

## АНАЛІЗ І ПРАКТИКА КОНТРОЛЮ НАПРУГИ В РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

Косарева І. В., магістр, e-mail: [irinacosareva123098@gmail.com](mailto:irinacosareva123098@gmail.com)

Щербак І. Є., к.т.н., ст. викл., e-mail: [ie.sherbak@gmail.com](mailto:ie.sherbak@gmail.com)

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова

**Актуальність досліджень.** В зв'язку з тим, що відбувається в енергосистемі України наразі, коли ми маємо багато пошкоджених трансформаторних підстанцій, проблеми з забезпеченням надійного та якісного електропостачання споживачів та відповідно рівнем напруги, питання контролю та регулювання напругою є досить актуальним для сьогодення.

**Мета досліджень.** Метою роботи є розробка ефективної методології контролю напруги в розподільних мережах таким чином, щоб параметри керування та рівень напруги відповідав стандарту та економічності роботи. Основу методології складає необхідність врахування зміни споживання навантаження та стохастичний режим роботи нетрадиційних джерел енергії в розподільчих мережах за допомогою контролювання напруги в різних точках мережі, використовуючи наявне контрольне обладнання шляхом планування керуючих дій. Питання балансування енергетичної системи в рамках дотримання рівня напруги та частоти наразі є найактуальнішим та вимагає швидкого прийняття рішень [1]. Враховуючи суттєві проблеми пов'язані з пошкодженням потужних високовольтних магістральних підстанцій та проблем з розподілом електричної енергії особливо важливим питанням є здійснення локального енергозабезпечення від нетрадиційних джерел енергії на місцевому рівні.

**Основні матеріали досліджень.** Експлуатація енергетичних систем є надзвичайно складним завданням і вимагає комп'ютеризованих інструментів, таких як система SCADA. Система SCADA – це промислова система керування, яка контролює стан мережі шляхом збору даних вимірювань у режимі реального часу з віддалених терміналів на підстанціях, а іноді й на віддаленому кінці розподільних фідерів, а потім контролює системи живлення в центрах керування за допомогою пристроїв керування в режимі реального часу через канали зв'язку. Сучасні схеми моніторингу, засновані на телеметричних системах, можуть вимірювати та передавати системні дані, включаючи частоту, напругу, струм, потоки потужності, стан перемикачів і положення відводів трансформатора. Такі вимірювання отримують системи SCADA в центрах керування, щоб дозволити операторам обробляти, відображати та перевіряти дані з необхідними обмеженнями для перевантажень або порушень напруги та частоти [2].

Розподілені генератори можуть бути підключені до мережі через синхронні та асинхронні машини або силові електронні інтерфейси. Зв'язок між різними технологіями з'єднання та типами розподілених генераторів показаний у табл. 1.

Таблиця 1 – Зв'язок між різними технологіями з'єднання та типами розподілених генераторів

Підключення розподіленого генератора	Основні типи розподіленого генератора, які можна підключити
Синхронні генератори	Двигуни внутрішнього сполучення, газові турбіни, сонячна теплова, геотермальна та біомаса, малі гідроелектричні станції
Індукційні генератори	Вітрові турбіни, мікроГЕС
Силові електронні інтерфейси	Фотоелектричні системи, ТЕЦ, паливні елементи, мікротурбіни, вітрові турбіни

Перевага використання синхронних генераторів для перетворення початкової форми енергії в потужність змінного струму полягає в тому, що вихідну потужність можна

регулювати, щоб забезпечити підтримку реактивної потужності. Те саме стосується з'єднань через силові електронні перетворювачі.

Щодо точки підключення генераторів з відновлюваних джерел енергії, ключовими факторами є розмір генеруючих одиниць і потужність місцевих розподільчих мереж або систем передачі. Розробники невеликих розподілених генераторів, таких як побутові фотоелектричні системи, схильні підключатися до найближчої точки локальної мережі; виробники середніх і великих відновлюваних генераторів, таких як вітряні електростанції повинні бути підключені до систем передачі, щоб уникнути порушення місцевих розподільчих фідерів.

В даний час системи розподілу включають велику кількість повітряних ліній, підземних кабелів, трансформаторних підстанцій, обладнання реактивної компенсації, пристроїв захисту та іншого допоміжного обладнання. В умовах підвищеного попиту на електроенергію та надмірного дефіциту електричної енергії в енергосистемі особливу увагу слід зосередити на розподіленій генерації та ефективного управління ними. У роботі було описано характеристики розподільчих мереж (розподілені генератори зазвичай підключаються до розподільчих мереж точках постачання мережі, на живильних та розподільних підстанціях або на місцях споживачів. Вибір того, чи варто інвестувати в розподілені генератори, насамперед залежить від мети, місця розташування, наявності палива/ресурсів, умов навколишнього середовища та обладнання, а також зусиль з обслуговування), технології розподіленого генератора (є два основних типи розподілених генераторів, один з яких працює для цілей самозабезпечення, головним чином у формі когенераційних або фотоелектричних систем, інший використовується для постачання третім сторонам від відновлюваних джерел енергії, таких як енергія вітру та гідроенергії [3]. Когенераційні станції постачають як тепло, так і електроенергію найближчим споживачам) і типи навантажень (споживання електроенергії окремим домогосподарством є предметом невизначеності, і, отже, коливання в навантаженні, як правило, є непостійними та різкими. Вимірний стан навантаження на підстанціях має тенденцію бути відносно більш плавним за своєю структурою, оскільки це загальне сукупне навантаження від підключених компонентів, таких як кластер окремих навантажень, розподілені генератори, лінії/кабелі та трансформатори). Тому доцільно проаналізувати навантаження на рівні споживачів для детального дослідження системи розподілу та проаналізувати тенденцію навантаження, зафіксовану на розподільчих підстанціях для більш широких досліджень системи; проаналізувати вплив розподіленого генератора на роботу існуючих мереж (розподілені генератори спочатку були введені в енергомережу через їх набагато менші або незначні викиди вуглецю під час процесу виробництва електроенергії, але їх інтеграцію в мережу потрібно проводити обережно. Наприклад, будівництво вітряних електростанцій підлягає ряду оцінок (візуальний вплив вітрових турбін і шум)) [4].

**Висновки.** Проаналізували методи контролю напруги в розподільчих мережах. В основному керування напругою здійснюється за рахунок РПН трансформаторів або опосередковано за допомогою пристроїв компенсації реактивної потужності. Виділено основні типи та точки підключення розподілених генераторів, як ключовий фактор є розмір генеруючих одиниць і потужність міських розподільчих мереж.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. СОУ-Н ЕЕ 40.1-37471933-55:2011. Методика вимірювання якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення. Київ. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. 2012.
2. Operational Voltage Control of Future Distribution Networks- Glasgow, UK, 2014. – 268с.
3. Довгалюк О. М. Удосконалення методів регулювання напруги в багаторівневих розподільчих електричних мережах на основі прогнозування параметрів режиму електроспоживання: дисертація / О. М. Довгалюк, М. М. Черемісін – Харків: ХПІ, 2004.
4. ДСТУ EN 50160:2014. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначенності (EN 50160:2010, IDT).