

УДК 621.31

ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДОВИХ ПОТУЖНОСТІ НЕСИНУСОЇДАЛЬНИХ СИГНАЛІВ У НЕЛІНІЙНИХ ТРИФАЗНИХ КОЛАХ

Самойлик О.В., Курбака Г.В., Марченко К.О.
Черкаський державний технологічний університет

Проаналізовано поняття активної і реактивної потужності в електроенергетичних системах при лінійних і нелінійних навантаженнях. Розглянуто складові потужності в нелінійних трифазних колах: активна, повна, обмінна, потужність спотворень і несиметрії, а також коефіцієнти, що характеризують втрати потужності в електроенергетичних системах. Обрано алгоритм обліку складових потужності несинусоїдальних сигналів – повної, активної, обмінної, втрат, несиметрії, а також коефіцієнтів, що показують структуру втрат в нелінійних трифазних колах. Пропонується окремо враховувати складову потужності, обумовленої вищими гармоніками сигналу, а реактивну (обмінну) потужність визначати тільки на основній гармоніці. Потужність спотворень пропонується визначати по ряду параметрів вищих гармонійних складових. При наявності несиметрії необхідно враховувати потужність несиметрії, яка характеризує додаткові втрати енергії, пов'язані з нерівномірним розподілом струму по фазах багатофазного кола.

Ключові слова: реактивна потужність, несинусоїдальні сигнали, нелінійні трифазні кола.

Постановка проблеми. Більшість промислових споживачів електроенергії являють собою електричні машини (трансформатори, асинхронні двигуни, обладнання для дугового зварювання), в яких змінний магнітний потік пов'язаний з обмотками. Внаслідок цього в обмотках при протіканні змінного струму індукуються реактивна е.р.с., що зумовлює зсув по фазі між напругою і струмом. Таке навантаження, крім активної потужності споживає і реактивну потужність, збільшуючи в середньому на 20–25% повну потужність по відношенню до активної.

Застосування потужних електроприймачів з нелінійної вольт-амперної характеристикою, таких, як електрозварювальні установки, дугові сталеплавильні печі, некеровані і, особливо, керовані вентильні перетворювачі, приведе до виникнення несинусоїдальності сигналів. Визначення реактивної потужності в цих випадках істотно ускладнено.

Діючі стандарти описують тільки синусоїдальні системи і не дають основоположного визначення реактивної енергії (або потужності) при несинусоїдальних напругах і струмах.

Тому рішення багатьох задач, таких як скорочення втрат в пристроях для компенсації реактивної потужності, фільтрах і забезпечення

формування сигналів для пристроїв управління якістю електроенергії потребує достовірної інформації щодо оцінки процесів, що відбуваються в таких електричних колах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковому співтоваристві до цих пір немає згоди щодо поняття реактивної потужності при несинусоїдальних напругах і струмах [1]. Насправді, загальноприйняте визначення реактивної потужності при наявності гармонік в напрузі і/або струмах втрачає сенс. У технічній літературі до сих пір обговорюється ця проблема [2; 3].

Таким чином, при наявності гармонійних компонентів в напругах і струмах створюються кілька складових миттєвої потужності, які не беруть участі в чистій передачі енергії. Було сформульовано кілька підходів до групування цих компонентів, запропоновано кілька теорій потужності і кілька визначень реактивної і неактивної потужності [4; 5].

Метою більшості цих теорій була спроба поширити властивості реактивної потужності в синусоїдальних напругах і струмах на системи зі спотвореннями. Однак в даний час доведено, що поширити ці властивості на системи зі спотвореннями неможливо [6; 7]. У зв'язку з цим, деякі із запропонованих визначень були піддані

серйозній критиці з фізичної точки зору і зараз поки немає єдиної загальноприйнятої теорії потужності, яка могла б використовуватися в якості основи для оплати за використану електроенергію, оцінку якості електроживлення, визначення джерел гармонійних спотворень в системах електропостачання та їх компенсації.

Внаслідок цього діючі стандарти описують тільки синусоїдальні системи і не дають основоположного визначення реактивної енергії (або потужності) в несинусоїдальних напругах і струмах.

До сих пір відсутня єдина методика визначення реактивної потужності. Існує досить широкий спектр думок з приводу поняття реактивної потужності. Незважаючи на відмінності, для кожного вираження є своя фізична інтерпретація формул.

Огляд різних теорій потужності показує, що у кожній методиці є свої недоліки, тому потрібне подальше вивчення питання визначення складових потужності.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. На практиці передача електроенергії практично завжди здійснюється при наявності гармонік. Для таких систем, крім активної потужності, відомі ще дві складові повної потужності: реактивна потужність Q , або потужність зсуву і потужність спотворення D . Але поняття реактивної потужності для несинусоїдальних сигналів до сих пір є недостатньо проробленим і не існує єдиного підходу щодо їх визначення.

Формулювання цілей статті. На основі вивчення теоретичних робіт і аналізу експериментальних досліджень визначити методичний підхід до визначення складових потужності, що дозволяє встановлювати фактори, які впливають на втрати потужності в електроенергетичних системах з нелінійними несиметричними навантаженнями.

Мета даної роботи. Обґрунтувати алгоритм обліку складових потужності несинусоїдальних сигналів – повної, активної, обмінної, втрат, несиметрії, а також коефіцієнтів, що показують структуру втрат в нелінійних трифазних колах.

Виклад основного матеріалу. Єдиний стандарт, що відноситься до даної проблеми – це стандарт IEEE 1459-2000 «Дослідний стандарт IEEE для стандартних визначень по вимірюванню електричної потужності при синусоїдальних, несинусоїдальних, симетричних або несиметричних режимах» [8], але він не вводить конкретного визначення реактивної потужності при несинусоїдальних напругах і струмах. У ньому наводиться набір визначень для здійснення вимірювань параметрів електроживлення при синусоїдальних і несинусоїдальних напругах і струмах, при збалансованих і незбалансованих умовах.

Ці визначення засновані на відділенні перших гармонік напруг і струмів від складових вищих гармонік, які вважаються паразитними. Наприклад, підкреслюється, що традиційно при розрахунках за спожиту електрику використовуються такі параметри, як активна, реактивна і повна потужності основною гармоніки і відповідний коефіцієнт потужності.

Відповідно до вимог міжнародних стандартів [9; 10] для лічильників активної енергії в міжна-

родних стандартах задається перевірка точності при наявності гармонік.

Лічильники для вимірювання реактивної енергії розраховані для роботи тільки з синусоїдальними напругами і струмами. Зазначені стандарти дійсні для «загальноприйнятого визначення реактивної енергії синусоїдальних напруг і струмів, що містять тільки основну частоту».

Результати вимірювань несинусоїдальних/несиметричних напруг і струмів можуть бути представлені у вигляді, який показує гармонійні складові сигналів і симетричні складові несиметричною трифазною мережі.

Це дозволяє вести розрахунок втрат для різних складових аналогічно розрахункам синусоїдальних симетричних режимів. В цьому випадку додаткові втрати $\Delta P_{\text{ДОД}}$ активної потужності в i -му елементі мережі будуть рівні [4]:

$$\Delta P_{\text{ДОД}} = \sum_{ABC} \sum_n (I_n^2 \cdot r_n + 3 \cdot I_2^2 \cdot r_2 + 3 \cdot I_0^2 \cdot r_0), \quad (1)$$

де I_n, I_2, I_0 – відповідно струми, обумовлені наявністю вищих гармонік, струми зворотної і нульової послідовності; r_n, r_2, r_0 – опір елемента даним струмам; А,В,С – відповідні фази.

Так як поняття реактивної потужності для несинусоїдальних сигналів до сих пір є недостатньо проробленим, прийємо підхід, запропонований рядом вчених [5; 11], який полягає в тому, щоб врахувати реактивну потужність тільки для основної гармоніки.

Ряд вчених [12; 13] пропонують вважати потужність спотворення D складовою реактивної потужності, обумовленою вищими гармоніками струму. Середнє значення миттєвої потужності, пов'язаної з цими гармоніками, за період також дорівнює нулю, однак і вони викликають додаткові втрати енергії в мережі.

В однофазній системі повна потужність пов'язана зі своїми складовими співвідношенням:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}. \quad (2)$$

Відповідно, потужність спотворення можна визначити як

$$D = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2}. \quad (3)$$

Графічна інтерпретація повної, активної, реактивної і потужності спотворення представлена на рисунку 1.

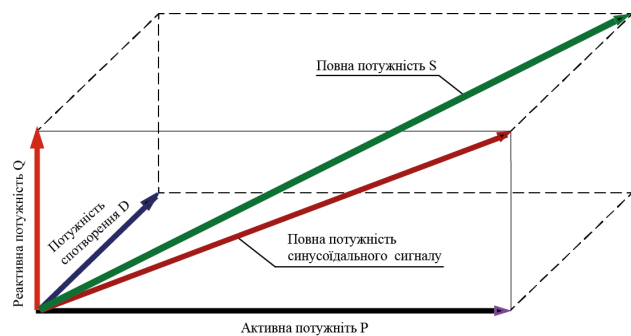


Рис. 1. Графічна інтерпретація співвідношення різних видів потужності

При цьому підході [14], потужність, що отримана з вираження $N = \sqrt{S^2 - P^2}$, є неактивною потужністю, що складається з реактивної потужності Q і потужності спотворень D

$$N = \sqrt{S^2 - P^2}. \quad (4)$$

Інший спосіб обчислення реактивної енергії з урахуванням її знаку [7], заснований на розкладанні кривих струму і напруги в ряди Фур'є в інтервалі часу, кратному періоду напруги живлення, та розрахунку реактивної потужності для кожної гармоніки. Результируюча реактивна потужність дорівнює сумі реактивних потужностей всіх гармонік.

Для трифазного симетричного кола активна потужність дорівнює:

$$P = \sum_{r=A,B,C} P_r = 3 \cdot U_\Phi \cdot I_\Phi \cdot \cos \varphi, \quad (5)$$

де φ – показник фази; i – фазні напруги і струми.

У разі з'єднання трифазного кола зіркою $U_\Phi = \frac{U_L}{\sqrt{3}}$, $I_\Phi = I_L$ (U_L і I_L – лінійні напруги і фази); трикутником – $U_\Phi = U_L$, $I_\Phi = \frac{I_L}{\sqrt{3}}$.

Незалежно від виду з'єднання, зірка або трикутник, активна потужність

$$P = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi, \quad (6)$$

Аналогічно для реактивної і повної потужностей

$$Q = \sum_{r=A,B,C} Q_r = 3 \cdot U_\Phi \cdot I_\Phi \cdot \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \sin \varphi, \quad (7)$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L. \quad (8)$$

Для несиметричного трифазного системи сумарне значення активної і повної (алгебраїчне значення) потужностей дорівнюють відповідно [13]:

$$\begin{aligned} P &= P_A + P_B + P_C, \\ S &= S_A + S_B + S_C. \end{aligned} \quad (9)$$

При несиметрії трифазного кола виникають додаткові втрати потужності через несиметричне навантаження. Для визначення повної потужності в трифазних колах вводять поняття потужності несиметрії H на додаток до активної, реактивної і та потужності спотворення.

Потужність несиметрії H враховує додаткові втрати енергії, пов'язані з нерівномірним розподілом струму по фазах багатofазного кола.

В однофазних і багатofазних симетричних системах потужність несиметрії дорівнює нулю [13].

У загальному випадку повна потужність пов'язана зі своїми складовими відомим виразом:

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{P^2 + Q^2 + T^2 + H^2} = \\ &= \sqrt{P^2 + Q^2 + T^2 + S_2^2 + (3n+1) \cdot S_0^2}, \end{aligned} \quad (10)$$

де s_2 і s_0 – повна потужність зворотної та нульової послідовності відповідно,

$$T^2 = 3 \cdot U^2 \cdot \left(\sum_{n=2}^{\infty} I_{An}^2 + \sum_{n=2}^{\infty} I_{Bn}^2 + \sum_{n=2}^{\infty} I_{Cn}^2 + n_0 \sum_{n=2}^{\infty} I_{Nn}^2 \right), \quad (11)$$

де n_0 – коефіцієнт збільшення опору нульового проводу трифазної чотирьохпроводної системи.

Ступінь несиметрії системи характеризує коефіцієнт несиметрії, який визначається з рівності:

$$K_{НС} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2 + T^2}}{S}, \quad (12)$$

При контролі реактивної потужності слід користуватися алгоритмами, розробленими для окремих складових, обумовлених гармоніками і несиметрією. При цьому складові потужності можуть визначатися по відповідним струмам і напругам вищих гармонік і складовим прямої, зворотної та нульової послідовностей [15]:

Для чотирьохпроводних мереж (фазні струми і напруги):

$$\begin{aligned} P_1 &= 3 \cdot U_1 \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1, & Q_1 &= 3 \cdot U_1 \cdot I_1 \cdot \sin \varphi_1; \\ P_2 &= 3 \cdot U_2 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2, & Q_2 &= 3 \cdot U_2 \cdot I_2 \cdot \sin \varphi_2; \\ P_0 &= 3 \cdot U_0 \cdot I_0 \cdot \cos \varphi_0, & Q_0 &= 3 \cdot U_0 \cdot I_0 \cdot \sin \varphi_0; \end{aligned} \quad (13)$$

$$P_{n\Sigma} = \sum_{A,B,C} \sum_{n=2} U_n \cdot I_n \cdot \cos \varphi_n, \quad Q_{n\Sigma} = \sum_{A,B,C} \sum_{n=2} U_n \cdot I_n \cdot \sin \varphi_n.$$

Для трипроводних кіл (лінійні струми і напруги):

$$\begin{aligned} P_1 &= \sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1, & Q_1 &= \sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_1 \cdot \sin \varphi_1; \\ P_2 &= \sqrt{3} \cdot U_2 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2, & Q_2 &= \sqrt{3} \cdot U_2 \cdot I_2 \cdot \sin \varphi_2; \\ P_{n\Sigma} &= \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_n \cdot \cos \varphi_n, & Q_{n\Sigma} &= \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_n \cdot \sin \varphi_n. \end{aligned} \quad (14)$$

Цей вираз справедливий при симетричних струмах і напругах вищих гармонік. Необхідні обчислення здійснюються для відповідних гармонік і симетричних складових.

Активна потужність визначає незворотні перетворення електричної енергії у механічну, теплову та інші види енергії. Для несинусоїдальних і несиметричних струмів і напруг в трифазних мережах активна потужність дорівнює:

$$P_\Sigma = P_1 + P_{n\Sigma} + P_2 + P_0, \quad (15)$$

Вважаючи, що складові потужності, що формуються вищими гармоніками, зворотними і нульовими послідовностями фактично не здійснюють корисної роботи, в електричній мережі при несинусоїдальних і несиметричних сигналах напруги і струмів додаткові втрати потужності дорівнюють:

$$\Delta P_{\text{доп}} = P_{n\Sigma} + P_2 + P_0, \quad (16)$$

Енергетичні перетворення в спотворених режимах супроводжуються обмінними процесами, які призводять до додаткових втрат активної потужності і енергії, схожими за своєю природою з втратами від протікання реактивної потужності в синусоїдальних симетричних режимах. Таким чином, додаткові втрати будуть складатися з втрат, зумовлених протіканням як активних, так і реактивних складових потужностей спотворень. Відповідно до стандарту IEEE 1459-2000 [8], пропонується наступна методика оцінки показників потужності в несиметричних трифазних системах. Вводяться узагальнюючі поняття ефективної напруги і струму, які для трифазних кіл визначаються з виразів:

$$U_e = \sqrt{\frac{U_a^2 + U_b^2 + U_c^2}{9}}, \quad U_e = \sqrt{\frac{I_a^2 + I_b^2 + I_c^2}{3}}. \quad (17)$$

На основі цих значень струмів і напруг обчислюється повна ефективна потужність:

$$S_e = 3 \cdot U_e \cdot I_e. \quad (18)$$

Далі визначаються повна ефективна потужність основної S_{e1} і вищих гармонік S_{eN} .

$$S_{e1} = 3 \cdot U_{e1} \cdot I_{e1}; \quad S_{eN} = \sqrt{S_e^2 + S_{e1}^2} = \sqrt{D_{e1}^2 + D_{eH}^2 + S_{eH}^2}. \quad (19)$$

Після цього визначаються напруга U_1^+ , струм I_1^+ і повна потужність S_1^+ прямої послідовності основної гармоніки

$$S_1^+ = 3 \cdot U_1^+ \cdot I_1^+ = \sqrt{(P_1^+)^2 + (Q_1^+)^2}. \quad (20)$$

де $P_1^+ = 3 \cdot U_1^+ \cdot I_1^+ \cdot \cos \phi_1^+$, $Q_1^+ = 3 \cdot U_1^+ \cdot I_1^+ \cdot \sin \phi_1^+$.

Індекс «1» означає основну гармоніку, індекс «Н» – суму всіх вищих гармонік.

Як і для однофазного кола, показником рівня високочастотних спотворень є фактор гармонік K_S , який можна визначити як

$$K_S = \frac{K_{eN}}{K_{e1}}. \quad (21)$$

Для позначення величини небалансу трифазної системи введені наступні показники. Повна потужність основної гармоніки складається з повних потужностей прямої послідовності S_1^+ і небалансу мережі S_{U1} , яка визначається як

$$S_{U1} = \sqrt{S_{U1}^2 - (S_1^+)^2}. \quad (22)$$

Величину асиметрії характеризує коефіцієнт небалансу K_N

$$K_N = \frac{S_{U1}}{S_1^+}. \quad (23)$$

Коефіцієнти, що показують загальні гармонійні спотворення напруги і струму, визначаються за виразами [16]:

$$K_{HU} = \frac{U_H}{U_1} = \frac{\sqrt{U^2 - U_1^2}}{U_1}, \quad K_{HI} = \frac{I_H}{I_1} = \frac{\sqrt{I^2 - I_1^2}}{I_1}. \quad (24)$$

Величини U_H і I_H можна визначити з як суму амплітуд високочастотних гармонік з наступного співвідношення:

$$\begin{cases} U^2 = U_1^2 + U_H^2 \\ U = \sum_{n \neq 1} U_n^2 = U^2 + U_1^2 \end{cases} \quad \text{і} \quad \begin{cases} I^2 = I_1^2 + I_H^2 \\ I_H^2 = \sum_{n \neq 1} I_n^2 = I^2 - I_1^2 \end{cases} \quad (25)$$

де U і I – середньоквадратичне значення струму і напруги відповідно.

Загальна послідовність розрахунків показників потужності трифазних несиметричних кіл приведена на рисунку 2 у вигляді алгоритму.

Використані індекси означають: «1» – основна гармоніка, «+» – пряма послідовність, «e» – ефективне значення.

Висновки і пропозиції. Проаналізовано поняття активної і реактивної потужності в електро-

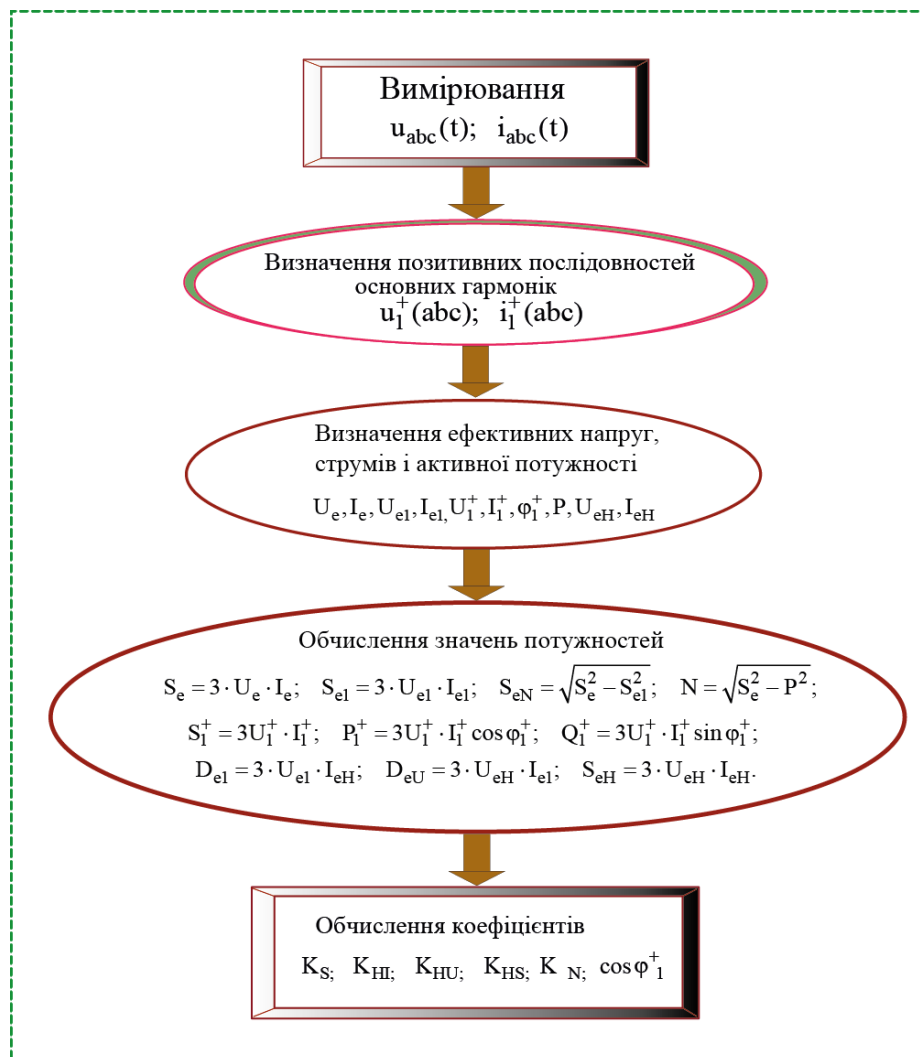


Рис. 2. Алгоритм визначення показників потужності трифазних несиметричних кіл

енергетичних системах при лінійних і нелінійних навантаженнях. Показано, що не всі існуючі поняття реактивної потужності відображають повністю процеси, що відбуваються в таких колах. Розглянуто складові потужності в нелінійних трифазних колах: активна, повна, обмінна, потужність спотворень і несиметрії, а також коефіцієнти, що характеризують втрати потужності в електроенергетичних системах.

Обґрунтовано алгоритм обліку складових потужності несинусоїдальних сигналів – повної, активної, обмінної, втрат, несиметрії, а також коефіцієнтів, що показують структуру втрат в нелінійних трифазних колах.

Отримані результати можуть бути використані при розробці сучасних апаратів контролю якості електроенергії та лічильників реактивної потужності.

Список літератури:

1. Зыкин Ф. А. Измерение и учет электрической энергии [Текст] / Ф. А. Зыкин, В. С. Каханович. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 104 с.
2. Жемеров Г. Г. Теория мощности Фризе и современные теории мощности [Текст] / Г. Г. Жемеров, О. Г. Ильина // Электротехника и электромеханика. – 2007. – № 6. – С. 87-91.
3. Кенс Ю. А. Реактивная мощность в линейных электрических цепях при периодических несинусоидальных режимах [Текст] / Ю. А. Кенс, Жураховский А. А. // Электричество. – 1998. – № 7. – С. 55-62.
4. Баков Ю. В. Мощность переменного тока [Текст] / Ю. В. Баков. – Иваново: Ивановский гос. энерг. ун-т, 1999. – 200 с.
5. Мельников Н.А. Реактивная мощность в электрических сетях [Текст] /Н. А. Мельников. – М.: Энергия, 1975. – 128 с.
6. Жежеленко И. В. О методах расчета реактивной мощности при несинусоидальных режимах [Текст] / И. В. Жежеленко, Ю. Л. Саенко // Промышленная энергетика. – 1985. – № 12. – С. 34-37.
7. Кадомский Д. Е. Активная и реактивная мощности – характеристики средних значений работы и энергии периодического электромагнитного поля в элементах нелинейных цепей [Текст] / Д. Е. Кадомский // Электричество. – 1987. – № 7. – С. 39-43.
8. IEEE STD/1459-2000. IEEE Trial Use Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities Under Sinusoidal, Non-Sinusoidal, Balanced, or Unbalanced Conditions. Institute of Electrical and Electronics Engineers. 2000. – 52 с.
9. EN 62053-23:2003. Electricity metering equipment (a.c.). Particular requirements. Part 23. Static meters for reactive energy.
10. EN 62052-11:2002. Electricity metering equipment (a.c.) – General requirements – Tests and test conditions – Part 11: Meters for electric energy.
11. Жежеленко И. В., Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях / И. В. Жежеленко, Ю.Л. Саенко. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 252 с.
12. Зиновьев Г. С. Прямые методы расчета энергетических показателей вентиляционных преобразователей [Текст] / Г. С. Зиновьев. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1990. – 220 с.
13. Маевский О. А. Энергетические показатели вентиляционных преобразователей [Текст] / О. А. Маевский. – М.: Энергия, 1978. – 320 с.
14. Агунов М. В. Новый подход к измерению электрической мощности [Текст] / М. В. Агунов, А. В. Агунов, Н. М. Вербова // Промышленная энергетика. – 2004. – № 2. – С. 30-33.
15. Шамонов Р. Г. Разработка методики оценки влияния качества электроэнергии на потери мощности и энергии в электрических сетях. Автореф. дисс. к.т.н. [Текст] – М.: МЭИ, 2003. – 28 с.
16. Борисов П. А. Применение Matlab/Simulink для измерения и оценки качества электроэнергии в трехфазных симметричных системах с активными преобразователями [Текст] / П. А. Борисов // Труды II Всероссийской научной конференции «Проектирование инженерных и научных приложений в бреде MATLAB». – М.: ИПУ РАН, 2003. – С. 78-81.

Самойлик А.В., Курбака Г.В., Марченко К.А.

Черкасский государственный технологический университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ МОЩНОСТИ НЕСИНУСОИДНЫХ СИГНАЛОВ В НЕЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЯХ

Аннотация

Проанализировано понятие активной и реактивной мощности в электроэнергетических системах при линейных и нелинейных нагрузках. Рассмотрены составляющие мощности в нелинейных трехфазных цепях: активная, полная, обменная, мощность искажений и несимметрии, а также коэффициенты, характеризующие потери мощности в электроэнергетических системах. Избран алгоритм учета составляющих мощности несинусоидальных сигналов – полной, активной, обменной, потерь, несимметрии, а также коэффициентов, показывающих структуру потерь в нелинейных трехфазных цепях. Предлагается отдельно учитывать составляющую мощности, обусловленной высокими гармониками сигнала, а реактивную (обменную) мощность определять только на основной гармонике. Мощность искажений предлагается определять по ряду параметров высших гармонических составляющих. При наличии несимметрии необходимо учитывать мощность несимметрии, которая характеризует дополнительные потери энергии, связанные с неравномерным распределением тока по фазам многофазного круга.

Ключевые слова: реактивная мощность, несинусоидальные сигналы, нелинейные трехфазные цепи.

Samoylik A.V., Kurbaka G.V., Marchenko K.A.

Cherkasy State Technological University

DEFINITION OF COMPONENTS OF NONSINUSOIDAL SIGNALS POWER IN NONLINEAR CIRCUITS

Summary

The concept of active and reactive power in power systems at linear and nonlinear loads is analyzed. Power components in nonlinear three-phase circuits: active, complete, exchange ones, the power of distortions and asymmetry, as well as factors that characterize power losses in power systems are considered. The algorithm for accounting of components of nonsinusoidal signals power – complete, active, exchange, loss, asymmetry ones, as well as factors showing the structure of losses in nonlinear three-phase circuits is chosen. It is offered to account separately the component of power conditioned by high signal harmonics and to determine reactive (exchange) power only on fundamental harmonic. Distortion power is offered to be determined by a number of parameters of higher harmonic components. If there is unbalance, it is necessary to consider unbalance power which characterizes additional energy losses connected with uneven current distribution over multiphase circle phases.

Keywords: reactive power, nonsinusoidal signals, nonlinear three-phase circuits.