

MATERIAŁY
XI MIĘDZYNARODOWEJ
NAUKOWI-PRAKTYCZNEJ KONFERENCJI

«KLUCZOWE ASPEKTY
NAUKOWEJ DZIAŁALNOŚCI -
2015»

7 - 15 stycznia 2015 roku

Volume 12
Matematyka
Fizyka
Nowoczesne informacyjne technologie
Techniczne nauki

Przemysł
Nauka i studia
2015

ENERGETYKA

Рубаненко О. Є., к.т.н., доц., Бурикін О. Б., к.т.н., доц.,
Малогулко Ю. В., ст. викл.

Вінницький національний технічний університет

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ВСТАНОВЛЕНОЇ ПОТУЖНОСТІ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У ЛОКАЛЬНІЙ ЕЛЕКТРИЧНІЙ СИСТЕМІ

Враховуючи специфіку забезпечення рентабельності ЛЕС, доцільно розв'язувати комплексну задачу оптимізації перспективного плану розвитку умовно-керованих відновлювальних джерел енергії $P_j^{ВДЕ}, j = 1, 2, \dots, n$ для забезпечення максимальних надходжень від реалізації їх електроенергії за умов багатоступеневого тарифу енергоринку u_j та умов зменшення втрат електроенергії, покращення її якості в ЛЕС, а також підвищення надійності електропостачання.

Вираз для визначення сумарного прибутку від експлуатації ВДЕ приєднаних на паралельну роботу у ЛЕС можна записати таким чином:

$$\Pi^{ВДЕ} = \sum_{j=1}^n u_j \cdot P_j^{ВДЕ} \cdot k_{e_j} \cdot T, \quad (1)$$

де $P_j^{ВДЕ}$ – встановлена потужність j -го ВДЕ, кВт;

u_j – тариф на виробництво електроенергії j -м ВДЕ («зелений тариф»), коп./кВт*год;

k_{e_j} – коефіцієнт використання встановленої потужності j -го ВДЕ;

T – тривалість графіка навантажень, год.

Цільову функцію задачі оптимізації встановленої потужності відновлювальних джерел енергії в ЛЕС пропонується представити так:

$$\Pi = \Pi^{ВДЕ} \cdot e^{-(1-k_1 \cdot \bar{P}(U_y, T))} \cdot e^{-(1-k_2 \cdot \bar{P}(\Delta W_u, T))} \rightarrow \max \quad (2)$$

де $\bar{P}(U_y, T)$ – імовірність забезпечення нормативного відхилення напруги для заданого звітнього періоду;

$\bar{P}(\Delta W_u, T)$ – імовірність забезпечення нормативних втрат електроенергії;

k_1, k_2 – вагові коефіцієнти, використання яких дозволяє змінювати вплив показників якості напруги на результати оптимізації.

За обмежень:

$$Ш_{P_{cp}} = \left[\begin{array}{l} \sum_{j=1}^n P_j^{ВДЕ} - \sum_{g=1}^m P_{ng} \leq P_{cp} \rightarrow 0 \\ \sum_{j=1}^n P_j^{ВДЕ} - \sum_{g=1}^m P_{ng} > P_{cp} \rightarrow B_{рек} \end{array} \right]; Ш_{P_n} = \left[\begin{array}{l} \sum_{j=1}^n P_j^{ВДЕ} \leq \sum_{g=1}^m P_{ng} \rightarrow 0 \\ \sum_{j=1}^n P_j^{ВДЕ} > \sum_{g=1}^m P_{ng} \rightarrow B_{\Delta W} \end{array} \right], \quad (3)$$

де $Ш_{P_{cp}}$, $Ш_{P_n}$ – штрафні функції, введені в цільову функцію $Ц$ для врахування обмежень типу нерівностей за втратами активної потужності та пропускною здатністю ЛЕС;

P_{ng} – потужність навантаження g -го вузла споживання, $g = 1, 2 \dots m$;

P_{cp} – пропускна здатність ЛЕС, що обмежується найбільш слабкою ділянкою мережі;

$B_{рек}$ – витрати на реконструкцію ЛЕС для забезпечення працездатності у разі перевищення граничної потужності;

$B_{\Delta W}$ – витрати на додаткові втрати електроенергії, у разі якщо сумарна потужність ВДЕ перевищить сумарну потужність навантаження.

Розв’язком задачі оптимізації загальносистемних втрат активної потужності, в локальних електричних системах, буде значення оптимальної встановленої потужності ВДЕ для заданого місця приєднання за умов багатоступеневого тарифу енергоринку u_j , умов зменшення втрат електроенергії та покращення її якості в ЛЕС.

Для розв’язку цієї задачі існує ціла низка методів та підходів [2-6], які вже широко застосовуються у традиційній електроенергетиці [1] і призначені для знаходження чисельних розв’язків оптимізаційних задач, що відповідають заданій сукупності вхідних даних (поточному вектору стану системи) та є достатнім з практичних цілей.

Відхилення напруги характеризується показником усталеного відхилення напруги δU_y . Воно являється наслідком добових, сезонних і технологічних змін електричних навантажень споживачів, а також потужності компенсуючих пристроїв, регулювання напруги генераторами електростанцій і на підстанціях енергосистем, зміни схеми електричних мереж.

Відхилення напруги δU – це різниця між фактичним U_t та номінальним U_n значеннями напруги:

$$\delta U_y = U - U_{ном}, \quad (4)$$

або у відсотках:

$$\delta U_y = \frac{U - U_{\text{НОМ}}}{U_{\text{НОМ}}} 100 \quad (5)$$

Для нього встановлені норми:

– нормально допустимі та гранично допустимі значення усталеного відхилення напруги δU_y на вводах електроприймачів дорівнює відповідно $\pm 5\%$ та $\pm 10\%$ від номінальної напруги електричної мережі;

– нормально допустимі та гранично допустимі значення напруги в точках загального приєднання споживачів електричної енергії до електричних мереж напругою 0,38 кВ і більше повинні бути встановлені в угодах на використання електричної енергії з урахуванням необхідності виконання чинного стандарту на виводах електроприймачів.

Розраховують значення усередненої напруги U_y (В, кВ) як результат усереднення N спостережень напруг $U_{(t)i}$ за інтервал часу 1 хв (за хвилину не менше 18 спостережень):

$$U_y = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N U_i^2}}{N} \quad (6)$$

де U_i – значення напруги $U_{(t)i}$ в i -му спостереженні

Якість електричної енергії відповідає вимогам стандарту, якщо всі значення усталеного відхилення напруги, що виміряні протягом 24 год. знаходяться в інтервалі, обмеженому гранично допустимими значеннями, а не менше 95% вимірювань за цей період знаходяться в інтервалі обмеженому нормально допустимими значеннями.

Статистична оцінка ймовірності забезпечення нормативного відхилення напруги пропонується визначати за формулою для визначення статистичної оцінки ймовірності безвідмовної роботи технічних засобів [1]:

$$\bar{P}(t) = \frac{[N_0 - n(t)]}{N_0} \quad (7)$$

де $n(t)$ – кількість технічних засобів, що відмовили за час t ;

N_0 – загальна кількість технічних засобів, що підлягають випробуванням.

З урахуванням усередненої напруги U_y , яка знаходиться в межах нормативного відхилення отримаємо ймовірність забезпечення нормативного відхилення напруги:

$$\bar{P}(Uy, T) = t(Uy_{\pm 5\%}) / T \quad (8)$$

де $t(Uy_{\pm 5\%})$ – час коли значення усередненої напруги знаходилось у допустимих межах.

Використання цільової функції мінімальних загальносистемних втрат активної потужності в локальних електричних системах в задачі оптимізації місць приєднання розосереджених джерел енергії у розподільних електричних мережах передбачає розрахунок імовірності забезпечення нормативних втрат електроенергії. В залежності від повноти інформації про навантаження елементів електричної мережі за розрахунковий період для розрахунків навантажувальних втрат розподільних мереж 10 кВ можуть використовуватись наступні методи:

1. Методи, в яких використовують кількість годин найбільших втрат τ :

$$\Delta W_n = \Delta P_{\max} \tau, \quad (9)$$

де ΔP_{\max} - втрати потужності в режимі максимального навантаження мережі.

2. Методи середніх навантажень, які використовують формулу

$$\Delta W_n = \Delta P_{cp} k_\phi^2 T, \quad (10)$$

де ΔP_{cp} – втрати потужності в мережі при середніх навантаження вузлів (або мережі в цілому) за час T ;

k_ϕ – коефіцієнт форми графіка потужності або струму.

Інтегрування неперервного графіка навантаження здійснюється з використанням способів дискретної обробки. Відповідно визначаються всі залежні величини. Наприклад, середньоквадратичне значення струму знаходиться за формулою

$$I_{с.кв.} = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n I_i^2 \Delta t_i}. \quad (11)$$

Величини τ і k_ϕ , що характеризують форму графіка навантаження.

Відомо, що кількість годин найбільших втрат визначається за формулою:

$$\tau = k_3^2 k_\phi^2 T, \quad (12)$$

де k_3 – коефіцієнт заповнення графіка, який характеризує відносну кількість годин використання максимального навантаження. Він визначається:

$$k_3 = \frac{P_{cp}}{P_{max}}, \quad (13)$$

де $P_{cp} = W / T$ – середнє значення потужності за період T ;

W – електроенергія, відпущена споживачам за період T ;

P_{max} – максимальне навантаження мережі.

Для визначення втрат електроенергії за формулами (9) або (10) достатньо визначити одну з величин τ чи k_ϕ . Іншу можна визначити з рівняння зв'язку (12). Як правило, в першу чергу визначають k_ϕ .

На сьогодні відомо ряд методів визначення коефіцієнта форми графіка навантаження. Найкращі результати для мереж 10-0,4 кВ забезпечує наступний метод:

$$\text{якщо } \lambda < 1, \quad \text{то } k_\phi^2 = \left(\frac{0,124}{k_3} + 0,876 \right)^2;$$

$$\text{якщо } \lambda \geq 1, \quad \text{то } k_\phi^2 = 1 + \frac{(1 - k_3)(k_3 - k_{\min})^2}{(1 + k_3 - 2k_{\min})k_3^2},$$

$$\text{де } \lambda = \frac{k_3 - k_{\min}}{1 - k_3}, \quad k_{\min} = P_{\min} / P_{\max}.$$

Таким чином, для визначення втрат електроенергії за звітний період T необхідна інформація про мінімальне та максимальне навантаження мережі, а також кількість відпущеної (спожитої) електроенергії за цей же період.

Для визначення ймовірності забезпечення нормативного відхилення втрат електроенергії використаємо вираз:

$$\bar{P}(\Delta W_n, T) = t(\Delta W_{\pm 5\%}) / T \quad (14)$$

де $t(\Delta W_{\pm 5\%})$ – час коли значення втрат електроенергії знаходилось у допустимих межах.

Висновок

Використання ймовірності забезпечення нормативного відхилення напруги, у якості змінної в цільовій функції мінімальних сумарних втрат активної потужності в локальних електричних системах з розподіленими джерелами електричної енергії, дозволить враховувати показник якості напруги під час розрахунку

оптимального значения сумарного прибутку від експлуатації ВДЕ приєднаних на паралельну роботу у розподільній мережі.

Література

1. Лежнюк П. Д. Оптимальное керування розосередженими джерелами енергії в локальній електричній системі / П. Д. Лежнюк, В. В. Кулик, О. А. Ковальчук // Праці Інституту електродинаміки НАН України. Збірник наукових праць. Спеціальний випуск. Ч. 1. – 2011.– С. 48–55. – ISSN 1727-9895.
2. Walid El-Khattam, Kankar Bhattacharya, Yasser Hegazy and M. M. A. Salama, «Optimal Investment Planning for Distributed Generation in a Competitive Electricity Market», IEEE Transactions on Power Systems, vol. 19, no. 3, pp. 1674-1684, August 2004. Analytical Approaches for Optimal Placement of Distributed Generation Sources in Power Systems.
3. Andrew Keane, Mark O'Malley «Optimal Allocation of Embedded Generation on Distribution Networks», IEEE Transactions on Power Systems, vol. 20, no. 3, pp. 1640-1646, August 2005.
4. N. S. Rau and Y.-H. Wan, Optimum location of resources in distributed planning, IEEE Transactions on Power Systems, vol. 9, pp. 2014-2020, Nov. 1994.
5. Caisheng Wang, M. Hashem Nehrir «An Analytical Method for DG Placements Considering Reliability Improvements», IEEE Transactions on Power Systems, vol. 19, no. 4, pp. 2068-2076, November 2004.
6. Hamid Falaghi, Mahmood-Reza Haghifam «ACO Based Algorithm for Distributed Generation Sources Allocation and Sizing in Distribution Systems», PowerTech, pp. 555-560, 2007.
7. Víctor H. Méndez Quezada, Juan Rivier Abbad, and Tomás Gómez San Román «Assessment of Energy Distribution Losses for Increasing Penetration of Distributed Generation», IEEE Transactions on power systems, vol. 21, no. 2, pp.533-540, May 2006.

Д.т.н. Сулейменов О.А.

Таразский государственный университет, Казахстан, г.Тараз

ПРОЦЕССЫ РАЗДЕЛЕНИЯ МЕЛКО-УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Разработка процессов сухой переработки дисперсных твердых материалов для засушливых регионов имеет неоспоримую актуальность. Нами исследованы электронно-ионные процессы, происходящие при воздействии внешнего поля на заряженный диспергированный твердый материал. Процесс разделения производится в воздушной среде, что обуславливает интенсивную трибозарядку и сохра-