УДК 621.311

Д. П. Микулик, П. М. Микулик
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОЦІНКА ВПЛИВУ КОЕФІЦІЄНТА СПОТВОРЕННЯ СИНУСОЇДНОСТІ НА ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ В УМОВАХ РІЗКОЗМІННИХ НАВАНТАЖЕНЬ

D. P. Mykulyk, P. M. Mykulyk

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF THE COEFFICIENT OF SINUS DISTORTION ON ELECTRICAL EQUIPMENT UNDER CONDITIONS OF VARIABLE LOADS

Збитки від впливу неякісної електроенергії на електрообладнання здебільшого залежать від інерційних властивостей цього обладнання. Однак, при повільних змінах параметрів якості електроенергії (ПЯЕ) похибка в оцінці результатів впливу неякісної електроенергії обумовлена неврахуванням інерційних властивостей електрообладнання, зазвичай є невелика. Це пояснюється тим, що постійна часу нагрівання, електромеханічна постійна часу і ряд інших інерційних постійних електрообладнання, в основному силового, звичайно вагомо менше інтервалу часу між повільними змінами ПЯЕ. Виняток складають лише коливання напруги, оскільки вони нормуються за результатами впливу на органи зору.

Несинусоїдність змінної напруги при різкозмінних навантаженнях регламентується коефіцієнтом спотворення синусоїдності кривої напруги *u(t)* та *k*-ї гармонічної складової напруги.

Оскільки, як і при відхиленнях ПЯЕ, не надається можливим врахувати передавальні функції всіх видів електрообладнання, доцільно для деякої степені обліку особливостей результатів впливу швидкозмінних ПЯЕ на електрообладнання в мережах з різкозмінними навантаженнями розрахувати такий ПЯЕ, як коефіцієнт несинусоїдності $k_{нс}$.

Такий показник визначається на основі результатів виконання не менше ніж 9 спостережень та вимірювань середньоквадратичних значень *k*-гармонік напруги мережі за інтервал часу в 3 сек. Попередньо визначена максимальна кількість k_{max}=40, хоча в практичній роботі з потужним електрообладнанням на промисловому виробництві кількість гармонік може сягати і більше.

Інваріантним ядром при визначенні спектральних характеристик складного сигналу є спектральна щільність. Здійснимо оцінку впливу несинусоїдності електричного сигналу на значення спектральної щільності, для чого введемо коефіцієнт впливу:

$$\delta = \frac{S(k) - S(гк)}{S(k)} \cdot 100\%, \qquad (1)$$

де *S(k)* – спектральна щільність електричного сигналу;
S(гк) – спектральна щільність електричного сигналу неспотвореної синусоїди (форма такого сигналу нами названа гладкою).

Для визначення *S(гк)* використовуються ті ж формули, що і для визначення *S(k)*.

Коефіцієнт спотворення синусоїдності кривої напруги, значення якого регламентується стандартом, визначається за формулою:

$$k_{нс} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{n} U_k}}{U_н} \cdot 100\%, \qquad (2)$$

де U_k – номінальне значення k-ої гармоніки;
$U_н$ – номінальна напруга мережі.

У подальшому за формулами (1) та (2) визначались значення коефіцієнта впливу δ (%) та коефіцієнта спотворення синусоїдності $k_{нс}$ для k_{max}=19.

За даними, що наведені в таблиці 1, для k=(1,19) з кроком 2 побудований графік (рис.1) залежності $k_{нс}$ від δ (%), який дає змогу без знаходження амплітуд гармонічного складу досліджуваних напруг опосередковано визначити коефіцієнт несинусоїдності, що значно зменшує обсяг обчислень.

Таблиця 1. Значення спектральних щільностей *S(k)*, *S(гк)*, коефіцієнта несинусоїдності $k_{нс}$ для k=(1,19) та коефіцієнта впливу δ(%)

№ з/п	***k***	***S(k)***	***S(гк)***	$k_{нс}$ **(%)**	**δ (%)**
1	1	$1.255 \cdot 10^4$	$1.2513 \cdot 10^4$	18.99	37.0
2	3	160.37	71.76	21.06	88.61
3	5	196.21	31.48	23.83	164.73
4	7	194.55	22.54	26.27	172.01
5	9	194.55	15.52	28.50	179.03
6	11	196.21	15.17	30.6	181.04
7	13	206.37	20.03	31.93	186.34
8	15	247.17	51.08	37.15	195.19
9	17	233.05	36.02	39.16	197.03
10	19	240.79	40.62	41.54	200.17

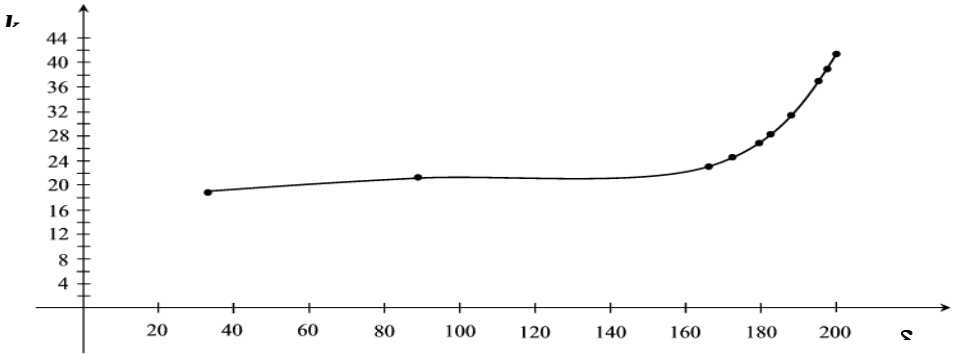

Рисунок 1. Графік залежності коефіцієнта несинусоїдності від коефіцієнта впливу.

Визначення ПЯЕ на основі виразів (1) та (2) в мережах з різкозмінними навантаженнями дозволить закласти в основу вибору потужностей компенсуючих пристроїв з економічною і технічною доцільністю.

Література

1. Мандзій В. О. Автоматизований комплекс визначення показників якості електроенергії / В. О.Мандзій, С. М. Бабюк, І. М. Сисак, В. В. Липницький. // Метрологія та прилади. – 2011. – №1. – С. 34-38.
2. Олійник Ю. С. Якість електричної енергії / Ю. С. Олійник // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. – 2018. – Вип. 196. – С. 113-115.