техн. наук / А.Э. Фридман. – М., 1994 – С. 423. 5. Данилевич С.Б. Метрологическое обеспечение производства и качество продукции / С.Б. Данилевич, С.С. Колесников // Законодательная и прикладная метрология. — 2007. – № 2. — С. 6–9. 6. Данилов Е.А. Хорош ли продолжительный межповерочный интервал для теплосчётчиков при расширенном диапазоне измерения расхода / А.Е. Данилов, И.Н. Бригаденко, Г.Н. Иванова, Е.Ю Парамонова // Энергосбережение, 2003, №5 – С. 17. 7. Конюхов А.Г. Автоматизация поверки: старые подходы и перспективные принципы / А.Г. Конюхов // Измерительная техника. – 1987. – № 11. – С. 14–15. 8. Микийчук М.М. Засоби повірки вторинних пристроїв контактної термометрії на основі активних імітаторів опору: автореф. дис. д-ра техн. наук / М.М. Микийчук. – Львів, 1998. 9. Яцук В.О. Розвиток теорії та методів підвищення якості засобів вимірювальної техніки з використанням кодокерованих мір: автореф. дис. д-ра техн. наук / В.О. Яцук. – Львів, 2004. 10. РМГ 74-2004 ГСИ. Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений. 11. ГОСТ 8.565-99. ГСИ. Порядок установления и корректировки межповерочных интервалов эталонов. 12. Микийчук М.М. Актуальні питання метрологічної надійності промислових ЗВТ / М.М. Микийчук // Методи та прилади контролю якості: наук.-техн. журнал Івано-Франківського національного технічного університету нафти та газу. – 2009. – № 23. – С. 126–129.

УДК 621.311.13

НОВІ НОРМАТИВНІ ВИМОГИ СТОСОВНО ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ

Ó Ванько Володимир, Фещук Наталія, 2013

Національний університет **"**Львівська політехніка**"**, кафедра метрології**,** стандартизації та сертифікації,
вул. С. Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

Проаналізовано проблематику дослідження та контролю якості електроенергії у мережах постачання споживачів. Поставлено головні задачі, котрі полягають у встановленні причин погіршення якості електроенергії та визначенні місця появи негативного процесу в мережі. З урахуванням класифікації видів навантажень та споживання ними електроенергії запропоновано розвиток методики виконання вимірювань показників якості електроенергії та нові показники, що дають змогу отримати додаткову інформацію для розв'язання вказаних задач.

Проанализировано проблематику исследования и контроля качества электроэнергии в сетях снабжения потребителей. Поставлены главные задачи, которые состоят в определении причин ухудшения качества электроэнергии и нахождении места возникновения негативного процесса в сети. Исходя из классификации видов нагрузок и потребления ими электроэнергии, предложены развитие методики выполнения измерений показателей качества электроэнергии и новые показатели, позволяющие получить дополнительную информацию для разрешения указанных задач.

The analysis of the problems of research and quality control of electricity supply to customers in the networks. Delivered the main tasks are to identify the causes of deterioration of power quality and location of the place of occurrence of the negative processes in the network. Based on the classification of types of loads and their consumption of electricity, proposed the development of a method of measuring the quality of electricity and new indicators to get more information to resolve these problems.

Вступ. Електричну енергію (ЕЕ) зараховують до важливого виду енергетичних ресурсів, за допомогою якого здійснюються виробничі процеси у промисловості та аграрному секторі, діяльність у туристичній галузі й спорті, а також забезпечуються побутові та культурні потреби людства. Враховуючи масовий

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

характер застосування, стосовно ЕЕ декларуються відповідні нормативні вимоги з якості, що наведені в [1]. При цьому варто зазначити, що завдання забезпечення якості ЕЕ та гарантування її показників якості (ПЯ) в межах нормально і гранично допустимих значень є комплексною проблемою, тобто потребує не лише розвитку теорії вимірювання ПЯ ЕЕ, але й вдосконалення нормативно-технічного забезпечення цих вимірювань. Останнє полягає у формуванні оптимальної номенклатури ПЯ ЕЕ та обґрунтованих вимог стосовно граничних значень для сукупності ПЯ, дотримання яких гарантуватиме надійну та продуктивну роботу різноманітного устаткування.

Постановка задачі та аналіз проблематики. Відповідно до [1, 2] множину ПЯ ЕЕ, що описують негативні процеси в електричних мережах, поділяють на такі групи: повільних коливань напруги і частоти (ПКНЧ), несинусоїдальності напруг (НСН), несиметрії трифазної системи напруг (НТСН), характеристик потужностей споживання (активної, реактивної, повної) (ХПС), тимчасових перенапруг та западин напруги (ТПЗН), імпульсних спотворень форми напруги (ІСФН). Але, поряд з цим, з метою ефективного управління якістю ЕЕ за даними [3], вважається необхідним:

– встановлення причини виникнення погіршення якості ЕЕ;

– визначення місця появи негативного процесу в мережі для його усунення або послаблення дії.

Жоден ПЯ ЕЕ з наведених груп не може слугувати інформативним джерелом, яке дало б змогу безпосередньо розв’язати поставлені задачі. Крім того, у чинній нормативній документації не наведено шляхи підвищення якості ЕЕ та рекомендації з недопущення виникнення відомих негативних процесів у мережах.

Мета досліджень. Розглянемо способи вирішення цієї проблематики. Першочерговим завданням вважається потреба вдосконалення нормативно-технічної бази з моніторингу та управління якістю ЕЕ для гарантування ефективної роботи різноманітного устаткування. По-друге, актуальним є пошук нових підходів з аналізу реальних ситуацій з обміну ЕЕ між постачальними об’єктами та структурами споживання, що дасть змогу встановити причину погіршення якості ЕЕ.

Напрями розв’язання задачі. Якщо розглянути сукупність відомих електричних навантажень, що використовують споживачі, то, з одного боку, їх надійна та ефективна робота визначається різними групами ПЯ ЕЕ, а з іншого боку – кожен вид навантаження може певним способом змінювати рівень якості ЕЕ у досліджуваній мережі. Враховуючи специфіку функціонування електронного та електротехнічного устаткування, виокремимо серед них такі види навантажень (з наведенням щодо кожного виду відповідних груп ПЯ ЕЕ, що характеризують негативні для них збурення), для яких мають бути наведені необхідні нормально і гранично допустимі норми щодо напруг живлення:

- освітлення (ПКНЧ, ТПЗН);
- електротранспорт (ПКНЧ, НСН, ХПС, ТПЗН, ІСФН);
- устаткування для виробництва (інструменти, верстати, системи управління технологічними процесами, протиаварійні та охоронні системи) (ПКНЧ, НСН, НТСН, ХПС, ТПЗН, ІСФН);
- устаткування для наукових, медичних і контрольних досліджень (ПКНЧ, НСН, ТПЗН, ІСФН);
- устаткування для побуту, туризму та спорту (ПКНЧ, НСН, ТПЗН, ІСФН).

Як бачимо, для переважної більшості електронного та електротехнічного устаткування доцільно контролювати якість ЕЕ, використовуючи одночасно більшу частину наведених вище груп ПЯ. Тобто найчастіше неможливо чітко вибрати одну чи дві, специфічні лише для певного варіанта навантаження групи ПЯ ЕЕ. Крім того, неправильна робота конкретного виду навантаження споживача сприятиме виникненню характерних для нього збурень напруг або струмів у мережі, котрі не завжди описуватимуться ПЯ ЕЕ з наведених груп.

Одним з допоміжних важливих ПЯ ЕЕ може бути часова залежність струму споживання конкретного виду навантаження, яка здебільшого є його індивідуальною характеристикою.

На рис. 1 показано залежності напруги живлення (ліва ордината) та струму споживання (права ордината) персонального комп’ютера залежно від часу [4].

З наведеної інформації видно, що частину ЕЕ блок живлення комп’ютера перетворює на реактивну енергію, котра марно навантажує мережу і, отже, збільшує втрати ЕЕ – зменшуючи коефіцієнт потужності в електричному колі. Причиною цього негативного явища слугує принцип побудови імпульсного блока живлення персонального комп’ютера.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

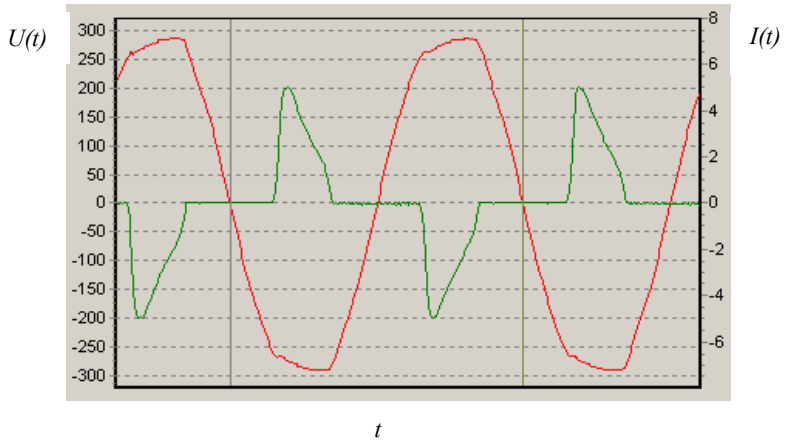

Рис. 1. Залежності напруги живлення та струму споживання персонального комп'ютера залежно від часу

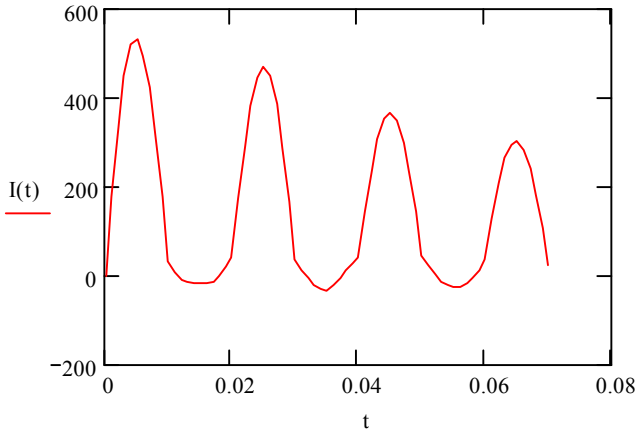

Рис. 2. Осцилограма струму увімкнення для асинхронного двигуна потужністю 500 кВт з номінальною швидкістю обертів 1500 об./хв

Іншим специфічним прикладом навантаження є електричний двигун. За даними [5] осцилограма струму увімкнення (пусковий режим роботи) для асинхронного двигуна потужністю 500 кВт з номінальною швидкістю обертів 1500 об./хв має вигляд, показаний на рис. 2. При цьому, так само як для будь-якого двигуна, після його початкового ввімкнення відбувається процес поступового встановлення форми споживаного струму до синусоїдальної кривої та його значення до розрахункових робочих рівнів. Але, як видно з рис. 2, у початковий момент істотно збільшується струм, що може інколи викликати спотворення форми напруги у мережі.

Стосовно устаткування, у якому застосовуються потужні активні нагрівачі, то тут практично зберігаються синусоїдальними струм споживання та напруга мережі. Однак у випадку використання нелінійних активних нагрівачів або інших нелінійних елементів спостерігаються як зміни спектрального складу струмів і напруг, так і появи втрат ЕЕ, включно через зростання реактивної енергії у мережі.

Очевидно, що будь-якому новому електронному й електротехнічному устаткуванню властиві визначені нормативними документами параметри споживання – середньоквадратичне значення (СКЗ) струму, активна і повна потужності споживання тощо. Інколи до них також зараховують зміну спектра споживання струму (потужності) протягом терміну експлуатації устаткування.

Ще однією причиною спотворення якості ЕЕ вважається різка зміна струмів (потужностей) споживання, викликані, наприклад: зміною кількості одночасно ввімкненого устаткування на виробництві (верстатів, електроінструменту, агрегатів, технічних засобів тощо), роботою електротранспорту, функціонуванням електричного металоплавильного виробництва тощо.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

Отже, для вдосконалення управління якістю ЕЕ необхідно:

- ввести додаткові ПЯ, які дали б змогу конкретніше аналізувати інформацію, отриману в результаті проведеного вимірювального експерименту на досліджуваному об'єкті;
- скласти методику виконання вимірювального експерименту в контрольованій мережі.

Відповідно до [3, 6, 7] методика виконання вимірювань повинна будуватись так:

– вступна частина та призначення методики;
– перелік нормально і гранично допустимих норм значень ПЯ ЕЕ, які підлягають вимірюванням;
– норми похибок вимірювань для кожного із переліку зазначених ПЯ ЕЕ;
– засоби вимірювань ПЯ ЕЕ та допоміжні пристрої;
– методи вимірювань;
– вимоги до безпеки проведення експерименту;
– вимоги до кваліфікації персоналу;
– умови вимірювань;
– підготування до виконання вимірювань (складання програми вимірювань, визначення точок та тривалості й періодичності проведення моніторингу якості ЕЕ);
– виконання вимірювань;
– опрацювання результатів вимірювань (включно з аналізом рівня якості ЕЕ);
– оформлення результатів вимірювань.

У разі, коли чітко визначено й обґрунтовано рекомендований метод аналізу якості ЕЕ, то дані про це можна додати у зазначену методику окремим розділом.

Одним з важливих розділів методики вважається програма вимірювального експерименту, де зафіковано точки моніторингу досліджуваної мережі та перелік ПЯ ЕЕ, завдяки якому встановлюють причини погіршення якості ЕЕ та через ввімкнення якого виду навантаження вони з'явились. Точки контролю цієї мережі вибирають на основі аналізу її електричної схеми та завдяки підходові з дослідження якості ЕЕ, викладеному у [3]. Періодичність здійснення моніторингу залежить від специфіки навантаження, що застосовується на виробництві, або регламентується вимогами [1].

З метою отримання допоміжної інформації про якість ЕЕ на досліджуваному об'єкті, крім наведених у [1, 2] основних ПЯ ЕЕ, необхідно використовувати такі додаткові ПЯ:

- амплітудні значення струмів споживання $(I_{сп})_m$ та їхні СКЗ $(I_{сп})_{ск}$ за фазами;
- коефіцієнти спотворення синусоїдальності кривої струму K_{sI} та n-ї гармонічної складової струму K_{In} , котрі можна об'єднати у групу несинусоїдальності струмів НСС (подібно до НСН);
- фазні коефіцієнти завантаженості по активній (наприклад, для фази А)

$$k_{\text{нР}} = \frac{P_A}{P_\Sigma}, \qquad (1)$$

та реактивній потужностях (теж фази А)

$$k_{\text{нQ}} = \frac{Q_A}{Q_\Sigma}, \qquad (2)$$

де P_Σ та Q_Σ – значення активної та реактивної потужностей у трифазному колі.

Зауважимо, що для обчислення цих ПЯ ЕЕ немає потреби у створенні нових засобів вимірювання – можна застосовувати прилади з величезного переліку відомих, причому недорогих та з хорошими метрологічними характеристиками. Хоча, з метою автоматизації моніторингу якості ЕЕ, з'являтимуться проблеми з об'єднання різних вимірювачів у вимірювально-інформаційні комплекси, котрі порівняно легко вирішуються за допомогою сучасних програмних і технічних засобів.

Додамо, що запропоновані додаткові ПЯ ЕЕ варто використовувати для опису наведених вище негативних процесів у електричних мережах у вигляді допоміжних даних, за допомогою яких можна розв'язувати поставлені вище задачі.

Висновки. На основі запропонованих вдосконаленої методики виконання вимірювань ПЯ та підходу з моніторингу рівня якості ЕЕ у мережах споживачів можна здійснювати дієві поточний та вибірковий контроль стану як постачання, так і споживання ЕЕ. Це дасть змогу ефективно управляти процесами обміну ЕЕ між вихідним пунктом розподільної мережі та різними ділянками електричної схеми користувача, що забезпечить суттєве зменшення втрат ЕЕ.

Крім того, запровадження цієї методики сприятиме:

– розробленню та затвердженню нових нормативних документів і правових актів із питань регулювання відносин у сфері гарантованого забезпечення підприємств та населення якісною ЕЕ;

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

– вдосконаленню відомих засобів вимірювання ПЯ ЕЕ та розробленню нових вимірювачів, які становитимуть основу нормативно-технічного забезпечення якості ЕЕ;

– створенню та застосуванню ефективної системи сертифікації у сфері якості ЕЕ, яка б затверджувала державний контроль за виконанням нормативних вимог.

1. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 01.01.2000. – К.: Держстандарт України, 1999. – 32 с. 2. Ванько В.М., Столярчук П.Г. Проблеми контролю якості електроенергії в електричних мережах // Вимірювальна техніка та метрологія. – 2001. – № 58. – С. 47–56. 3. Ванько В.М. Організація вимірювання, аналізу та поліпшення якості електроенергії в мережах // Вісник Національного університету «Львівська політехніка» «Теплоенергетика. Інженерія довкілля. Автоматизація». – № 659. – 2009. – С. 101–108. 4. Артамонов О. Измерение энергопотребления компьютеров / Компания «Ф-Центр» website [Online]. 2011. – available: http: // www. fcenter.ru / fcconfa / viewforum /. 5. Пиотровский Л., Васютинский С., Несговорова Е. Испытание электрических машин. – М.–Л.: Государственное энергетическое издательство, 1960. – 290 с. 6. ГОСТ 8.010-99. Методики выполнения измерений. Основные положения. – Введ. 01.01.2000. – М.: Издательство стандартов, 1999. – 25 с. 7. ГОСТ Р 8.563-96. Методики выполнения измерений. – Введ. 01.07.1997. – М.: Издательство стандартов, 1996. – 20 с.

УДК 658.562

ІНТЕГРОВАНЕ ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЛЯ КВАЛІМЕТРИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ПРОДУКЦІЇ

© Бойко Тарас, Мельник Володимир, 2013

Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра метрології, стандартизації та сертифікації, вул. С. Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

Запропоновано метод формування показників властивостей продукції з використанням бенчмаркінгу, зворотного інженерного аналізу та розгортання функції якості. Показано, що, використовуючи отриману в результаті бенчмаркінгу інформацію, можна побудувати певний логічний ланцюжок від показників властивостей виробу аж до його складників та виробничих процесів і матеріалів. Розроблена структура дає можливість приймати обґрунтовані рішення щодо покращення окремого чи сукупності показників виробу, що, своєю чергою, забезпечить загальне зростання його якості.

Предложен метод формирования показателей свойств продукции с использованием бенчмаркинга, обратного инженерного анализа и развертывания функции качества. Показано, что, используя полученную в результате бенчмаркинга информацию, можно построить определенную логическую цепочку от показателей свойств изделия вплоть до его составляющих частей, производственных процессов и материалов. Разработанная структура дает возможность принимать обоснованные решения относительно улучшения отдельного или совокупности показателей изделия, которое в свою очередь обеспечит рост в целом его качества.

The method of forming the production property indices by dint of benchmarking, reverse engineering and quality function deployment has been suggested. It is shown that using the gained benchmarking information we could construct a certain logical chain starting from the indices of product properties and finishing with product components, production processes and materials. The developed structure enables us to make stipulated decisions concerning improvement of a certain product index or totality of them which eventually would provide the general rise in quality.

Вступ. Суть бенчмаркінгу, його елементи, доцільність використання, сильні та слабкі сторони. Економічно розвинені країни світової спільноти нині забезпечують якість організаційно-управлінськими заходами, а саме розробленням, запровадженням, сертифікацією та постійним вдосконаленням систем якості.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua