

УДК 621.311

ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ В БАЛАНСУВАННІ ПОТУЖНОСТІ ТА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

П.Д.Лежнюк¹, В.О.Комар², О.А.Ковальчук,
*Вінницький національний технічний університет,
Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021
тел.: +38(067)705-61-38, e-mail: lezhpd@gmail.com*

Показано вплив потужності відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) на балансування режимів електроенергетичних систем. Розглянуто засоби балансування режимів електроенергетичних систем (ЕЕС) з ВДЕ та їх ефективність.

Ключові слова: *відновлювані джерела енергії, електричні мережі, баланс потужності та електроенергії.*

RENEWABLE ENERGY SOURCES FOR BALANCING POWER AND ELECTRICITY

P.D.Lezhniuk¹, V.O.Komar², O.A.Kovalchuk,
Vinnitsa National Technical University,

The influence of the power of renewable energy sources (RES) on the balancing of the regimes of electric power systems is shown. Means of balancing the modes of electric power systems (EPS) with RES and their effectiveness are considered.

Keywords: *renewable energy sources, electric networks, balance of power and electricity.*

ORCID: ¹0000-0002-9366-3553; ²0000-0003-4969-8553.

Протягом 2019 р. відбувся стрімкий ріст потужності відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). На кінець 2019 року сумарна встановлена потужність ВДЕ становила 6328 МВт. За останні роки потужність ВДЕ зросла в декілька разів. ВДЕ стають невід'ємним елементом електричних мереж. Очевидно, що вони мають оптимально інтегруватися в електричні мережі, нарощуючи потужність генерування та покращуючи техніко-економічні показники електричних мереж, надто розподільних.

Серед потенційних можливостей та особливостей ВДЕ в електричних мережах є вплив на режимну та балансову надійність (БН). Оскільки ВЕС і ФЕС як елементи забезпечення БН характеризуються нестабільністю генерування, то в ЕЕС обов'язковим має бути резервування. Це може бути резерв від ТЕС ЕЕС та індивідуальні або групові накопичувачі електроенергії. Тут слід розрізняти дві задачі стосовно участі ВДЕ в балансуванні режиму ЕЕС: під час оперативного та коротко-термінового керування.

В системі для надійного та якісного електропостачання споживачів має підтримуватися баланс потужності:

$$P_{ц.ж.}(t) + \sum_{i=1}^n P_i(t) - \sum_{j=1}^m P_{III j}(t) - \Delta P(t) \pm \sum P_{нак}(t) = 0,$$

де $P_{ц.ж.}(t)$ – потужність, яка передається в систему від централізованих джерел електроенергії; $\sum_{i=1}^n P_i(t)$ – потужність n ВДЕ; $P_{III i}(t)$ – навантаження

трансформаторних підстанцій (ТП), m – кількість ТП; $\Delta P(t)$ – технологічні втрати електроенергії (ТВЕ) в електричних мережах; $\sum P_{нак}(t)$ – потужність накопичувачів електроенергії, або резервна потужність.

Оптимальна потужність необхідного резерву в ЕЕС може визначатися як

$$B_{\Sigma} = B(P_p) + B(P_{ПС}) + B(\Delta W) \rightarrow \min ,$$

де $B(P_p) = \epsilon_{P_p}^{num} \cdot P_p$ – витрати на резерв генеруючої потужності P_p ; $B(P_{ПС}) = \epsilon_{ПС}^{num} \cdot P_{ПС}$ – витрати на запаси пропускної спроможності ліній електропередач (ПСЛЕП); $\epsilon_{P_p}^{num}$, $\epsilon_{ПС}^{num}$ – питомі витрати (грн/кВт) на створення резерву генерування і витрати на підтримання запасу по ПСЛЕП відповідно; $B(\Delta W) = \epsilon_0 \cdot M[\Delta W]$ – витрати на компенсацію за некондиційну електроенергію; ϵ_0 – питома вартість кВт-год такої електроенергії, $M[\Delta W]$ – математичне очікування некондиційної електроенергії, яке зумовлене нестабільністю генерування ВДЕ.

Очевидно, що досягнення балансу потужності можливе тільки за умови наявності обґрунтованої кількості маневрових потужностей, якими можуть бути, наприклад, газотурбінні або газопоршневі установки. Може також використовуватися загальносистемний резерв потужності ЕЕС на умовах платних послуг.

На сьогодні дуже активно йдеться про впровадження як накопичувачів електроенергії акумуляторів хімічного типу. Проте через відносно тривалий час заряду/розряду використання їх для оперативного балансування

потужності є не ефективним. Їх можливо та доцільно використовувати для компенсації нестабільності генерування ВЕС і ФЕС під час реалізації заявленого графіка погодинного генерування на наступну добу. При цьому їх ємність залежить від необхідної точності прогнозованого графіка генерування на наступну добу, допустимої похибки відхилення прогнозованого графіка генерування від фактичного, а також від вартості електроенергії на балансуєчому ринку. Розрахунки за типових умов показують, що середня потужність такого накопичувача складає 20–30% від встановленої потужності ВДЕ. Якщо ВДЕ об'єднуються в балансувальну групу, то ця потужність може бути меншою.

Окремими задачами використання накопичувачів електроенергії можуть бути участь їх в покритті максимуму графіків навантаження та зменшення SAIDI систем електропостачання. В цих випадках ємність накопичувачів визначається відповідним чином.

Хімічні накопичувачі електроенергії можуть бути в режимі генерування або споживання, що необхідно враховувати в задачах балансування режимів ЕЕС. Це випадковий процес і він накладається на інші випадкові процеси: генерування ФЕС і ВЕС, а також на прогнозування погодинного генерування на наступну добу. Як результат, накопичувачі електроенергії можуть як спростити, так і ускладнити процес балансування електроенергії в ЕЕС.

Для підвищення ефективності сумісної експлуатації ВДЕ і електричних мереж необхідно розв'язувати згадані задачі, що дозволить збільшити виробництво електроенергії ВДЕ та покращити техніко-економічні показники ЕЕС.