

УДК 621.311

П. М. Микулик

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЗБИТКІВ ПРИ НЕДОТРИМАННІ
ЗНАЧЕНЬ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, НОРМОВАНИХ
СТАНДАРТАМИ**

P. M. Mykulyk

**ANALYTICAL REVIEW OF DAMAGES FAILURE VALUES ELECTRICITY
QUALITY PARAMETERS NORMALIZED STANDARDS**

Вимогами міжнародних і державних стандартів встановлено параметри, що характеризують ступінь спотворення напруг в електричній мережі – коефіцієнти несинусоїдності, несиметрії, відхилення та коливання напруги.

На підприємствах, де наявні електроприймачі із значною несиметрією навантажень і нелінійністю характеристик, якість електроенергії характеризується таким важливим параметром, як відхилення напруги від номінальної. Разом з тим, «джерела» коливання напруги, впливаючи на живильну напругу, приводять до зміни її за величиною, тобто до спотвори обвідною діючих амплітудних значень напруги основної частоти низькочастотними гармоніками 1-10 Гц. Окрім того, змінно-періодичні навантаження в системах електропостачання викликають модуляцію напруги та струму. Наявність спотвор в енергосистемі приводить до додаткових втрат енергії, прискорює зношення обладнання, в окремих випадках може привести до аварійних ситуацій.

Необхідність забезпечення визначених значень (або діапазонів змін) параметрів якості електроенергії диктується як технічними, так і економічними потребами.

В основу технічних вимог покладений облік умов, при яких забезпечується тривала експлуатація електрообладнання і нормальне проходження технологічних процесів. У ряді випадків необхідно впровадити відомчих і навіть місцевих нормативів більш жорстких, ніж вимоги стандартів. Це відноситься, наприклад, до різного роду електротехнічного устаткування, процеси в яких проходять нормально лише при дуже обмежених діапазонах відхилення напруги споживання (контактно зварювальні установки, печі електрошлакового переплавлення та ін.).

Якість електроенергії впливає як на режими економічності системи електропостачання підприємства, так і на якісний та кількісний рівень виробництва.

Економічний збиток від незадовільної якості електроенергії має дві складові: порушення або зміна електромагнітного стану системи – це перша складова; технологічний стан системи – друга складова.

Відношення складових збитку для різних виробництв не однакові. Ось, для цехів машинобудівельних заводів з різним верстатним парком при наявності відхилення напруги визначальною є друга складова (більше 98% від загального збитку). Аналогічні співвідношення цих складових для ряду електротехнічних та хімічних виробництв. Для насосного та компресорного обладнання ці обидві складові мають однаковий вплив.

Аналіз наведених даних і законів розподілу ПЯЕ показав, що стандарти на практиці не виконуються. Це приводить до щорічного економічного збитку, який для середніх та великих підприємств складає від десятків до сотень тисяч гривень.

Виміри на шинах 0,4 кВ середнього значення ПЯЕ в міських електромережах показали, що нижня границя відхилення напруги відповідає стандартам, а верхня –

більше ніж в два рази перевищує норми. Максимальні значення відхилення напруги відносяться перш за все до нічного і денного провалів напруги, і тривалість цих відхилень складає 8-12 годин на добу.

При цьому математичне сподівання відхилення напруги в неробочі дні на 2-3% вище, ніж в робочі дні. Слід відмітити, що типові міські трансформаторні підстанції (ТП) не обладнані регуляторами напруги і це значно впливає на відхилення напруги.

Здебільшого побутові споживачі використовують однофазну напругу 0,4 кВ з міських та сільських електричних мереж, тому найважливішим для них є зміна повільних коливань відхилення напруги споживання, розмах зміни напруги та зміна частоти живлення напруги. Також параметри, що характеризують швидкі відхилення миттєвих значень напруги за час, дещо більший від однієї половини періоду повторення та провали напруги мережі. Важливими також є параметри, пов'язані з швидкими імпульсними спотвореннями форми напруги мережі за час, менший від тривалості половини періоду повторення першої (основної) гармоніки живильної напруги.

З появою автоматизованих систем контролю та обміну електричної енергії з'явилась можливість моніторингу ПЯЕ в умовах реального часу. Для визначення розмірів компенсації при купівлі та продажу електричної енергії, параметри якості якої знаходяться поза межами показників, визначених державним стандартом, необхідно обробити масив даних щодо кількості спожитої електричної енергії, параметрів її якості за розрахунковий період та визначити сумарну тривалість часу, на протязі якого параметри якості електричної енергії знаходились поза межами показників, визначених державним стандартом.

У цьому випадку можна запропонувати таку формулу для визначення розміру компенсації за спожиту неякісну електричну енергію:

$$K_{\Lambda} = \frac{22,8 \sum_{j=1}^m \sum_{n=1}^N (P_n \cdot t_n) j}{100},$$

де 22,8 – нормована найменша сумарна тривалість часу на протязі j -ої доби, коли ПЯЕ повинні знаходитись в інтервалах, що обмежені нормовано допустимими значеннями, год;

P_n – потужність, що споживалась на n -ому інтервалі часу на протязі j -ої доби, кВт;

t_n – тривалість n -ого інтервалу часу на протязі j -тої доби, коли ПЯЕ знаходились поза межами показників, визначених державним стандартом, год.

Література

1. ГОСТ 32144-2013. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Изд-во стандартов, 2014.- 16 с.
2. Железко И. В. Комплексное исследование показателей качества электроэнергии на предприятиях различных отраслей / И. В. Железко, Б. К. Нугер, Ю. В. Слепов // Современные задачи преобразовательной техники. – 1985. – Выпуск 11. – С. 58.
3. Аберсон М. Л. Оценка эффективности средств централизованного регулирования в городских электрических сетях / М. Л. Аберсон // Научные труды Академии коммунального хозяйства. – 1980. – № 133. – С. 48.