

УДК 621.1

Горенко Д.С., аспірант, Степовий О.В., магістрант,
 Національний технічний університет України
 «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНАЛІЗ ВПЛИВУ НЕСИНУСОЇДАЛЬНОЇ ЗАВАДИ НА ОДНОФАЗНУ СИСТЕМУ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ

Основними типовими завадами, що здійснюють суттєвий вплив на якість та надійність електропостачання, відносяться ті, що викликані нелінійністю та нестационарністю навантаження. Найчастіше джерелами завод на стороні генерації виступають синхронні генератори, силові та вимірювальні трансформатори, а також вентиляльні перетворювальні агрегати. Зі сторони споживачів елементами, що генерують завади, виступають перетворювачі для електродугових сталеплавильних печей, термічні печі, агрегати для дугового і контактного зварювання, перетворювачі частоти, індукційні печі, газорозрядні лампи, тощо. Вимірюють вплив несинусоїдальності за допомогою коефіцієнтів гармоніки. Основним методом боротьби з цим явищем є вдосконалення схем перетворювальної техніки та застосування певних схем фільтрів, що дозволяє позбутися небажаних вищих гармонічних складових [1,2].

В рамках дослідження для визначення впливу сумісних елементів мережі один на одного у разі наявності будь-яких збурень або ненормальних режимів мережі було здійснено розрахунок обмінної потужності. За її допомогою можна визначити перетікання енергії між елементами системи. В даному випадку досліджується система «генератор завод-система електроживлення» (рис.1). Визначимо потоки реактивної потужності між елементами системи через перетин $A-A$ при наявності збурень і вищих гармонічних складових. Дослідження виконаємо для різних варіантів схем для ідеалізованих і реальних джерел енергії, що можуть генерувати завади.

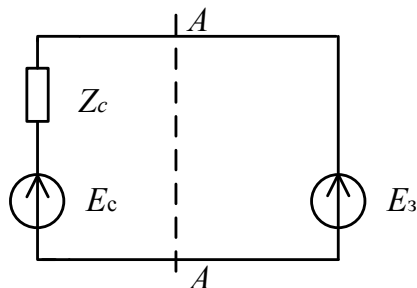


Рис.1 Схема однофазної системи електроживлення

Параметри досліджуваної системи задані у вигляді:

$$u(t) = 63,694(\sin(\omega t + \varphi) + \frac{1}{3}\sin(3\omega t + \varphi) + \frac{1}{5}\sin(5\omega t + \varphi))$$

$$i(t) = 0,19\sin(314t + 26,565) + 0,569\sin(942t + 26,565) + 0,645\sin(1570t + 26,565)$$

Величина обмінної потужності, що протікає крізь перетин в загальному випадку визначається формулою (1):

$$Q_{\text{об}} = \frac{2}{T} \int_0^{T/2} u(t) i_p(t) dt, \quad (1)$$

де $i_p(t) = i(t) - i_a(t)$ – реактивна складова струму; $i_a(t) = \frac{u(t)P}{U_D}$ – активна складова струму;

$U_D = U_{\text{max}}$ – діюча напруга; $P = \frac{1}{T} \int_0^T u(t)i(t)dt$ – активна потужність за період.

Наведено приклад розрахунку обмінної потужності $Q_{\text{об}}$ для однієї точки:

$$Q_{\text{об}} = \frac{2}{T} \left(\int_{0,0011}^{0,0034} u(t)i_p(t)dt + \int_{0,0049}^{0,0064} u(t)i_p(t)dt + \int_{0,0084}^{0,01} u(t)i_p(t)dt \right) = 13,813 \text{ вар.}$$

За наведеними вище формулами було виконано розрахунок для усіх варіантів систем з різними типами джерел генерації завод. На основі отриманих розрахункових даних було побудовано криві залежності розмірів величини обмінної потужності Q_i від навантаження X в системі для різних типів досліджуваних систем (рис.2).

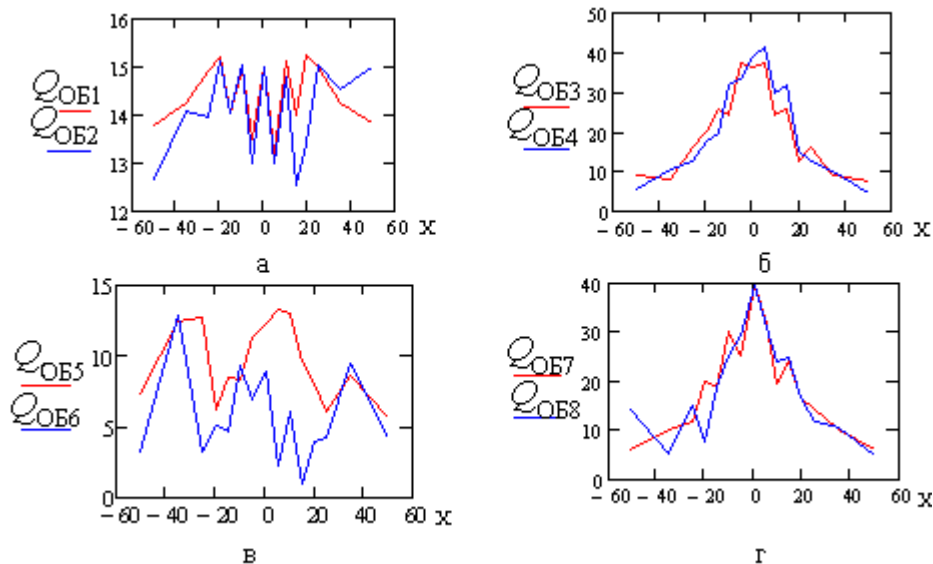


Рис.2 Залежності обмінної потужності від навантаження при різних вихідних умовах функціонування системи

де $Q_1(X)$ – обмінна потужність ідеального сигналу заводи ($Ez.ід$) та ідеального сигналу системи ($Ec.ід$), $Q_2(X)$ – обмінна потужність ідеального сигналу заводи ($Ez.ід$) та реального сигналу системи ($Ec.p$); б) $Q_3(X)$ – обмінна потужність ідеального сигналу заводи ($Ez.ід$) та ідеального сигналу системи ($Jc.ід$), $Q_4(X)$ – обмінна потужність ідеального сигналу заводи ($Ez.ід$) та реального сигналу системи ($Jc.p$); в) $Q_5(X)$ – обмінна потужність реального сигналу заводи ($Ez.p$) та ідеального сигналу системи ($Ec.ід$), $Q_6(X)$ – обмінна потужність реального сигналу заводи ($Ez.p$) та реального сигналу системи ($Ec.p$); г) $Q_7(X)$ – обмінна потужність реального сигналу заводи ($Ez.p$) та ідеального сигналу системи ($Jc.ід$), $Q_8(X)$ – обмінна потужність реального сигналу заводи ($Ez.p$) та реального сигналу системи ($Jc.p$).

Висновок. На графіках а) та в) (рис.2) видно подібність кривих за характером зміни та схожі за значенням амплітуди. Графіки б) та г) (рис.2) мають пікові значення при навантаженні системи рівному нулю та близькі середні значення обмінної потужності. Таким чином спостерігається подібність та характер зміни графіків обмінної потужності при однакових типах джерел генерації на стороні споживача.

Список використаних джерел:

1. Жуйков В.Я. Енергетичні процеси в електричних колах з ключовими елементами / В.Я. Жуйков, С.П.Денисюк. – Київ: ТЕКСТ, 2010. – 264 с
2. Denysiuk, S. P. Analysis of processes during parallel operation of wind electric units [Text]/ S. P. Denysiuk, D. S. Horenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Issue 82. – P. 28–32.