

ВИКОРИСТАННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ В ЗАДАЧАХ БАЛАНСУВАННЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено моделювання технічних можливостей фотоелектричної станції у компенсуванні реактивної потужності в електричній мережі та формуванні оптимального значення її активної і реактивної потужностей.

Ключові слова: фотоелектрична станція, перетоки активної і реактивної потужності.

Abstract

Modeling of technical possibilities of photovoltaic station in compensation of reactive power in an electric network and formation of optimum value of its active and reactive capacities is carried out.

Keywords: photovoltaic station, active and reactive power flows.

Вступ

Зниження втрат електроенергії в електричних мережах як частина загального завдання підвищення економічності й якості енергетичного виробництва є складною комплексною проблемою, що вимагає для свого вирішення системного підходу [11]– [14]. Однією зі складових цієї проблеми є розрахунок та аналіз впливу відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) на енергоефективність функціонування розподільних електричних мереж (РЕМ). Особливо це гостро стоїть під час інтенсивної розбудови фотоелектричних станцій (ФЕС) в умовах недофінансування розподільних електричних мереж.

Використання ФЕС в електричних мережах потенційно може покращити їх техніко-економічні показники. Зокрема ФЕС як додаткові джерела енергії можуть сприяти підвищенню структурної і режимної надійності електропостачання.

Результати досліджень

Враховуючи особливості ФЕС доцільним є проведення аналізу можливості використання таких станцій для регулювання перетоків реактивної потужності в електричних мережах, до яких вони приєднані.

Оскільки одним з основних елементів фотоелектричної станції є інвертор, то враховуючи його конструкцію та принцип роботи, можна досягати різних кутів між струмом і напругою, що в електричній мережі буде спричиняти зміну перетоків реактивної потужності.

Для підтвердження цих висновків виконано математичне моделювання в середовищі Simulink Matlab R2018a. За основу взято модель представлену в базі прикладів Matlab – 'power_PVarray_grid_det'. Це модель фотоелектричної станції встановленою потужністю 100 кВт, яка під'єднана до електричної системи значно більшої потужності через електричну мережу 10 кВ. Оскільки ця модель відпрацьовувала лише один з можливих режимів, які реалізують сучасні інвертори, проведено вдосконалення моделі системи керування інвертором для можливості реалізації не лише режиму видачі активної потужності при коефіцієнті потужності рівному одиниці, а також підтримання заданого його значення відмінного від одиниці і підтримання заданого рівня реактивної потужності в точці приєднання ФЕС. Крім цього параметри моделі були змінені у відповідності з параметрами реальної ФЕС для перевірки адекватності моделі, дані по сонячній інсоляції і температурі сонячних панелей взяті для середньостатистичного дня без опадів, значної хмарності та вітру.

На рис. 1а показано результати моделювання режиму підтримання коефіцієнту потужності на

рівні 0,995. Крива 1 відповідає зміні генерованої активної потужності в точці приєднання станції (на стороні 10 кВ трансформатора). Крива 2 відповідає графіку заявленому на передодні у відповідність до закону про ринок електричної енергії. Криві 3 і 4 відповідно зміні діючих значень реактивної потужності і усереднених на годинних інтервалах. Оскільки джерела реактивної енергії в інверторі немає, то такий результат можна пояснити зміною потоків реактивної потужності в електричній мережі в наслідок зміни кута між струмом і напругою в точці приєднання фотоелектричної станції.

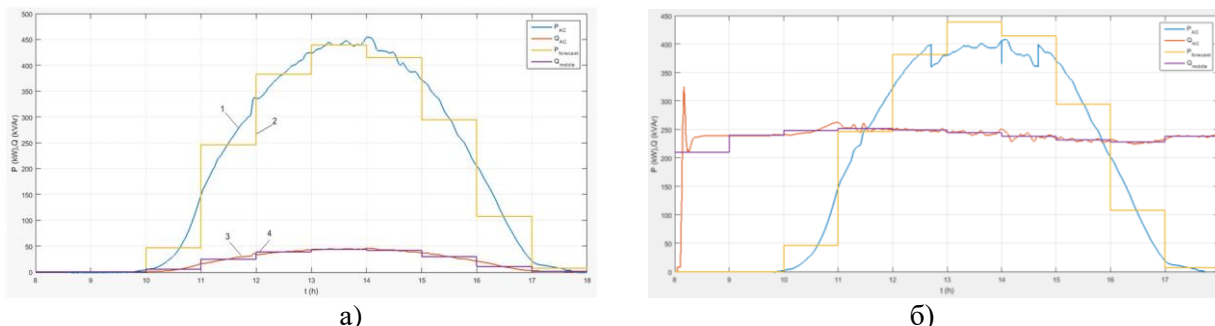


Рис. 1 – Результати моделювання режиму підтримання: а) коефіцієнту потужності на рівні 0,995; б) сталого значення генерованої реактивної потужності

На рис. 1б показано моделювання режиму підтримання сталого значення генерованої реактивної потужності. В результаті моделювання отримано режим, який спостерігається при максимальній генерованій активній і реактивній потужності, коли знижується генерована активна потужність через обмеження максимального струму, який перетікає через інвертор.

Результати моделювання підтверджуються натурними експериментами (режим підтримання коефіцієнту потужності на рівні 1 див. рис. 2а графік активної потужності та рис. 2б графік реактивної потужності)

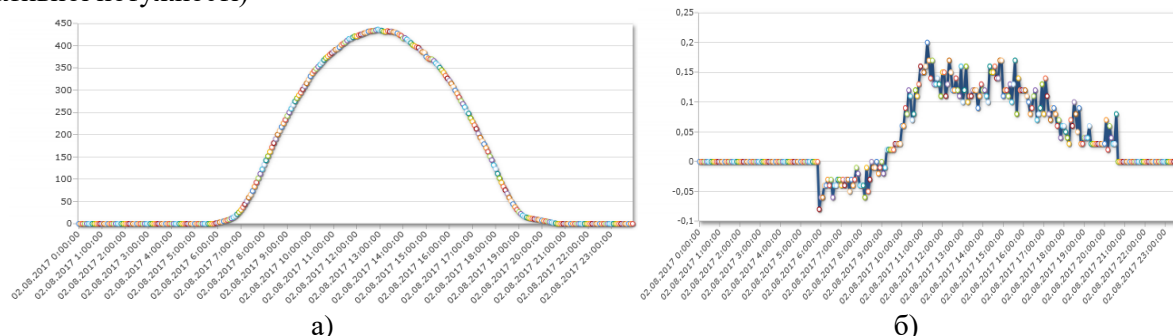


Рисунок 2.10 – Графік зміни: а) активної потужності та б) реактивної потужності

У відповідності до кодексу електричних мереж передбачено регулювання напругою і керування реактивною потужністю в електричних мережах з відновлюваними джерелами енергії. Розроблена модель компенсації реактивної потужності в електричній мережі і запропонована вдосконалена систему керування інвертором ФЕС дозволяють встановити залежності для підтримання сталого значення генерованої реактивної потужності з заданим коефіцієнтом потужності.

Висновки

Отже, аналіз результатів моделювання підтверджує технічну можливість впливу на перетоки реактивної потужності в електричній мережі з фотоелектричними станціями. Це дозволяє зробити висновки про можливість використання станцій такого типу для підвищення якості електропостачання шляхом впливу на перетікання реактивної потужності. Однак необхідно не забувати про негарантованість цих джерел в об'ємах генерованої потужності в наслідок залежності від природних умов. Крім цього вимоги до станцій такого типу у підтриманні певних режимів по перетіканням реактивної потужності повинні ставитись обґрунтовано виходячи з заявленого графіка по активній потужності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Ю.В. Щербина, Н.Д. Бойко, и А.Н. Бутенко, Снижение технологического расхода энергии в электрических сетях. Киев, Україна: Техніка, 1981.
- [2] Ю. С. Железко, А. В. Артемьев, и О. В. Савченко, Расчет и анализ потерь электроэнергии в электрических сетях. Москва, Российская Федерация: ЭНАС, 2008.
- [3] Ю.С. Железко, Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. Москва, Российская Федерация: ЭНАС, 2009.
- [4] Методичні рекомендації визначення технологічних втрат електричної енергії в трансформаторах і лініях електропередавання. Київ, Україна: Міненерговугілля України, 2013. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.leonorm.com/p/NL_DOC/UA/201301/Nak399.htm

Комар Вячеслав Олександрович — докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри електричних станцій і систем Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, e-mail: kvo76@ukr.net;

Собчук Наталія Валеріївна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри електричних станцій і систем Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, e-mail: natashasobchuk37@gmail.com;

Сікорська Олена Вікторівна – канд. техн. наук, ст.викладач кафедри електричних станцій і систем Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, e-mail: olenasikorska@ukr.net.

Комар Vyacheslav O. – Doctor of Engineering, Professor, Head of the Department of Power Plants and Systems Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kvo76@ukr.net;

Sobchuk Natalia V. – PhD, Associate professor, Associate Professor of the Department of Power Plants and Systems, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia: natashasobchuk37@gmail.com;

Sikorska Olena V. - PhD, Senior Lecturer of the Department of Power Plants and Systems Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: olenasikorska@ukr.net.