

Алгоритм керування накопичувачем електроенергії в системі електрозабезпечення з активними споживачами

П.О. Зінькевич, С.М. Балюта, Ю.В. Куєвда
Національний університет харчових технологій

Запропоновано алгоритм керування системою накопичення електроенергії (СНЕ), що ґрунтується на оцінці її енергетичного стану з використанням прогнозних значень потужності генерації та навантаження. Метою керування є ефективне використання енергії з активними споживачами та мінімізація споживання зовнішньої мережі.

На сьогоднішній день ефективна стратегія керування СНЕ повинна мати наступні переваги: Використання акумуляторних батарей (АБ) для оптимізації власного споживання: Допомогає обмежити пікове навантаження, що призводить до зменшення споживаної потужності при підключенні до мережі, забезпечуючи майже постійний рівень власного споживання; Використання АБ для обмеження пікового навантаження: Забезпечує додаткове власне споживання, що дозволяє економічно використовувати потужність та зберігати максимальний обсяг навантаження; АБ для обмеження пікового навантаження з обмеженим фотоелектричним виробництвом: Забезпечує обмеження пікового навантаження, при умові обмеженого виробництва фотоелектричної енергії; Ефективна експлуатація АБ з урахуванням терміну служби: Дозволяє оптимально використовувати АБ в залежності від їхнього стану заряду з точки зору терміну служби; Стратегія управління на основі прогнозів: Основана на прогнозах генерації фотоелектричної енергії та потужності навантаження, а також стану заряду АБ. Параметри керування станом заряду АБ можна налаштовувати через рівні проміжки часу або адаптивно з урахуванням поточного режиму споживання та генерації електроенергії.

Стратегія керування заряджанням акумуляторних батарей включає наступні режими: Надмірне заряджання (НЗ): Акумуляторна батарея заряджається, коли виробництво електроенергії від фотоелектричної системи (P_{pv}) перевищує місцеве споживання ($P_{нав}$); Локальне заряджання (ЛЗ): Акумуляторна батарея заряджається усією енергією, яку генерує фотоелектрична система, при умові, що потужність навантаження не перевищує максимально допустиму потужність, яку можна взяти з мережі ($P_{мер_max}$); Заряджання від мережі (ЗМ): Якщо акумуляторна батарея не заряджена повністю, вона заряджається від мережі з відповідною потужністю (або максимально можливою потужністю для заряджання АБ).

Для розряджання акумуляторних батарей розглядалися такі режими: Оптимізація власного споживання системи електропостачання (ОВС): Акумуляторна батарея розряджається, коли потужність навантаження перевищує потужність, яку генерує фотоелектрична система; Обмеження пікової потужності, споживаної з мережі (ОПП): Акумуляторна батарея розряджається,

коли різниця між потужністю навантаження та потужністю, яку генерує фотоелектрична система, перевищує максимально допустиму потужність, яку можна взяти з мережі ($P_{мер_max}$).

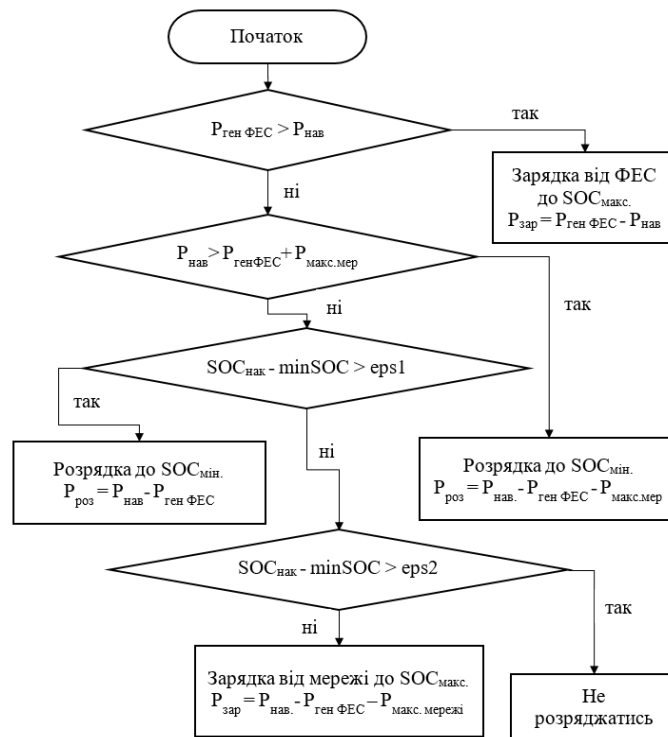


Рис. 1. Алгоритм системи керування ФЕС та системою накопичення

Опис алгоритму системи керування, що вирішує цю задачу: Прогнозовані дані розділяються на часові діапазони, де є прогнозоване надлишкове споживання від зовнішньої мережі, границя діапазону визначається переходом від мінімуму до максимуму за графіком прогновної сумарної потужності навантаження та генерації ФЕС без врахування накопичувача. В межах цих діапазонів відбувається перерозподіл енергії від ФЕС та зовнішньої мережі на погашення надлишкового споживання. За прогнозними значеннями навантаження та генерації ФЕС обчислюється графік мінімальної SOC для недопущення надлишкового споживання з зовнішньої мережі:

$$\min SOC_i(t) = \int_t^{t_i} (P_{надл.ген}(\tau) - kP_{надл.спож}(\tau)) dt, \quad (1)$$

де $i = \overline{1, n}$ – номер діапазону з п.1, $t_{i-1} \leq t \leq t_i$, $P_{надл.ген}$, $P_{надл.спож}$ – потужності надлишкової генерації ФЕС та надлишкового споживання із зовнішньої мережі понад встановленої граничної потужності відповідно, k – коефіцієнт запасу, пропорційний похибці прогнозування; В періоди надлишкової генерації ФЕС накопичувач заряджається тільки від ФЕС (режим «надлишкової зарядки»). В періоди, коли накопичувач заряджений і спостерігається надлишкова генерація ФЕС, система керування знижує надлишкову генерацію ФЕС; В періоди, коли немає надлишкової генерації ФЕС та SOC накопичувача менше значення на графіку мінімального SOC в даний момент часу, накопичувач заряджається від зовнішньої мережі (режим «зарядка від мережі»), в протилежному випадку накопичувач розряджається до значення мінімального SOC за графіком.