

## АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК И ВЫБОР РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

**В. В. Савочкина**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Ю. Н. Колесник

Целью данной работы является уточнение выбора распределительных трансформаторов, определение их оптимального режима работы. При этом оптимальный выбор трансформатора определяется многими факторами: ценами материалов, тарифами на электроэнергию, характеристиками холостого хода и короткого замыкания, графиками нагрузок.

Выбор единичной мощности трансформаторов целесообразно проводить на основе технико-экономического сравнения вариантов. В проектной практике распределительные трансформаторы часто выбирают без технико-экономических расчетов, пользуясь коэффициентом загрузки трансформаторов и расчетной нагрузки предприятия. Однако такой подход к выбору трансформаторов во многих случаях приводит к неэкономичным решениям, так как не учитываются все факторы.

При заданном графике нагрузки предприятия необходимо выбрать такой трансформатор, чтобы сравнительная цена была минимальная [1]. Известно, что сравнительная цена – это цена трансформатора, учитывающая издержки его эксплуатации. В данной работе учитываются издержки, обусловленные потерями электроэнергии в трансформаторе [1]:

$$M = K + \frac{12 \cdot a + 8760 \cdot v}{R} \cdot \Delta P_{\text{хх}} + \frac{(12 \cdot a + v \cdot \tau) \cdot k_{\text{з max}}^2}{R} \cdot \Delta P_{\text{кз}},$$

где  $M$  – сравнительная цена, USD;  $K$  – первоначальные капиталовложения, USD;  $\Delta P_{\text{хх}}$  – потери холостого хода, кВт;  $\Delta P_{\text{кз}}$  – потери короткого замыкания, кВт;  $\tau$  – годовое число часов максимальных потерь, ч;  $k_{\text{з max}}$  – коэффициент загрузки трансформатора;  $a$  – основная ставка тарифа (при двухставочном тарифе), USD/кВт;  $v$  – дополнительная ставка тарифа, USD/кВт · ч;  $R$  – доля ежегодных отчислений от  $K$ .

Для оценки влияния режимов работы потребителей и характеристик трансформаторов на экономические показатели эффективности при их выборе разработана компьютерная программа и построен ряд зависимостей.

Проанализируем зависимость сравнительной цены трансформатора от максимальной нагрузки. Рассмотрим на примере (рис. 1) для деревообрабатывающей отрасли ( $\tau = 3900$ ).

Из рис. 1 видно, что при мощности свыше 330 кВт · А, экономически целесообразно применять трансформатор мощностью 1000 кВт · А несмотря на низкий коэффициент загрузки.

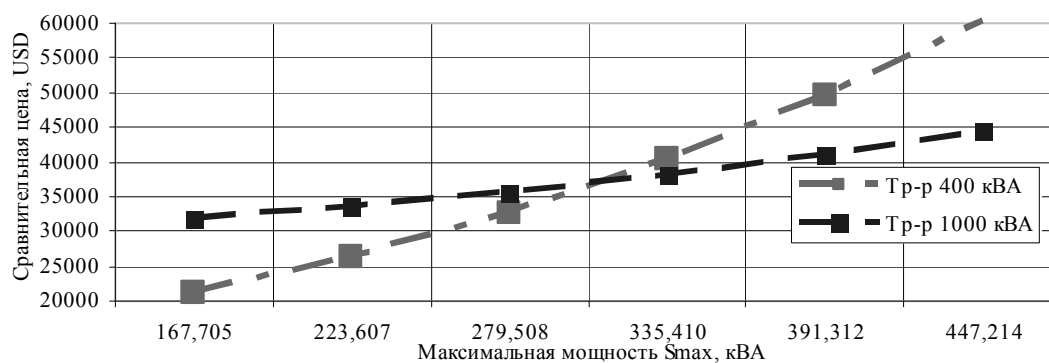


Рис. 1. Зависимость сравнительной цены от максимальной мощности

В настоящее время Минским электротехническим заводом им. В. И. Козлова выпускаются новые серии трансформаторов, отличающиеся различными соотношениями потерь и цены. Чем больше потери в трансформаторе, тем меньше его цена. Параметры трансформаторов и их ориентировочные цены представлены в таблице.

Параметры трансформатора	Марка трансформатора					
	ТМГ		ТМГМШ		ТМГСИ	
Номинальная мощность $S_n$ , кВА	400	1000	400	1000	400	1000
Потери холостого хода $\Delta P_{xx}$ , кВт	0,83	1,6	0,6	1,16	0,83	1,6
Потери короткого замыкания $\Delta P_{кз}$ , кВт	5,4	10,8	5,4	10,8	6	12
Цена, USD	5663	12851	6233	14145	5271	11963

На рис. 2 показано взаимное расположение кривых суммарных потерь активной мощности для трансформаторов с различными соотношениями между потерями мощности в стали и в обмотках в зависимости от максимальной нагрузки трансформаторов.

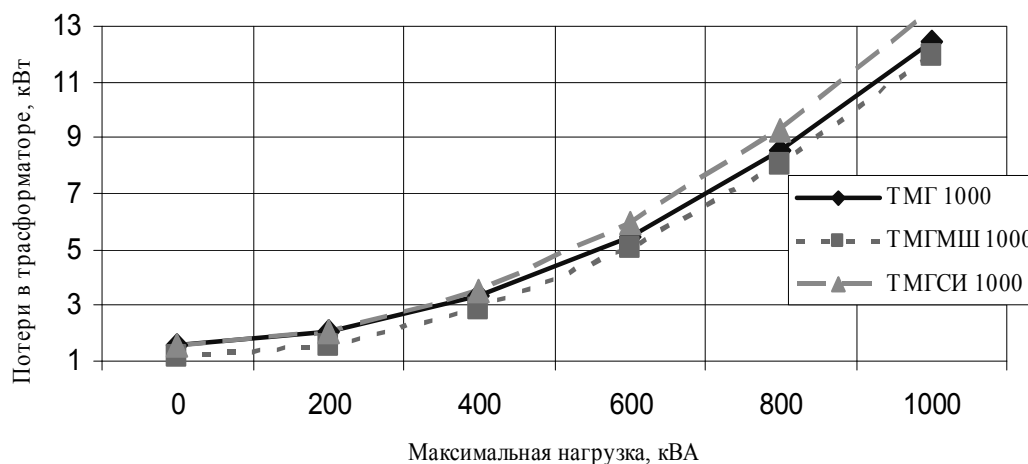


Рис. 2. Зависимость потерь в трансформаторе от максимальной передаваемой мощности

Анализ рис. 2 показывает, что трансформатор марки ТМГМШ обладает значительно меньшими суммарными потерями активной мощности.

На рис. 3 показано взаимное расположение кривых потерь активной электроэнергии для трансформаторов с различными соотношениями между потерями мощности в стали и в обмотках в зависимости от годового числа часов максимума потерь трансформатора  $\tau$ .

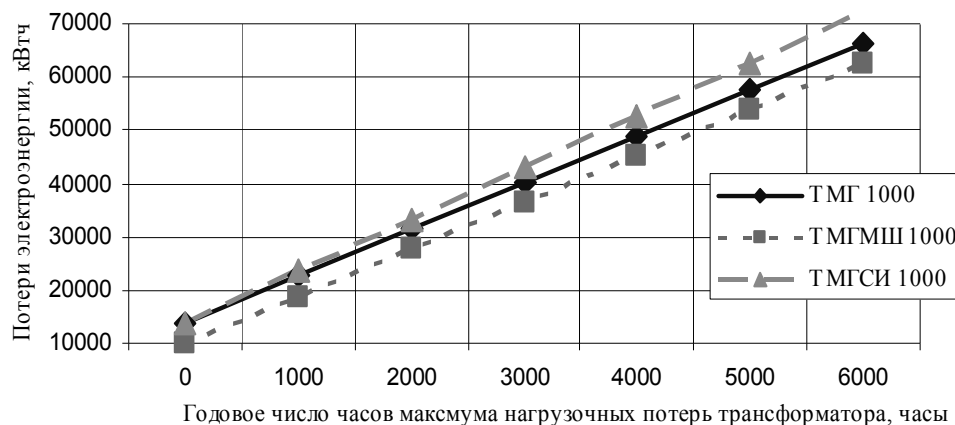


Рис. 3. Зависимость потерь электроэнергии в трансформаторе от времени потерь

Из рис. 3 видно, что минимальные потери электроэнергии в трансформаторе ТМГМШ, который обладает максимальной продажной ценой. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод: при больших значениях нагрузочных потерь  $\tau$  (при работе предприятия круглосуточно или в три смены) наиболее выгодно с точки зрения минимума потерь электроэнергии устанавливать трансформаторы с меньшими потерями активной мощности.

В [1] показано, что при высоких нынешних тарифах на электроэнергию наиболее выгодным является установка самого дорогого трансформатора ТМГМШ. Трансформаторы же серии ТМГСИ, со сниженной продажной ценой, выгодны подстанциям, находящимся на балансе энергосистемы, для которых электроэнергия стоит дешевле. Однако авторам представляется актуальным проанализировать, как изменится сравнительная цена трансформаторов при различных режимах работы потребителей. Это является предметом дальнейших исследований. При этом следует учесть, что режим работы характеризует график нагрузки потребителя (значение  $\tau$ ), и значения  $\tau$  могут быть достаточно просто определены для различных потребителей по их характерным графикам нагрузки.

Таким образом, учитывая наиболее значимые факторы при выборе трансформаторов (тарифы на электроэнергию, характеристики холостого хода и короткого замыкания, графики нагрузок, цены материалов), существенно увеличивается эффективность использования трансформаторов, а также сокращаются затраты на их приобретение и эксплуатацию.

#### Литература

1. Стабровский, Л. Н. О комплексной финансовой оценке технических распределительных трансформаторов с точки зрения конечного потребителя / Л. Н. Стабровский // Энергия и менеджмент. – 2005. – № 3. – С. 31–35.
2. Белмашстрой [Электронный ресурс]. – Минск, 2007. – Режим доступа: <http://www.belmashstroy.by>. – Дата доступа: 10.09.2007.