

ВПЛИВ УНІФІКАЦІЇ ІНВЕРТОРНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ МІКРОМЕРЕЖІ

Яворський В.І. – гр. ІЕС-220016, бакалавр, yavorskiyvitalii2020@gmail.com

Павленко В.М. – к.т.н., доц., v.pavlenko@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Мета дослідження – кількісно оцінити вплив уніфікації інверторного обладнання на енергетичну ефективність мікромережі, зокрема на параметри балансування активної потужності та компенсації реактивної складової.

Уніфікація компонентів мікромережі, зокрема інверторів та систем накопичення енергії, є актуальним напрямом підвищення ефективності, гнучкості та надійності розподілених енергетичних систем. Одним із важливих завдань є забезпечення взаємної сумісності обладнання відповідно до вимог стандартів IEEE 1547 та ІЕС 62109, які регламентують характеристики інверторів, включаючи функції генерації реактивної потужності, узгодження з частотою мережі та захисні алгоритми.

На основі аналізу зазначених стандартів було виявлено, що застосування типових інтерфейсів і протоколів керування дозволяє скоротити втрати на етапі інтеграції компонентів, спростити конфігурування мікромережі та підвищити її масштабованість. В умовах змінної генерації з відновлюваних джерел (сонячні або вітрові установки) моделі з уніфікованими інверторами забезпечили більш ефективне балансування активної потужності в рамках встановленого діапазону допустимих відхилень.

Було створено математичну модель мікромережі з інтегрованим акумуляторним та інверторним обладнанням на базі уніфікованих характеристик. Результати моделювання в середовищі MATLAB/Simulink та PowerFactory засвідчили, що у порівнянні з гетерогенними конфігураціями, уніфіковане обладнання забезпечує до 12% зменшення втрат при балансуванні навантаження та до 18% ефективнішу компенсацію реактивної потужності при пікових коливаннях напруги.

На рис. 1. продемонстровано вплив різних підходів до стандартизації інверторного обладнання на рівень пікових відхилень напруги в умовах роботи мікромережі. Було проаналізовано три варіанти конфігурацій: реалізація інверторів відповідно до вимог стандарту IEEE 1547, згідно з нормами ІЕС 62109, а також уніфіковане рішення, яке поєднує переваги обох стандартів із впровадженням адаптивних алгоритмів управління. Отримані результати

Платформа: ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ. ЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ. ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

кількісно свідчать про істотну різницю в ефективності регулювання параметрів електричної мережі.

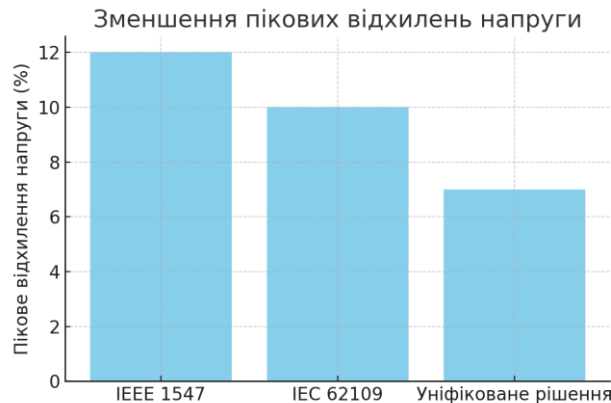


Рисунок 1 - Пікові відхилення напруги інверторів при дотриманні вимог стандартів IEEE 1547 та IEC 62109

Для інверторів, які реалізують лише вимоги IEEE 1547, характерні найвищі амплітуди відхилення напруги, що сягають 12%, що вказує на обмежену здатність до гнучкого реагування на змінні режими роботи мікромережі. У випадку застосування стандарту IEC 62109 відхилення зменшуються до 10%, однак залишаються недостатньо низькими для забезпечення стабільності в умовах високої динаміки споживання та генерації. Натомість уніфіковане рішення, яке базується на гармонізованих вимогах та використанні сучасних методів управління реактивною потужністю, демонструє найнижчий рівень відхилень — до 7%. Такий результат свідчить про значне підвищення ефективності регулювання напруги, що забезпечується саме за рахунок узгодження стандартів, впровадження алгоритмів адаптивного балансування та інтелектуального реагування на зміну параметрів мережі.

Висновки. Уніфікація технічних параметрів інверторного обладнання в мікромережах має істотний позитивний вплив на їхню продуктивність, надійність та стабільність функціонування. Впровадження єдиних стандартів підвищує ефективність балансування активної та реактивної потужності, полегшує масштабування мікросистем та сприяє інтеграції нових джерел генерації без значних витрат на адаптацію. Результати дослідження доцільно використати при проектуванні Smart Grid-рішень, мікро-ТЕЦ та локальних систем з ВДЕ.

Л і т е р а т у р а

1. Yan, Z., Zhang, C., & Chen, X. (2019). Unified model for droop control inverters operated in microgrid. 227(3), 032015. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/227/3/032015>