

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

М. Н. Кузнецов, В. В. Савочкина

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

Научный руководитель Ю. Н. Колесник

Сегодня во всем мире наблюдается тенденция удорожания энергоресурсов, поэтому все более актуальными становятся вопросы сбережения электроэнергии не только в оборудовании потребителей, но и в системах электроснабжения, в частности, в распределительных трансформаторах. Поскольку установленная мощность распределительных трансформаторов в несколько раз превышает суммарную генераторную мощность, снижение потерь электроэнергии в этих элементах энергосистемы является одной из приоритетных задач энергосбережения, которая позволяет получить ощутимый энергетический и экономический эффект.

В связи с необходимостью замены большей части цеховых трансформаторов, обусловленной их физическим и моральным износом, а также недогрузками, представляется целесообразным рассмотреть возможные варианты такой замены. Однако такие решения должны приниматься только после грамотного технико-экономического обоснования эффективности энергосберегающего мероприятия с учетом рыночных условий функционирования. Поэтому целью данной работы является уточнение оценки эффективности распределительных трансформаторов.

Для замены старого оборудования новым рассматривались трансформаторы производства Минского электротехнического завода им. В. И. Козлова следующих типов: ТМГ, ТМГСУ, ТМГМШ и ТСЗ (ТСЗГЛ). На рис. 1 представлены технико-экономические характеристики трансформаторов мощностью 250 кВА в сравнении между собой.

Из рис. 1 видно, что трансформаторы ТМГ и ТМГСУ имеют одинаковый уровень потерь, однако стоимость ТМГСУ выше. Его преимущество заключается в специальном симметрирующем устройстве (СУ), которое значительно улучшает синусоидальность формы кривой изменения напряжения при наличии в сети нелинейных нагрузок и вместе с тем сокращает потери электроэнергии в самих трансформаторах и в электросети. Следует обратить также внимание на трансформаторы типа ТМГМШ, которые характеризуются наименьшими потерями мощности.

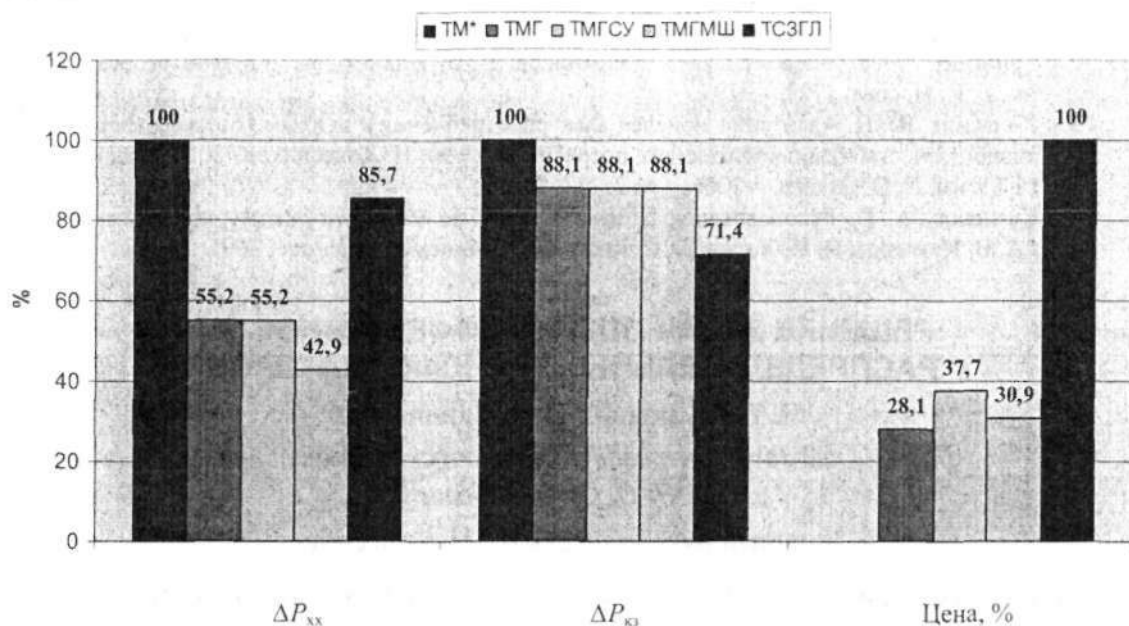


Рис. 1. Сравнительная оценка технико-экономических характеристик распределительных трансформаторов

Технико-экономическая модель оценки эффективности распределительных трансформаторов основывается на концепции дисконтирования потоков реальных денег. При этом рассчитываются сравнительные цены, что в совокупности позволяет сравнивать схожие энергосберегающие мероприятия и выбирать то, которое обеспечит минимальные затраты на покупку и эксплуатацию данного мероприятия. Также в модели учитывались такие факторы, как рост цен на электроэнергию и форма тарифа, по которому предприятие платит за потребленные энергоресурсы (одноставочный, двухставочный или двухставочный дифференцированный тариф).

Потери электроэнергии в трансформаторах определялись по следующей формуле:

$$\Delta W = \frac{1}{n_{\text{тр}}} \cdot \Delta P_{\text{кз}} \cdot \left(\frac{S_{\text{м}}}{S_{\text{ном}}} \right)^2 \cdot \tau + n_{\text{тр}} \cdot \Delta P_{\text{хх}} \cdot T_{\Gamma} = \frac{1}{n_{\text{тр}}} \cdot \Delta P_{\text{кз}} \cdot \left(\frac{S_{\text{с}} \cdot K_{\Phi}}{S_{\text{ном}}} \right)^2 \cdot T_{\Gamma} + n_{\text{тр}} \cdot \Delta P_{\text{хх}} \cdot T_{\Gamma} \quad (1)$$

Сравнительная цена для двухставочного тарифа определяется по формуле [2]:

$$M = K \cdot n_{\text{тр}} + \frac{12 \cdot a + b \cdot T_{\Gamma}}{R} \cdot n_{\text{тр}} \cdot \Delta P_{\text{хх}} + \frac{(12 \cdot a + b \cdot \tau) \cdot k_{\text{зmax}}^2}{R} \cdot \frac{1}{n_{\text{тр}}} \cdot \Delta P_{\text{кз}} \quad (2)$$

Поскольку расчеты по вышеописанной методике представляют трудоемкий процесс, то для повышения точности технико-экономических расчетов при учете ряда факторов была разработана программа для ПЭВМ в системе программирования Delphi. Фрагменты программы для одноставочного тарифа представлены на рис. 2 и 3.

Оптимальный выбор трансформатора

Характеристики распределительных трансформаторов

Тип трансформатора	ТМ	ТМГМШ
Номинальная мощность, кВА	250	100
Количество	1	1
Потери холостого хода, кВт	1,05	0,22
Потери короткого замыкания, кВт	4,2	1,97
Срок службы, лет	10	25
Стоимость, тыс. руб	0	8080,3
Продолжительность включенного состояния в году, ч	8760	
Время наибольших потерь, ч	1500	
Максимальная нагрузка, кВА	73	
Ставка рефинансирования, %	14	
Ставка тарифа на ЭЭ, руб/кВт*ч	301,1	
Среднегодовой рост тарифов на электроэнергию, %	20	

Рис. 2. Окно ввода исходных данных

Оптимальный выбор трансформатора

Динамический срок окупаемости, мес 50 (4,2 лет)

Чистый дисконтированный доход, тыс. руб 21624,69

Тип трансформатора	ТМ-250	ТМГМШ-100
Годовые издержки, тыс. руб	2931,3	2230,1
Сравнительная цена, тыс. руб	241994,6	122780,2
Экономия электроэнергии в год, кВт*ч	6233,2	

В Гомельском отделении белорусской железной дороги «Гомельская дистанция электроснабжения» была принята программа по замене незагруженных трансформаторов. Для оценки эффективности этого мероприятия выполнены технико-экономические расчеты для различных вариантов трансформаторов с использованием вышеописанной программы. Результаты расчетов для всех подстанций сведены в виде таблицы.

Результаты расчетов по замене незагруженных трансформаторов

Мощность существующих тр-в, кВА	Мощность рекомендуемых тр-в, кВА	Тип рекомендуемых тр-в	Число тр-в	Капитальные вложения, млн руб.	Годовая экономия		Срок окупаемости, лет
					тыс. кВт·ч	млн руб.	
400	250	ТМГМШ	12	148,63	60,28	10,43	14,3
400	160	ТМГМШ	4	38,55	22,90	3,96	9,7
250	160	ТМГМШ	1	9,64	5,82	1,01	9,6
250	100	ТМГМШ	1	8,08	6,23	1,08	7,5

Окончание

Мощность существующих тр-в, кВА	Мощность рекомендуемых тр-в, кВА	Тип рекомендуемых тр-в	Число тр-в	Капитальные вложения, млн руб.	Годовая экономия		Срок окупаемости, лет
					тыс. кВт · ч	млн руб.	
160	100	ТМГМШ	3	24,24	7,29	1,26	19,2
160	63	ТМГМШ	1	6,26	2,42	0,42	14,9
100	63	ТМГМШ	5	31,29	7,29	1,26	24,8
63	25	–	1	замена экономически нецелесообразна			
40	25	–	4				
ИТОГО			32	266,7	112,2	19,4	13,7

Видно, что если реализовать мероприятие по замене незагруженных трансформаторов в полном объеме, то это позволит сократить годовое потребление электроэнергии на 112,2 тыс. кВт · ч, что в денежном эквиваленте составит 19,4 млн руб. Срок окупаемости данного проекта составит около 13 лет.

Таким образом, правильный выбор распределительных трансформаторов, основанный на грамотной технико-экономической оценке при учете ряда факторов, позволит снизить потери электроэнергии и более эффективно использовать денежные средства.

Литература

1. Стабровский, Л. Н. О комплексной финансовой оценке технических характеристик распределительных трансформаторов с точки зрения конечного потребителя / Л. Н. Стабровский // Энергия и менеджмент. - 2005. - № 3. - С. 31-35.
2. Силовые трансформаторы : каталог. - Минский электротехнический завод им. В. И. Козлова, 2008. - 74 с.
3. Шапиро, И. М. Справочник по проектированию электрических систем / И. М Шапиро, С. С. Рокотяна. - Москва : Электроатомиздат, 1985.
4. Энергосбережение на промышленных предприятиях // Сб. материалов курсов повышения квалификации специалистов РУП «БМЗ», Гомель 2008. - С. 22-39.