

СИСТЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ АКУМУЛЯТОРІВ

Мельник О.А., аспірант¹, Смертюк В.М., аспірант²

¹КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії

²Інститут відновлюваної енергетики НАН України

Вступ. Поточні тенденції в енергопостачанні та використанні енергії є явно нестабільними - економічно, екологічно й соціально. Відновлювані джерела енергії (ВДЕ), такі як вітроелектростанції (ВЕС) та сонячні електростанції (СЕС), мають величезний потенціал для зменшення залежності від викопного палива та скорочення викидів парникових газів. Ці технології отримують підтримку й поширення як на міжнародному та державному рівні, так і на місцевому зусиллями самих споживачів. Однак як СЕС, так і ВЕС мають мінливу та важко прогнозовану продуктивність, що спричиняє занепокоєння надійністю електроенергосистеми з ними. Тому збільшився попит на різні рішення даної проблеми, зокрема розробка систем зберігання енергії як важливого компонента енергетичних систем, які використовують велику кількість мінливих ВДЕ [1].

Матеріали й результати досліджень. Системи зберігання енергії можуть забезпечити такі переваги [1]:

- підвищення ефективності використання ресурсів;
- сприяння інтеграції ВДЕ;
- підтримка більшого виробництва енергії там, де вона споживається (децентралізація);
- збільшення доступності енергії;
- допомога у відстроченні капіталовкладень розвитку системи передачі та розподілу електроенергії;
- покращення стабільності, гнучкості, надійності та стійкості електромереж.

Розвиток електроенергосистеми, застосування *Smart Grid* технологій, вимагає більш складних методів вимірювання та контролю, які потребують гнучкого, децентралізованого накопичення енергії, щоб забезпечити перераховані вище переваги. Крім того, зростаючий ринок електричних транспортних засобів може відігравати ключову роль у технологіях зберігання енергії й балансування роботи мережі.

Складним питанням є вибір параметрів системи зберігання енергії. Для визначення технічних та експлуатаційних параметрів системи необхідно обрати стратегію використання. Для обраної стратегії потрібно розробити алгоритм оптимізації, який визначатиме час роботи, заряджати чи розряджати акумулятори в індивідуальні години. Це дозволить моделювати роботу системи зберігання. Вхідні дані – це зокрема й ціни на електроенергію за вибраний період. Деякі параметри задаються як діапазони значень.

Коли порівняти технічні параметри різних технологій, ми можемо зробити висновок про те, що свинцево-кислотні акумулятори мають найнижчу

ефективність і найкоротший термін служби [2]. Вони є привабливими в плані ціни, тому вони часто використовуються в системах UPS. Li-ion акумулятори дуже ефективні, але чутливі до перезарядження і сильного розряду, через це вони повинні мати обмежувачі заряду й розряду. Кількість циклів безпосередньо залежить від глибини розряду й технології зберігання. Недоліком електрохімічних систем зберігання енергії є їх значна втрата тривалості життя у випадку зростання глибини розряду. Якщо ж сховище експлуатується з нижчою глибиною розряду, тоді лише частина загальної ємності, що дорівнює глибині скидання, використовується для корисної роботи. Наприклад, якщо ми використовуємо максимальну глибину розряду – 30%, при якому тривалість життя систем NaS та Li-ion близько 20 000 циклів, то 70% від загальної потужності не буде використовуватись в стратегії. Для того, щоб дослідити можливість використання систем зберігання електроенергії в енергосистемі, необхідно визначити діючий режим (роль) сховища, що описується як стратегія використання, розробити операційний (контроль) алгоритм роботи за такою стратегією і запустити відповідне моделювання. [2]

Далі наведено приклад успішно створеного сховища енергії. Французька компанія Neoen, власник найбільшої в світі системи акумуляування енергії на літій-іонних акумуляторах Tesla в штаті Південна Австралія, опублікувала звіт про виробничі та економічні показники установки за рік її роботи. «Акумулятор дозволяє економити до \$40 млн на оптовому ринку за рахунок підвищення конкуренції і скасування обмежень, викликаних вимогами з контролю частоти мережі», говорить в аудиторському дослідженні[3]. Це при тому, що вартість всієї літій-іонної системи зберігання енергії, за даними компанії-оператора, склала \$66 млн. Раніше в Neoen повідомляли[3], що за півроку роботи системи вони заробили 8,1 млн євро (\$ 9,5 млн) на надання мережевих послуг і продажу електроенергії, і ще 6,7 млн євро (\$7,9 млн) на зберіганні та продажу електроенергії з ВЕС.

Система акумуляування Tesla в Південній Австралії була запущена в кінці листопада 2017 року. Об'єкт було побудовано за 100 днів, потужність системи акумуляування 100 МВт, ємність 129 МВт-год. Вона працює в зв'язці з вітропарком, оператором якого також є компанія Neoen, в південно-австралійській енергомережі і надає послуги регулювання напруги і балансування потужності по типу пікових газових станцій, але робить це дешевше, швидше і без викидів в атмосферу. Крім того, ефективність системи на сьогодні найвища в світі, так само як і швидкість реагування на будь-які зміни в мережі - вона перемикається з режиму накопичення енергії в режим видачі менш ніж за 100 мілісекунд [3]. Ще в грудні 2017 був показовий випадок, коли на вугільній ТЕС сталася незапланована втрата 560 МВт потужності. В результаті частота в мережі впала з норми в 50 Гц до 49,8 Гц. У відповідь на утворений дефіцит потужності система зберігання енергії Tesla видала в мережу 7,3 МВт енергії. І так як ця система приєднана до ВЕС, то вийшла незвичайна ситуація - «непостійна» вітрова енергія підстрахувала «надійну» вугільну генерацію. Енергомережа штату навіть не помітила

перемикання, так як система спрацювала швидше, ніж резервна ТЕС, яка повинна була підключитися до мережі через 6 секунд.

Висновки. Зростаюча роль мінливих ВДЕ (таких як ВЕС та СЕС) у системі електропостачання викликала занепокоєння щодо надійності енергосистеми та підняла питання про необхідність створення систем зберігання енергії (сховищ).

Насправді це питання є економічною проблемою: воно включає в себе витрати на інтеграцію змінної генерації та створення різних сховищ або запровадження інших технологій, які є економічно вигідними в майбутньому, з високим рівнем інтеграції ВДЕ. Зрозуміло, що ріст змінної генерації збільшує потребу в гнучкості та надійності енергосистеми, а також створює ринкові можливості для цих технологій. [1]

Приклад успішного впровадження сховища енергії - це система акумулювання Tesla в Південній Австралії, яка допомогла своєму власнику, французькій компанії Neoen, зекономити вже 40 мільйонів доларів.

Застосування систем зберігання енергії повинно розглядатися як частина розробки більш розумної електричної системи. Децентралізована структура потребує двосторонньої мережі для оптимальної роботи. Враховуючи всі витрати та вигоди, необхідний цілісний підхід для досягнення енергетичних цілей та плавної інтеграції ВДЕ.

Технології зберігання енергії можуть підтримувати розвиток та еволюцію нашої енергетичної системи, але реалізація цього потенціалу вимагає, щоб уряд, науковці та фінансово зацікавлені сторони працювали разом, щоб змогли подолати існуючі бар'єри.

Перелік посилань

1. Istvan Taczi, Overview of the Energy Storage Possibilities to Support the Electrical Power System // Energy Regulators Regional Association (2016) | 1-47
2. Korpikiewicz J. The Optimal Choice of Electrochemical Energy Storage Parameters // Acta Energetica 1/26 (2016) | 56-62
3. Tesla's giant battery saved \$40 million during its first year - Electrek [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://electrek.co/2018/12/06/tesla-battery-report/>