

СИСТЕМИ НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ НА ОСНОВІ ЛІТІЙ-ІОННИХ АКУМУЛЯТОРІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто сучасні системи накопичення електричної енергії на основі літій-іонних акумуляторів. Проаналізовано основні компоненти та принципи роботи систем накопичення енергії, а також наведено характеристики промислових і побутових рішень. Показано переваги використання літій-залізо-фосфатних акумуляторів для підвищення надійності та енергоефективності електропостачання.

Ключові слова: Системи накопичення енергії, літій-іонні акумулятори, електроенергетика, BESS, ESS, LiFePO₄, електричні мережі, енергоефективність

Abstract

The paper considers modern energy storage systems based on lithium-ion batteries. The main components and operating principles of energy storage systems are analyzed, and the characteristics of industrial and residential solutions are presented. The advantages of using lithium iron phosphate batteries to improve the reliability and energy efficiency of power supply are demonstrated.

Keywords: Energy storage systems, lithium-ion batteries, power engineering, BESS, ESS, LiFePO₄, electrical networks, energy efficiency.

Вступ

До 2030 року глобальний ринок акумуляторних систем зберігання енергії (Battery Energy Storage System, BESS), за прогнозами, досягне 25 мільярдів доларів. Оснащені будинки та підприємства BESS можуть зменшити свої рахунки за електроенергію до 30%. Оскільки ми стикаємося зі зростаючими потребами в енергії та зростаючою залежністю від відновлюваних джерел, BESS починає змінювати правила гри. Ці системи не тільки забезпечують надійне резервне живлення, але й підвищують стабільність мережі та роблять відновлювану енергію більш життєздатною.[1]

Результати дослідження

Система накопичення енергії (Energy Storage System, ESS) — це комплекс пристроїв та технологій, призначених для акумуляування, зберігання та подальшого використання електричної енергії. Основу будь-якої системи становлять акумуляторні батареї, гібридний інвертор для перетворення енергії та система управління (EMS/BMS), яка контролює процеси заряду та розряду. Накопичувачі електроенергії дозволяють зберігати електроенергію в періоди низького споживання або активної генерації від сонячних панелей і використовувати її за потреби. Сучасні промислові системи накопичення енергії можуть досягати потужностей до 2 МВт та ємності до 10 МВт·год, забезпечуючи тривале автономне живлення великих об'єктів. Для приватних домогосподарств доступні компактні рішення ємністю від 5 до 50 кВт·год, що цілком покривають потреби середньої родини протягом кількох днів без електропостачання з мережі.[2]



Рис. 1. Схема системи накопичення енергії

Літій-іонні системи накопичення енергії займають лідируючу позицію на ринку завдяки оптимальному співвідношенню характеристик. Ці акумуляторні батареї мають високу ємність та можуть зберігати значну кількість заряду в порівняно невеликому об'ємі. Особливо популярні літій-залізо-фосфатні (LiFePO₄) акумулятори напругою 51,2В з ємністю від 5120 до 10240 Вт·год, які можна об'єднувати в модульні системи до 16 блоків, забезпечуючи загальну потужність до 160 кВт·год. Основні переваги Li-іон технології включають високий ККД понад 95%, тривалий термін служби до 6000-10000 циклів заряду-розряду, швидку зарядку та мінімальний саморозряд. Літій-залізо-фосфатні батареї менш схильні до перегріву, вибуху або пожеж порівняно з іншими літій-іонними технологіями, що робить їх найбезпечнішим вибором для житлових та комерційних об'єктів. Промислові системи на базі високовольтих Li-іон акумуляторів напругою 512В з ємністю 51,2 кВт·год можуть масштабуватися паралельним підключенням до потужності 500 кВт та 1000 кВт для великих підприємств.[2, 3]

Висновки

Літій-іонні системи накопичення енергії (ESS), особливо літій-залізо-фосфатні (LiFePO₄), ефективно зберігають електроенергію, забезпечують високий ККД, тривалий термін служби та підвищену безпеку. Модульна конструкція дозволяє масштабувати потужність від побутових до промислових рішень, підвищуючи стабільність мережі, ефективне використання відновлюваних джерел та надійне резервне живлення, що робить їх ключовим елементом сучасної енергетичної інфраструктури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Що таке BESS? Розуміння акумуляторних систем зберігання енергії [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.beny.com/uk/what-is-bess/> (дата звернення 20.12.2025).
2. Системи накопичення енергії (ESS) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.ecotech.ua/systemy-nakopychennya-energiyi-ess/> (дата звернення 20.12.2025)
3. Касаткіна І. В. *Джерела живлення та накопичення електричної енергії: Літій-іонні акумуляторні батареї* // Навч. посіб. — PDF. — Режим доступу: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2024/Kasatkina_2023_140.pdf (дата звернення: 21.12.2025).

Кушніренко Дмитро Іванович — здобувач вищої освіти факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії група 1KI-25МС Вінницький національний технічний університет м. Вінниця, Україна e-mail: dimakusnirenko065@gmail.com

Науковий керівник: **Мартинюк Володимир Валерійович** кандидат технічних наук, доцент кафедри загальної фізики Вінницький національний технічний університет м. Вінниця, Україна

Kushnirenko Dmytro Ivanovich— Student of the Faculty of Information Technologies and Computer Engineering Group 1KI-25MS Vinnytsia National Technical University Vinnytsia, Ukraine, e-mail: dimakusnirenko065@gmail.com

Scientific supervisor: **Volodymyr Valeriiovych Martyniuk** Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Department of General Physics Vinnytsia National Technical University Vinnytsia, Ukraine