

SEZIONE VIII. ENERGIA E INGEGNERIA ELETTRICA

DOI 10.36074/logos-03.03.2023.17

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ДЖЕРЕЛ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

Пантелєєва Ірина Вікторівна

кандидат технічних наук, доцент кафедри фізики,
електротехніки і електроенергетики

Українська інженерно-педагогічна академія (м. Харків)

Шматько Наталія Михайлівна

доктор економічних наук, професор кафедри менеджменту

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Слоньова Лариса Вікторівна

студентка бакалавріату

Українська інженерно-педагогічна академія (м. Харків)

УКРАЇНА

У статті пропонується підхід по визначенню оптимального місця розміщення джерел розподіленої генерації в умовах систем електропостачання. Розробка цього підходу обумовлена необхідністю підвищення ефективності функціонування існуючих об'єктів електроенергетики та тих об'єктів, які тільки вводяться в експлуатацію. У роботі відображена методика, яка дозволяє на етапі проєктування нової або реконструкції існуючої електричної мережі здійснювати пошук економічно доцільного місця установки джерел електричної та теплової енергії у залежності від їх потужності та віддаленості від споживачів. Критерієм оптимальності є мінімум витрат на передачу потужності у мережі, враховуються обмеження по пропускній здатності окремих елементів системи електропостачання (лінії електропередачі, силові трансформатори) та допустимі втрати напруги у її вузлах.

При переході енергетики на шлях інтелектуального розвитку основною тенденцією стає децентралізація виробництва енергії, важливою ланкою є споживач. У нових умовах у нього з'являються можливості змінювати своє енергоспоживання при зміні вартості енергоресурсів, а також мати власні установки для виробництва та зберігання електроенергії.

Прос'юмер змінює схему та величину потоків електроенергії в енергосистемах та може вплинути на результати оптимізації паливно-енергетичного комплексу (ПЕК). В цьому зв'язку все більшу актуальність мають дослідження на рівні регіонів, де йде узгодження інтересів виробників та споживачів енергії, оцінка умов, можливостей та масштабів розподіленої генерації (РГ).

У зв'язку з прискоренням будівництва нових житлових, промислових, сільськогосподарських об'єктів гостро встають питання їх підключення до регіональних енергосистем. Зараз такі проблеми вирішують шляхом будівництва джерел розподіленої генерації, живлення віддалених споживачів

також здійснюється за рахунок введення в експлуатацію таких установок [1].

Втілення таких об'єктів викликає проведення досліджень, присвячених підвищенню ефективності їх роботи за рахунок визначення економічно доцільного розміщення, вибору кількості та потужності генераторів, розрахунку параметрів режиму систем електропостачання [2].

Розглядаються особливості режимів роботи електричних мереж з джерелами РГ в умовах промислових енергорайонів [3] на стадії проектування об'єктів необхідно здійснювати оцінку ефективності їх втілення, у роботі [4] розглядається методика, яка дозволяє визначати економічні показники та здійснювати техніко-економічне обґрунтування втілення об'єктів РГ.

Підхід, що пропонується, забезпечить надійність енергопостачання, знизить втрати енергії у розподільчих мережах, особливо, якщо споживач знаходиться на значній відстані від джерела генерації [5]. У результаті ефективного розподілу потужності між генераторами в енергосистемі значення втрат оптимізується, і, як наслідок, мінімізуються витрати палива на ТЕС.

Таким чином, питанням оптимізації режимів роботи об'єктів електроенергетики і, зокрема, джерел розподіленої генерації, присвячено багато наукових робіт, що свідчить про актуальність цієї проблеми

Мета роботи: пропонується підхід, який дозволяє визначати оптимальне місце розташування об'єктів розподіленої генерації.

Застосування розглянутої методики дозволить знизити витрати на передачу потужності у розподільчій мережі та підвищити ефективність використання джерел електричної та теплової потужності.

Місце розміщення джерел РГ визначається по критерію мінімуму витрат на втрати потужності у мережі:

$$C(\Delta W_{\text{лп}}) = \Delta W_{\text{лп}} \cdot \beta = \Delta P_{\text{лп}} \cdot \tau \cdot \beta \quad (1)$$

де C – вартість втрат, грн/кВт·г; $\Delta W_{\text{лп}}$ – втрати електроенергії в ЛЕП, кВт·г;

$\Delta P_{\text{лп}}$ – втрати активної потужності в ЛЕП, кВт; β – тариф на електроенергію, грн/кВт·г; τ – час найбільших втрат, г.

При розрахунку враховується умова:

$$\sum P_{\text{джер}} = P_{\text{необхідне}} \quad (2)$$

де $\sum P_{\text{джер}}$ – сумарна потужність джерел РГ, МВт; $P_{\text{необхідне}}$ – необхідна величина потужності джерел розподіленої генерації, МВт.

На цільову функцію накладаються режимні обмеження:

$$U_{\text{imin}} \leq U_i \leq U_{\text{imax}}$$

$$S_{\text{imin}} \leq S_i \leq S_{\text{imax}}$$

де $U_{\text{imin}}, U_{\text{imax}}$ – гранично допустимі втрати напруги у вузлі ($\pm 10\%$ від номінального значення), кВ; $S_{\text{imin}}, S_{\text{imax}}$ – мінімальне та максимальне допустиме значення потужності, яка протікає по елементах електричної мережі, визначається навантажувальною здатністю об'єкта, МВА.

У якості вихідних даних для розрахунку застосовуються техніко-економічні моделі джерел РГ. У загальному випадку такі моделі представляють собою залежність потужності на клеммах генератора від одиниці витрати енергоносія, що використовується.

Алгоритм дозволяє визначити оптимальне місце установки джерел при їх заданій кількості та потужності, та можливих місцях розміщення.

Кількість можливих варіантів розташування джерел визначається за виразом:

$$n = \frac{m!}{(m-k)!}, \quad (4)$$

де n – можлива кількість варіантів схем; m – задана кількість місць установки джерел РГ; k – кількість джерел РГ.

Результатами роботи алгоритму є рекомендації по оптимальному розташуванню генераторів у системі електропостачання та вивід техніко-економічних показників: витрат на передачу потужності в мережі, втрати активної потужності у мережі.

Таким чином методика визначення економічно доцільних місць установки джерел розподіленої генерації дозволить знизити втрати потужності в розподільчих мережах та, тим самим, підвищити ефективність їх роботи.

Такий підхід передбачається для використання на стадії проектування при реконструкції існуючих об'єктів або при введенні в експлуатацію нових об'єктів.

Підхід дозволяє врахувати особливості роботи генераторів теплових електростанцій.

Список використаних джерел:

- [1] Zhang S. et al. (2018) Compilation and optimization of nuclear power plant preventive maintenance program, 2018 International Conference on Quality, Reliability, Risk, Maintenance, and Safety Engineering, Chengdu. P. 748-753.
- [2] Dzobo O. (2019). Virtual power plant energy optimization in smart grids, 2019. Southern African Universities Power Engineering Conference/ Robotics and Mechatronics / Pattern Recognition Association of South Africa. P. 714-718.
- [3] Samoilyk O.V., Kurbaka H.V., Dudnyk M.V. (2016). Analysis of power balance of local power supply system on the basis of renewable energy sources and storage batteries. Energoberezhniye. Energetika. Energoaudit, no. 11 (154), P. 22-32.
- [4] CIGRE, International Council on Large Electricity Systems, <http://www.cigre.org>
- [5] Iryna Pantielieieva, Oliinyk Yuliia, Nataliia Shmatko, Alyona Glushko. (2021). Identification of Parameters of Electrical Signals in Order to Control Energy Facilities. IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek) 2021/9/13 2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology. P. 58-62.
- [6] Пантелєєва І.В., Шматько Н.М., Глушко А.В. (2020) Забезпечення енергозбереження при використанні установок на біопаливі. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер.: Нові рішення в сучасних технологіях = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser.: New solutions in modern technology : зб. наук. пр. Харків: НТУ "ХПІ". No 2. С. 38-44.