

результате расчёта оказалось, что технически и экономически обоснованная замена светильников в основном помещении чулочного цеха ОАО «8 Марта» даст экономию электроэнергии порядка 96 тыс. кВт·ч/год при сроке окупаемости порядка 8–9 месяцев и индексе доходности 4,5–6,5.

Таблица 5. Определение расхода электроэнергии

Наименование	Кол-во, шт	P_n , кВт	T , час	K_n	W , кВт·ч
для одной лампы					
Лампа ЛБ	1	0,036	6 072	1	218,59
Лампа Т8	1	0,0083	6 072	1	50,40
для цеха					
Лампа ЛБ	496	0,036	6 072	1	108 421,63
Лампа Т8	248	0,0083	6 072	1	12 498,60
Экономия электроэнергии					95 923,03

В результате проделанной работы было установлено, что светодиодная лампа типа Т8 обладает в 1,5–2 раза большим световым потоком и в 4 раза меньшим электропотреблением, чем люминесцентная лампа типа ЛБ. Техничко-экономическая оценка эффективности использования светодиодных источников света в основном помещении чулочного цеха ОАО «8 Марта» даст экономию электроэнергии порядка 96 тыс. кВт·ч/год (19,5 млн. руб.) при сроке окупаемости порядка 8–9 месяцев и индексе доходности 4,5–6,5.

Литература

1. Xendler – светодиодная продукция [Электронный ресурс]. – М.: 2007. – Режим доступа: <http://www.ledproducts.ru> – Дата доступа: 10.09.2007.
2. Справочная книга по проектированию электрического освещения / Под ред. Г.М. Кнорринга. – Л.: Энергоиздат, 1981. – 427 с.
3. Колесник, Ю.Н., Иванейчик, А.В. Оценка эффективности энергосбережения за счёт внедрения энергосберегающих источников света в рыночных условиях функционирования // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2007. – № 2. – С. 101–106.
4. Иванейчик, А.В. Техничко-экономическая модель эффективности энергосбережения в рыночных условиях функционирования // Металл – 2005: сборник тезисов выступлений на V МНТК молодых специалистов, инженеров и рабочих. – Жлобин, 2005. – С. 77–78.

УДК 621.314

РАССМОТРЕНИЕ МЕТОДИК ВЫБОРА ТРАНСФОРМАТОРОВ

Зайцева Т.А., Корзо Д.А.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ГОНЧАР А.А.

В данной статье продолжается рассмотрение вопросов, связанных с выбором трансформаторов, предназначенных к установке, когда их мощность, напряжение, тип и т. д. уже определены в соответствии с методиками, рекомендованными регламентирующими материалами.

Как показано в [1], для двух и более трансформаторов одинаковых номинальных мощностей, но с разными значениями (соотношениями) между паспортными потерями мощности в обмотках и стали (соответственно) имеется такая зона (загрузка), в которой по меньшей величине суммарных потерь мощности выгоднее применять один из них.

Исходя из минимума суммарных потерь активной мощности в трансформаторе необходимо отдавать предпочтение трансформаторам с меньшими потерями мощности в стали (магнитопроводе).

Как известно, текущее значение суммарных потерь активной мощности в каждом трансформаторе определяется соотношением

$$\sum \Delta P = k_3^2 P_{K3} + P_{XX},$$

где $\sum \Delta P$ – текущее значение суммарных потерь активной мощности в трансформаторе;

k_3 – коэффициент загрузки;

P_{K3} – потери активной мощности в обмотках;

P_{XX} – потери активной мощности в стали.

Для облегчения восприятия излагаемого материала на рисунке 1а, 1б и 1в показано взаимное расположение кривых суммарных потерь активной мощности пар трансформаторов при всех возможных соотношениях между потерями мощности в стали и обмотках (соответственно) в зависимости от коэффициента загрузки трансформаторов.

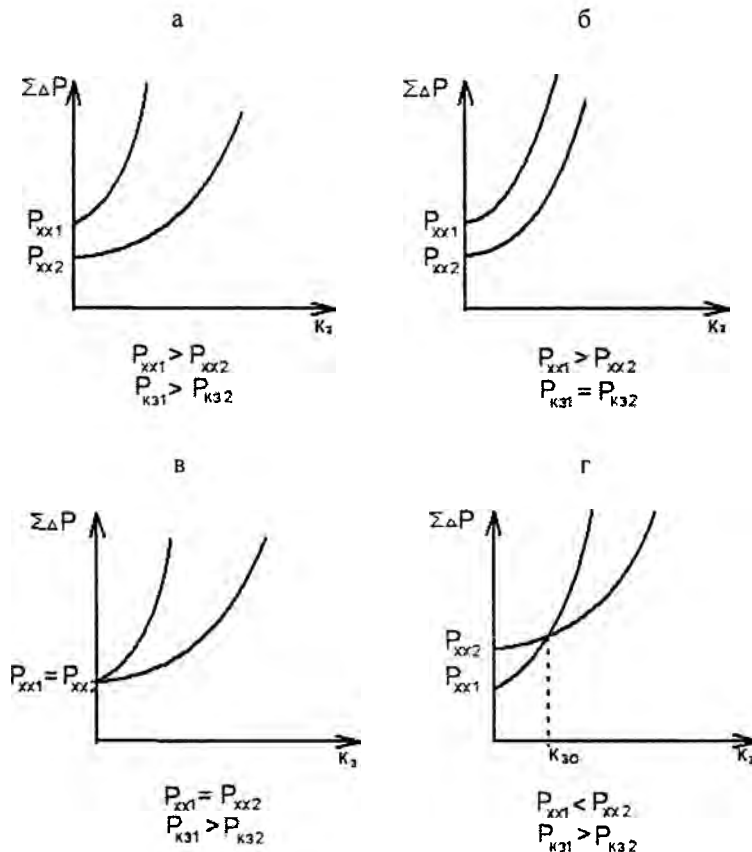


Рисунок 1. Зависимость суммарных потерь активной мощности от коэффициента загрузки при различных соотношениях потерь холостого хода и короткого замыкания (коэффициент загрузки $k_3 > 0$)

Анализ рисунков 1а, 1б и 1в однозначно показывает, что трансформаторы с индексом 2 обладают меньшей величиной суммарных потерь активной мощности, чем трансформаторы с индексом 1 при всех коэффициентах загрузки, так как при $k_3 > 0$ кривые не пересекаются.

Практический интерес представляет и случай 4 (рисунок 1г), когда кривые имеют точку пересечения. Из условия равенства потерь находим соответствующий коэффициент загрузки:

$$k_{30} = \sqrt{\frac{P_{XX2} - P_{XX1}}{P_{K31} - P_{K32}}} \quad (1)$$

Из рисунка 4 также видно, что трансформаторы с меньшими паспортными потерями мощности холостого хода (индекс 1) в диапазоне нагрузок $0 < k_3 < k_{30}$ выгоднее трансформаторов с индексом 2, так как в указанном диапазоне нагрузок у них меньше суммарные потери мощности.

Соотношение между потерями активных мощностей в стали и обмотках устанавливается на начальном этапе проектирования трансформатора и в готовом изделии без вмешательства в его конструкцию существенно меняться не может.

В частности, уменьшение потерь в магнитопроводе может быть достигнуто двумя путями:

1. При принятой марке стали за счет увеличения размеров магнитопровода. Увеличение площади поперечного сечения магнитопровода приводит к уменьшению индукции в нем и, в конце концов, к уменьшению потерь мощности. Это может привести к увеличению габаритов трансформатора.

2. Применение стали с меньшими удельными потерями мощности на единицу массы. Это позволит сохранить неизменными размеры магнитопровода или даже уменьшить его.

По-видимому, все это приведет к удорожанию трансформатора.

Исходя из изложенного, окончательный выбор трансформатора должен быть определен на основании технико-экономического сравнения вариантов, то есть по минимуму приведенных затрат.

Приведенные затраты могут быть представлены в следующем виде:

$$ПЗ = E_H K + \Delta \mathcal{E}_T c,$$

где E_H – коэффициент, учитывающий капвложения, принимаем $E_H = 0,12$;

K – продажная цена;

$\Delta \mathcal{E}_T$ – годовые потери электроэнергии, кВт·ч

$$\Delta \mathcal{E}_T = P_{XX} T_r + P_{K3} k_3^2 \tau;$$

T_r – число часов подключенного трансформатора к сети, принимаем $T_r = 8760$ ч;

P_{XX} и P_{K3} – соответственно потери мощности в стали и в обмотках;

τ – годовое число часов максимума нагрузочных потерь трансформатора;

k_3 – коэффициент загрузки;

c – тарифная ставка.

Отсюда получаем:

$$ПЗ = E_H K + (P_{XX} T_r + P_{K3} k_3^2 \tau) c.$$

Оценим результаты выбора трансформаторов по минимуму суммарных потерь мощности и по минимуму приведенных затрат.

В качестве примера воспользуемся данными для четырех трансформаторов номинальной мощностью $S_H = 630$ кВА каждый, имеющих разные потери мощности холостого хода и короткого замыкания, стоимости и так далее [2].

По минимуму суммарных потерь активной мощности конкурентоспособными являются трансформаторы ТМГ11 и ТМГМШ. На основании (2) и в соответствии с рисунком 2 наименьшими суммарными потерями мощности при коэффициентах загрузки

$k_3 < 0,9$ обладает трансформатор ТМГМШ. При нагрузках $k_3 > 0,9$ наименьшими потерями обладает трансформатор ТМГ11.

$$k_{30} = \sqrt{\frac{P_{XX2} - P_{XX1}}{P_{K31} - P_{K32}}} = \sqrt{\frac{1,06 - 0,94}{7,6 - 7,45}} = 0,9.$$

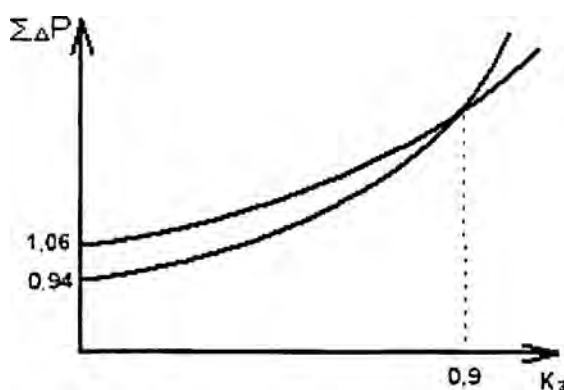


Рисунок 2

Рассчитаем приведенные затраты для четырех трансформаторов одинаковой мощности (630 кВА), имеющих различные потери холостого хода и короткого замыкания.

При этом зададимся 3-мя значениями коэффициента загрузки и 2-мя значениями годового числа часов максимума нагрузочных потерь: $k_3 = 0,32$, $k_3 = 0,8$, $k_3 = 0,9$, $\tau = 1\,000$ ч, $\tau = 6\,000$ ч.

Таблица 1. Приведенные затраты трансформаторов

		ТМГ		ТМГ11		ТМГ13		ТМГМШ	
P_{XX}	кВт	1,24		1,06		1,24		0,94	
P_{K3}	кВт	7,6		7,45		8,6		7,6	
K	USD	9 230		9 190		8 730		10 310	
E_{HK}	USD	1 108		1 103		1 048		1 237	
$P_{XX}T_{rc}$	USD	1 032		882		1 032		782	
$E_{HK} + P_{XX}T_{rc}$	USD	2 140		1 985		2 080		2 019	
τ	ч	1 000	6 000	1 000	6 000	1 000	6 000	1 000	6 000
k_3		0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
$PЗ$	USD	2 214	2 584	2 057	2 420	2 164	2 582	2 093	2 463
k_3		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
$PЗ$	USD	2 602	4 913	2 438	4 704	2 603	5 217	2 481	4 791
k_3		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
$PЗ$	USD	2 725	5 649	2 558	5 425	2 742	6 051	2 604	5 528

Таким образом, видно, что трансформатор, выбранный по минимуму суммарных потерь мощности, необязательно будет лучшим по минимуму приведенных затрат.

В данном конкретном случае выбор должен быть между трансформаторами ТМГ11 и ТМГМШ.

Литература

1. Гончар, А.А. Еще раз о выборе силовых трансформаторов // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2006. – № 5 – С. 35–37.
2. Стабровский, Л.Н. О комплексной финансовой оценке технических характеристик распределительных трансформаторов с точки зрения конечного потребителя // Энергия и Менеджмент. – 2005. – № 3 – С. 31–35.