

ЕФЕКТИВНІСТЬ СУМІСНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З ВІДНОВЛЮВАЛЬНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ

Державна підтримка розбудови відновлюваної енергетики стимулює дослідження питань проектування та експлуатації відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) з метою підвищення рівня енергетичної безпеки країни та зниження впливу енергетики на довкілля. Однак питаннями транспортування електроенергії виробленої ВДЕ та функціонування районних електричних мереж (РЕМ) у нових експлуатаційних умовах часто нехтують вже на етапі проектування ВДЕ та вибору місця їх приєднання до електричних мереж (ЕМ) [1].

Коли встановлена потужність ВДЕ в ЕМ складає суттєву частку від її сумарного навантаження (наприклад, 20% і більше), РЕМ можна і доцільно розглядати як локальну електричну систему (ЛЕС), в якій окрім зазначених вище задач постають задачі дослідження статичної і динамічної стійкості ВДЕ та інші, характерні для електричної системи.

Узагальнений показник ефективності проектних рішень схеми видачі електроенергії ВДЕ. В показано, що умовам комплексної оптимальності поточкорозподілу ЛЕС з ВДЕ відповідає умова рівності між собою коефіцієнтів розподілу втрат потужності :

$$T_i'' = \lambda_Q = idem; T_i' = -\lambda_P = idem, \quad (1)$$

де T_i' , T_i'' – коефіцієнти розподілу втрат від перетікань

активної та реактивної потужності, які характеризують зв'язок між змінами потужності у вузлах та приростом сумарних втрат потужності у схемі електричної мережі:

$$\begin{aligned} T'_i &= \Re\left((\dot{U}_t \mathbf{M}_{\Sigma ki}) \hat{C}_{ki} \dot{U}_d^{-1} \mathbf{n}_b\right), \\ T''_i &= \Im\left((\dot{U}_t \mathbf{M}_{\Sigma ki}) \hat{C}_{ki} \dot{U}_d^{-1} \mathbf{n}_b\right). \end{aligned} \quad (2)$$

де \dot{U}_t – транспонований вектор напруг у вузлах; $\mathbf{M}_{\Sigma k}$ – матриця зв'язків з врахуванням коефіцієнтів трансформації в явному вигляді; \dot{U}_d – діагональна матриця напруг у вузлах; \hat{C}_k – матриця струморозподілу з врахуванням трансформаторних зв'язків; \mathbf{n}_b – одиничний вектор стовпець, який має розмірність по кількості вузлів у схемі.

Використовуючи коефіцієнти (2) можна оцінити на скільки зміняться загальномержеві втрати за рахунок запланованого приєднання ВДЕ:

$$\Delta P_i^{BDE} = P_i \cdot T'_i - Q_i \cdot T''_i. \quad (3)$$

де P_i , Q_i – потужності керованого ВДЕ або споживача, $i = 1, 2, \dots, n$;

Оскільки запропоновані показники \mathbf{T}' , \mathbf{T}'' є багатомірними, то без додаткових умов не дають можливості однозначного оцінювання ефективності проектних рішень. Тобто необхідно ввести узагальнений показник для вибору того чи іншого варіанту розвитку шляхом приведення векторів \mathbf{T}' , \mathbf{T}'' до вигляду числа.

У відповідності з фізичним змістом вектори \mathbf{T}' , \mathbf{T}'' можна розглядати як функціональні метричні множини $\{\mathbf{T}'\}$, $\{\mathbf{T}''\}$, які задовольняють аксіомам метричного простору. Таким чином, довжини векторів втрат dP' , dP'' від перетікань активних та реактивних потужностей, у відповідності з [3], можуть бути визначені за виразами [2]:

$$dP' = |\mathbf{T}'| = \left[\sqrt{\sum_{i=1}^n T_i'^2} \right]; dP'' = |\mathbf{T}''| = \left[\sqrt{\sum_{i=1}^n T_i''^2} \right]. \quad (4)$$

Таким чином, довжини векторів dP' , dP'' мають фізичний зміст модулів відносних складових втрат ΔP від перетікань, відповідно, активної та реактивної потужностей. Графічно, приклад визначення запропонованого показника ефективності для електричної мережі з трьома можливими вузлами приєднання ВДЕ, поданий на рис. 1. З нього видно, що збільшення значення модулю dP' може виникати як в наслідок пропорційного зростання окремих коефіцієнтів чутливості втрат T_i' , так і через істотне зростання окремих складових.

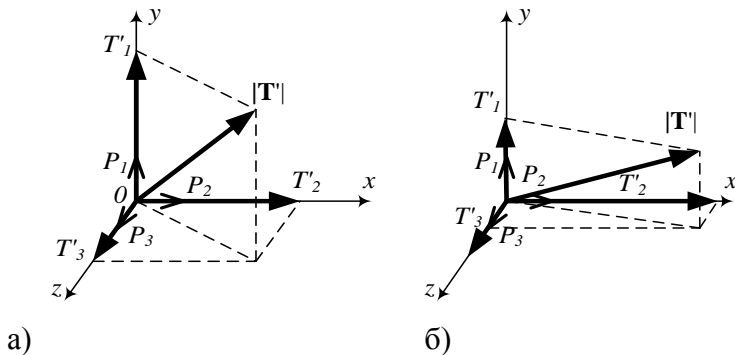


Рисунок 1 – Розклад модулів векторів чутливості $|\mathbf{T}'|$ по ортогональному базису для випадку близьких за значеннями (а) та істотно різних (б) складових

Висновки. Запропоновано використання узагальнених показників ефективності проектних рішень схеми видачі електроенергії ВДЕ у ЛЕС. Пропоновані показники мають фізичний зміст приростів відносних складових втрат від перетікань, відповідно, активної та реактивної потужностей. Вони можуть бути використані як якісний індикатор впливу

параметрів окремого вузла на оптимальність режиму електричної мережі з урахуванням перспективності подальшого розвитку ЕМ в цілому та якості електроенергії.

Показано, що використання узагальнених показників ефективності проектних рішень схеми видачі електроенергії ВДЕ дозволяє отримати достатньо ефективні схеми приєднання ВДЕ до електромереж. Враховуючи взаємозв'язок між окремими критеріями оптимальності приєднання ВДЕ до електромереж, розроблені схеми, крім зменшення втрат електроенергії, забезпечують також вирівнювання профілю напруги в ЕМ.

Література

1. Кириленко О.В. Інтелектуальні системи керування потоками електроенергії у локальних об'єктах / О. В. Кириленко, Ю. С. Петергеря, Т. О. Терещенко, В. Я. Жуйков. – К.: Медіа ПРЕС, 2005. – 211 с.

2. Кулик В. В. Оптимізація перетікань активної та реактивної потужностей у розподільних електромережах засобами розосередженого генерування / В. В. Кулик, О. Б. Бурикін, Ю. В. Малогулко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2014. — № 1. — С. 90—93.

3. Лежнюк П. Д. Взаємовплив електричних мереж і систем в процесі оптимального керування їх режимами / П. Д. Лежнюк, В. В. Кулик, О. Б. Бурикін: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 123 с.