

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

© Володимир Ванько, Наталія Фецул

*Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра “Метрологія, стандартизація та сертифікація”*

вул. С. Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

Проведено аналіз проблематики 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 у мережі. Виходячи із класифікації видів навантажень та споживання ними електроенергії, запропоновані розвиток методики виконання вимірювань показників якості електроенергії та нові показники, що дозволять отримати додаткову інформацію для розв’язання вказаних задач.

Проведено аналіз проблематики 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) відносять до важливого виду енергетичних ресурсів, за допомогою якого здійснюються виробничі процеси у промисловості та аграрному секторі, діяльність у туристичній галузі і спорті, а також забезпечуються побутові і культурні потреби людства. Враховуючи масовий 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 вимагає не лише розвитку теорії вимірювання ПЯ ЕЕ, але й вдосконалення нормативно-технічного забезпечення даних вимірювань. Останнє полягає у формуванні оптимальної номенклатури ПЯ ЕЕ та обґрунтованих вимог стосовно граничних значень для сукупності ПЯ, дотримання яких дозволить гарантувати надійну та продуктивну роботу різноманітного устаткування.

Постава 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 у мережі для його усунення або послаблення дії.

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

Мета досліджень. Серед шляхів розв’язання даної проблематики варто зазначити наступні. Найпершим 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 дозволить встановити причину погіршення якості ЕЕ.

Напрями розв’язання задачі. Якщо розглянути сукупність відомих електричних навантажень, що використовуються споживачами, то, з одного боку, їх надійна та ефективна робота визначається різними групами ПЯ ЕЕ, а з іншого боку – кожен вид навантаження може певним чином 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 даного варіанту 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 показані залежності напруги живлення (ліва ордината) та струму споживання (права ордината) персонального комп'ютера в залежності від часу [4].

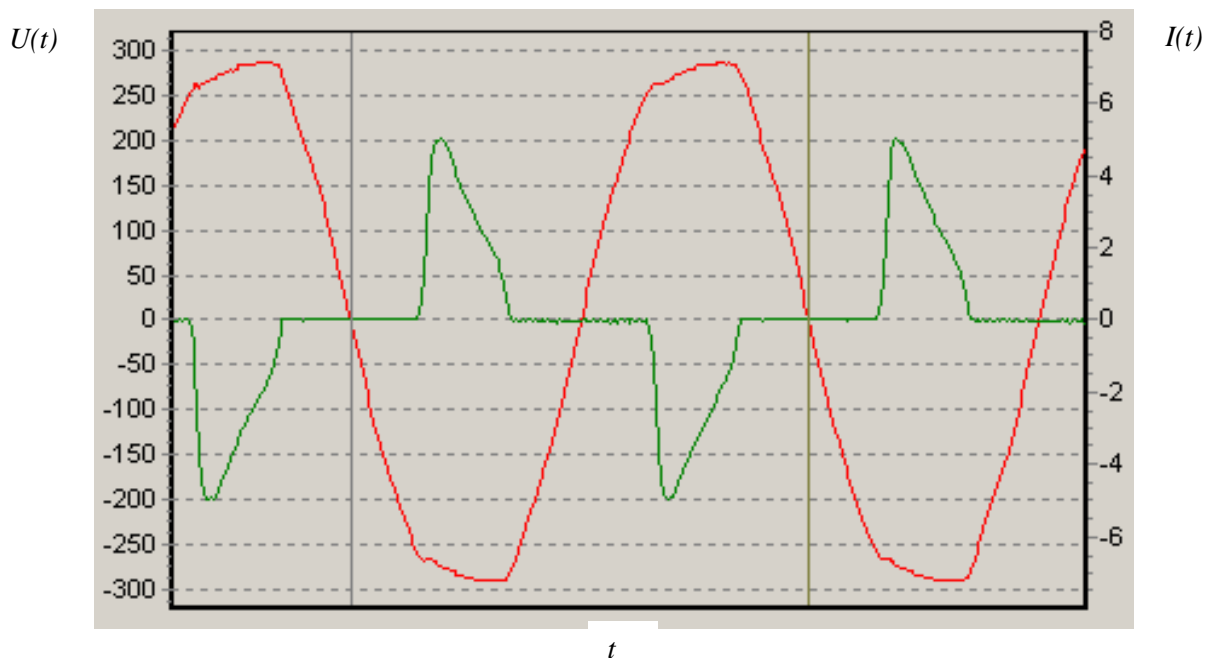


Рис. 1. Залежності напруги живлення та струму споживання персонального комп'ютера в залежності від часу

З наведеної інформації видно, що частина ЕЕ перетворюється блоком живлення комп'ютера у реактивну енергію, котра марно навантажує мережу і отже збільшує втрати ЕЕ – зменшуючи коефіцієнт потужності в електричному колі. Причиною даного негативного явища слугує принцип побудови імпульсного блока живлення персонального комп'ютера.

Іншим специфічним прикладом навантаження є електричний двигун. За даними [5] осцилограма струму включення (пусковий режим роботи) для асинхронного двигуна потужністю 500 кВт з номінальною швидкістю обертів 1500 об./хв. має вигляд, показаний рис. 2. При цьому, так само як для будь-якого двигуна, після його початкового ввімкнення має місце 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 відбувається суттєве збільшення струму, 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, мають місце як зміни спектрального складу струмів і напруг, так і появи втрат ЕЕ, включно через зростання реактивної енергії у мережі.

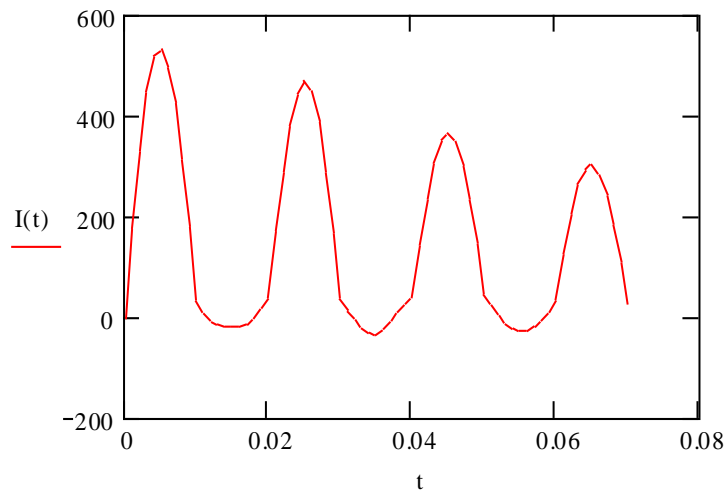


Рис.2. Осцилограма струму включення для асинхронного двигуна потужністю 500 кВт з номінальною швидкістю обертів 1500 об./хв.

Очевидно, що для будь-якого нового електронного і електротехнічного устаткування властиві, визначені нормативними документами, параметри споживання – середньоквадратичне значення (СКЗ) струму, активна і повна потужності споживання тощо. Інколи сюди також відносять зміну спектру споживання струму (потужності) протягом терміну експлуатації устаткування.

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

Таким чином, для вдосконалення управління якістю ЕЕ необхідно:

- ввести додаткові ПЯ, які дозволили б конкретніше аналізувати інформацію, отриману в результаті проведеного вимірювального експерименту на досліджуваному об'єкті;

- скласти методику виконання вимірювального експерименту у контрольованій мережі.

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

- 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 і періодичності проведення моніторингу якості ЕЕ);
- виконання вимірювань;
- опрацювання результатів вимірювань (включно з аналізом рівня якості ЕЕ);
- оформлення результатів вимірювань.

У разі, коли чітко визначено і обґрунтовано рекомендований метод аналізу якості ЕЕ, то дані про це можуть бути додані у зазначену методику окремим розділом.

Одним з важливих розділів методики вважається програма вимірювального експерименту, де зафіксовано точки моніторингу досліджуваної мережі та перелік ПЯ ЕЕ, завдяки якому встановлюють причини погіршення якості ЕЕ та через ввімкнення якого виду навантаження вони з'явилися. Точки контролю даної мережі вибираються на основі аналізу її електричної схеми та завдяки підходу 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 в [1,2] основних ПЯ ЕЕ, необхідно використовувати такі додаткові ПЯ:

- амплітудні значення струмів споживання $(I_{cn})_m$ та їхні СКЗ $(I_{cn})_{ck}$ по фазах;
- коефіцієнти спотворення синусоїдальності кривої струму K_{sl} та n -ї гармонічної складової струму K_m , котрі можна об'єднати у групу несинусоїдальності струмів НСС (подібно до НСН);
- фазні коефіцієнти навантаженості по активній (наприклад для фази А)

$$k_{\text{HP}} = \frac{P_A}{P_{\Sigma}}, \quad (1)$$

та реактивній потужностях (теж фази А)

$$k_{\text{HQ}} = \frac{Q_A}{Q_{\Sigma}}, \quad (2)$$

де P_{Σ} та Q_{Σ} – значення активної та реактивної потужностей у трифазному колі.

Слід зауважити, що для обчислення цих ПЯ ЕЕ не має 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.

Варто додати, що запропоновані додаткові ПЯ ЕЕ варто використовувати для опису наведених вище негативних процесів в 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 вибірково контроль стану як постачання, так і споживання ЕЕ. Це дозволить ефективно управляти процесами обміну ЕЕ між вихідним пунктом розподільчої мережі та різними ділянками електричної схеми користувача, що забезпечить суттєве зменшення втрат ЕЕ.

Крім того, запровадження даної методики сприятиме:

- розробленню та затвердженню нових нормативних документів і правових актів із питань регулювання відносин у сфері гарантованого забезпечення підприємств та населення якісною ЕЕ;
- вдосконаленню відомих засобів вимірювання ПЯ ЕЕ та розробленню нових вимірювачів, які складатимуть 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. Проблемы 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 доквілля. Автоматизація». – №659. – 2009. – С. 101-108.
4. Артамонов О. Измерение энергопотребления компьютеров / Компания «Ф-Центр» website [Online]. – 2011. – available: <http://www.fccenter.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. – 25с.
7. ГОСТ Р 8.563-96. Методики выполнения измерений. – Введ. 01.07.1997. – М.: Издательство стандартов, 1996. – 20с.