

СУЧАСНІ СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГІЄЮ З ВИКОРИСТАННЯМ АКУМУЛЯТОРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Вступ. Управління енергією є важливим завданням для будь-якої країни чи організації. Воно дозволяє ефективно використовувати наявні енергетичні ресурси та забезпечити надійність та стабільність енергопостачання. Розвиток акумуляторних технологій та автоматизації управління енергією відкриває нові можливості для підвищення ефективності та надійності систем управління енергією.

Метою роботи є розробка інтегрованих стратегій управління системами накопичення енергії, які враховують всі аспекти виробництва, зберігання та розподілу електроенергії в розумних мережах, сприяючи сталому та ефективному використанню ресурсів.

Матеріал і результати дослідження. Системи силової електроніки відіграють ключову роль у регулюванні енергії від систем накопичення енергії (ESS) і підключення до електричної мережі. Використання різних видів відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) та механізмів управління попитом споживачів перекидає аспекти сторони управління попитом (Demand-Side Management, DSM) в середовищі енергетично самодостатніх систем (ESC), що базуються на технічних концепціях Microgrid або віртуальних електростанцій (VPP) [1].

Сучасні системи накопичення є універсальними технологіями, оскільки вони дозволяють одночасне їх застосування для енергетичного арбітражу, при якому здійснюється закупівля е/е на ринку по низькій вартості та продаж її по високій; забезпечення достатності – перенесення виробленої е/е з часу піку сонячного регулювання частоти та активної потужності чи надання інших допоміжних послуг на ринку електроенергії [2].

Система зберігання енергії, яка найбільше цікавить виробників сонячної фотоелектричної енергії, - це система зберігання енергії в батареях (Battery Energy Storage System, BESS), що вимагає ефективного керування та контролю [3]. Основні характеристики BESS включають: номінальну потужність; номінальну енергоємність; глибину розряду (depth of discharge, dod); тривалість зберігання; життєвий цикл; стан заряду (state of charge, soc).

Базова система керування акумулятором (BMS) дозволяє безпечно заряджати/розряджати акумулятори та живити навантаження. Батареї захищені, щоб уникнути швидкої деградації: мінімальний і максимальний рівень заряду (SOC) не перевищуються, а швидкі цикли заряджання/розряджання заборонені. Досконаліша BMS, підключена до фотоелектричного (PV) генератора, також може працювати з подвійною метою — захистити сховище та зменшити пікове споживання [4]. На рисунку 1 наведена стратегія управління сховищем.

Якщо виробництво PV та зберігання можуть задовольнити навантаження $E_{PV_1day-ahead} + E_{batt,disch} \geq E_{load,TDT}$ у вибраному загальному часі розряду (TDT), розширене керування батареями не потрібне (стратегія BMS №1).

Якщо навантаження занадто високі $E_{PV_1day-ahead} + E_{batt,disch} < E_{load,TDT}$, приймається стратегія зменшення піку (стратегія BMS №2) або відповідні профілі розряду (стратегія BMS №3).

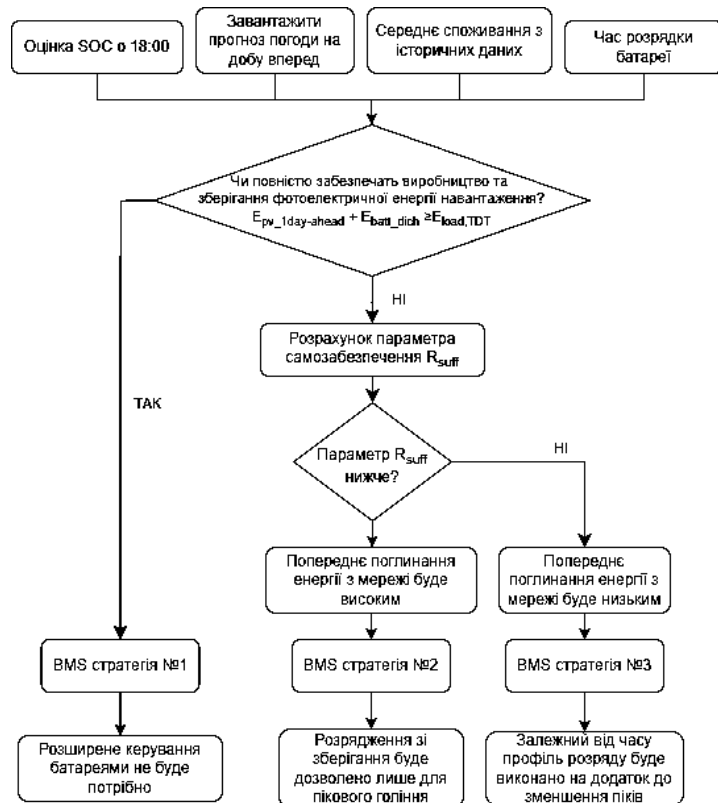


Рисунок 1 – Визначення стратегії управління сховищем

Коли коефіцієнт R_{suff} нижчий за визначене користувачем порогове значення R_{thres} , приймається стратегія BMS №2: місцеві генератори та накопичувачі забезпечуватимуть низьку кількість енергії для навантажень, які в основному постачатимуться з мережі. Стратегія BMS №3 приймається, коли відношення R_{suff} вище визначеного користувачем порогового значення R_{thres} і нижче одиничного значення.

Висновки. За результатами дослідження розглянуто питання стратегії управління системами накопичення енергії (ESS), визначено ключові елементи та структуру систем накопичення енергії. Основною проблемою в тому, що електроенергія, вироблена за допомогою ВДЕ змінюється в часі і залежить від багатьох факторів. Проведено порівняльний аналіз стратегій ESS.

Список використаної літератури

1. Денисюк С.П., Стржелецьки Р. Формування складових інтелектуальної платформи керування енергетичними системами та мережами // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2019. – № 3. – С. 7–22.
2. Денисюк С.П., Стржелецьки Р., Богойко І.І., Стржелецька Н. Аналіз особливостей ефективного впровадження сонячних електростанцій в локальних системах енергозабезпечення // Енергетика: економіка, технології, екологія. 2023. № 2. С. 7–25.
3. Денисюк С.П., Мельничук Г.В., Чернешчук І.С., Лисий В.В. Техніко-економічні механізми розвитку локальних систем енергозабезпечення (microgrid) // Енергетика: економіка, технології, екологія. 2021. № 4. С. 7–22.
4. BESS BASICS: BATTERY ENERGY STORAGE SYSTEMS FOR PV-SOLAR [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://blog.norcalcontrols.net/bess-battery-energy-storage-systems-pv-solar>

References

1. Denysiuk S.P., Strzheletsky R. Formation of components of an intelligent platform for managing energy systems and networks // Energy: economics, technologies, ecology. – 2019. – No. 3. – P. 7–22.
2. Denysiuk S.P., Strzeletsky R., Bohoiko I.I., Strzeletska N. Analysis of the features of the effective implementation of solar power plants in local energy supply systems // Energy: economics, technologies, ecology. 2023. No. 2. P. 7–25.
3. Denysiuk S.P., Melnychuk G.V., Cherneshchuk I.S., Lysyy V.V. Technical and economic mechanisms of development of local energy supply systems (microgrid) // Energy: economics, technologies, ecology. 2021. No. 4. P. 7–22.
4. BESS BASICS: BATTERY ENERGY STORAGE SYSTEMS FOR PV-SOLAR [Electronic resource]. – 2021. – Resource access mode: <https://blog.norcalcontrols.net/bess-battery-energy-storage-systems-pv-solar>