

Литература

1. Анчарова Т.В, Гамазин С.И, Шевченко В.В. Экономия электроэнергии на промышленных предприятиях. М.: Высшая школа. 1990.
2. Шидловский А.К, Борисов Б.П. Симметрирование однофазных и двухплечевых электротехнологических установок. Киев. Наукова думка. 1977.
3. Жежеленко И.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий. М.: Энергия. 1974.
4. Трехфазный симметрирующий трансформатор с четной группой соединения обмоток: пат. 16008 Респ. Беларусь, МПК7 Н 01F 30/12 / А.И. Зеленкевич, В.М. Збродыга; заявитель Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» - № а 20100121; заявл. 2010.02.01; опубл. 30.06.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 3. – С. 180-181.

УДК 631.371: 621.31

ОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСФОРМАТОРА

Збродыга В.М., к.т.н., доцент, Янукович Г.И., к. т. н., профессор,
Косяк М.П., ассистент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Производители стремятся изготовить трансформатор с самыми низкими капитальными затратами. Эксплуатирующие организации также интересуют минимальные издержки при их эксплуатации.

Поэтому авторами предлагается методика оптимизации параметров при проектировании трансформатора, которая позволяет получить не самый дешевый трансформатор, а наиболее дешевую трансформацию энергии. То есть трансформатор, у которого первоначальные капитальные вложения в сумме с текущими затратами на его эксплуатацию за определенный промежуток времени будут минимальными. При этом трансформатор обладает высокими техническими характеристиками и минимальными совокупными дисконтированными затратами.

Совокупные дисконтированные затраты:

$$СДЗ = K + (I_{ПЭ} - I_A)\alpha_T. \quad (1)$$

где K - капиталовложения в изготовление трансформатора, руб.; $I_{ПЭ}$ - стоимость потерь электроэнергии в трансформаторе, руб./год; I_A - амортизационные отчисления, руб./год; α_0 - дисконтирующий множитель.

Капиталовложения в изготовление трансформатора для различных вариантов расчета будут различаться стоимостью активной части:

$$K = K_{из.пр.} Z_M (G_1 + G_2) + K_{изг.ст.} K_{отх} Z_{СТ} (G_Я + G_C) \quad (2)$$

где $K_{из.пр.}$ - коэффициент, учитывающий стоимость изоляционных материалов и стоимость изготовления обмотки; Z_M - стоимость обмоточного провода, руб./кг; G_1, G_2 - масса обмоток высшего и, соответственно, низшего напряжения, кг; $K_{изг.ст.}$ - коэффициент, учитывающий стоимость изготовления магнитопровода; $K_{отх.}$ - коэффициент, учитывающий отходы при раскросе стали; $Z_{СТ}$ - стоимость электротехнической стали, руб./кг; $G_Я, G_C$ - масса ярм и стержней магнитопровода, кг.

Амортизационные отчисления

$$I_A = \frac{K}{T}, \quad (3)$$

где T - нормативный срок службы трансформатора, лет.

Стоимость годовых потерь электроэнергии

$$I_{ПЭ} = \Delta W_T c_Э, \quad (4)$$

где ΔW_T - годовые потери электроэнергии в трансформаторе, кВт·ч/год; $c_Э$ - тариф на электроэнергию, руб./(кВт·ч).

Годовые потери электроэнергии равны:

$$\Delta W_T = (P_K + \kappa_Э Q_K) \left(\frac{S_{\max}}{S_H} \right)^2 T_Э + (P_X + \kappa_Э Q_X) t_X, \quad (5)$$

где P_K - потери короткого замыкания, кВт; P_X - потери холостого хода, кВт; $\kappa_Э$ - экономический эквивалент, показывающий вели-

чину активной мощности, необходимой для производства и распределения единицы реактивной мощности; Q_K - реактивная составляющая мощности короткого замыкания трансформатора, кВ·Ар; S_{\max} - максимальная загрузка трансформатора, кВ·А; S_n - номинальная мощность трансформатора, кВ·А; $T_{\text{э}}$ - время максимальных потерь, ч/год; t_X - продолжительность работы трансформатора за год, ч/год.

Оптимальными будут параметры трансформатора, которые обеспечивают наименьшие совокупные дисконтированные затраты за расчетный период:

$$СДЗ = \min . \quad (6)$$

Расчеты, выполненные для трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-треугольник с зигзагом» мощностью 10 кВА и напряжением 380/220 В, позволили сделать следующие выводы:

1. Значения оптимальных конструктивных параметров трансформатора определяются соотношением стоимости обмоточного провода и тарифа на электроэнергию. При этом изменение нормативного срока службы и продолжительности работы трансформатора в году, а также стоимость электротехнической стали практически не влияет на значения оптимальных конструктивных параметров.

2. С ростом стоимости обмоточного провода при действующем тарифе на электроэнергию снижается оптимальная масса обмоток и магнитопровода, а оптимальные значения потерь холостого хода и короткого замыкания возрастает. При этом увеличиваются совокупные дисконтированные затраты на трансформацию электроэнергии.

3. Использование алюминиевого обмоточного провода при изготовлении трансформатора по сравнению с медным приводит к увеличению материалоемкости обмоток и магнитопровода, но при этом снижаются капитальные вложения и совокупные дисконтированные затраты.

Литература

1. Будзко И. А., Лещинская Т.Б., Сукманов В.И., Электроснабжение сельского хозяйства. - Москва: Колос, 2000. – 536 с.