

УДК 621.311

П. М. Микулик

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Р. М. Mykulyk

### ANALYTICAL REVIEW THE CALCULATION METHODS PARAMETERS OF ELECTRICITY QUALITY

У більшості промислових підприємств контроль параметрів якості електроенергії (ПЯЕ) проводиться на основі періодичних вимірювань напруги мережі та інших параметрів з наступною статистичною обробкою даних [1, 2, 3]. На окремих підприємствах з під'єднаною потужністю більше 1000 кВА, впроваджуються автоматизовані системи контролю параметрів якості та обліку електричної енергії. Такі системи вимагають свого удосконалення та покращення експлуатаційних характеристик.

Припис споживачам про організацію контролю містить перелік ПЯЕ, контроль яких вимагається з рекомендованою назвою приладів та їх кількістю, терміном початку контролю кожного параметра та періодичністю таких вимірів. До ПЯЕ, що обумовлені роботою електроустановок, відносяться також відхилення напруги та коефіцієнт зворотної послідовності напруги, які визначаються за формулами:

$$\delta U_b = \frac{U_{cp} - U_n}{U_n} \cdot 100\% ,$$

де  $\delta U_b$  – відхилення напруги;  $U_{cp} = \frac{U_{BA} + U_{AC} + U_{CB}}{3}$  – середнє значення напруги;

$U_{BA}, U_{AC}, U_{CB}$  – лінійні значення напруг;  $U_n$  – значення номінальної напруги живлення.

$$\varepsilon_2 = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_n} ,$$

де  $\varepsilon_2$  – коефіцієнт зворотної послідовності напруги;  $U_{\max}, U_{\min}$  – найбільше і найменше із значень лінійних напруг, що виміряні в розглянутий момент часу.

Додатково додається фрагмент осцилограми процесу запису коливання напруги на протязі 10-15 с. із зазначенням запису максимального розмаху коливання (в процентах по відношенню до номінальної напруги). Такий контроль ПЯЕ застосовується і в електричних мережах з різкозмінними навантаженнями. Одним із перших ПЯЕ, що викликає практичний інтерес при таких навантаженнях, є відхилення напруги живлення.

Графіки відхилення напруги на практиці вимірюються з інтервалом 0,5-2 год. За цей час у цих випадках встигають проявитися результати впливу відхилення напруги: пониження частоти обертання двигунів, збільшення нагріву деяких видів електрообладнання, порушення нормального ходу окремих типів технологічних процесів. Тому, визначаючи найбільшу величину відхилення напруги з врахуванням 95% ймовірності як:

$$\delta U_b = m_{\delta U_b} + \beta \sigma_{\delta U_b},$$

де  $m_{\delta U_b}$  та  $\sigma_{\delta U_b}$  – числові характеристики процесу відхилення напруги, середнє і середньоквадратичне значення;  $\beta$  – прийнята кратність міри розсіювання, враховуємо реальне значення ПЯЕ, що характеризують дійсні наслідки від пониження напруги.

У тому випадку, коли в інтервалі  $T$ , на протязі якого проводиться вимірювання ПЯЕ, одержано  $N$  дискретних вимірювань, то числові характеристики ПЯЕ визначаються як:

$$m_{\delta U_b} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sqrt{P_i}, \quad \sigma_{\delta U_b}^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left( \sqrt{P_i} - m_{\delta U_b} \right)^2,$$

де  $P_i$  – потужність спотворення, що відповідає ПЯЕ і визначається в інтервалі часу  $TN = \Delta t$  (час спостереження).

Повні потужності спотворення, що визначаються через миттєві значення напруг та струмів рівні:

$$\left. \begin{aligned} S_{CA} &= U_A \sum_{K=2}^{\infty} i_{AK}; \\ S_{CB} &= U_B \sum_{K=2}^{\infty} i_{BK}; \\ S_{CC} &= U_C \sum_{K=2}^{\infty} i_{CK}. \end{aligned} \right\},$$

$$P_i = R_C \cdot (S_{CA} + S_{CB} + S_{CC}).$$

Кожний із приймачів електроенергії, під'єднаний до електричної мережі, споживає активну і реактивну потужності, величини яких визначаються значеннями напруги на затискачах приймачів і її частотою.

При відхиленні напруги на шинах постачання електричних асинхронних двигунів змінюється швидкість обертання ротора, значення активних втрат і споживаної реактивної потужності. Це приводить до пониження економічних показників, що характеризують роботу цих споживачів.

#### Література

1. Жежеленко И. В. Качество электроэнергии на промышленных предприятиях / И. В. Жежеленко, М. Л. Рабинович, В. М. Божко. – К. : Техника, 1981. – 160 с.
2. Липский А. М. Определение показателей качества электроэнергии в сетях с резкопеременными нагрузками / А. М. Липский // Промышленная энергетика. – 1982. – № 11. – С. 20-22.
3. Шидловский А. К. Контроль качества электроэнергии и требования к средствам измерения / А. К. Шидловский, И. П. Гранберг, Ю. С. Железко // Электричество. – 1990. – № 12. – С. 22-28.