

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФУНКЦІОНУВАННЯ ДЖЕРЕЛ РОЗПОДІЛЕНОГО ГЕНЕРУВАННЯ В ЛОКАЛЬНИХ ЕНЕРГОСИСТЕМАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. В роботі досліджено особливості функціонування джерел розподіленого генерування в локальних енергосистемах при нормальних та післяаварійних режимах.

Ключові слова: джерела розосередженого генерування, нормальний режим, післяаварійний режим, локальна енергосистема.

Abstract. The features of the distributed generation sources functioning in local power systems in normal and post-accident modes are investigated.

Keywords: distributed generation sources, normal mode, post-accident mode, local power system.

Вступ

В останні десятиліття в світі спостерігається інтенсивний розвиток використання джерел розподіленого генерування (ДРГ). До таких джерел енергетичні установки, які використовують процеси спалювання палива (міні газотурбінні і парогазові установки, установки на біомасі та ін.), а також поновлювані природні ресурси (малі гідроелектростанції, вітроустановки, фотовольтаїчні установки та ін.). Під час роботи в системі джерела розподіленої генерації підключаються на низькій напрузі (6-35 кВ) в локальні енергосистеми (ЛЕС). Підключення ДРГ до ЛЕС має позитивний вплив на її властивості, але поряд з цим створює нові проблеми, з якими доводиться стикатися при керуванні режимами системи електропостачання з розподіленою генерацією.

Результати дослідження

Локальна енергосистема, яка є по суті розподільною електричною мережею, в складі якої є джерело розподіленої генерування, може бути нерівномірно завантаженою, отже, потребує коригування потокорозподілу, яке може бути досягнуте шляхом відповідної реконфігурації ЛЕС [1]. Реконфігурацією називають процес зміни конфігурації розподільної мережі зміною положення комутаційних апаратів, при якому змінюється стан мережі. Реконфігурація мережі необхідна для мінімізації втрат, перемикавання навантаження з одного фідера на інший, покращення рівнів напруги і стійкості, виведення аварійних ділянок лінії [2].

Установки ДРГ оптимально розміщуються в точках, де вони забезпечують максимальне зменшення втрат в розподільній мережі. При правильному розташуванні вказаних джерел втрати потужності можуть суттєво знизитися.

«Острівний» режим є одним з важливих післяаварійних режимів ЛЕС з ДРГ. При наявності напруги в мережі розподілене генерування генерує електроенергію з параметрами, які повністю відповідають мережевим. При втраті електропостачання від живильної підстанції основної мережі є можливість виділити установку ДРГ на близьке за потужністю навантаження, що забезпечить в першу чергу електропостачанням споживачів першої категорії. У випадку аварії в основній мережі ДРГ перемикається в автономний режим і слідує за параметрами навантаження.

Джерела розподіленого генерування вносять великі зміни в мережеву конфігурацію і режими, в результаті чого вимоги до традиційного захисту і керування системи змінюються. На сьогоднішній день стандарти на підключення ДРГ до системи електропостачання засновані на принципі, що розподілене генерування не повинне впливати на нормальне виконання дій захисту і керування системою. Джерела розподіленого генерування є практично раціональним варіантом забезпечення надійності електропостачання в зонах централізованої енергетики. Головним засобом підвищення надійності є структурне резервування.

При вирішенні різних задач розрахунок усталеного режиму електричної системи має важливу роль. Розподільні електричні мережі (РЕМ) мають деякі особливості, які роблять можливим використання більш простих методів, ніж для складнозамкнених електричних мереж. Для

розподільних електричних мереж більш ефективними є методи, що враховують топологічну специфіку таких мереж. Найбільшого поширення набув метод зворотного (прямого) ходу, що дозволяє вирішувати задачу розрахунку усталеного режиму РЕМ при досить повному його математичному описі [3-4].

Наявність ДРГ дозволяє підтримувати рівні напруг в вузлах ЛЕС, зменшити втрати активної і реактивної потужності в мережі, забезпечити більш високий рівень надійності електропостачання споживачів за рахунок збереження живлення деяких споживачів від ДРГ при аварійному відключенні основного пункту живлення системи електропостачання.

З огляду на це виникає важлива проблема координації керування нормальними режимами ЛЕС з ДРГ шляхом реконфігурації мережі при забезпеченні мінімуму втрат потужності і дотриманні необхідних меж зміни напруг і струмів, а також керування післяаварійними режимами при забезпеченні мінімуму дефіциту потужності в результаті втрати основного пункту живлення шляхом формування «островів».

Подібна багатокритеріальна задача не завжди може бути зведена до однокритеріальної постановки. Таку задачу можна вирішити шляхом послідовних дій, при цьому для реконфігурації розподільної мережі можна використати метод колонії мурах або виділення «островів», шляхом формування осередків.

Загальний підхід до координації керування нормальними і післяаварійними режимами ЛЕС, що включають ДРГ, полягає в наступному. В нормальних режимах метою керування є реконфігурація РЕМ шляхом розмикання контурів, при цьому в якості критерію розглядається мінімум втрат активної потужності в мережі [5]:

$$\sum_{n \in N} R_{nm} I_{nm}^2 \rightarrow \min, m \in M, \quad (1)$$

де M - безліч розглянутих нормальних режимів відповідно до графіків навантаження споживачів і завантаженням ДРГ; N - число віток в мережі; R_{nk}, I_{lk} - активний опір і струм в вітці n для режиму m .

У післяаварійному режимі при втраті основного пункту живлення виникає завдання забезпечення електроенергією відповідальних споживачів шляхом виділення «островів», що вмикають ДРГ, які працюють на збалансоване навантаження. Критерієм при виділенні «островів» є мінімум дефіциту потужності в післяаварійних режимах:

$$\left(\sum_{m \in J} P_{jm} - \sum_{m \in J} P_{ki} \right) \rightarrow \min, m \in M, i \in G, \quad (2)$$

де G - безліч розглянутих післяаварійних режимів при втраті основного пункту живлення; P_{jm} - навантаження у j вузлі мережі в нормальному режимі m ; P_{ki} - навантаження у вузлі k в післяаварійному режимі i -ї частині мережі, що включає J вузлів, що належать всім «островам»; J - число вузлів в мережі.

Висновок

Дослідження режимів роботи ДРГ в ЛЕС показало необхідність комплексного керування нормальними та післяаварійними режимами систем електропостачання з розподілим генеруванням при використанні різних методів для вирішення окремих задач.

Метод оптимальної реконфігурації РЕМ з точки зору мінімуму втрат, використовуючи евристичний алгоритм колонії мурах дозволить виділяти «острови» в ЛЕС з ДРГ при втраті основного пункту живлення, що дозволить не лише мінімізувати втрати потужності, а й покращити рівні напруг та забезпечити більш високий рівень надійності електропостачання споживачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бурикін О.Б. Оптимізація режиму локальних електричних систем з відновлювальними джерелами енергії [Текст] / Бурикін О.Б., Малогулко Ю.В. // Наукові праці ДонНТУ. Серія «Електротехніка та електротехнології». – 2013. – №2 - Вип. 15 (338). – С. 42-46. - ISSN 2074-2630.
2. J.Z. Zhu. Optimal reconfiguration of electrical distribution network using the refined genetic algorithm, Electric Power Systems Research, Vol. 62, No. 1, 2002, pp. 37 – 42.

3. Z. Zhu , X.F. Xiong , D. Hwang , and A. Sadjadpour , “ A comprehensive method for reconfiguration of electrical distribution network ,” IEEE/PES 2007 General Meeting, Tampa, USA, June 24 – 28 , 2007 .

4. D. Shirmohammadi and H.W. Hong , Reconfiguration of Electric Distribution Networks for Resistive Line Losses Reduction, IEEE Trans. PWRD, Vol. 4, No. 2 , 1989 , pp. 1492 – 1498 .

5. Бат-Ундрал Б. Минимизация потерь в распределительной электрической сети на основе выбора мест ее размыкания с использованием алгоритма колонии муравьев // Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири», Иркутск: ИрГТУ, 2008.

Юлія Володимирівна Малогулко — к.т.н., доцент кафедри електричних станцій і систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: Juliya_Malogulko@ukr.net;

Семенюк Юрій Васильович — студент групи 1Е-14б, факультет електроенергетики, електромеханіки та електротехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Juliya V. Malogulko —Ph.D., Assistant Professor of electrical stations and systems department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : Juliya_Malogulko@ukr.net;

Semeniuk V. Yuri - student of 1E-14b group, Department of Electricity, Electromechanics and Electrical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.