

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ 10 КВ

Панов А. О.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

Наведено аналіз існуючих засобів моніторингу та керування якістю електроенергії. Виявлено їх переваги та недоліки. Сформульовано напрямки досліджень для удосконалення методів та засобів підвищення якості електроенергії в мережах 10 кВ.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день суттєвою проблемою енергетики в Україні являється якість електроенергії в розподільних електромережах 10 кВ, вимоги до якої визначені в [1]. Низька якість електроенергії призводить [2] до великих економічних проблем, обумовлених втратами електроенергії, зносу обладнання, в тому числі трансформаторів, ліній електропередач, виходу з ладу обладнання, яке чутливе до перепадів напруги, особливо обладнання, що містить мікропроцесорні блоки. В Україні на 2008 рік було виявлено по даним Інституту електродинаміки НАН України зниження якості електроенергії збільшує її витрати на 10-12% [3]. Тобто ціна на електроенергію буде тільки збільшуватися. Збитки від провалів і раптового підвищення напруги, від імпульсів напруги і гармонік складають [4] в Канаді 1,2 млрд. доларів щорічно, а у колишньому ССРСР – близько 10 млрд. доларів.

Мета статті. На основі аналізу основних технічних засобів і методів регулювання показників якості електроенергії запропонувати напрямки їх удосконалення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Істотні відхилення показників якості електроенергії від нормативних значень виникають у зв'язку зі змінами структури споживання електроенергії, масового впровадження засобів регулювання навантаження і електрообладнання з різкозмінним, несиметричним і нелінійним навантаженням [5]. Це в свою чергу може призводити до зміни режимів роботи електричних мереж, підвищених втрат електроенергії, зростання числа відмов електротехнічного обладнання, порушення технологічних процесів споживачів електроенергії і виникнення взаємних претензій електропостачальних організацій і споживачів електроенергії.

Для вирішення проблеми моніторингу і керування якістю електроенергії наразі існує ряд систем і пристроїв.

1. Система моніторингу і управління якістю електроенергії (СМіУКЕ) "Гармоника" призначена [3]:

- для контролю показників якості електроенергії (ПКЕ) по класу «А» вимірювань ГОСТ 30804.4.30;
- для реєстрації рівня порушень показників якості в окремих вузлах мереж електропостачання шляхом моніторингу ПКЕ;
- для аналізу впливу якості електроенергії на роботу магістральних та розподільчих мереж, мереж

промислових підприємств і енергоустановок споживачів;

- для забезпечення підтримки вибору методів підвищення та управління якістю електроенергії, розрахунку параметрів технічних засобів, що реалізують ці методи.

Можливості системи дозволяють виявити причини відхилення якості електроенергії від норми, оцінити надійність системи електропостачання і роботи технологічного обладнання споживачів, а також вибрати ефективні засоби для підвищення якості електроенергії.

Система моніторингу і управління якістю електроенергії (СМіУКЕ) "Гармоника" здійснює такі базові функції:

- безперервні вимірювання різноманітних параметрів електроенергії (включаючи ПКЕ) в електричних мережах 0,4-1150 кВ за допомогою синхронізованих по GPS / ГЛОНАСС стаціонарних і / або мобільних засобів вимірювань;
- збір, зберігання і передачу з рівня енергооб'єктів на рівень диспетчерських центрів (центрів управління) результатів вимірювань;
- визначення статистичних характеристик показників якості електроенергії і автоматизоване формування стандартизованих звітів про якість електроенергії;
- автоматизований аналіз даних з метою визначення можливих причин зниження якості електроенергії в електричних мережах;
- моделювання та аналіз режимів роботи електричних мереж з урахуванням результатів вимірювань щодо порушень якості електроенергії для комплексної оцінки впливу якості електроенергії на ефективність передачі і використання електроенергії і для розробки заходів по підтримці якості електроенергії в необхідних межах.

2. Для контролю показників якості в режимі реального часу служить автоматизована система контролю якості електроенергії (АСКЯЕ) [6].

Основні функції АСКЯЕ:

- контроль показників якості електроенергії в режимі реального часу (показники виводяться на екран диспетчера) дозволяє проводити експрес аналіз стану електромережі та попереджати можливі аварії;
- формування звітів по якості електроенергії (відповідно до ГОСТ 13109-97) для підготовки документів і ведення претензійної роботи з постачальниками електроенергії;

– формування бази даних для аналізу стану енергосистеми і розробки заходів щодо забезпечення нормального функціонування устаткування.

АСКЯЕ створена на основі програмного комплексу RedPine - нового покоління, яка забезпечує збір, аналіз і відображення інформації про відхилення показників якості електроенергії від значень, визначених чинним ГОСТ. Комплекс RedPine встановлений на багатьох об'єктах промисловості і в сфері ЖКГ як база для систем обліку, контролю і диспетчеризації інженерних мереж.

3. Прилад контролю якості електроенергії: виробник SATEC LTD.

Прилад вимірює, обчислює і реєструє всі показники якості електричної енергії визначені в ГОСТ13109-97 [6]:

- стале відхилення напруги в режимах найбільшою, найменшою і добового навантаження;
- спотворення синусоїди напруги;
- коефіцієнт n-ой гармонійної складової напруги;
- несиметрія напруг по зворотної та нульової послідовності;
- відхилення частоти;
- розмах зміни напруги і доза флікера;
- провали напруги;
- імпульсна напруга і тимчасові перенапруги;
- видача звітів згідно РД 153-34.0-15.501-00.

Також існують методи регулювання напруги в електричних мережах за допомогою трансформаторів з перемиканням регульованих відгалужень без збудження (ПБЗ) та з перемиканням регульованих відгалужень під навантаженням (РПН) [7]. В теперішній час трансформатори з ПБЗ виготовляють з основним і чотирма додатковими відгалуженнями. Трансформатори з регулюванням напруги під навантаженням [8], тобто з вбудованим пристроєм РПН [9] відрізняються від трансформаторів з ПБЗ наявністю спеціального перемикаючого пристрою, а також збільшеною кількістю ступенів регульованих відгалужень і діапазоном регулювання. Пристрій РПН є елементом з обмеженим ресурсом перемикання. До того ж час перемикання відпайки ≥ 5 с [10]. Цих недоліків не мають безконтактні пристрої РПН, в яких застосовуються напівпровідникові силові ключі. Трансформатори, обладнані такими пристроями мають час перемикання відпайки ≥ 10 мс, а саме перемикання не супроводжується появою вищих гармонік, відповідно покращується динамічна стійкість системи регулювання напруги.

Існують також більш складні системи керування якістю електроенергії з можливістю активного втручання в оперативному режимі.

Наприклад, системи, що мають в своєму складі накопичувачі або альтернативні джерела електроенергії, за допомогою яких можна реалізувати більш гнучкі методи регулювання якості електроенергії.

Наприклад, компанія Tesla [11] являє два різновиди систем накопичення електроенергії: Powerwall і Powerpack. Перша може використовуватися в житлових і невеликих офісних

приміщення, друга - для роботи на підприємствах, здатна працювати з великими потужностями і для великої кількості споживачів. «Домашня» Powerwall має кілька різновидів - 7 кВт (вартість 3 тис. доларів), 10 кВт (вартість 3,5 тис. доларів) і 14 кВт (вартість 5,5 тис. доларів, ємності акумулятора вистачить на добу для енергозабезпечення будинку з двома спальнями). Окремо доведеться доплатити близько 1500 - 1600 доларів за установку, інвертори та інші витратні матеріали. Габаритні розміри становлять близько метра в ширину і довжину, товщина - близько 18 см, вага - 100 кг. Підзарядка акумулятора можлива як від вітрогенератора або сонячної батареї, так і від побутової мережі. Powerwall може бути встановлена всередині або зовні будинку, допустима температура експлуатації - від -20 до +43 градусів. Гарантія від виробника - 10 років. Потужність промислової Powerpack [12] становить 100 кВт, але її конструкція дозволяє легко об'єднувати окремі елементи в великі системи потужністю до 100 МВт, що вистачить для енергозабезпечення великого промислового об'єкта. Приблизна вартість складе 250 доларів за 1 кВт. Powerpack зручний тим, що він підходить для промислового споживання, для споживання багатьох будинків та для регулювання напруги. Тобто він заряджається або розряджається миттєво, щоб забезпечити регулювання частоти, регулювання напруги та послуги резервування резервної мережі. Також, ці системи можна програмувати не тільки за допомогою контролерів, або ПК, а також за допомогою смартфонів через Bluetooth чи Wi-Fi.

Цей метод дозволяє керувати двома показниками якості електроенергії: відхиленням напруги і відхиленням частоти.

До акумулятора Tesla Powerwall підключені додаткові пристрої: комунальний лічильник, основна панель, резервний шлюз, істотні навантаження, сонячний інвертор, який споживається від сонячних панелей. На рис. 1 представлений загальний вигляд додаткового обладнання і акумулятор Tesla Powerwall. Представлений пристрій призначений для регулювання, контролю та резерву напруги у домашніх умовах. Даний прилад може програмуватися, як за допомогою мікроконтролерів, так і за допомогою смартфона.



“Рисунок 1 – Загальний вигляд обладнання Tesla Powerwall”

Недоліками цієї системи являються:

- велика ціна за обладнання, так як потужність акумулятора для домашніх послуг 14кВт, а для промислових 100 кВт;

- велика ціна за установку обладнання, так як багато додаткового обладнання, щоб працював акумулятор;

- ця система може регулювати тільки два показники якості напруги, це відхилення напруги та відхилення частоти;

- має великі габарити;

- для постачання великої кількості споживачів буде потрібно велика кількість акумуляторів, тобто для промислового застосування, або для підключення акумуляторів до електромережі, потрібна буде велика кількість акумуляторів, оскільки один промисловий акумулятор Powerpack виробляє близько 100 кВт.

Висновки. Проведений аналіз показав, що наразі існують потреби у:

- доступному в фінансовому плані обладнанні;

- вдосконаленні приладів до менших габаритів та компонуванні обладнання в одному пристрої для зручного користування;

- вдосконаленні методу керування якістю електроенергії для промислового застосування без великої кількості акумуляторів та приладів;

- розробці системи для регулювання всіх характеристик показників якості електроенергії, таких як: доза флікера, тривалість провалу напруги, імпульсна напруга, коефіцієнт тимчасового перенавантаження, коефіцієнт несиметрії по нульовій послідовності та коефіцієнт несиметрії по зворотній послідовності, коефіцієнт спотворення синусоїдальної кривої напруги, розмах зміни напруги;

- розробці методів керування якістю електроенергії, що дозволяють оперувати не тільки альтернативними джерелами енергії, хімічними накопичувачами, а і існуючими і перспективними засобами регулювання напруги, компенсації реактивної потужності, резервування і захисту в комплексі.

Список використаних джерел.

1. ГОСТ 13109-97 “Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения”.

2. Д. В. Бородин. Расчёт потерь активной мощности в обмотках силового трансформатора в условиях низкого качества электроэнергии – Коммунальное хозяйство городов, № 8, Київ, “Техніка”, 1997.- С. 105.

3. Качество электрической энергии в системах электроснабжения: Уч. пособие// О. Г. Гриб, Г. А. Сендерович, Д. Н. Калужный, О. Н. Довгалюк, Д. В. Бородин, И. Р. Левин, Ю. С. Громадский, В. И. Васильченко; Под редакцией О. Г. Гриб. – 1-е изд., - Харьков: ХНАГХ, 2005.

4. О. Г. Гриб, А. В. Сапрыка, Д. В. Бородин. Анализ качества электрической энергии в сетях общего пользования 0,4 кВ – Світлотехніка та електроенергетика, № 1 (9), Харків, 2007, С. 53.

5. RTSsoft Системы контроля качества электроэнергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rtsoft.ru/catalog/jelektro/branch/sistelectro/detail/2589/> - Назва з екрану.

6. Группа "НЭК" Автоматизированные системы контроля качества электроэнергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.n-elektro.ru/produkcziya-i-uslugi/kachestvo.html> - Назва з екрану.

7. Веников В. А., Идельчик В. И., Лисеев М. С. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах. – М.: Энергоатомиздат, 1985.– 216 с.

8. Рэнси Р. Трансформаторы с переключением под нагрузкой // Мировая энергетика. – 1996. - № 4. - С. 27–33.

9. Порудоминский В. В. Устройства переключения трансформаторов под нагрузкой.– изд. 2-е, перераб. и исправ.– М.: “Энергия”, 1974.– 288 с.

10. Дмитренко А. И., Красов А. И., Пироженов А. Н. и др. Применение тиристорных переключателей в устройствах трансформаторов общего назначения // НТС, ЭП. Сер. Аппараты высокого напряжения, трансформаторы, силовые конденсаторы. – 1974. – № 9/14. – С. 15–17.

11. Системы накопления энергии – Часть 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rentchno.ua/blog/energy-storage-disruptors-1.html> - Назва з екрану.

12. Tesla [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tesla.com/powerpack> - Назва з екрану.

Аннотация

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 10 кВ

Панов А. А.

Приведен анализ существующих средств мониторинга и управления качеством электроэнергии. Выявлены их преимущества и недостатки. Сформулированы направления исследований для совершенствования методов и средств повышения качества электроэнергии в сетях 10 кВ.

Abstract

METHODS AND MEANS FOR INCREASING THE QUALITY OF ELECTRIC ENERGY IN THE DISTRIBUTIVE NETWORKS 10 KV

A. Panov

The analysis of existing means of monitoring and managing the quality of electricity. Identified their advantages and disadvantages. Research directions are formulated to improve the methods and means of improving the quality of electricity in 10 kV networks.