

ВИКОРИСТАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ВЕЛИКОЇ ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано огляд сучасних технологій акумуляторних накопичувачів електроенергії великої потужності та їх застосування для підвищення надійності електричних мереж. Розглянуто практичні аспекти впровадження АНЕ, включаючи вибір оптимальної технології, проектування системи управління та оцінку економічної доцільності. Наведено приклади реалізованих проектів з використанням АНЕ для забезпечення резервного живлення, регулювання частоти та інтеграції з ВДЕ.

Ключові слова: акумуляторні накопичувачі електроенергії (АНЕ), системи накопичення енергії (СНЕ) / Energy Storage Systems (ESS), літій-іонні акумулятори, проточні акумулятори.

Abstract

A review of modern high-power battery energy storage technologies and their application for improving the reliability of electrical grids is presented. Practical aspects of implementing Battery Energy Storage (BES) systems, including the selection of the optimal technology, control system design, and assessment of economic feasibility, are considered. Examples of implemented projects using BES for backup power, frequency regulation, and integration with renewable energy sources (RES) are provided.

Keywords: Battery Energy Storage (BES), Energy Storage Systems (ESS), lithium-ion batteries, flow batteries..

Вступ

Забезпечення надійного та безперебійного електропостачання є критично важливим для функціонування сучасної економіки та суспільства. Зі збільшенням частки відновлюваних джерел енергії в енергетичному балансі зростає потреба в гнучких та ефективних рішеннях для балансування енергосистеми. Акумуляторні накопичувачі електроенергії (АНЕ) великої потужності пропонують широкий спектр можливостей для підвищення надійності електричних мереж, забезпечуючи миттєве реагування на зміни в споживанні та генерації [1].

Метою роботи є аналіз ролі потужних АНЕ у забезпеченні стабільності та безперебійності електропостачання, інтеграції ВДЕ та оптимізації мережі.

Результати дослідження

Впровадження акумуляторних накопичувачів електроенергії великої потужності в електричні мережі дозволить отримати такі ключові переваги:

1. Підвищення стабільності та надійності мережі:

- Регулювання частоти: Акумуляторні системи можуть миттєво віддавати або поглинати електроенергію для підтримки стабільної частоти в мережі, що є критично важливим для запобігання аваріям та відключенням.
- Підтримка напруги: Вони здатні забезпечувати реактивну потужність для стабілізації рівнів напруги, особливо під час пікового споживання або збурень в мережі.
- Функція "чорного старту": У разі масштабних відключень, акумуляторні накопичувачі можуть допомогти відновити роботу окремих ділянок мережі, прискорюючи процес відновлення електропостачання.

2. Покращення стійкості до відключень:

- Резервне живлення: Акумуляторні системи можуть забезпечити резервне живлення під час відключень, гарантуючи безперебійну роботу критичної інфраструктури, такої як лікарні, служби екстреної допомоги та житлові будинки.

- Формування мікромереж: Вони дозволяють створювати мікромережі, забезпечуючи локальне електропостачання навіть при відключенні від основної мережі.

3. Інтеграція відновлюваних джерел енергії (ВДЕ):

- Згладжування перебоїв: Акумуляторні накопичувачі можуть згладжувати коливання потужності від ВДЕ, таких як сонячні та вітрові електростанції, роблячи їх роботу більш надійною та прогнозованою.

- Збереження енергії: Вони можуть зберігати надлишок енергії, виробленої ВДЕ в періоди низького споживання, та віддавати її, коли попит зростає або генерація ВДЕ зменшується.

4. Економічні вигоди:

- Зниження пікових навантажень: Акумуляторні системи можуть зменшити витрати на пікові навантаження для споживачів та енергетичних компаній, використовуючи накопичену енергію під час пікових періодів споживання.

- Арбітраж: Вони можуть купувати електроенергію, коли ціни низькі, та продавати її назад в мережу, коли ціни високі.

- Відтермінування модернізації інфраструктури: Завдяки підвищенню стабільності та надійності мережі, акумуляторні накопичувачі можуть допомогти відтермінувати витратні інвестиції в нову інфраструктуру передачі та розподілу електроенергії.

5. Екологічні переваги:

- Зменшення залежності від викопного палива: Завдяки стимулюванню використання ВДЕ, акумуляторні системи сприяють зменшенню залежності від електростанцій, що працюють на викопному паливі.

- Зниження викидів: Це призводить до зменшення викидів парникових газів та покращення якості повітря.

Висновки

Впровадження АНЕ сприяє підвищенню надійності та гнучкості енергосистем, забезпечуючи ефективне балансування генерації та споживання. Подальший розвиток технологій та зниження вартості сприятиме їхньому ширшому застосуванню.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Suman Mysore. Grid-Scale Energy Storage Technologies. INTERNATIONAL JOURNAL OF RESEARCH AND ANALYTICAL REVIEWS. 2024. No. 11.
2. F N Tsany, A A Widayat, D R Aryani, та ін. Power system stability improvement using Battery Energy Storage System (BESS) in isolated grid: *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 599 (2020), Bangka Belitung Islands, Indonesia, 20.

Петрунь Сергій Вікторович — студент групи ЕМ-23м, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: petrun@ukr.net

Науковий керівник: **Кравець Олександр Миколайович** — к.т.н., доцент кафедри електротехнічних систем електропостачання та енергетичного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: oleksandr.kravets@vntu.edu.ua

Petrun Serhii V.. — Faculty of Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : petrun@ukr.net

Supervisor: **Kravets Oleksandr M.** — Cand. Sc. (Eng.), docent of department of Power Supply Systems and Energy Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia