

Винахід відноситься до оцінки ефективності процесів передачі і перетворення електроенергії і призначається для застосування при оптимізації вибору заходів, спрямованих на зниження непродуктивних втрат електроенергії, що потребують наявності обґрунтованих критеріїв, які характеризують енергопроцес.

Відомий спосіб контролю електроспоживання за критеріями ефективності енергопроцесів в електричних колах. Цей спосіб базується на визначенні коефіцієнта зсуву (потужності) по основним гармонікам струму і напруги ($\cos \varphi$), коефіцієнта спотворення ν і коефіцієнта несиметрії $K_{нс}$, які визначаються відповідно через активну P , реактивну Q , спотворення T , несиметрії H і повну S потужності:

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}, \quad \nu = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{P^2 + Q^2 + T^2}}, \quad K_{нс} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2 + T^2}}{\sqrt{P^2 + Q^2 + T^2 + H^2}} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2 + T^2}}{S}.$$

[Маевский О.А. Энергетические показатели вентиляльных преобразователей. - М.: Энергия, 1978-320 с., С.49-51]

Недоліком даного способу є неможливість достеменно врахувати і диференціювати різні види втрат, що пов'язані з перетоками реактивної потужності або низькою якістю електроенергії.

Найбільш близьким технічним рішенням є спосіб визначення відносних втрат електроенергії на нагрівання проводів у відповідності з авт. свід. СРСР №1339455, що включає вимірювання на початку лінії активної потужності і напруги.

[МПК G01R21/00 А.с. 1339455. Дорошев Ю.С. Способ определения относительных потерь электроэнергии на нагрев проводов.].

Недолік даного способу - неможливість диференціювати втрати від різних видів енергетичних потоків (перетоки реактивної потужності і неякісність електроенергії), що знижує ефективність контролю і керування процесом корекції електроспоживання.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення способу контролю електроспоживання, у якому, шляхом визначення і використання інших параметрів, забезпечується можливість диференціювання втрат і одночасного визначення часткових втрат в енергетичному каналі по складовим неякісності електроенергії і перетокам реактивної потужності під час передачі і перетворення електроенергії, і за рахунок цього підвищити точність контролю, що дає можливість ефективно керувати і корегувати процес електроспоживання, знижуючи непродуктивні втрати.

Задача вирішується таким чином, що у відомому способі контролю ефективності електроспоживання, що включає визначення втрат у системах електропостачання, відповідно до винаходу визначають допустимі значення величин, які характеризують окремі види втрат, обумовлені енергетичними потоками, пов'язаними з передачею об'єкту активної і реактивної потужностей на основній частоті, наявністю несиметрії і невідповідності систем напруг і струмів, наявністю вищих гармонік, відповідними значеннями вагових

коефіцієнтів для конкретного споживача: α_{p1} - характеризуючого в загальному енергетичному потоці частку переданої реактивної потужності на основній частоті, α_2 - характеризуючого несиметрію системи, α_0 - характеризуючого невідповідність системи, $\alpha_{вг}$ - характеризуючого наявність вищих гармонік, і визначають рівень коефіцієнта $\alpha_{a1} = 1 - \alpha_{p1} - \alpha_2 - \alpha_0 - \alpha_{вг}$, що характеризує в загальному енергетичному потоці частку переданої корисної потужності; вимірюють значення величин

$$\alpha_{a1} = \frac{\cos^2 \varphi_{11}}{D^2}, \quad \alpha_{p1} = \frac{\sin^2 \varphi_{11}}{D^2}, \quad \alpha_2 = \frac{\varepsilon_2^2}{D^2}, \quad \alpha_0 = \frac{\varepsilon_0^2}{D^2}, \quad \alpha_{вг} = \frac{k_r^2}{D^2},$$

де $D = \sqrt{1 + k_r^2 + \varepsilon_2^2 + \varepsilon_0^2}$ - узагальнений показник неякісності електроенергії в лінії, і зіставляють з відповідно заданими, а при перевищенні вимірюваними параметрами їхніх допустимих меж здійснюють заходи щодо зниження втрат, доводячи відповідні коефіцієнти до заданого рівня.

Винахід реалізується в такий спосіб. Визначають величини, що характеризують окремі види втрат, обумовлені енергетичними потоками переданої об'єкту електричної енергії, пов'язані з передачею активної і реактивної потужностей на основній частоті, наявністю несиметрії і невідповідності систем напруг і струмів,

наявністю вищих гармонік. Задають допустимі значення часткових величин α_{p1} , α_2 , α_0 , $\alpha_{вг}$ - які визначають питому вагу непродуктивних втрат за рахунок несиметрії і невідповідності системи, наявності вищих гармонік і

перетоків реактивної потужності. Задають рівень коефіцієнта $\alpha_{a1} = 1 - \alpha_{p1} - \alpha_2 - \alpha_0 - \alpha_{вг}$, що характеризує частку переданої корисної потужності в загальному енергетичному потоці. Одержують параметри, що характеризують

ефективність електроспоживання. Зіставляючи виміряні значення коефіцієнтів α_i із заданими здійснюють, у випадку перевищення ними допустимих значень, заходи щодо зниження втрат електроенергії з одночасним контролем коефіцієнтів α_i .

Загальні втрати, що мають місце в енергетичному каналі при передачі потужності необхідної споживачу, визначають у вигляді:

$$\Delta P_{\Sigma} = \Delta P_{a1} + \Delta P_{p1} + \Delta P_2 + \Delta P_0 + \Delta P_{вг}, \quad (1)$$

де ΔP_{a1} - втрати під час передачі споживачу потужності перетворення, обумовлені активною складовою струму прямої послідовності основної частоти; $\Delta P_{p1}, \Delta P_2, \Delta P_0, \Delta P_{вг}$ - втрати, викликані відповідно наявністю в енергетичному каналі реактивної складової струму прямої послідовності, струмами зворотної і нульової

послідовностей основної частоти і вищими гармоніками. Залежність (1) відбиває загальну структуру втрат, наприклад, у лінії електропередачі. Ці втрати визначаються квадратами діючих значень складових струмів в лінійних провадах, тобто

$$\Delta P_{a1} = I_{a11}^2 R_{\text{л}}, \quad \Delta P_{p1} = I_{p11}^2 R_{\text{л}}, \quad \Delta P_0 = I_0^2 R_{\text{л}}, \quad \Delta P_2 = I_2^2 R_{\text{л}}, \quad \Delta P_{\text{вг}} = \sum_{k=2}^{\infty} I_k^2 R_{\text{л}}.$$

Відомо, що мінімальні втрати відповідають оптимальному режиму електроспоживання, який характеризується симетричною гармонічною системою струмів навантаження і відсутністю передачі реактивної потужності. У цьому випадку загальні втрати в лінії $\Delta P_{\text{л}}$ мінімальні і відповідають величині втрат ΔP_{a1} , пов'язаних з передачею і споживанням тільки активної потужності основної частоти.

Далі визначають вагові коефіцієнти:

$$\alpha_{a1} = \frac{\cos^2 \varphi_{11}}{D^2}, \quad \alpha_{p1} = \frac{\sin^2 \varphi_{11}}{D^2}, \quad \alpha_2 = \frac{\varepsilon_2^2}{D^2}, \quad \alpha_0 = \frac{\varepsilon_0^2}{D^2}, \quad \alpha_{\text{вг}} = \frac{K_{\Gamma}^2}{D^2},$$

де $D = \sqrt{1 + K_{\Gamma}^2 + \varepsilon_2^2 + \varepsilon_0^2}$ - узагальнений показник неякості електроенергії.

Кожен з коефіцієнтів характеризує відносну величину відповідної енергетичної складової в загальному енергетичному потоці: α_{a1} - корисну потужність, α_{p1} - реактивну потужність, α_0, α_2 - визначають відносні значення енергетичних складових, обумовлені невідношенням і несиметрією, $\alpha_{\text{вг}}$ - визначає відносне значення енергетичного потоку, пов'язаного з потужністю спотворення.

Дійсно, якщо залежність (1) привести до виду

$$1 = \frac{\Delta P_{a1}}{\Delta P_{\text{л}}} + \frac{\Delta P_{p1}}{\Delta P_{\text{л}}} + \frac{\Delta P_2}{\Delta P_{\text{л}}} + \frac{\Delta P_0}{\Delta P_{\text{л}}} + \frac{\Delta P_{\text{вг}}}{\Delta P_{\text{л}}},$$

то, вводячи вагові коефіцієнти α_i , одержимо:

$$\alpha_{a1} = \frac{\Delta P_{a1}}{\Delta P_{\text{л}}}, \quad \alpha_{p1} = \frac{\Delta P_{p1}}{\Delta P_{\text{л}}}, \quad \alpha_2 = \frac{\Delta P_2}{\Delta P_{\text{л}}}, \quad \alpha_0 = \frac{\Delta P_0}{\Delta P_{\text{л}}}, \quad \alpha_{\text{вг}} = \frac{\Delta P_{\text{вг}}}{\Delta P_{\text{л}}},$$

і після перетворення маємо:

$$\alpha_{a1} = \frac{\cos^2 \varphi_{11}}{D^2}, \quad \alpha_{p1} = \frac{\sin^2 \varphi_{11}}{D^2}, \quad \alpha_2 = \frac{\varepsilon_2^2}{D^2}, \quad \alpha_0 = \frac{\varepsilon_0^2}{D^2}, \quad \alpha_{\text{вг}} = \frac{K_{\Gamma}^2}{D^2},$$

Потім зіставляють виміряні величини з відповідно заданими. При перевищенні оптимальних значень проводять заходи щодо зниження втрат з використанням синусних конденсаторів, фільтрів, симетруючих, фільтро-компенсуючих і фільтро-симетруючих пристроїв, одночасно контролюючи і доводячи відповідні коефіцієнти до заданого рівня.

Таким чином, запропонований спосіб контролю ефективності електроспоживання дозволяє визначити дійсний характер процесу передачі і споживання електроенергії й оперативно його корегувати.