

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ 0,4 КВ З ФОТОЕЛЕКТРИЧНИМИ УСТАНОВКАМИ

О.І. Скібінський, Д.С. Головка, І.В. Савеленко

Центральноукраїнський національний технічний університет, Кропивницький, Україна

Енергоефективність сучасних електричних мереж є одним з основних напрямів розвитку енергетики, оскільки вона впливає на зниження витрат на електроенергію, покращення надійності енергосистем і зменшення втрат енергії. Особливого значення набувають дослідження енергоефективних режимів роботи низьковольтних мереж (0,4 кВ) з фотоелектричними установками (ФЕУ). Використання відновлювальних джерел енергії, таких як сонячні електростанції, у складі електромереж потребує нових підходів до управління режимами роботи систем, враховуючи нерівномірність генерації і навантаження, якість електроенергії та економічну доцільність таких рішень.

Особливість режимів роботи фотоелектричних установок ускладнює роботу електричних мереж, особливо в частині балансування між генерацією та споживанням. У мережах 0,4 кВ, які зазвичай використовуються для постачання електроенергії побутовим і комунальним споживачам, встановлення ФЕУ може призвести до появи надлишкової генерації у періоди з низьким споживанням, що викликає зворотні перетоки енергії у напрямку до джерела живлення.

Ці перетоки підвищують втрати електроенергії та знижують енергоефективність мережі. Також, при високій частці генерації від ФЕУ, можуть спостерігатись відхилення напруги від номінальних значень [1].

Для підвищення енергоефективності електричних мереж з ФЕУ необхідно впроваджувати інтелектуальні системи управління, такі як Smart Grid. Вони забезпечують двосторонній зв'язок між генерацією та навантаженням, дозволяючи гнучко керувати потужністю, що подається до мережі, і запобігати зворотним перетокам енергії. Системи керування, оснащені сучасними інверторами, дозволяють регулювати потужність генерації та напругу, зберігаючи стабільну роботу мережі навіть у періоди пікових навантажень або високої генерації від ФЕУ [2].

Крім того, застосування методів оптимізації розподілу потужності у мережах з ВДЕ дозволяє мінімізувати втрати електроенергії за рахунок правильного вибору місць встановлення ФЕУ та їхньої інтеграції у мережу [1]. Для цього використовуються математичні моделі, які враховують характеристики навантаження, генерації та технічні параметри мережі, що дозволяє обирати оптимальні точки підключення ФЕУ та запобігати нерівномірному розподілу навантаження.

Наявність робочих фотоелектричних установок у низьковольтних мережах може суттєво впливати на технічні втрати електроенергії. Втрати залежать від параметрів навантаження, потужності ФЕУ та їхнього розташування у мережі. Математичні моделі показують, що значне збільшення потужності від ФЕУ без відповідного збільшення споживання у точках

приєднання може призвести до підвищення втрат електроенергії. Це особливо актуально у випадках, коли генерація перевищує навантаження, і виникають зворотні перетоки енергії.

Збільшення потужності ФЕУ може спричинити підвищення напруги в мережі, що може перевищувати допустимі межі і впливати на якість електроенергії. Для усунення цієї проблеми необхідно впроваджувати автоматизовані системи регулювання напруги та потужності, що дозволяють підтримувати напругу у межах стандартів якості.

Техніко-економічний аналіз застосування різних типів сонячних панелей у фотоелектричних установках показав, що встановлення ФЕУ з монокристалічними панелями мають коротший термін окупності (7,5 років) порівняно з полікристалічними панелями (10,4 років). Полікристалічні модулі демонструють середній коефіцієнт корисної дії (ККД) в діапазоні 15-17%. Натомість, монокристалічні аналоги характеризуються підвищеним ККД, що за ідентичних експлуатаційних умов забезпечує генерацію електроенергії на 25% вищу порівняно з полікристалічними, підтверджуючи їх вищу енергоефективність. Довговічність монокристалічних модулів перевищує аналогічний показник полікристалічних на період до 5 років, що мінімізує витрати на реновацію обладнання. Більше того, підвищена річна генерація електроенергії монокристалічними модулями обумовлює їх використання для комерційної діяльності. Однак, полікристалічні модулі зберігають економічну привабливість в проектах побутових споживачів.

Таким чином, впровадження фотоелектричних установок у низьковольтні електричні мережі 0,4 кВ є перспективним напрямом розвитку енергетики. Однак для досягнення максимальної енергоефективності необхідне впровадження сучасних автоматизованих систем керування, що дозволять оптимізувати режими роботи мережі, мінімізувати втрати електроенергії та забезпечити високу якість електропостачання.

Список літератури

- [1] Лежнюк П.Д., Кулик В.В., Ковальчук О.А., Хоменко В.О. Розосереджені джерела електроенергії в електричних мережах // *Вісник Чернігівського державного технологічного університету*. 2011. № 1. С. 104-108.
- [2] Кириленко О.В., Павловський В.В., Лук'яненко Л.М. Технічні аспекти впровадження джерел розподіленої генерації в електричних мережах *Технічна електродинаміка*. 2011. №1. С. 46-53.