

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ НА СТАДІЇ ПЕРЕДПРОЕКТНИХ РОЗРАХУНКІВ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Доповідь присвячена аналізу впливу відновлюваних джерел енергії на функціонування розподільних електричних мереж з використанням натурно-імітаційного моделювання.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії, електричні мережі, режими роботи, взаємовплив.

Abstract

The report is devoted to the analysis of the influence of renewable energy sources on the functioning of distribution electric networks using simulation.

Keywords: renewable energy sources, electrical networks, operating modes, interactions.

Вступ

В останні роки в Україні швидко зростає частка відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), зокрема сонячних електростанцій прямого перетворення. Зумовлено це тим, що у країні запроваджено низку стимулів для сприяння інтеграції джерел енергії, які зменшують викиди парникових газів та економлять енергетичні ресурси. Сьогодні вже немає сумнівів, що розвиток відновлюваної енергетики є безповоротним та безальтернативним процесом в Україні [1].

Однак важливим аспектом інтегрування ВДЕ є безпека, надійність та ефективність функціонування електричної системи, зокрема розподільних електричних мереж (ЕМ), адже переважна більшість ВДЕ України експлуатується саме в розподільних мережах. У випадку, коли генерування ВДЕ узгоджене з навантаженням ЕМ, ефективність експлуатації останніх підвищується.

Проте часто проектні рішення щодо приєднання ВДЕ виявляються технічно недосконалими через бажання зменшити вартість реалізації. Так, недоліки проекту, закладені ще на етапі передпроектних умов та видачі технічних умов на приєднання ВДЕ певної встановленої потужності потребують для виправлення надмірних капіталовкладень і, зазвичай, не усуваються. Це призводить до негативного впливу джерел на режими мереж та електроспоживання через їх обмежену пропускну здатність у місці приєднання ВДЕ, перевантаження силових трансформаторів тощо. Отже, актуальною проблемою є впровадження засобів для комплексного оцінювання потенційного впливу ВДЕ на надійність та енергоефективність електромереж на стадії передпроектних досліджень.

Метою роботи є вдосконалення підходу для оцінювання ефективності приєднання відновлюваних джерел до електромережі з урахуванням їх впливу на втрати потужності та якість електричної енергії.

Результати дослідження

Зростання встановленої потужності ВДЕ призводить до переходу від суто централізованого до комбінованого електропостачання споживачів, коли частку електроенергії виробляють розосереджені джерела. Така ситуація спостерігається, наприклад, у окремих електромережах Ямпільського району, де максимальна потужність генерування відновлюваних джерел перевищує 50% максимальної потужності суміжного електроспоживання. Через це змінюються напрямки та характер перетікань електроенергії, що впливає на режим напруг, якість електроенергії та економічність її транспортування.

Введення в експлуатацію сонячних електростанцій: 1700 кВт у с. Слобода-Бушанська, 3260 кВт у с. Цекинівка та 2720 кВт у с. Гальжбіївка, призвело до локального перевищення генерування над споживанням протягом 5-12 годин на добу. А це створює принципово нові умови роботи розподіль-

них мереж, які вимагають дослідження.

Ці умови ускладнюються ще й тим, що графіки вироблення електроенергії ВДЕ, зокрема сонячними станціями, практично не співпадають з графіками електроспоживання сільських районів, до мереж яких вони приєднані. Отже, результати дослідження взаємовпливу засобів генерування та споживачів лише за максимальними, або середніми потужностями виявляються хибними, навіть у разі застосування поправочних коефіцієнтів.

Для отримання необхідного обсягу інформації та оцінювання на стадії передпроектних розрахунків впливу функціонування відновлюваних джерел електроенергії на режими ЕМ, пропонується використовувати натурно-імітаційне моделювання. Сутність підходу полягає у поєднанні результатів вимірювання параметрів ЕМ та імітаційних розрахунків аналогічних параметрів за типовими псевдовимірними параметрами генерування ВДЕ, або електроспоживання. На даний момент, враховуючи сучасний стан інформаційного забезпечення енергопостачальних компаній України, це виявляється єдиним дієвим підходом для вирішення проблеми дослідження взаємовпливу ВДЕ не лише на етапі передпроектних розрахунків, але й на стадії експлуатації ВДЕ [2].

На стадії проектування дані щодо графіків навантаження та генерування ВДЕ відсутні. У методиках оцінювання втрат електроенергії передбачено їх врахування за допомогою коефіцієнтів форми. Однак значно кращий результат забезпечує імітація зміни навантаження та генерування за типовими графіками [3].

Представлення типових графіків навантаження та генерування ВДЕ у програмному комплексі «ВТРАТИ» подано на рис. 1. Їх використання на стадії передпроектних розрахунків та техніко-економічного обґрунтування дозволяє враховувати відмінність графіків для різних вузлів навантаження та генерування та імітувати режими роботи електромереж, близькі до реальних.

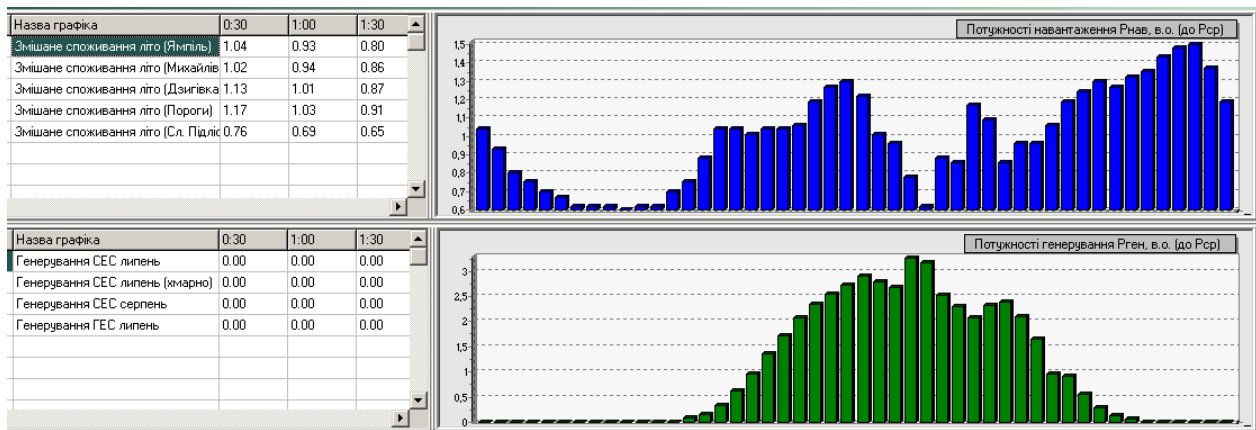


Рис. 1. Характерні графіки навантаження та генерування

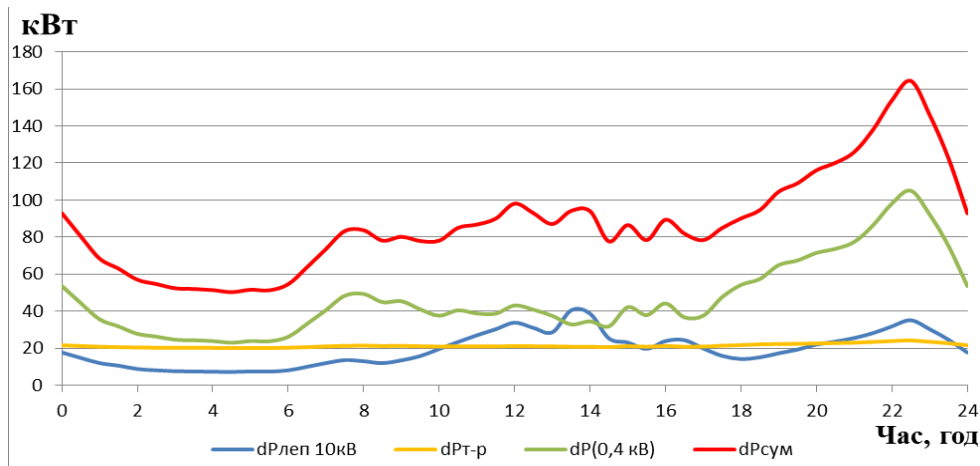


Рис. 2. Результати оцінювання втрат електроенергії в мережах з ВДЕ за типовими графіками навантаження та генерування (зображено графіки зміни втрат в ЛЕП 10 кВ, у трансформаторах, у мережах 0,4 кВ та сумарних втрат)

Таким чином, виявляється можливим оцінювати показники якості електроенергії, зокрема рівні напруги у вузлах, опрацьовувати перемикання комутаційних апаратів протягом звітного періоду, враховувати завантаженість ліній електропередачі та їх температуру, перевантаження трансформаторів протягом окремих періодів доби тощо. Отже, запропонований підхід до оцінювання впливу ВДЕ на режими електромереж сприяє вдосконаленню інформаційного забезпечення процесу проектування в ЕМ, а отже, підвищенню ефективності проектних рішень щодо розвитку електричних мереж з ВДЕ в Україні.

Результати проведених досліджень з використанням натурно-імітаційного моделювання режимів електромереж з ВДЕ було визначено шляхи нормалізації їх режимних параметрів. Важливим тут є коригування потужності ГЕС, зміною якої можна вирівнювати профіль напруги в електромережах. Однак, найбільш ефективним способом є зміна кутів запалювання інверторів сонячних електростанцій, що забезпечує необхідний кут зсуву фаз між струмом та напругою у вузлі приєднання і дозволяє коригувати перетікання реактивної потужності. А це, в свою чергу, дозволяє нормалізувати режим напруг у мережах.

Висновки

1. Приєднання відновлюваних джерел електроенергії до електричних мереж позитивно впливає на параметри електроспоживання у випадку, коли встановлені потужності ВДЕ не перевищують максимальної потужності споживання. У інших випадках необхідно проводити додаткові дослідження на етапі формування технічних умов на приєднання джерел.

2. Через зміну напрямків перетікань електроенергії в електромережах загальноприйняті методи та підходи до регулювання напруги в них не завжди є ефективними. Проблема регулювання напруги має вирішуватися узгоджено обласними енергопостачальними компаніями та власниками ВДЕ з використанням наявних регулювальних пристроїв.

3. Встановлено, що приєднання асинхронних гідрогенераторів до електричних мереж дозволяє підвищити якість напруги. Покращується профіль напруги, зменшується несиметрія напруги та коефіцієнт вищих гармонік, що позитивно впливає на функціонування споживачів електроенергії, а також сонячних електростанцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лежнюк П. Д. Вплив відновлюваних джерел енергії на функціонування розподільних електричних мереж / П. Д. Лежнюк, В. О. Комар, В. В. Кулик // Енергетика та електрифікація. – 2015. – № 1. – С. 8–12.

2. Кулик В.В. Коригування тарифів за впливом відновлюваних джерел електроенергії на функціонування електричних мереж / В.В. Кулик, В.В. Тептя // Відновлювана енергетика XXI століття: XXI міжнарод. наук.-практ. конф.: матеріали конференції. – Крим, 2017. – С. 250–253.

3. Буславець О.А. Типові графіки електричних навантажень у 3D зображенні / О. А. Буславець, А. О. Квицинський, Л. Н. Кудачький, С. Я. Меженний, Л. В. Мойсеєнко // Енергетика та електрифікація. – 2016. – № 2. – С. 2–12.

Фещук Юрій Анатолійович — студент магістерської підготовки, кафедра електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Кулик Володимир Володимирович — доктор техн. наук, доцент, професор кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Feschuk Yuriy A. — Student of Master's Degree, Chair of Power Stations and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Kulyk Volodymyr V. — Dr. Sc. (Eng.), Professor of the Chair of Power Stations and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.