

УДК 621.311

П. С. Євтух, докт. техн. наук, проф.; О. О. Вакуленко; В. Р. Щербатюк
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ТА ПОКРАЩЕННЯ ЇЇ ПОКАЗНИКІВ

P. S. Yevtukh, Dr., Prof.; O. O. Vakulenko; V. R. Shcherbatyuk
**MODERN METHODS OF ELECTRICITY QUALITY DIAGNOSING
AND IMPROVEMENT OF ITS INDICATIONS**

Якість електроенергії – це сукупність властивостей, які визначають дію на електрообладнання, прилади та апарати, що, у свою чергу, оцінюється її показниками. Погіршення якості електроенергії, тобто збільшення рівня електромагнітної несумісності у системі електропостачання, зумовлено технологічними процесами виробництва, передачі, розподілу й споживання електроенергії [1].

Актуальність теми щодо проблем якості електроенергії у системах електропостачання промислових підприємств протягом достатньо тривалого часу залишається однією з найважливіших, що визначає надійність та ефективність електропостачання споживачів.

Апарати з електричною дугою чи апарати, що використовують електричний розряд: дугові печі, зварювальні агрегати, люмінесцентні лампи створюють нестабільні у часі гармоніки. Трифазний трансформатор з тристрижневим магнітопроводом не тільки є нелінійним, але й несиметричним елементом. Тут коефіцієнти гармонік 3-го порядку, і навіть 5-го та 7-го, досягають значних величин - до 30 %. До того ж гармоніка 3-го порядку виключає можливість з'єднання обвиток у трикутник [1].

На даний час проведення моніторингу показників якості електричної енергії відбувається шляхом аналізу накопиченої статистичної інформації за певний короткий проміжок часу. Результати таких короткочасних вимірювань не відображають реального стану якості електроенергії, суттєво ускладнюють розробку заходів, спрямованих на покращення її якості та підвищення показників надійності електропостачання і не дозволяють повною мірою забезпечити якість електроенергії.

Створення системи моніторингу якості електричної енергії в режимі реального часу дасть можливість проводити своєчасний контроль за її показниками та їх відхиленнями і виконувати відповідні заходи щодо приведення показників якості електроенергії відповідно до вимог Державного стандарту.

Відомо, що одним із недоліків стандартних вимірювальних систем, які знаходяться в експлуатації на даний час, є недостовірність методів цифрової обробки даних із застосуванням стандартного дискретного перетворення Фур'є при різко несинусоїдних залежностях вимірюваних електричних сигналів і зміні основної частоти навіть в межах, зумовлених стандартом ДСТУ 3466–96 [2].

Для вирішення зазначених недоліків можна використовувати віконне перетворення Фур'є, при якому нестационарний сигнал напруги приводять до вигляду частково стаціонарного.

Більш інформативним для аналізу нестационарних сигналів, зокрема і сигналів напруги, є т. з. вейвлет-перетворення. Це перетворення розкладає первинний сигнал напруги у часі на окремі частотні діапазони і кожна з цих груп є частиною вихідного сигналу напруги, що присутній в даний час у цьому діапазоні. Проведення вейвлет-перетворення сигналу напруги порівняно з перетворенням Фур'є дозволяє отримати не лише інформацію про гармонійний склад напруги, а й визначити, в які моменти часу

які гармонійні складові з'являються в електромережі. Такий підхід стає особливо ефективним, коли в системі існують високочастотні коливання короткої довжини і широкі низькочастотні коливання. На практиці електричні сигнали є саме такими [2].

Аналогічно до перетворення Фур'є пряме вейвлет-перетворення визначається як сума по всій тривалості сигналу, помноженого на масштабовані, зсунуті версії вейвлет-функції: $WT(\tau, a) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int x(t) \cdot \Psi\left(\frac{t-\tau}{a}\right) dt$, де τ – коефіцієнт масштабу або параметр розширення; a – параметр зсуву або крок зсуву; $\Psi(t)$ – функція перетворення, яка має назву материнського вейвлету або базисної функції (функції Морле, Хаара, Добеші). Після вибору базисної функції здійснюються розрахунки, які починаються з масштабу $s = 1$ і продовжуються при збільшенні величини s , тобто аналіз починається з більш високих частот і продовжується у бік низьких частот.

Проведеними дослідженнями було визначено [2], що при появі в електричній мережі коливань напруги, найбільші значення мають вейвлет-коефіцієнти третього рівня розкладу. При усталеному відхиленні напруги від нормованого значення, максимальні значення вейвлет-коефіцієнтів спостерігаються також на третьому рівні декомпозиції. Погіршення синусоїдності напруги в електромережі проявляється на четвертому рівні декомпозиції сигналу напруги. Поява в електромережі провалу напруги або перенапруги призводить до збільшення значення вейвлет-коефіцієнтів на сьомому та восьмому рівнях розкладу. Якщо в електромережі присутні імпульси напруги, то найбільші значення вейвлет-коефіцієнтів спостерігаються на п'ятому рівні декомпозиції сигналу напруги.

При цьому було виявлено, що при наявності будь-яких спотворень показників якості електроенергії, відбувається миттєва зміна амплітуди коефіцієнта деталізації першого рівня вейвлет-перетворення з подальшим відновленням її до нульового рівня. Це дає можливість визначати час появи та період існування спотворення показника якості електроенергії в мережі.

Практичною реалізацією пристроїв для покращення якості електроенергії може бути пристрій середньої потужності на базі мікропроцесорного регулятора типу BR6000-6R/T фірми "Ercos". Схема побудована за тим же принципом, що й фільтро-компенсуючі пристрої на основі антирезонансних дроселів та послідовно сполучених з ними фазних конденсаторів [3].

Більше всього використовують антирезонансні дроселі з коефіцієнтами відлаштувань: $p = 5,6\%$; 7% та 14% . Мікропроцесорний регулятор забезпечує інтелектуальний контроль параметрів мережі. Слід зауважити, що фільтрація вищих гармонік є смуговою і вимагає попереднього дослідження електромережі на наявність тих чи інших гармонічних складових.

Таким чином, за допомогою даного мікропроцесорного пристрою може бути створено виокремлену систему електропостачання в умовах дії інтенсивних навантажень виробничого характеру по місцю розташування комплексу комп'ютеризованого та іншого високоточного технологічного обладнання з ЧПУ.

Література

1. Войцицький А. П. Аналіз причин погіршення якості показників електроенергії, які характеризують форму напруги / А. П. Войцицький, Ю. А. Колос // Вісник Житомир. нац. агроєколог. ун-ту. Механізація. – 2016. - №1 (53), т. 1. – С. 264–269.
2. Волошко А. В. Щодо моніторингу якості електричної енергії / А. В. Волошко, А. Л. Харчук // Вісник Кременчук. нац. ун-ту. Енерго- та ресурсозберігаючі технології. – 2014. – Вип. 2 (85). – С. 47–52.
3. Геворкян М. В. Современные компоненты компенсации реактивной мощности (для низковольтных сетей). – М. : Изд. дом «Додэка - XXI», 2003. – 64 с.