

КЕРУВАННЯ РОЗПОДІЛЕНИМ ГЕНЕРУВАННЯМ У ЕЛЕКТРИЧНІЙ СИСТЕМІ З ВИКОРИСТАННЯМ ARFC

Вінницький національний технічний університет

Анотація:

В роботі розглядається актуальність та проблеми застосування технології розподіленого генерування електроенергії. Концепція цієї технології полягає у виробництві електроенергії в різних точках споживання, що забезпечується за допомогою відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова, гідроенергія, тощо. ARFC дає змогу досягти підвищення ефективності регулювання потужності та напруги, зменшити втрати потужності та підвищити ефективність роботи мережі з розподіленим генеруванням.

Ключові слова: електроенергетична система, ВДЕ, розподілене генерування.

Abstract:

The relevance and challenges of distributed power generation technology are considered in this work. The concept of this technology involves generating electricity at various points of consumption, utilizing renewable energy sources such as solar, wind, hydro, etc. ARFC enables improved regulation of power and voltage, reduces power losses, and enhances the efficiency of distributed generation networks.

Keywords: electric power system, RES, distributed generation.

Вступ

Розподілене генерування (РГ) є технологією, що швидко розвивається і залучила значну увагу в останні роки [1]. Концепція РГ передбачає виробництво електроенергії на місці споживання, зазвичай використовуючи відновлювані джерела енергії (ВДЕ), такі як сонячна, вітрова та гідроенергія. Цей підхід до виробництва електроенергії надає численні переваги, включаючи зменшення втрат під час її передачі та розподілу, покращення якості електроенергії, а також підвищення надійності та стійкості електричної мережі [2].

Однак інтеграція РГ систем до електроенергетичної системи також пов'язана з технічними та експлуатаційними викликами [3]. Наприклад, нестабільність генерування багатьох ВДЕ може призвести до проблем з якістю електроенергії та коливаннями напруги, тоді як децентралізована природа РГ систем може зробити їх складними для контролю та координації з мережею. Крім того, існують побоювання стосовно впливу РГ систем на стійкість енергосистем, а також необхідність забезпечення безпеки та надійності цих систем [4].

Основна частина

Виклики пов'язані з розподіленим генеруванням електроенергії включають проблеми зі стабільністю енергосистеми у разі використання великої кількості ВДЕ та складністю контролю та координації роботи розподілених джерел. Однак, нові технології та алгоритми керування можуть вирішувати ці проблеми та забезпечувати стабільну роботу розподіленого генерування електроенергії. Розподілене генерування електроенергії має потенціал для покращення якості життя та забезпечення сталого розвитку енергетичної системи, незважаючи на виклики, з якими вона зіткнулася.

Одним із таких викликів розподіленого генерування є підключення розподілених джерел енергії до електричної мережі [2]. Це може бути складним процесом, оскільки джерела енергії можуть знаходитися в різних місцях, а їхні параметри можуть не відповідати параметрам електричної мережі. Наприклад, вітрові та сонячні електростанції є нестабільними джерелами енергії, тому підключення до електричної мережі вимагає спеціальних технологій і обладнання для забезпечення стабільності мережі [3]. Існує низка проблем, пов'язаних з інтегруванням розподілених джерел енергії до електричної мережі, зокрема це контроль та координація їх роботи. Зважаючи на децентралізовану природу розподіленого генерування, необхідно розробляти

ефективні алгоритми та системи контролю, які б забезпечували надійну та безперебійну роботу системи.

Один з алгоритмів, які можуть вирішити проблему розподіленого генерування – це алгоритм керування потоками активної та реактивної потужності на базі моделювання мережевих компонентів *ARFC (Active and Reactive Power Flow Control Algorithm Based on Network Component Modeling)* [5]. Алгоритм забезпечує керування потоками активної та реактивної потужностей, враховуючи динаміку параметрів основного обладнання електричної мережі. *ARFC* використовує моделі різних компонентів мережі, таких як генератори, трансформатори, лінії передачі, що дає змогу точніше оцінювати потреби в регулюванні потужності та напруги. Алгоритм *ARFC* базується на принципі максимізації потужності для кожного компоненту мережі, використовуючи ітераційний процес з постійним оновленням потужностей та напруг. На кожній ітерації алгоритм оцінює вплив кожного компонента мережі на потужність та напругу в інших компонентах та здійснює відповідні корекції.

ARFC дає змогу досягти ефективнішого регулювання потужності та напруги, зменшити втрати потужності та підвищити ефективність роботи мережі з розподіленим генеруванням. Також він забезпечує підтримку стабільної роботи мережі після змін навантаження та може бути використаний в комбінації з іншими технологіями та стратегіями для досягнення максимальної ефективності та надійності роботи мережі. Алгоритм вирішує проблеми з контролем напруги та стабільності в розподільних мережах з високою часткою розосередженого генерування, застосовуючи оптимальне керування відповідними компонентами мережі. Його основна ідея полягає в тому, що на основі моделювання електричних компонентів мережі алгоритм визначає оптимальні значення потоків активної та реактивної енергії для кожного компонента мережі.

Алгоритм можна реалізувати за допомогою програмного забезпечення, що використовується для керування мережами оператора систем розподілу, і можна використати в мережах різних класів напруги з розподіленим генеруванням. Використання алгоритму дає змогу забезпечити стабільну роботу розподіленого генерування та знизити витрати на керування ним. Це робить його ефективним рішенням для систем розподілу електроенергії з високою часткою розосередженого генерування.

Як показує досвід оптимальним способом інтегрування РГ до розподільних електромереж є комбіноване приєднання різнотипних джерел. Це сприяє підвищенню енергоефективності ВДЕ та зменшує необхідний обсяг резервної потужності гарантованого генерування. Додаткове зменшення необхідного резерву для компенсації нерівномірності графіків генерування можна отримати застосувавши *ARFC* [3-4].

Висновок

Розподілене генерування електроенергії має значний потенціал для забезпечення сталого розвитку енергетичної системи та поліпшення якості життя. Проте, використання великої кількості відновлюваних джерел енергії може створювати проблеми зі стабільністю систем розподілу електроенергії, контролю та координації роботи розосередженого генерування. Для вирішення проблеми доцільно використовувати нові технології та алгоритми керування, такі як *Active and Reactive Power Flow Control Algorithm Based on Network Component Modeling*. Адже вони дають змогу ефективно вирішувати ці проблеми та забезпечувати сталий розвиток енергосистеми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Jenkins, N., Ekanayake, J.B., & Strbac, G. (2004). *Introduction to distributed generation*. Wiley.
2. Jenkins, N., Ekanayake, J.B., & Strbac, G. (2004). *Impact of distributed generation on power systems*. Wiley.
3. Jenkins, N., Ekanayake, J.B., & Strbac, G. (2004). *Distributed generation technologies*. Wiley.
4. Sioshansi, R. (Ed.). (2010). *Distributed generation and its implications for the utility industry*. Academic Press.
5. Li, F., Xu, Z., & Liu, Y. (2017). Active and reactive power flow control algorithm based on network component modeling. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 64(12), 9811-9821.

Кулик Володимир Володимирович - д. т. н., доц. каф. ЕСС, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: volodymyrvkulyk@gmail.com

Затхей Максим Вікторович - аспірант, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: maxzathey@gmail.com

***Kulyk Volodymyr V.** Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electrical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: volodymyrvkulyk@gmail.com*

***Zathey Maksym V.** - student, Department of Electricity, Electromechanics and Electrical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: maxzathey@gmail.com*