

УДК: 537.22

ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ НА ПОТЕРИ В СИЛОВОМ ТРАНСФОРМАТОРЕ

Ассистенты Э.Ю.Шарибаев, М.Э.Тулкинов

кафедра "Энергетика"

Наманганский инженерно-технологический институт.

Наманган, Республика Узбекистан.

Аннотация

Изучена проблема потерями электроэнергии в силовом трансформаторе, при котором электрическая энергия преобразуется в другой вид энергии и рассеивается, не совершая никакой нужной и полезной работы. Предлагается один из способов решения этой задачи.

Ключевые слова: *потеря электроэнергии, силовой трансформатор, $\cos(\varphi)$, коррекция, активные потери.*

EFFECT OF POWER FACTOR ON LOSSES IN A POWER TRANSFORMER

Assistants E.Yu. Sharibaev, M. E. Tulkinov,

Department "Energy"

Namangan Engineering and Technology Institute.

Namangan, Republic of Uzbekistan.

Annotation

The problem of electric energy losses in a power transformer is studied, in which electric energy is converted into another type of energy and dissipated without performing any necessary and useful work. One way to solve this problem is proposed.

Keyword: *power loss, power transformer, $\cos(\varphi)$, correction, active loss.*

Введение

Одним из факторов, влияющих на потери электроэнергии при её передаче, является величина $\cos(\varphi)$ в сети. Отклонение этой величины от нормированной ведёт к излишним активным потерям в элементах сети, в том

числе трансформаторах. Одним из эффективных способов коррекции $\cos(\varphi)$ и как следствие снижения потерь являются мероприятия по компенсации реактивной мощности.

Энергосистема является совокупностью различных элементов, таких как генераторы, силовые трансформаторы, линии, нагрузка и т.д. Каждый элемент с точки зрения электротехники представляет собой сопротивление, имеющее активную и реактивную составляющую. При этом при протекании тока через реактивную составляющую (индуктивную или емкостную), энергия периодически преобразуется из электрической энергии в энергию поля и обратно без рассеивания и потерь. Поэтому потери энергии непосредственно в реактивной составляющей сопротивления отсутствуют.

Основное же потребление и потери электроэнергии связаны с активной составляющей сопротивления всех элементов сети. Потребление полезной мощности связано с активным сопротивлением нагрузки, а потери с активным сопротивлением других элементов сети.

При передаче и потреблении электроэнергии активная мощность, выделяющаяся на элементе равна:

$$P = I^2 \cdot R$$

где I – ток, протекающий по активной составляющей сопротивления элемента сети; R – активная составляющая сопротивления элемента сети.

Т.к. сопротивление нагрузки на порядок больше сопротивления других элементов: трансформаторов и линий – то полный ток по большей части зависит именно от полного сопротивления нагрузки. Из рис. 1 видно, что через активное сопротивление передающих энергию элементов течет полный ток I , являющийся векторной суммой активной I_a и реактивной I_r составляющей тока нагрузки. Поэтому на элементах выделяется и рассеивается мощность, зависящая и от активного и от реактивного сопротивления нагрузки. Эта мощность именуется нагрузочными потерями. Таким образом, реактивная нагрузка оказывает непосредственное влияние на потери энергии в элементах сети.

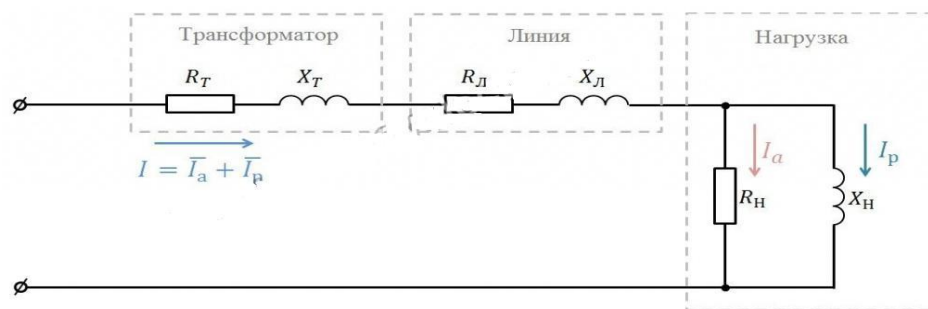


Рис.1. Схема замещения для линии и нагрузки

В трёхфазных системах нагрузочные потери в элементе системы (трансформатор, линия) определяются как:

$$\Delta P = 3I_L^2 \cdot R \quad (2)$$

Полная мощность S , передаваемая по элементу, линейный ток I_L , фазный ток I_ϕ , фазное U_ϕ и линейное U_L напряжения связаны соотношением:

$$S = 3U_\phi \cdot I_\phi = \sqrt{3}U_L \cdot I_L \quad (3) \quad I_L = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_L} \quad (4)$$

Исходя из вышеуказанных соотношений, получим:

$$\Delta P = \frac{S^2}{U_L^2} \cdot R \quad (5)$$

В сети переменного тока отношение активной мощности P к полной мощности S выражается безразмерной величиной $\cos(\varphi)$. В свою очередь полная мощность с активной мощностью связана соотношением:

$$S = \frac{P}{\cos(\varphi)} \quad (6) \text{ и из (5), (6) получим: } \Delta P = \frac{S^2}{U_L^2} \cdot R = \frac{P^2}{U_L^2 \cdot \cos^2(\varphi)} \cdot R \quad (7)$$

Активные потери в силовом трансформаторе обусловлены сопротивлением его обмоток. При этом эти потери можно разделить на два типа:

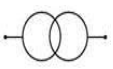
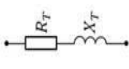
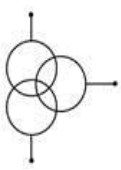
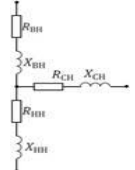
- Условно постоянные потери – потери холостого хода, независящие от нагрузки.
- Нагрузочные потери, связанные с протеканием тока нагрузки через сопротивление обмоток.

Нагрузочные потери в силовом трансформаторе описываются выражением (7), где одной из влияющих величин является $\cos(\varphi)$. Поэтому для оценки влияния этой величины на потери в трансформаторе можно рассматривать именно нагрузочную составляющую потерь.

Силовой трансформатор обладает активным и реактивным сопротивлением, при их расчете нужно отталкиваться от схемы замещения трансформатора. Схемы замещения для различных видов трансформаторов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Схемы замещения и расчетные выражения для силовых трансформаторов

Наименование	Исходная схема	Схема замещения	Расчетные выражения
Двухтубмоточный трансформатор			$R_T = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_H^2}{S_H^2}$
Трехобмоточный трансформатор			$\Delta P_{кз.ВН} = \Delta P_{кз.ВН-СН} + \Delta P_{кз.ВН-НН} - \Delta P_{кз.СН-НН}$ $\Delta P_{кз.СН} = \Delta P_{кз.ВН-СН} + \Delta P_{кз.СН-НН} - \Delta P_{кз.ВН-НН}$ $\Delta P_{кз.НН} = \Delta P_{кз.ВН-НН} + \Delta P_{кз.СН-НН} - \Delta P_{кз.ВН-СН}$ $R_{ВН} = \frac{\Delta P_{кз.ВН} \cdot U_H^2}{S_{НОМ}^2}; \quad R_{СН} = \frac{\Delta P_{кз.СН} \cdot U_H^2}{S_{НОМ}^2}$ $R_{НН} = \frac{\Delta P_{кз.НН} \cdot U_H^2}{S_{НОМ}^2}$

Из соотношения (7) и расчетных выражений в таблице 1 получим выражения для расчета потерь в силовом трансформаторе:

$$\Delta P = \frac{P^2}{U_L^2 \cdot \cos^2(\varphi)} \cdot R = \frac{P^2 \cdot \Delta P_{кз} \cdot U_H^2}{S_H^2 \cdot \cos^2(\varphi) \cdot U_L^2} \quad (8)$$

где P – активная мощность, передаваемая через трансформатор;

$\Delta P_{кз}$ – потери короткого замыкания.

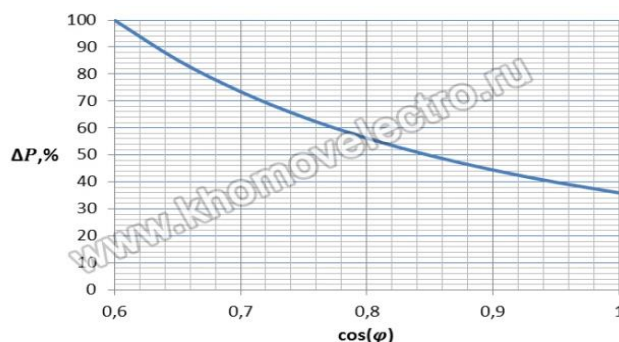


Рис.2 Зависимость потерь активной мощности в трансформаторе от $\cos(\varphi)$

Выводы

Рассматривая потери мощности в силовом трансформаторе и влияние $\cos(\varphi)$ на них, аналитическим и графическим путем была показана зависимость данных величин друг от друга. В свою очередь с экономической точки зрения компенсация реактивной мощности в сети приводит не только к уменьшению потерь в силовом трансформаторе, но так же позволяет достичь существенной его разгрузки. Разгрузка трансформатора позволяет увеличить его срок службы, а так же, при возможном росте количества потребителей и общей потребляемой мощности, избежать замены трансформатора на более мощный.

Литература

1. Лукутин Б. В., Суржикова О. А., Шандарова Е. Б. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении. -М.: Энергоатомиздат, 2008.-231 с.
2. Н.Ю.Шарибаев, А.Эргашев, А.Мамадалиев, Р.Н.Шарифбаев, С.Х.Киргизова, Исследование спектра рассеяния света использованием дельта-функций // Экономика и социум №12(67) 2019
3. А.Эргашев, Э. Шарибаев, Б.Хайдаров, Д. Тухтасинов, Устройство соединений-защита от слабых контактов// Экономика и социум №12(67) 2019
4. Д.Р.Отамирзаев, Э.Ю.Шарибаев, Солнечный фотоэлектрический преобразова-тель и температура его поверхности// Экономика и социум №12(67) 2019 с
5. М. Тулкинов, Ш. Сайпиддинов, Метод улучшения коэффициента мощности в однофазной сети// Экономика и социум №12(67) 2019
6. С.Султонов, М.Камалидинов, Мобильная электростанция «солнце-ветер» в перспективе// Экономика и социум №12(67) 2019
7. М. Набиев, А. Жабборов, Построения ассиметричных дельта – функций// Экономика и социум №12(67) 2019