

ВИЗНАЧЕННЯ ВУЗЛІВ ОПТИМАЛЬНОГО ПІДКЛЮЧЕННЯ ДЖЕРЕЛ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

Є.О. ЛЯНИЦЬКИЙ¹, магістрант

e-mail: ievgen.lyanitskyi@kname.edu.ua

В.М. ОХРИМЕНКО¹, к.т.н., доцент

¹⁾ Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова 17, м. Харків, Україна 61002

Характерною тенденцією сучасного розвитку систем електропостачання стало постійне зростання встановленої потужності джерел відновлюваної енергетики (ДВЕ). Збільшення долі ДВЕ в загальній потужності генерування створює проблеми у роботі електричних мереж в силу досить значної нестабільності генерування електричної енергії цими джерелами. Одиначна потужність окремих установок ВДЕ в порівнянні з системною потужністю незначна, але, з урахуванням потенційно великої кількості установок виникає ціла складова балансів потужності та енергії, що не підпадає під централізовану диспетчеризацію і не входить в ієрархію формування балансів потужності та енергії в енергосистемі. Локальне регулювання режимів наруги в точці підключення розподіленої генерації, відсутність диспетчерського ведення і керування щодо генерації, самостійне визначення джерелом ВДЕ свого графіка роботи призводять до системних проблем, пов'язаних з режимами роботи мережі. Метою роботи було виконання проведення огляду стану питання щодо визначення раціональних місць підключення ВДЕ до вузлів електричної мережі.

Введення джерел ВДЕ без виконання відповідного аналізу параметрів електричної мережі може призвести до збільшення втрат енергії в мережі і, як наслідок, до негативних наслідків. Використання оптимізаційних методів, які дозволяють отримувати найкраще рішення для конкретних розподільних мереж, може бути корисним розв'язання проблем розвитку енергосистем з існуючими і перспективними ВДЕ. Пошук місця підключення та величини потужності ВДЕ може бути виконаний виходячи з критерію покращення одного або декількох параметрів наявної електричної мережі.

Існує безліч методів оптимального розміщення установок розподіленої генерації в електричній мережі для підвищення економічної вигоди та мінімізації технічних проблем.

Для цієї задачі може використовуватися як одно-, так і багатокритеріальна цільова функція. Як один критерій може використовуватися: мінімізація втрат активної потужності; мінімізація втрат електроенергії; мінімізація витрат; мінімізація відхилення напруги; максимізація вигоди; максимізація видачі потужності від ВДЕ.

Проблема підвищення ефективності сумісного функціонування різнотипних відновлюваних джерел енергії в електромережах, питання оптимізації схем їх приєднання, автоматизації функцій оптимального керування режимами ВДЕ з урахуванням особливостей перетворення ними первинної енергії та електричних зв'язків детально розглянуті в [1].

Багато авторів на заміну традиційним методам оптимізації (лінійному програмуванню, симплекс методу, методу множників Лагранжа, квадратичному програмуванню тощо) пропонують застосовувати наближені методи, у тому числі евристичні підходи та штучні нейронні мережі [2].

У роботі [3] наведена динамічна модель багатоцільового планування для розширення розподільної мережі з ВДЕ, використовуючи генетичний алгоритм. Оптимізація втрат відбувається шляхом визначення оптимальних розмірів, місць розташування та динаміки інвестицій в блоки розподіленої генерації, а також враховується термін їхньої окупності.

Застосування генетичного алгоритму показало свою ефективність для великих розподільних систем, у тому числі й субоптимальних рішень, у разі порівняння з методом перебору можливих варіантів [4]. У цьому випадку одним з основних критеріїв вибору потужності локального джерела є мінімум втрат на приєднання до i -тої шини розподільної системи, а місце установки визначається як шина, на якій втрати за підключення джерела оптимальної потужності будуть мінімальними. Для пошуку оптимального рішення також враховуються такі умови, як нормоване відхилення напруги на шинах та струм у лініях.

Серед показників вибору місця підключення ДВЕ до розподільної мережі також пропонуються наступні.

1. Інвестиційний. У ринкових умовах найважливішу роль відіграє фінансова складова. Жорстка обмеженість інвестиційних коштів змушує робити вибір, що балансує між ціною і якістю.

2. Втрати активної та реактивної потужностей. ДВЕ можуть сприяти зниженню втрат потужності в електричних мережах, оскільки дають можливість розвантажити лінії електропередачі.

3. Вплив на напругу у вузлі підключення. Ще однією перевагою від впровадження ДВЕ в мережу є можливе поліпшення параметрів напруги в мережі. Цей критерій дозволяє приймати рішення з погляду максимальних відхилень напруги від номінальних значень.

4. Вплив на струмове навантаження ЛЕП. Зазвичай ДРЕ розташовують поблизу місць навантаження і на деяких ділянках ЛЕП струм може знижуватися, розвантажуючи лінію електропередачі та збільшуючи запас за пропускну здатністю.

Не зважаючи на численність публікацій щодо визначення місць підключення ДВЕ загальноприйнятих рішень ще немає. Важливим є розроблення комплексних рекомендацій, які дозволять враховувати максимальну кількість факторів, як технічного, так і економічного характеру.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лежнюк П.Д. Відновлювані джерела енергії в розподільних електричних мережах: монографія / П. Д. Лежнюк, О. А. Ковальчук, О. В. Нікіторович, В. В. Кулик. - Вінниця: ВНТУ, 2014. — 204 с.
<https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/download/117/203/231-1?inline=1>
2. Haesen E, Espinoza M. & al (2005). Optimal placement and sizing of distributed generator units using genetic optimization algorithms. *Electrical Power Quality and Utilisation Journal*. Vol.1. No.1. P. 97-104.
<https://www.researchgate.net/publication/255650195>
3. Soroudi A, Ehsan M, Zareipour H. (2011). A practical eco-environmental distribution network planning model including fuel cells and non-renewable distributed energy resources. *Renewable Energy*. Vol.36(1). P. 179-188.
<https://www.researchgate.net/publication/222577476>
4. Deependra Singh, Devender Singh, K.S. (2009). Verma Multiobjective Optimization for DG Planning With Load Models. *IEEE Transactions on Power Systems*. Vol.24. No.1. <https://www.researchgate.net/publication/224375761>