

ВИБІР АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ДЛЯ ДАХОВИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглянуто питання вибору акумуляторних батарей для дахових сонячних електростанцій з урахуванням сучасних вимог до енергоефективності, надійності та економічної доцільності. Проаналізовано переваги різних видів акумуляторних батарей та напрямки їх застосування. Розглянуто перспективи розвитку акумуляторних технологій та їх вплив на підвищення автономності й ефективності сонячних електростанцій.

Ключові слова: акумуляторні батареї, глибина розряду, стан заряду, рівень витрат на збережену енергію

Abstract

The article considers the issue of choosing batteries for rooftop solar power plants, taking into account modern requirements for energy efficiency, reliability and economic feasibility. The advantages of different types of batteries and their application areas are analyzed. The prospects for the development of battery technologies and their impact on increasing the autonomy and efficiency of solar power plants are considered.

Keywords: rechargeable batteries, depth of discharge, state of charge, leveled cost of storage

Вступ

Вибір акумуляторних батарей для дахових сонячних електростанцій є багатфакторною задачею, яка вимагає комплексного аналізу технічних характеристик, економічних показників та умов використання. Найбільший пріоритет надається вискоєфективним та безпечним технологіям, які забезпечують оптимальне поєднання енергоефективності та вартості. З урахуванням розвитку технологій та метою здешевлення виробництва перспективними залишаються і нові типи накопичувачів, які можуть зробити технологічний ривок в сфері відновлюваної енергетики у найближчі десятиліття.

Принцип роботи акумуляторних батарей

Акумуляторна батарея для сонячної електростанції складається з одного або кількох акумуляторів, які підключені паралельно або послідовно, утворюючи єдину батарею з необхідною напругою та ємністю. Її головне завдання полягає в зберіганні електроенергії, яку генерують сонячні панелі під час пікових періодів та в забезпеченні живлення споживачів у періоди відсутності або недостатнього сонячного випромінювання, зокрема вночі або за умов похмурої погоди. Принцип роботи заключається в електрохімічному перетворенні: під час процесу зарядки, електричний струм пропускається через акумулятор, спричиняючи перетворення хімічних речовин у його складі та збереженні енергії у вигляді електричного заряду. Під час розрядки, заряджена батарея видає електроенергію для використання. Ефективність цього процесу залежить від типу акумуляторної технології, температурного режиму та умов експлуатації.

Основні види та їх технічні характеристики

Оснoву сучасних систем накопичення електроенергії становлять кілька типів акумуляторних батарей, серед яких найбільш поширеними є літій-іонні, літій-фосфатні та свинцево-кислотні. Кожен із цих типів має свої унікальні характеристики, що визначають доцільність їх використання у конкретних умовах. Літій-іонні батареї є найпоширенішими завдяки їх високій енергоємності, тривалому циклічному ресурсу та високому коефіцієнту корисної дії. Вони забезпечують до 90-95% ККД при зарядці-розрядці, що робить їх надзвичайно ефективними у застосуванні. Особливої уваги заслуговують літій-фосфатні батареї, які мають нижчу щільність енергії, але відрізняються

підвищеною термічною стабільністю та безпекою, що робить їх оптимальними для використання у побутових умовах, де важливе значення має надійність та відсутність ризиків загоряння. Свинцево-кислотні батареї, попри свою доступність і простоту в обслуговуванні, поступаються літій-іонним за основними технічними характеристиками. Їх ККД становить близько 70-80%, а термін служби, виміряний кількістю циклів глибокого розряду, зазвичай не перевищує 1000 циклів. Це обмежує їх привабливість для сучасних дахових СЕС, де критичними є тривалість експлуатації та мінімізація втрат енергії. Проте, у випадках, коли бюджет є важливим чинником, ці батареї досі залишаються прийнятним вибором.

Основні критерії при виборі акумуляторної батареї

Ємність акумулятора визначає кількість електроенергії, яку батарея може накопичити та віддати, і вимірюється в ампер-годинах або кіловат-годинах. Вибір ємності залежить від споживання, автономності системи та кількості сонячних панелей. Важливо враховувати щоденну потребу в електроенергії та сезонні коливання вироблення енергії, щоб забезпечити стабільне електропостачання.

Напруга акумуляторної батареї визначає сумісність із системою інвертора та іншими компонентами сонячної електростанції. Найпоширенішими є 12В, 24В і 48В батареї. Для малопотужних систем зазвичай використовують 12В акумулятори, тоді як для більших установок перевага надається 48В системам, які забезпечують зниження струмових втрат і підвищення ефективності.

Глибина розряду (Depth of Discharge, DoD) є важливим параметром, що характеризує ступінь використання накопиченої в акумуляторі енергії та оцінки тривалості служби. Вона є альтернативним методом для визначення стану заряду батареї (State of Charge, SoC) і є його доповненням, у той час як SoC показує, скільки енергії залишилося в батареї, DoD вказує скільки енергії вже було витрачено. Співвідношення між цими параметрами є оберненим – зі збільшенням DoD значення SoC зменшується і навпаки. Наприклад, літій-іонні батареї можуть працювати з глибиною розряду до 80-90% без значного зниження ресурсу, тоді як для свинцево-кислотних оптимальним є діапазон 50-60%.

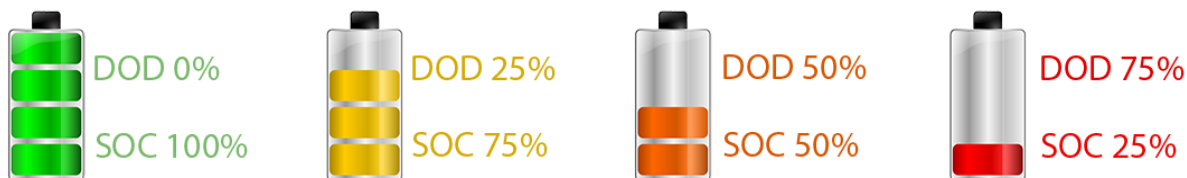


Рисунок 1 – Порівняння DoD та SoC

Резерв потужності — це додаткова ємність акумуляторів, яка забезпечує додатковий запас енергії для непередбачуваних ситуацій, таких як погіршення погодних умов або збільшення споживання електроенергії. Зазвичай резерв потужності рекомендується взяти на рівні 20-30% від щоденного споживання. Таким чином, якщо щоденне споживання становить 10 кіловат-годин, резерв потужності буде 2-3 кіловат-години.

З економічної точки зору, впровадження акумуляторів оцінюється за допомогою рівня витрат на збережену енергію (Levelized Cost of Storage, LCOS), який враховує не лише початкову вартість батарей, але й витрати на їх обслуговування та заміну протягом усього робочого циклу. Літій-іонні батареї, хоча й мають вищу початкову ціну, забезпечують кращі показники LCOS завдяки своїй ефективності та тривалому терміну експлуатації.

Висновки

Вибір акумуляторної батареї для сонячної електростанції повинен враховувати баланс між технічними характеристиками, тривалістю служби та економічною ефективністю. Найкращий вибір залежить від конкретних умов експлуатації, доступного бюджету та вимог до автономності системи. Літій-іонні та літій-залізо-фосфатні батареї є оптимальним рішенням для сучасних дахових сонячних

електростанцій завдяки своїй довговічності, високій енергоефективності та широкому діапазону робочих температур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Як вибрати акумулятор для сонячної батареї. URL: <https://offgrid-powerhouse.com.ua/yak-vybraty-akumuliator-dlia-soniachnoi-batarei/> (дата звернення 13.03.2025).

2. Як обрати акумулятор. URL: <https://alfa.solar/uk/content/yak-obrati-akumulyatornu-batareyu-dlya-sonyachnoyi-elektrostantsiyi-id17> (дата звернення 15.05.2025).

Циркун Віталій Юрійович – студент групи ЕЕ-23Б, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. hellenergy228@gmail.com

Бабенко Олексій Вікторович – кандидат технічних наук, доцент кафедри електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. oleksij_babenko@ukr.net.

Tsirkun Vitaliy Y. – student of the group EE-23B, Faculty of Electric Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: hellenergy228@gmail.com

Babenko Oleksii V. – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of electrical power consumption and power management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, oleksij_babenko@ukr.net