

# ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СООТНОШЕНИЯ ПОТЕРЬ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Кийко В.В.

Национальный горный университет

kiyko@nmtu.org.ua

*Annotation-The general losses of the electric energy in technological electroinstallations are considered as the sum of losses caused by overcurrent of jet capacity and capacity, caused by bad quality of the electric power (asymmetry, presence of maximum harmonics of electrical current and voltage). Application of the parity of losses method is considered at diagnosing efficiency of a power consumption.*

**Постановка задачи.** Экономия электроэнергии непосредственно связана с повышением эффективности диагностики процесса передачи и потребления электроэнергии. В искажающих системах экономичность процесса потребления электроэнергии снижается вследствие увеличения потерь при ее подаче и преобразовании. Одновременно снижается эффективность диагностирования характера электропотребления на основе традиционных показателей качества [1,2].

**Изложение основного материала.** Предложенная автором система коэффициентов относительных потерь [3] показывает, какова доля потерь электроэнергии в системе электроснабжения от каждой составляющей потока электромагнитной мощности, поступающей к потребителю, что является наиболее существенным при анализе электропотребления в искажающих системах (т.е. в системах с нелинейными и несимметричными нагрузками). В данной системе введены соответствующие весовые коэффициенты:

$$\alpha_{a1} = \frac{\Delta P_{a1}}{\Delta P_{\text{Л}}} = \frac{\cos^2 \varphi_1}{D^2}, \quad \alpha_{p1} = \frac{\Delta P_{p1}}{\Delta P_{\text{Л}}} = \frac{\sin^2 \varphi_1}{D^2},$$

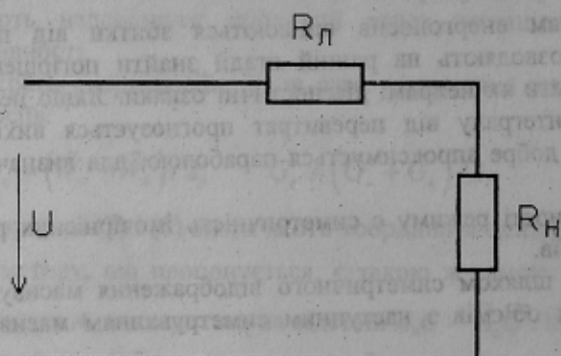
$$\alpha_2 = \frac{\Delta P_2}{\Delta P_{\text{Л}}} = \frac{\varepsilon_2^2}{D^2}, \quad \alpha_0 = \frac{\Delta P_0}{\Delta P_{\text{Л}}} = \frac{\varepsilon_0^2}{D^2}, \quad \alpha_{\text{вг}} = \frac{\Delta P_{\text{вг}}}{\Delta P_{\text{Л}}} = \frac{K_{\text{г}}^2}{D^2},$$

где:  $\Delta P_{a1}$  - потери при передаче потребителю мощности преобразования;  $\Delta P_{p1}$ ,  $\Delta P_2$ ,  $\Delta P_0$ ,  $\Delta P_{\text{вг}}$  - потери, вызванные прохождением реактивной составляющей тока прямой последовательности, токами обратной и нулевой последовательностей основной частоты и высшими гармониками соответственно;

$D = \sqrt{1 + K_{\text{г}}^2 + \varepsilon_2^2 + \varepsilon_0^2}$ . При этом  $\Sigma \alpha = 1$ . Данная система коэффициентов относительных потерь дает непосредственное представление о характере электропотребления.

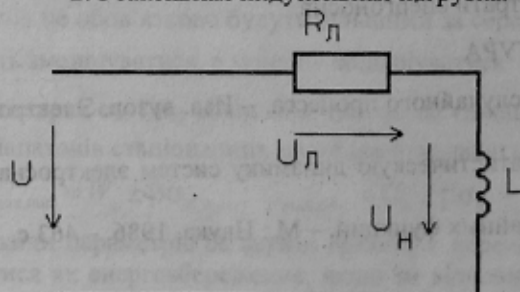
Рассмотрим случаи включения нагрузок разного характера на синусоидальное напряжение.

## 1. Активная нагрузка.



В данном случае ток совпадает по фазе с напряжением и является синусоидальным. Коэффициенты  $\alpha_{p1} = 0$ ,  $\alpha_H = 0$ ,  $\alpha_A = 0$ ,  $\alpha_{a1} = 1$ . Это наиболее благоприятный случай. Падение напряжения на сопротивлении линии  $\Delta U_{\text{л}}$  и затраты активной мощности являются конструктивными параметрами.

## 2. Реактивная индуктивная нагрузка.



Пусть  $f=50\text{Гц}$ ,  $X_L=100\ \text{Ом}$ ,  $R_L=5\ \text{Ом}$ ,  $\dot{U}_{A0} = 220\dot{a}^{j0}$ .

Тогда

$$\underline{z} = R_E + jx_L = \sqrt{5^2 + 100^2} e^{j \arctg \frac{100}{5}} = 100,125 e^{j87} \hat{n}$$

$$\underline{j} = \frac{220 e^{j0}}{100,125 e^{j87}} = 2,197 e^{-j87} \text{ A} = 0,115 - j2,19 \text{ A}$$

Потери в линии от активной составляющей тока  $P_{a1} = 0,115^2 \cdot 5 = 0,066$  Вт.

Потери в линии от реактивной составляющей тока  $P_{p1} = 2,19^2 \cdot 5 = 23,98$  Вт.

Общие потери активной мощности

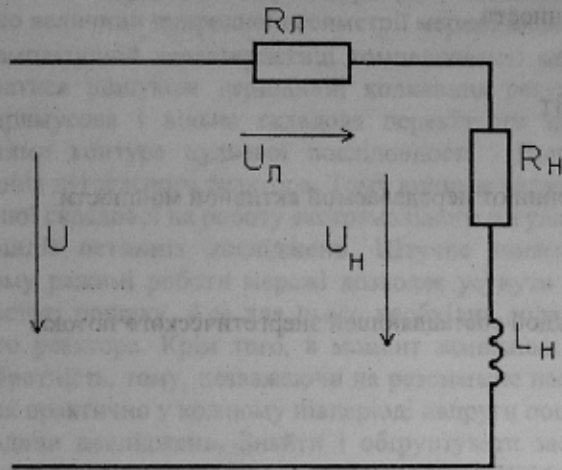
$$P = U_{ВХ} \cdot I_{ВХ} \cdot \cos(\psi_u - \psi_i) = 220 \cdot 2,197 \cdot \cos(0 + 87) = 24,13 \text{ Вт.}$$

$$\alpha_{p1} = \frac{23,98}{24,13} = 0,9938; \quad \alpha_{a1} = \frac{0,066}{24,13} = 0,002$$

Эти данные выявляют реактивный характер электропотребления.

Мощность  $P_{p1}$  представляет собой резерв снижения потерь в линии за счет уменьшения реактивного тока путем установки батарей конденсаторов. Одновременно повышается напряжение на нагрузке за счет снижения  $U_L$ .

### 3. Активно-индуктивная нагрузка.



Пусть  $R_L=5$  Ом,  $R_H=100$  Ом,  $X_L=100$  Ом,  $f=50$ Гц,  $\dot{U}_{\lambda 0} = 220 \dot{a}^{j0}$ .

$$\text{Итак: } \underline{Z} = 145 \cdot e^{j43,6}$$

$$\underline{Z}_H = 141,4 \cdot e^{j45} \text{ , Ом.}$$

$$\dot{I} = 1,517 \cdot e^{-j43,6} = 1,098 - j1,046 \text{ , А.}$$

$$\dot{U}_H = 214,5 \cdot e^{j1,4} \text{ , В. } U_L = 7,6 \cdot e^{-j43,6} \text{ , В.}$$

$P_L = I^2 R_L = 1,517^2 \cdot 5 = 11,5$  , Вт – общие потери активной мощности в линии.

$$P_{\dot{E}a1} = I_{a1}^2 R_E = 1,098^2 \cdot 5 = 6,028 \text{ , Вт –}$$

потери на передачу активной мощности.

$$P_{Lp1} = I_{p1}^2 R_L = 1,046^2 \cdot 5 = 5,47 \text{ , Вт – потери на передачу реактивной мощности.}$$

Таким образом, коэффициент  $\alpha_{a1} = \frac{P_{a1}}{P_L} = \frac{6,028}{11,5} = 0,524$  ,

а коэффициент  $\alpha_{p1} = \frac{P_{p1}}{P_L} = \frac{5,47}{11,5} = 0,476$  . Необходимы мероприятия по компенсации реактивной

мощности. Устанавливаем конденсаторы с эквивалентной компенсирующей емкостью  $C = 15,9 \cdot 10^{-6}$  ,Ф.

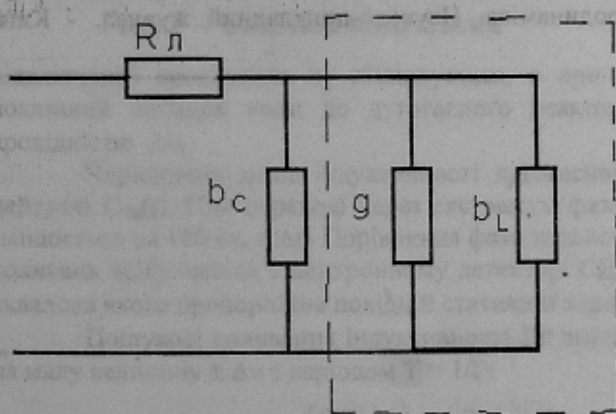


Схема с компенсацией

Полное сопротивление  $\underline{Z}' = R_L + \frac{1}{\underline{Y}} = 205$  , Ом.

$$\dot{I}' = \frac{220}{205} = 1,073 \text{ , А – ток в линии.}$$

Потери в линии  $P_L' = I'^2 R_L = 1,073^2 \cdot 5 = 5,75$  ,

Вт и коэффициент  $\alpha_{a1} = 1$

В результате проведения МСП потери в линии снизились в 2 раза.

Рассмотрим задачу определения абсолютных значений непроизводительных потерь от каждого вида некачественности энергетического потока.

Условие: По двухпроводной линии передается активная мощность  $P=1000$  Вт при коэффициенте мощности потребителя  $\cos \varphi=0.8$ . Сопротивление линии (двух проводов)  $2R_{\text{Л}}=1$  Ом. Напряжение питания 220 В. С помощью анализатора соотношения потерь [4] определены коэффициенты  $\alpha_{\text{ал}}=0.8$ ,  $\alpha_{\text{р1}}=0.15$ ,  $\alpha_{\text{Г}}=0.05$ . Определить абсолютное значение потерь от каждой составляющей потока электромагнитной мощности.

1. Определяем полную мощность

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{1000}{0.8} = 1250, \text{ВА}$$

2. Определяем ток в линии.

$$I = \frac{S}{U} = \frac{1250}{220} = 5.68, \text{А}$$

3. Потери в линии.

$$P_{\text{Л}} = I^2 \cdot 2R_{\text{Л}} = 32.3, \text{Вт}$$

4. Определяем абсолютные значения потерь от основного полезного потока и каждого вида "некачественного" потока электромагнитной мощности.

$$P_{\text{ал}} = P_{\text{Л}} \cdot \alpha_{\text{ал}} = 32.3 \cdot 0.8 = 25.84, \text{Вт}$$

$$P_{\text{р1}} = P_{\text{Л}} \cdot \alpha_{\text{р1}} = 32.3 \cdot 0.15 = 4.845, \text{Вт}$$

$$P_{\text{Г}} = P_{\text{Л}} \cdot \alpha_{\text{Г}} = 32.3 \cdot 0.05 = 1.615, \text{Вт}$$

5. Общие потери в процентном соотношении от передаваемой активной мощности.

$$\delta_{\text{Р}} = \frac{P_{\text{Л}}}{P} = \frac{32.3}{1000} \cdot 100\% = 3.23\%$$

6. Процентное содержание потерь от каждой составляющей энергетического потока.

$$\delta_{\text{Рал}} = 3.23 \cdot 0.8 = 2.584\%$$

$$\delta_{\text{Рр1}} = 3.23 \cdot 0.15 = 0.4845\%$$

$$\delta_{\text{РГ}} = 3.23 \cdot 0.05 = 0.1615\%$$

Таким образом, следует отметить, что система коэффициентов относительных потерь позволяет определить характер электропотребления, эффективность проводимых мероприятий по снижению потерь, абсолютные значения непроизводительных потерь при передаче и преобразовании и является существенным дополнением к общепринятой системе ПКЭ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Зиновьев Г.С. Критерии эффективности энергопроцессов в вентилях преобразователях. - Киев, 1983,-31с.

2 Дрехслер Р. Измерение и оценка качества электроэнергии при несимметричной и нелинейной нагрузке. - М.: Энергоатомиздат, 1985,-112с.

3 Патент № 63324 А, МПК 7 G01R21/00. Спосіб контролю ефективності електроспоживання. Поляков М.Г., Кійко В.В. Бюл. № 1 від 15.01.2004.

4 Поляков Н.Г., Кійко В.В. Об одном методе оценки эффективности электропотребления при несимметричных нелинейных нагрузках.//Технічна електродинаміка. Науково-прикладний журнал. - Київ, 2002.-с.86-89.

Рекомендована до друку проф., д.т.н. Карасем С.В.

