо батарея виявляє будь-які ознаки деформації, пошкодження або перегріву, слід вимкнути всю систему, а батарею від'єднати, коли це буде безпечно. Не намагайтеся повторно використовувати пошкоджені батареї - їх слід утилізувати безпечно та відповідно до місцевих законів і правил.

Розміри установки

Щоб визначити розмір акумуляторної системи, потрібно буде визначити наступне:

- Максимальна потужність, яку інвертор повинен видавати на установку.
- Кількість енергії, яку необхідно зберігати в акумуляторі для забезпечення ваших потреб.
- У деяких випадках потужність, яку зарядний пристрій може подати на акумулятори.

Будь ласка, зверніться до розділу [енергоменеджмент](#) щодо розрахунку потужності та енергії, яку повинна видавати система.

Щоб вручну розрахувати максимальну потужність установки:

1. Перерахуйте всі електроприлади, що живляться від установки.
2. Знайдіть максимальну потужність кожного електроприладу. Для приладів з електродвигуном максимальна потужність приблизно втричі перевищує номінальну. Наприклад, водяному насосу потужністю 300 Вт знадобиться близько 1 кВт для запуску.
3. Додайте всю потужність разом.

Для того, щоб вручну розрахувати енергоспоживання установки:

1. Перерахуйте всі електроприлади, що живляться від установки, та їхню номінальну середню потужність.
2. Для кожного приладу визначте, як довго він має використовуватися. Передбачувану енергію, необхідну для кожного приладу, можна розрахувати за формулою: середня потужність × тривалість.
3. Додайте всі потреби в енергії разом.

Візьміть до уваги години, протягом яких система акумуляторів повинна постачати електроенергію, і плануйте відповідно до цього. Конфігурація акумуляторів буде різною, якщо система буде забезпечувати живлення тільки вночі або використовуватиметься як цілодобове резервне джерело живлення протягом усього дня. Якщо це можливо, заплануйте запуск генератора в години пікового споживання енергії, зменшивши кількість необхідних акумуляторів і знизивши повну вартість системи.

Потужність зарядного пристрою визначатиме, скільки часу займе підзарядка. Потужний зарядний пристрій, який може швидко заряджати батареї, корисний, якщо основне джерело живлення дуже дороге – великий генератор з високим споживанням – або якщо електроенергія від основного джерела живлення доступна лише протягом короткого часу – громадська електромережа доступна лише кілька годин на день.

Щоб мати можливість заряджати батареї за фіксовану тривалість, слід використовувати формулу:

Потужність=енергоспоживання / тривалість заряду

Установка споживає приблизно 12 880 Вт-год енергії, і має досягти повного заряду за 6 годин. Якої потужності повинен бути зарядний пристрій?:

Приклад: $12,880 / 6 = 2,150\text{Вт}$

Потужність зарядного пристрою повинна бути не менше **2,150Вт**.

Потужність зарядного пристрою часто вказується в параметрах струму (Амперах), а не потужності (Вт). Щоб розрахувати струм заряду від потужності заряду, просто розділіть потужність заряду на напругу зарядного пристрою (зазвичай 12, 24 або 48 В).

- Якщо використовується зарядний пристрій на 12В, то струм заряду повинен бути: $2,150 / 12 = 180\text{А}$.

- Якщо використовується зарядний пристрій на 48В, то струм заряду повинен бути: $2,150 / 48 = 45A$.

Додаткові міркування:

- Мінімальна тривалість заряджання акумулятора - 4 години. Швидша зарядка може пошкодити батареї, а деякі батареї можуть мати обмеження, що перевищують 4 години.
- Навіть з потужним зарядним пристроєм заряджання може тривати довше через обмежену потужність, доступну від основного джерела живлення - з генератором на 5 кВт купувати зарядний пристрій на 10 кВт безглуздо.
- Для зарядних пристроїв з розширеними налаштуваннями алгоритм заряду може збільшувати тривалість заряду, щоб заощадити час роботи акумулятора. Деякі зарядні пристрої автоматично зменшують потужність заряду, коли заряд акумулятора наближається до 100%.

Підключення акумуляторів

Існує кілька способів з'єднання декількох батарей для досягнення правильної напруги або ємності батарей для конкретної установки постійного струму. З'єднання декількох акумуляторів разом у вигляді однієї великої батареї, а не окремих батарей, робить їх більш ефективними і забезпечує максимальний термін служби.

Послідовне з'єднання

Послідовне з'єднання батарей збільшить напругу, зберігаючи при цьому ємність в ампер-годинах незмінною. У цій конфігурації батареї з'єднуються послідовно, щоб отримати вищу напругу, наприклад, 24 або навіть 48 Вольт. Позитивний полюс кожної батареї з'єднаний з негативним полюсом наступної, при цьому негативний полюс першої батареї і позитивний полюс останньої батареї підключені до системи.

Наприклад; 2 батареї 6В 150Ач, з'єднані послідовно, дадуть 12В, але лише 150Аг ємності. 2 батареї 12В 150Ач, з'єднані послідовно, дадуть 24В, але все одно лише 150Аг.

Паралельне з'єднання

Паралельне з'єднання акумуляторів призводить до подвоєння ємності, при цьому напруга залишається незмінною. Паралельне з'єднання передбачає з'єднання позитивних і негативних полюсів декількох батарей між собою. Потім до системи під'єднується позитивний полюс першої батареї та негативний полюс останньої батареї.

Наприклад; 2 x 12В 150Аг батареї, з'єднані паралельно, дадуть тільки 12В, але збільшують ємність до 300Аг.

Послідовне/паралельне з'єднання

Послідовно-паралельне з'єднання поєднує в собі вищезгадані методи і використовується для батарей 2В, 6В або 12В для досягнення більш високої напруги і ємності системи. Паралельне з'єднання необхідне, якщо потрібна підвищена потужність. Потім батарею слід підключити до системи перехресно, використовуючи позитивний полюс першої та негативний полюс останньої батареї.

Наприклад, 4 батареї 6В 150Аг, з'єднані послідовно/паралельно, дадуть 12В при 300Аг. 4 батареї 12В 150Аг можна з'єднати послідовно/паралельно, щоб отримати 24В ємністю 300Аг.

Системи сонячних батарей

Сонячне світло та фотоелектричний ефект

Фотоефект - це процес використання сонячного світла для виробництва електроенергії постійного струму безшумним, чистим та автономним способом. Обладнання, необхідне для виробництва цієї електроенергії, зазвичай називається "сонячною панеллю" і є модульним і вимагає мінімального технічного обслуговування. У поєднанні з їхньою довговічністю сонячні системи стають все більш популярними у віддалених районах або коли очікується, що стаціонарне підключення триватиме довго.

Сонячні панелі - це пристрої, здатні перетворювати світлове випромінювання в електрику за допомогою процесу захоплення фотонів і використання їх для збудження напівпровідників Р-типу та N-типу для переміщення вільних електронів. Сучасні фотоелектричні панелі, як правило, можуть перетворювати близько 15-20% енергії безпосередньо в електрику. Є панелі, які є більш ефективними, але вони дуже дорогі, легко пошкоджуються і, як правило, недоступні в місцях, де можуть працювати гуманітарні організації.

Світло потрапляє в пристрій через антибликове покриття, яке мінімізує втрату світла при відбитті. Потім пристрій ефективно захоплює світло, що потрапляє на сонячний елемент, сприяючи його передачі трьом шарам перетворення енергії нижче.

- Кремнієвий шар N-типу; Забезпечує додаткові електрони (негативні).
- З'єднувальний шар P-N. Шар поглинання, який становить ядро пристрою, що орієнтує електрони в одному напрямку.
- Кремнієвий шар P-типу; створює вільні електрони (позитивні).

Для виведення електричного струму на зовнішнє навантаження і назад в камеру потрібні два додаткових електричних контактних шари, які завершують електричну схему.

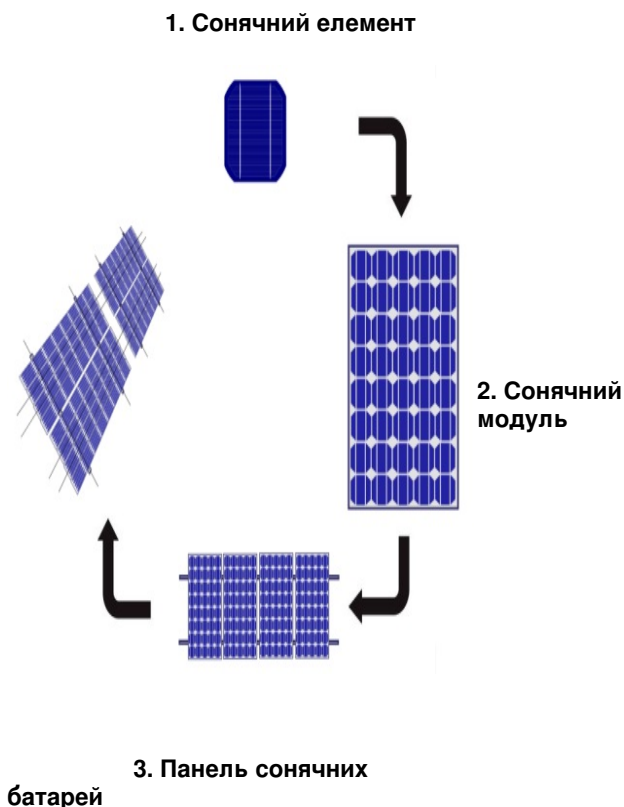
Більшість сонячних елементів мають площу кілька квадратних сантиметрів і захищені від навколишнього середовища тонким покриттям зі скла або прозорого пластику. Оскільки типовий сонячний елемент розміром 10 см × 10 см (4 дюйми × 4 дюйми) генерує лише близько двох Вт електричної потужності, елементи зазвичай об'єднуються послідовно для підвищення напруги або паралельно для збільшення струму. Сонячний або фотоелектричний (PV) модуль, як правило, складається з 36 або більше з'єднаних елементів, ламінованих склом в алюмінієвій рамці.

Один або кілька з цих фотоелектричних модулів можуть бути об'єднані та обрамлені разом, щоб утворити сонячну панель, а кілька панелей можуть бути об'єднані, щоб утворити сонячну батарею, разом забезпечуючи енергію як один блок.

Повна фотоелектрична система мала б...

- Лічильник електроенергії
- Ізолятор змінного струму
- Блок запобіжників
- Інвертор
- Акумулятор
- Контролер заряду
- Кабелі
- Кріплення
- Систему відстеження

4. Масив сонячних панелей



Деградація сонячних елементів

Всі сонячні елементи - і, відповідно, сонячні панелі - з часом виходять з ладу. У той час як сонячні системи отримують енергію від сонця, сонце також повільно руйнує компоненти сонячних елементів. Більшість комерційно доступних сонячних панелей погіршуються в середньому на 2% за рік використання. Тривалість використання установки повинна враховуватися для цілей планування та бюджетування. Наприклад, сонячна батарея, встановлена під прямим сонячним світлом, що погіршується на 2% на рік, означає, що через 10 років панелі будуть приблизно лише на 80% ефективними, у порівнянні з часом встановлення. Менша ефективність означає меншу потужність масиву, що означає більш тривалі періоди часу для заряджання акумуляторів та менш оптимальний час заряджання протягом дня. Гуманітарні установи, які планують використовувати сонячні батареї довше 10 років в одному місці, можуть розглянути можливість складання бюджету для заміни панелей через 12-15 років, якщо загальний обсяг виробництва більше не відповідає потребам місця розташування.

Архітектура системи

Повна фотоелектрична система може складатися з одного сонячного модуля або багатьох, залежно від необхідної потужності. Хоча акумулятори можна використовувати як резервну копію будь-якого основного джерела живлення, сонячні системи потребують акумуляторної системи для зберігання виробленої енергії. Тому сонячна система завжди включає в себе певну форму акумуляторної системи, маленьку або велику. Ці акумулятори спеціально розроблені для подачі обмеженого струму протягом тривалого періоду часу.

Система живлення може розміщувати різні електричні навантаження, регулюючи напругу та/або струм, що надходить від сонячних батарей, що йдуть до акумулятора, щоб запобігти надмірному заряджання. Більшість панелей «12 вольт» можуть видавати від 16 до 20 вольт в оптимальних умовах, тому, якщо немає регулювання, акумулятори можуть і будуть пошкоджені від перезарядки. Більшості акумуляторів потрібно від 14 до 14,5 вольт, щоб повністю зарядитися. Як і для будь-якої іншої електричної системи, необхідна належна оцінка та прокладка кабелів.

Система для перетворення сонячної енергії зазвичай складається з:

- Фотоелектричного модуля, сонячної панелі або масиву сонячних батарей, включаючи кілька типів кріплень.
- Системи акумуляторів.
- Сонячного регулятора.
- Прокладки кабелів та захисту.

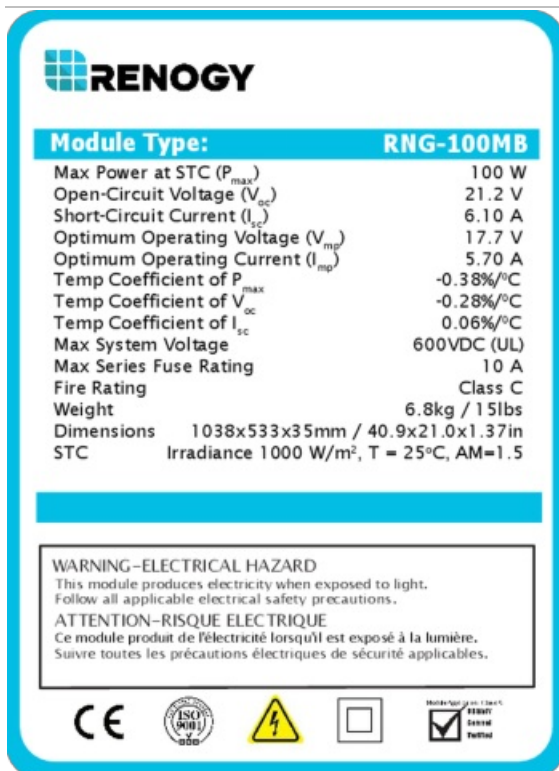
Сонячні системи можуть задовольнити практично будь-які конкретні потреби, оскільки вони є модульними за своєю природою. Це дозволяє підключати фотоелектричні модулі безпосередньо до багатьох пристроїв, таких як занурювальні насоси або автономні морозильні установки, або цілі панелі сонячних батарей здатні виробляти енергію для цілих офісів або майданчиків.

Сонячні модулі

Сонячні модулі мають номінальну потужність у Ваттах-пік, що представляється як номінальна пікова потужність (P_{max}), отримана шляхом множення пікової напруги потужності (V_{mp}) на її піковий струм потужності (I_{mp}):

Сонячна панель потужністю 100 Вт-пік виробляє 100 Вт за стандартних умов випробування (STC). STC існують лише в лабораторіях, застосовуючи сонячне випромінювання до панелей 1000 Вт/м² з температурою елементів 25°C. У реальній установці фактичне виробництво електроенергії, як правило, набагато нижче, ніж пікова потужність, однак заходи залишаються корисними як якісний орієнтир для порівняння розмірів та потужностей, оскільки кожна панель оцінюється за однакових умов.

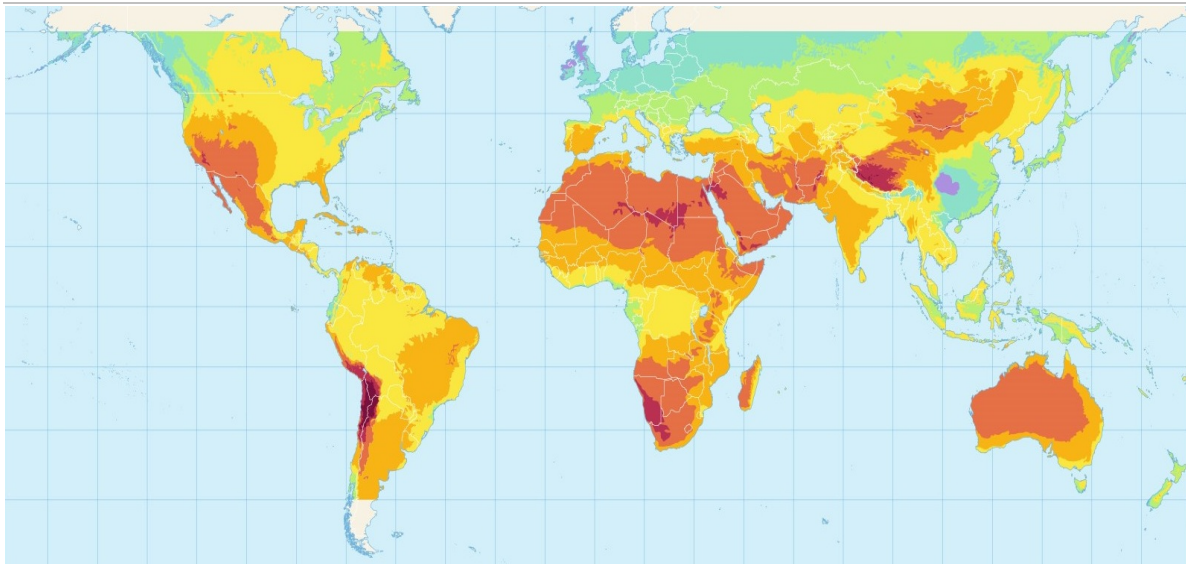
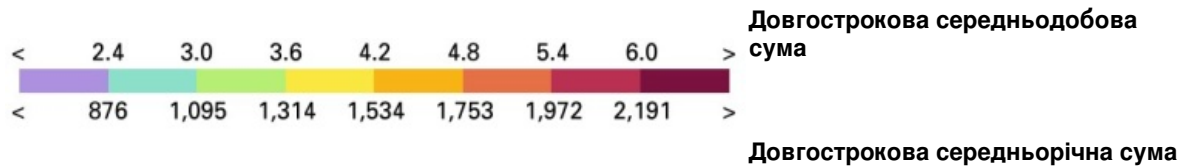
Приклад маркування, яке поставляється з панеллю сонячних батарей



Кількість електричної енергії, виробленої за один раз сонячним модулем, залежить головним чином від:

Щоденного опромінення: Кількість енергії, що забезпечується сонцем за один день, є найважливішим параметром. Ділянки, близькі до екватора, мають найкращу середню

освітленість, однак це загальне правило може значно відрізнятись від одного місця до іншого та від одного сезону до іншого. Із середньою продуктивністю фотоелектричної системи, вираженою в кВт · год/м2/добу, можна ознайомитись у наведеній нижче діаграмі.



Тінь, помутніння та похмура погода: будь-яка перешкода, що блокує сонячне світло, зменшить виробництво енергії модулем. Крім того, якщо сонячна панель частково затінена, виробництво електроенергії може припинитися, оскільки затінені елементи будуть споживати енергію, вироблену рештою панелі. У деяких випадках явище, яке називається "нагрівання гарячої точки", виникає, коли затінені частини однієї панелі швидко нагріваються, коли вони споживають електроенергію з незатіненої частини, і можуть швидко зруйнувати панель. Цьому можна запобігти, використовуючи обхідні діоди, які зазвичай входять до складу фотоелектричних модулів, але настійно рекомендується перевірити цю функцію.

Орієнтація панелі: погано орієнтована панель - наприклад, звернена на північ в північній півкулі - буде виробляти набагато менше енергії, ніж вона розрахована, або навіть не буде виробляти взагалі.

Температура: Температура вище 25 °C також може зменшити кількість енергії, виробленої сонячною панеллю.

Тривалість світлового дня: Сонячні панелі виробляють більше електроенергії, коли вертикальні промені сонячного світла знаходяться ближче один до одного, забезпечуючи більше енергії на квадратний сантиметр. В результаті сонячні панелі вироблятимуть менше електроенергії, коли сонце знаходиться близько до горизонту, ніж тоді, коли сонце знаходиться прямо над головою. З практичної точки зору, сонячна панель поблизу екватора, яка перебуває на вулиці протягом 12 годин на добу, вироблятиме лише еквівалент 6 годин пікової електроенергії, і це лише за оптимальних умов. Зміна сезонів або погана погода призведе до ще більшого падіння виробництва.

В результаті вищезазначених факторів, фактичне виробництво електроенергії з сонячної системи може бути важко оцінити. Простий метод полягає в тому, щоб розрахувати розмір установки таким чином, щоб вона виробляла 30% добової потреби в енергії в найгірший місяць.

Монтажні панелі та масиви

З'єднання фотоелектричних модулів в сонячні панелі, а також сонячних панелей між собою для створення сонячних масивів можливе за допомогою стандартних з'єднувальних блоків типу MC3/MC4, які є водонепроникними і простими в підключенні. Як і батареї, масиви панелей повинні використовувати тільки сонячні модулі з однаковими характеристиками, однієї моделі і, наскільки це можливо, з однаковою історією.

Кріплення

Сонячні трекери - пристрої, які орієнтують панелі на сонце - складні, дорогі і не рекомендуються поза промисловим використанням та/або у високих широтах, де сонце значно рухається. Деякі кріплення призначені для сезонного регулювання, що дає можливість вручну перемикається між двома положеннями протягом року, чого має бути більш ніж достатньо для більшості установок.

Існує, по суті, два типи кріплень для сонячних батарей: Наземні та дахові кріплення. Наземні сонячні панелі легше встановлювати та обслуговувати, ніж дахові системи. Системи, встановлені на даху, важко або неможливо відрегулювати, і вони можуть спричинити пошкодження конструкції через вагу та тиск вітру. Однак наземні кріплення мають свої проблеми: вони займають корисну площу, більш схильні до затінення і ризикують випадково пошкодитися автомобілями та людьми. Рішення про монтаж слід приймати залежно від місця розташування та наявної інфраструктури.

Акумуляторні системи

Сонячні акумулятори мають вирішальне значення для підтримки роботи сонячних систем. Без акумуляторної батареї електроенергія буде доступна лише в той час, коли сонячні панелі її виробляють. Оскільки панелі виробляють енергію лише вдень, а споживання може відбуватися в будь-який час, стабільний банк живлення необхідний для зберігання цієї енергії. Будь ласка, зверніться до [розділу про акумуляторні батареї](#) для отримання додаткової інформації.

Сонячний регулятор

Контролери зарядних пристроїв, широко відомі як сонячні регулятори - це електронні пристрої, призначені для управління струмом - як струмом, що заряджає батареї від панелей, так і струмом, що надходить від батарей до офісів/комплексів.

Сонячні регулятори контролюють заряд і розряд батарей, відключаючи панелі, коли батареї повністю заряджені, і припиняючи подачу живлення на навантаження, коли заряд батареї занадто низький. Ще однією важливою функцією сонячних регуляторів є оптимізація виробництва енергії з панелей шляхом перетворення вищої вихідної напруги, що надходить від панелей, на нижчу вхідну напругу, необхідну для батарей. Регулятор виконує функцію вузла установки, і від його правильної роботи залежить отримання максимальної вихідної потужності.

Існує два види сонячних регуляторів:

Відстеження точки максимальної потужності (MPPT):



MPPT визначає вихідну напругу і струм сонячної панелі в режимі реального часу і безперервно відстежує максимальну потужність ($P=U \cdot I$), відповідно регулюючи вихідну напругу так, щоб система завжди могла заряджати батарею з максимальною потужністю. Цей тип відстеження потужності дозволяє краще виробляти електроенергію в умовах змінності та різних температур. Хоча контролер заряду MPPT дорожчий, він дає більше енергії (і потенційно зменшує розмір фотомодуля) і подовжує термін служби підключених до нього акумуляторів. Деякі контролери навіть дозволяють підключатися до розумних пристроїв для дистанційного керування та моніторингу.

Відстеження точки максимальної потужності (MPPT):

Спосіб заряду акумулятора	Багатоступенева MPPT
Коефіцієнт перетворення сонячної енергії в електричну	99%
Сила струму	30A-100A
Масштабованість/діапазон	>Велика енергосистема потужністю 2 кВт
Середня ціна	120 дол. США

Переваги	- Алгоритм відстеження точки максимальної потужності збільшує коефіцієнт перетворення потужності до 99%. 4-х ступенева зарядка краща для акумуляторів. - Масштабується для великих автономних енергосистем. - Доступно для сонячних систем потужністю до 100 Ампер. - Доступно для сонячного входу до 200 В. - Пропонує гнучкість, коли потрібне збільшення системи. - Оснащено декількома пристроями захисту.
-----------------	--

Недоліки	- Висока вартість, зазвичай вдвічі вища за ШІМ. - Більший розмір, ніж у ШІМ-регулятора.
-----------------	--

:



ШІМ-контролери заряду можна вважати електричним перемикачем між сонячною панеллю і акумуляторними батареями, запрограмованим на пропускання в батарею тільки заздалегідь визначеного струму. Контролер повільно зменшує кількість енергії, що надходить до батареї, коли батареї наближаються до максимальної ємності. ШІМ-контролери заряду не регулюють напругу, а це означає, що для правильної роботи батареї та панелі повинні мати сумісну напругу. Це робить цей тип контролера заряду придатним для невеликих сонячних установок або для установок з панелями з низькою напругою і обмеженими за розміром акумуляторними батареями. ШІМ є більш доступним варіантом, але це призведе до меншого виробництва електроенергії від фотоелектричних модулів.

Спосіб заряду акумулятора	3-ступінчаста ШІМ
Коефіцієнт перетворення сонячної енергії в електричну	75%-80%
Сила струму	20A-60A
Масштабованість/діапазон	<Мала сонячна система потужністю 2 кВт
Середня ціна	65 дол. США

Переваги	- ШІМ-регулятори мають довшу і перевірену історію. - ШІМ-регулятори мають простішу будову і є більш економічно ефективними. - Легко встановлюються.
-----------------	---

:

Недоліки

- Низький коефіцієнт конверсії.
- Вхідна напруга повинна відповідати напрузі акумуляторної батареї.
- Менша масштабованість для зростання системи.
- Нижчий вихід.
- Менший захист.

Установка панелі

Місце зберігання підключених до сонячної батареї акумуляторів слід визначити перед тим, як вибрати розмір і придбати будь-яке обладнання. Крім того, що простір повинен бути достатньо великим для встановлення необхідних панелей, відстань і довжина кабелю від місця зберігання батареї впливатимуть на розрахункові вимоги до потужності. Будь ласка, зверніться до [розділу про встановлення акумуляторів](#).

Вдале місце для установки масиву сонячних панелей буде мати такі характеристики:

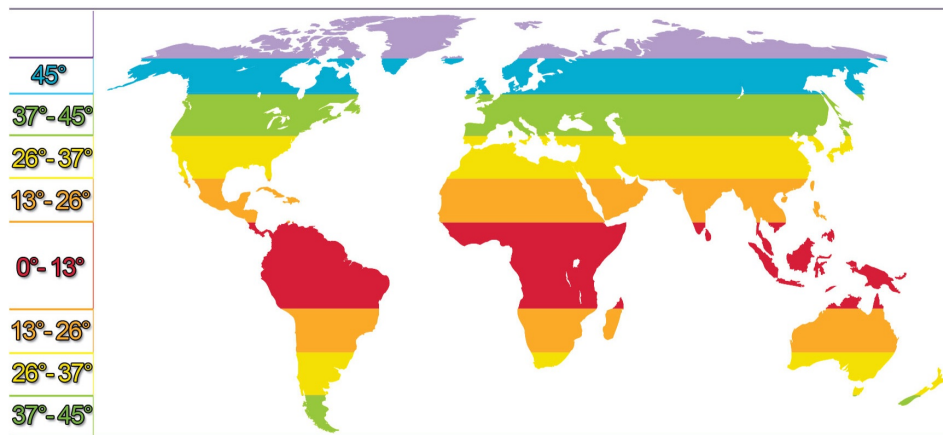
- Знаходитися всередині комплексу і бути невидимим ззовні. Наземні сонячні панелі в ідеалі повинні бути захищені стіною або парканом, тому важливо мати достатній простір на майданчику.
- Бути якомога ближче до акумуляторної системи.
- Перебувати подалі від тіні, наприклад, дерев або будівель.

Іноді важко повністю уникнути затінених ділянок. Пріоритетом має бути уникнення тіні в найсонячніші години дня (зазвичай з 10 ранку до 16 вечора). Пам'ятайте, що положення і розміри тіней змінюються зі зміною пори року.

Положення сонячної панелі

Для оптимізації виробництва енергії сонячні панелі повинні бути ретельно зорієнтовані, щоб отримати повну користь від впливу сонячного світла. Наведення сонячних панелей включає в себе.

- **Орієнтацію** - Орієнтація - це кут нахилу сонячної панелі відносно осі північ-південь. Сонячні панелі повинні бути спрямовані на південь у північній півкулі та на північ у південній півкулі.
- **Нахил** - Нахил - це кут нахилу сонячної панелі відносно горизонтальної площини. Нахил складніше оптимізувати. Широта може бути використана як наближення до оптимального кута нахилу, як зазначено в посібнику нижче для панелей з фіксованими кутами. Однак навіть на екваторі панелі повинні мати мінімальний кут нахилу від 5 до 10°, щоб уникнути накопичення води і пилу на панелі.



Підключення

Вихід сонячних панелей підключений до сонячного регулятора, а вихід сонячного регулятора підключений до акумуляторних батарей. Монтажна рама сонячної панелі з'єднана із землею, а для регулятора та пристрою захисту від перенапруги настійно рекомендується з'єднання заземлення/ занулення.

Залежно від необхідної потужності або енергії, панелі можуть працювати за трьома різними схемами, які даватимуть різні результати по потужності та струму. Модулі, з'єднані послідовно, паралельно або їх комбінацією, даватимуть різну потужність і вихідну енергію.

Розміри установки

Фотомодулі

Нижче наведено простий метод визначення розміру установки, щоб вона виробляла 30% добової потреби в енергії в найгірші місяці року:

Для покриття 30% енергетичних потреб установки, скільки сонячних панелей знадобиться для:

- Запланованої потреби в електроенергії в 12 880 Вт/год
- Середньорічне середньодобове виробництво становить 4,32 кВт-год на 1 кВтп
- У найгірший місяць середньодобове виробництво складає 2,62 кВт-год на 1 кВтп

Загальна фактична потреба у виробництві електроенергії на добу становить:

$$12.88 \times 0.3 = 3.87 \text{ кВт-год}$$

Приклад: При середньодобовому виробництві 2,62 кВт-год на 1 кВт потужності модуля, загальна добова потреба становить:

$$3.87 / 2.62 = 1.48 \text{ кВтп}$$

Фактична кількість необхідних сонячних панелей буде залежати від пікової потужності кожної окремої панелі. Можливі конфігурації можуть бути:

12 x 130Втп панелей (1.56кВтп)	or 9 x 160Втп панелей (1.62кВтс)	or 6 x 260 Втп панелей (1.56кВтс)
--	--	---

Оскільки середньорічне середньодобове виробництво становить 4,32 кВт-год на 1 кВт, установка потужністю 1,48 кВт вироблятиме $4,32 \times 1,48 = 6,39$ кВт-год на добу в середньому за рік, що додасть до загального збільшення економії витрат на електроенергію.

Регулятор

Розмір сонячного регулятора повинен бути підібраний відповідно до кількості та типу використовуваних сонячних модулів. Розміри регулятора включають:

- Напруга повинна бути максимально можливою відповідно до кількості сонячних модулів у системі.
- Максимальний струм повинен дорівнювати струму короткого замикання (ISC) вашого масиву сонячних батарей. Струм короткого замикання для однієї окремої панелі можна знайти на ідентифікаційній табличці панелі або в інструкції виробника. Щоб розрахувати струм короткого замикання всього масиву, об'єднайте струми короткого замикання всіх паралельно з'єднаних панелей.

Акумулятори

Інформацію про розміри акумуляторів можна знайти в [розділі про встановлення системи акумуляторів](#).

Кабелі та захист

Інформацію про довжини кабелів та діаметри проводів можна знайти в розділі [про електромонтаж](#).

Охорона та безпека

Фотоелектричні панелі виробляють електроенергію так само, як і звичайний генератор. Хоча метод виробництва може бути різним, і залежно від розміру масиву загальна потужність менше, ніж у генератора, сонячні батареї все одно можуть виробляти шкідливу кількість електроенергії.

Поводження

Кожного разу, коли люди повинні працювати з фотоелектричними сонячними панелями, вони повинні постійно носити належний [захисний одяг](#) та обладнання.

Що ще важливіше - фотоелектричні сонячні панелі виробляють електричний струм, навіть коли вони не підключені до жодного іншого пристрою! Поки панель частково піддається впливу світла, вона буде виробляти певний струм і все ще може становити небезпеку. Панель, що виробляє електроенергію, не буде шуміти або вібрувати, і може навіть не бути теплою на дотик. Зазвичай фотоелектричні сонячні панелі не мають жодних ознак того, що вони взагалі виробляють електроенергію. З цієї причини фотоелектричні сонячні панелі, як правило, виглядають безпечними на дотик, навіть якщо вони такими не є.

Під час встановлення, зняття або простого регулювання сонячних панелей, вони повинні бути повністю накриті. Якщо є можливість, роботу можна виконувати і вночі. Під час перенесення або переміщення сонячних панелей вантажники повинні звертати увагу на всі електричні виходи роз'ємів збоку, уникаючи випадкового контакту з ними. Розглядайте всі дроти, що йдуть від сонячної панелі, як дроти під напругою, що йдуть від електромережі або генератора під напругою.

Безпека

Фотоелектричні сонячні панелі завжди повинні знаходитися в безпечному місці, так само як генератори та акумулятори. Орієнтація будівель і рослинності може зробити це завдання складним, але планувальники повинні передбачити контроль доступу.

- По можливості встановлюйте панелі на дахах будівель, і в місцях, де люди не часто бувають - уникайте терас на даху або зон відпочинку.
- Встановлюйте сонячні батареї всередині комплексу, де це можливо, в межах безпечної стіни по периметру. Навіть якщо масиви знаходяться всередині стін комплексу, повинні бути певні знаки та бар'єрна огорожа, щоб запобігти доступу відвідувачів або випадкових робітників на територію.
- Якщо масиви сонячних батарей встановлюються під відкритим небом або у віддалених місцях, то ззовні потрібно буде побудувати окрему захисну огорожу або стіну. Обладнання коштує дорого, але воно також може завдати шкоди людям і тваринам, що проходять повз. Люди, незнайомі з сонячними панелями, можуть наблизитися до них з цікавості, тому вивіски повинні бути розміщені відповідною місцевою мовою.

Калькулятор енергоспоживання

Energy Demand

General Data

Country	-- select --
Temperature	°C
Altitude	m
Solar daily irradiance	kWh/m ² /day

Calculation Settings

Local rated voltage	n/a Vca
---------------------	---------

Calculation Settings

Local frequency	n/a Hz
There is any 3-phase Consumer in the installation?	☐
The installation provides power to a hospital (very sensitive structure)?	☐

Appliance/Device	Quantity	P (W)	S Max (VA)	S Avg (VA)	Working Hours					Energy Cons.
					Morning	Midday	Afternoon	Evening	Night	
Add row	Remove last	Reset								

- General
- Generator
- Battery
- Solar

Estimation of Needs

Energy Consumption per Day

Total	n/a W a day
Low consumption devices (Class 1)	n/a W a day
High consumption devices (Class 2)	n/a W a day
Usefull energy / day	n/a Wh
Usefull energy / night	n/a Wh

Power Needed

Total	n/a VA
Low consumption devices (Class 1)	n/a VA
High consumption devices (Class 2)	n/a VA
Average power necessary	n/a VA

Generator

Additional Information

Voltage specification (single-P / 3-P)	Automatic selection v
Cable length between:	
the generator and switchgear	10 m v
the grid and switchgear	10 m v
the switchgear and the main electrical dashboard	10 m v
Wire Gauge recommendation:	
between generator and switchgear	n/a mm ²
between grid and switchgear	n/a mm ²

Additional Information

between switchgear to dashboard	n/a mm ²
---------------------------------	---------------------

Size Recommendations

Size recommended (PRP)	n/a KVA
Power (ESP)	n/a VA
Voltage type	n/a
Rated voltage	n/a V
Rated frequency	n/a Hz
Output circuit-breaker size	n/a A
Estimated fuel consumption	n/a l/h
Estimated oil consumption	n/a l/h
(1 oil change every 250h)	n/a l/250h

Battery System

Additional Information

Unit voltage	12	V
Unit capacity	1000	Ah
Authorized discharge ratio (no less than 40%)	50	%
Charge available time (minimum 4hours)	4	h
Days of autonomy needed if no charge	1	

Recommendation

Energy to accumulate	n/a Wh
Voltage recommended	n/a V
Number of batteries needed with the specifications provided	n/a units
Type of conection	n/a
Circuit breaker ideal size	n/a A
Charger size at least	n/a A

Solar System

Additional Information

Solar daily irradiance	n/a kWh/m ² /day
Usefull max power per day	n/a Wc
Regulator size	n/a A
Solar panels unit voltage (recommendation: n/aV)	12 V 
Solar panels unit max power	Wc

Recommendation

Minimum number of solar panels	n/a
Recommended number of solar panels	n/a
Solar charge controller: type of regulator	n/a
Solar charge controller: rated voltage	n/a V
Solar charge controller: unit max current	n/a A
Solar charge controller: quantity	n/a

[Відкрити в повному вигляді](#)

Інструменти та ресурси енергетичної інфраструктури

Шаблони та інструменти

[Guide - Cable Sizing Chart](#)

Сайти та ресурси

- [Стандарти проекту «Сфера»](#)
- [SparkFun](#)
- [SolarGis](#)

Посилання

- RED R, (2002). Інженерна справа в надзвичайних ситуаціях
- [MEDICINS SANS FRONTIERS, \(2007\). Підтримка електропостачання.](#)
- [ENGINYERIA SENSE FRONTERES, \(2006\). ENGINYERIA SENSE FRONTERES, \(2006\). Енергетичні технології для розвитку.](#)
- [MEDICINS SANS FRONTIERS, \(2004\). Енергетична настанова](#)
- [ACTION CONTRE LA FAIM, \(2012\). Посібник для роботи з генераторами](#)
- MEDICINS SANS FRONTIERS, (2002). Електроживлення.
- [ACTION CONTRE LA FAIM, \(2012\). Настанова з енергоменеджменту](#)
- SAVE THE CHILDREN. Посібник з розподілу, генерації та відновлюваної енергетики.
- [ACTION CONTRE LA FAIM, \(2020\). Використання сонячної енергетики, електричне проектування та монтаж.](#)
- Міжнародний комітет Червоного Хреста та MEDICINS SANS FRONTIERS, (2016). Електромонтаж та обладнання в польових умовах, правила та інструменти
- BP, (2000). Посібник з встановлення сонячних батарей
- [MEDICINS SANS FRONTIERS, \(2012\)Правила електробезпеки](#)