

Технічні науки

УДК 537.3

**Вовчинський Владислав Олегович**

*студент*

*Національного технічного університету України*

*"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"*

**Вовчинский Владислав Олегович**

*студент*

*Национального технического университета Украины*

*"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"*

**Vovchinskyi Vladyslav**

*Student of the*

*National Technical University of Ukraine*

*"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

**Кирик Валерій Валентинович**

*доктор технічних наук, професор,*

*професор кафедри електричних мереж і систем*

*Національний технічний університет України*

*"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"*

**Кирик Валерий Валентинович**

*доктор технических наук, профессор,*

*професор кафедры электрических сетей и систем*

*Национальный технический университет Украины*

*"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"*

**Kyryk Valerii**

*Doctor of Technical Sciences, Professor*

*National Technical University of Ukraine*

*"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

## ТЕХНОЛОГІЇ НАКОПИЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТЕХНОЛОГИИ НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ELECTRICITY ACCUMULATION TECHNOLOGIES

*Анотація.* В даній статті підіймається питання перспективи використання технологій накопичення електричної енергії в електромережах.

**Ключові слова:** накопичення електричної енергії, ємність, альтернативна енергетика, потужність, батарея, струм, електроенергія.

*Аннотация.* В данной статье поднимается вопрос перспективы использования технологий накопления электрической энергии в электросистемах.

**Ключевые слова:** накопление электрической энергии, емкость, альтернативная энергетика, мощность, батарея, ток, электроэнергия.

**Summary.** This article raises the question of the prospects for the use of technologies for the accumulation of electricity in power grids.

**Key words:** accumulation of electric energy, capacity, alternative energy, power, battery, current, electricity.

Основною відмінністю електроенергетики від будь-якої іншої «фізичної» галузі є неможливість зберігання виробленого нею товару в промислових масштабах. У кожному одиницю часу в цій галузі має вироблятися рівно стільки електроенергії, скільки потрібно споживачеві.

Щоб забезпечити таку можливість, необхідні або дорогі резервні генеруючі потужності, або складні географічно розподілені енергосистеми. Не можна мати в енергосистемі тільки атомні електростанції (АЕС), які не вміють швидко скидати і набирати навантаження, або тільки

електростанції, що працюють за допомоги відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) - сонце і вітер, наприклад, можуть не світити і не дути в потрібний момент. Тому значна частка генерації здійснюється за рахунок традиційних викопних ресурсів (вугілля, газ), що забезпечують і надійність, і необхідну маневреність.

Режим роботи будь-якої енергосистеми визначається в першу чергу ступенем навантаження на неї з боку споживачів. Як правило, вночі споживання електроенергії значно знижується, а вранці і ввечері - перевищує рівень денного споживання. І взагалі, незалежно від часу доби електричне навантаження безперервно змінюється. Ці постійні коливання ускладнюють задачу збереження балансу між виробництвом і споживанням та призводять до того, що генеруючі потужності значну частину часу працюють в економічно неоптимальному режимі.

Існує три традиційних види електростанцій: атомні, теплові (ТЕС) і гідроелектростанції (ГЕС). АЕС з міркувань безпеки не регулюють своє навантаження. ГЕС для роботи з нерівномірним графіком навантаження підходять набагато краще. На сьогодні майже все промислове накопичення електроенергії забезпечують гідроакумуючі електростанції (ГАЕС), але вони є далеко не в кожній енергосистемі, а якщо і є, то не завжди в необхідній кількості. Таким чином, основне навантаження по покриттю нерівномірності добового електроспоживання лягає на ТЕС. Це, в свою чергу, призводить до їх роботи в економічно неоптимальному режимі, збільшує витрату палива і, як наслідок, вартість електроенергії для споживачів.

Вищевказані проблеми можна вирішити за допомогою технологій промислового накопичення енергії.

Переваги використання технологій накопичення електричної енергії:

1. Накопичувачі дозволяють створити енергетичний резерв без надлишкової роботи генеруючих потужностей, оптимізувати режим

роботи електростанцій, забезпечити спокійне проходження нічного мінімуму та денного максимуму навантажень.

2. Зниження ціни на електроенергію, підвищується надійність енергозабезпечення, є можливість забезпечити роботу критично важливого обладнання при перебоях живлення і створити резерв на випадок аварій.

3. Використання накопичувачів дозволить оптимізувати процес виробництва електроенергії за рахунок вирівнювання графіку навантажень.

4. Накопичувачі знижують пікове навантаження на електричні підстанції та затрати на модернізацію мережевої інфраструктури, підвищують якість та надійність енергозабезпечення споживачів.

Зважаючи на очевидні переваги, світова спільнота продовжує впроваджувати нові технології накопичення електроенергії.

У 2020 році в Нідерландах була введена в експлуатацію інноваційна гібридна система накопичення енергії, що складається з літій-іонних акумуляторів виробництва швейцарської компанії Leclanché і механічних накопичувачів (маховиків) від голландського розробника S4 Energy.



**Рис. 1. Маховикова система KINEXT [1]**

Літій-іонні батареї потужністю 8,8 МВт і ємністю 7,12 МВт·год працюють разом з шістьма маховиковими системами KINEXT загальною потужністю 3 МВт. Потужність об'єкта в розмірі 9 ГВт використовується

голландським системним оператором TenneT для підтримки стабілізації частоти в енергосистемі. Як відзначають розробники проекту, доповнення літій-іонних акумуляторів маховиками дозволить продовжити термін служби батарей як мінімум до 15 років [2].

Згідно даних S4 Energy, KINEXT має масу 5000 кг та розкручується до швидкості 950 км/год. Ефективність пристрою досягає 92%, а швидкість відгуку менше 20 мілісекунд [3].

Американська компанія LS Power ввела в експлуатацію найбільшу в світі систему накопичення енергії (СНЕ), в основі якої літій-іонні акумулятори. Розташований в окрузі Сан-Дієго (Каліфорнія) об'єкт Gateway Energy Storage має потужність 250 МВт [4].

Система, в якій працюють батареї LG Chem та інвертори SMA, спроектована компанією NEC. LS Power не називає ємність СНЕ, проте експерти оцінюють її в 1-1,5 ГВт·год, оскільки «рідко можна побачити великомасштабний накопичувач з тривалістю зберігання менше чотирьох-шести годин». Нова батарея буде задіяна для інтеграції зростаючих обсягів сонячної генерації в штаті Каліфорнія і підвищення надійності регіональної енергосистеми.



**Рис. 2. Gateway Energy Storage [5]**

Gateway Energy Storage, мабуть, є найбільшим серед діючих накопичувачів енергії на основі батарей в світі.

Очевидно, що так як застосування технологій накопичення енергії є перспективним напрямком та має такі значні переваги як створення енергетичного резерву, оптимізація режиму роботи електростанцій, зниження ціни на електроенергію, підвищення надійності енергозабезпечення, забезпечення роботоспроможності обладнання при перебоях живлення, вирівнювання графіка навантажень, зниження пікового навантаження на електричні підстанції та підвищення надійності енергозабезпечення споживачів, то в багатьох країнах по всьому світу йде розробка й впровадження нових методів накопичення електричної енергії.

### Література

1. € 2.8 Million For New Company S4 GRONEXT In Eemshaven. URL: <https://s4-energy.com/news-item.php?id=25>
2. Leclanché and S4 Energy Complete Hybrid Energy Storage Project to Serve Dutch Frequency Containment Reserve Market. URL: <https://www.leclanche.com/leclanche-and-s4-energy-complete-hybrid-energy-storage-project-to-serve-dutch-frequency-containment-reserve-market/>
3. KINEXT. URL: <https://www.s4-energy.com/technology-kinext.php>
4. LS Power Opens 250 MW Battery Project. URL: <https://www.distributedenergy.com/storage/article/21151277/ls-power-opens-250-mw-battery-project>
5. Most powerful US battery system charges up in Calif. storage surge. URL: <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/most-powerful-us-battery-system-charges-up-in-calif-storage-surge-59164757>