

УДК 621.311

М. Г. Тарасенко, д.т.н., проф., В. І. Гетманюк, В. А. Цекот

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА СТАБІЛЬНІСТЬ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЛОКАЛЬНИХ СПОЖИВАЧІВ

M. H. Tarasenko, Dr., prof., V. I. Hetmaniuk, V. A. Tsekot

IMPACT OF RENEWABLE ENERGY SOURCES ON THE STABILITY OF ELECTRICITY SUPPLY TO LOCAL CONSUMERS

Завдяки розбудові відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в електроенергетичних системах, зокрема в розподільних електричних мережах, появилась можливість створювати системи електропостачання споживачів на основі ВДЕ, ріст застосування ВДЕ на практиці вимагає нових стратегій для експлуатації та управління електричною мережею, щоб підтримувати або навіть покращувати надійність і якість енергопостачання.

Якість електроенергії визначається як ступінь відповідності електроенергії, що постачається споживачам, встановленим стандартам, і здатність задовольняти вимоги обладнання кінцевого користувача. Зниження якості електроенергії означає виникнення проблем з живленням, що проявляються у відхиленнях напруги, струму та/або частоти, які можуть призвести до відмови або некоректної роботи обладнання кінцевих користувачів. У традиційних електричних мережах низька якість електроенергії може бути спричинена змінними або нелінійними навантаженнями, такими як пуск/зупинка великих двигунів, дугових печей, освітлення, перемикачів, тягових приводів тощо, а також збоями в мережі, викликаними старінням обладнання, проблемами з лініями електропередачі, ізоляторами тощо.

З високим рівнем проникнення ВДЕ, таких як вітер і сонячна енергія, які характеризуються переривчастим або непередбачуваним характером, з'являються додаткові фактори, що можуть погіршувати якість електроенергії в розподільних мережах.

З огляду на вищесказане, деякі з ключових рішень використання ВДЕ для стабільного електропостачання полягають у наступному:

1. Баланси потужності з використанням ВДЕ виконуються шляхом інтеграції ВДЕ з накопичувачами енергії. Перевага цієї схеми полягає в тому, що вона дає змогу здійснювати інтеграцію ВДЕ як на рівні розподільчих мереж, так і на рівні об'єднаної електроенергетичної системи України. Пік вироблення енергії у ВДЕ не збігається з піком споживання, відповідно й в певні періоди з'являється надлишок енергії, яка генерується. Накопичувачі енергії дозволяють усунути добовий дисбаланс між виробленням енергії ВДЕ й її попитом і, тим самим, продовжити збільшувати долю ВДЕ в балансі енергосистеми.

2. Використання технологій силової електроніки має ключове значення для розподіленої генерації та інтеграції ВДЕ в електричну мережу. Цей напрямок швидко розвивається, оскільки ці технології стають усе більш інтегрованими з мережевими системами. Останніми роками силова електроніка зазнала значного прогресу завдяки двом основним чинникам: розвитку швидких напівпровідникових перемикачів з високими швидкостями комутації та підвищення їхніх потужностей, а також впровадженню комп'ютерних контролерів реального часу, здатних реалізувати складні алгоритми управління. Ці досягнення стали основою для створення економічних і мережових перетворювачів.

3. Негативний вплив переривчастості виробництва електроенергії з ВДЕ можна зменшити, розподіливши генерацію на більшу кількість географічних регіонів, використовуючи дрібні потужності, замість великих установок, сконцентрованих в одній місцевості.

4. Для зменшення навантаження на мережу і зниження витрат, оптимальним є використання енергії в нічний час або під час непікових навантажень, коли це забезпечується традиційною енергетичною системою.

В результаті проведеного аналізу впливу ВДЕ на енергосистему були зроблені такі висновки:

1. Виробництво електроенергії з ВДЕ є непередбачуваним і змінним, що може викликати проблеми з підтриманням стабільної напруги та частоти в енергосистемі.

2. Для забезпечення надійності енергосистеми, що включає ВДЕ, потрібно впроваджувати резервні джерела енергії або системи накопичення енергії, які дозволяють згладжувати коливання потужності.

3. Зміни в генерації електроенергії з ВДЕ можуть погіршити якість електричної енергії, що впливає на стабільність роботи обладнання кінцевих користувачів.

4. Обладнання кінцевих користувачів стає більш чутливим до коливань якості електроенергії, що потребує додаткових технологій для захисту та стабілізації.

5. Для успішної інтеграції ВДЕ в енергосистему необхідно розробляти нові стратегії управління мережею, щоб забезпечити надійне та ефективне постачання електроенергії без шкоди для її якості.

6. Використання ВДЕ може знижувати витрати на виробництво енергії, але потребує додаткових інвестицій у резервні системи та модернізацію інфраструктури для збереження стабільності мережі.

Література

1. Козачук, О., Лежнюк, П. Формування локальних електроенергетичних систем в складі об'єднаної електроенергетичної системи // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки – 2024. Том 337 № 3(2). – С. 352 – 356. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-337-3-53>.

2. Кириленко О.В., Блінов І.В., Парус Є.В., Трач І.В. Оцінка ефективності використання систем накопичення електроенергії в електричних мережах // Технічна електродинаміка. – 2021. – No2. – С. 44 – 45. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2021.04.044>.

3. Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими. За ред. О. В. Кириленка. – К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2016. – 400 с.

4. Денисюк С.П., Дерев'янюк Д.Г., Белоха Г.С. Синтез моделей локальних електроенергетичних систем з джерелами розосередженої генерації // Технічна електродинаміка. – 2022. №4. – С. 48–53. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2022.04.048>.

5. Petro Lezhniuk, Oleh Kozachuk, Natalia Komenda, Juliya Malogulko. Electrical power and energy balance in the local electrical system by using reconciliation of the generation and consumption schedules // Przegląd Elektrotechniczny. – 2023. – No9. – pp. 57 – 63. DOI:10.15199/48.2023.09.104.

6. W. Jiang, K. Yang, J. Yang, R. Mao, N. Xue and Z. Zhuo, «A Multiagent-Based Hierarchical Energy Management Strategy for Maximization of Renewable Energy Consumption in Interconnected Multi-Microgrids» in IEEE Access, vol. 7, pp. 169931-169945, 2019, DOI: 10.1109/ACCESS.2019.29555525.