

УДК 621.316

## К ВОПРОСУ ОБ ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ТРАНСФОРМАТОРАХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ РЕЖИМА ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Г. Ф. КУЦЕНКО, А. А. ПАРФЁНОВ

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

Одним из путей снижения потерь электроэнергии является рациональное использование элементов системы электроснабжения потребителей. Как правило, электроснабжение потребителей осуществляется по цепи «источник – потребитель», которая включает следующие элементы: линия электропередачи напряжением 35 или 110 кВ (ЛЭП 35(110) кВ), понижающая трансформаторная подстанция напряжением 35 или 110 кВ на 10 кВ (ПС 35(110)/10 кВ), воздушная линия электропередачи напряжением 10 кВ (ВЛ 10 кВ), понижающая трансформаторная подстанция напряжением 10 кВ на 0,4 кВ (ТП 10/0,4 кВ) и воздушная линия электропередачи 0,38 кВ (ВЛ 0,38 кВ). Как видно из вышеизложенного, три из семи элементов электрической системы – это трансформаторы. Поэтому, обеспечив рациональную загрузку трансформаторов, можно получить экономию электроэнергии за счет снижения потерь мощности в трансформаторах.

В [1] рассмотрены условия оптимального режима эксплуатации трансформаторов электрических сетей, и получены следующие аналитические зависимости удельных активных  $\Delta P_{уд}$  и реактивных  $\Delta Q_{уд}$  потерь мощностей:

$$\Delta P_{уд} = \frac{P_x + k_H^2 \cdot P_k}{k_H \cdot S_H}, \quad (1)$$

$$\Delta Q_{уд} = \frac{Q_x + k_H^2 \cdot Q_k}{k_H \cdot S_H}, \quad (2)$$

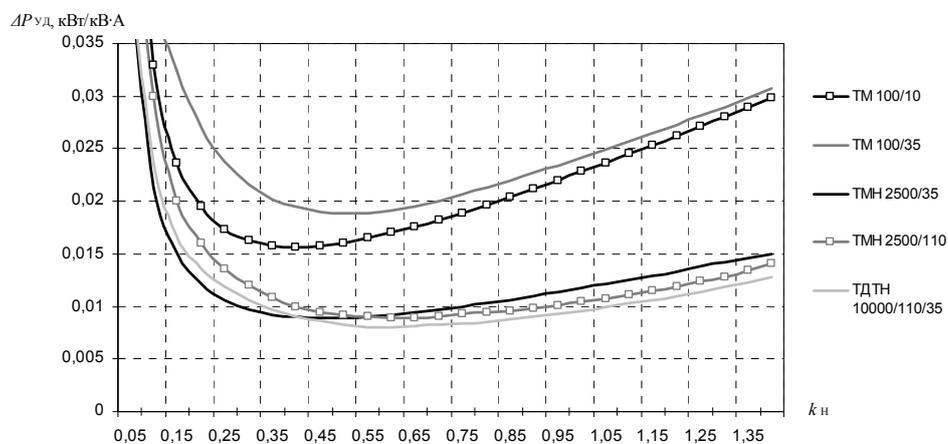
где  $P_x, P_k, Q_x, Q_k$  – активные и реактивные потери мощности холостого хода и короткого замыкания трансформаторов, соответственно;

$k_H$  – коэффициент нагрузочной способности трансформатора;

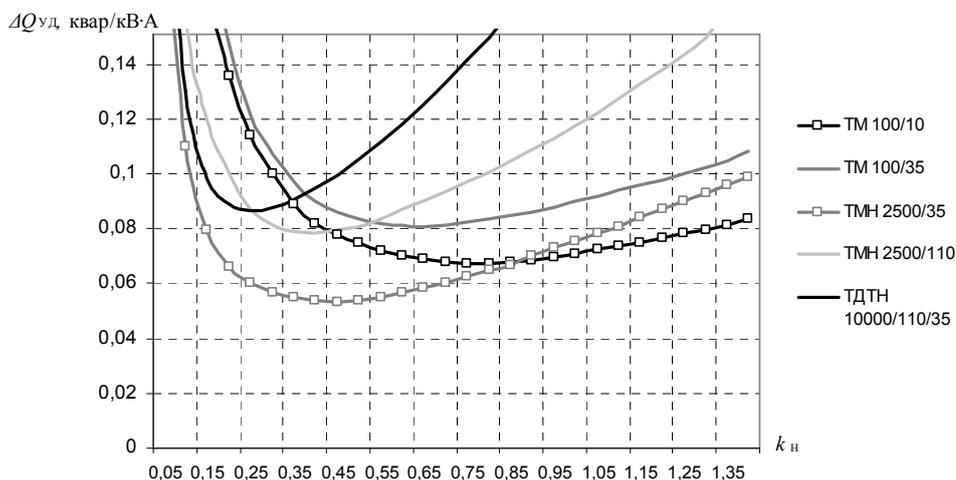
$S_H$  – номинальная мощность трансформатора.

На рис. 1 представлены зависимости удельных активных и реактивных потерь мощностей от нагрузок трансформаторов: ТМ-100/10, ТМ-100/35, ТМН-2500/35, ТМН-2500/110 и ТДТН-1000/110/35. Из рис. 1 видно, что при увеличении коэффициентов нагрузок удельные потери мощности уменьшаются, достигая минимальных значений, а затем снова увеличиваются. Анализ рис. 1 также показывает, что трансформаторы напряжением 10/0,4 и 35/0,4 кВ, 35/10 и 110/10 кВ имеют весьма близкие характеристики по удельным активным потерям мощности. Если принять минимальные удельные активные и реактивные потери мощностей в трансформаторах напряжением 10/0,4 кВ за 100 %, то в трансформаторах 35/0,4 кВ они составляют, соответственно, 111,8 % и 120,6 %. Активные и реактивные минимальные удельные

потери мощности трансформаторов 110/10 кВ больше против соответствующих потерь трансформаторов напряжением 35/10 кВ на 11,1 % и 49,0 %.



а)



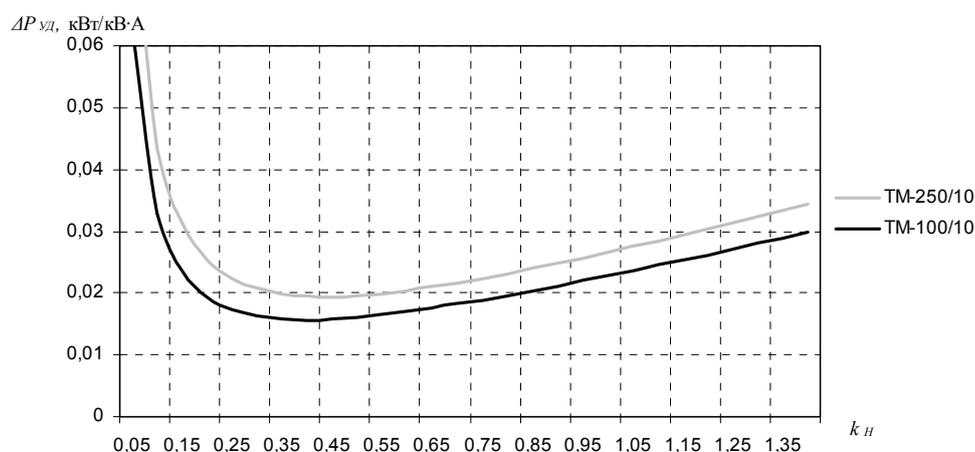
б)

Рис. 1. Зависимость удельных активных (а) и реактивных (б) потерь мощности от коэффициентов нагрузок трансформаторов

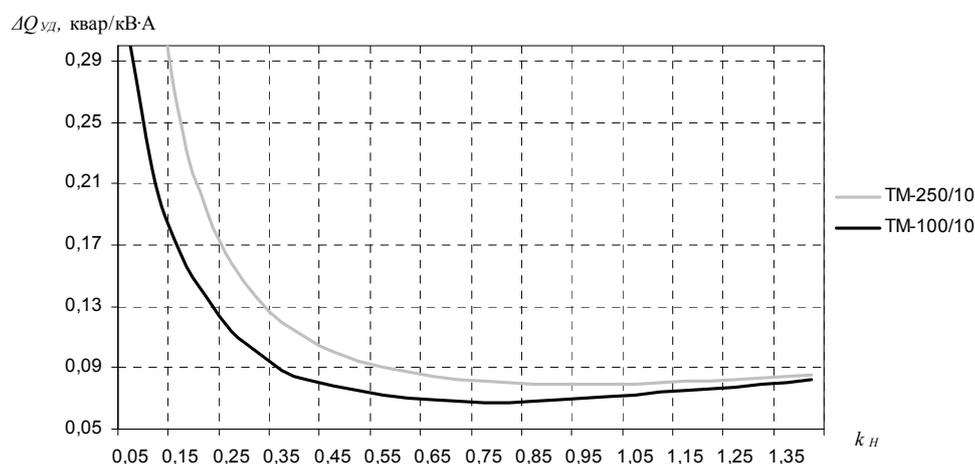
В настоящее время электроснабжение промышленных предприятий осуществляется, в основном, на напряжении 10/0,4 кВ. Причем количество трансформаторов 10/0,4 кВ может достигать до нескольких десятков на одном предприятии. Путем изменения нагрузок или перестановкой трансформаторов можно получить значительную экономию электроэнергии.

Например, на ТП 10/0,4 кВ №1 предприятия работает трансформатор ТМ-250/10, а на ТП 10/0,4 № 2 – трансформатор ТМ-100/10 с коэффициентами нагрузки 0,15 и 1,0, соответственно. Из графиков (рис. 2) видно, что удельные потери активной мощности в трансформаторах составляют 0,03 кВт/кВ·А и 0,023 кВт/кВ·А, а удельные потери реактивной мощности – 0,25 и 0,071 квар/кВ·А, соответственно. По таблице [1] определяем, что коэффициенты нагрузки, соответствующие минимальным удельным потерям активной мощности для данного класса трансформаторов, находятся в пределах 0,43-0,47. При перестановке трансформаторов с одной ТП 10/0,4 на другую получаем следующие коэффициенты нагрузки: для трансформатора

ТМ-250/10 – 0,41, а для трансформатора ТМ-100/10 – 0,375. В таблице представлены удельные потери активной и реактивной мощности в трансформаторах при соответствующих коэффициентах нагрузки, которые определены по выражениям (1) и (2), или могут быть определены по графикам (рис. 2). Из таблицы видно, что после перестановки трансформаторов удельные потери активной мощности снизятся на 0,018 кВт/кВ·А, а удельные потери реактивной мощности – на 0,115 квар/кВ·А. Таким образом, перестанавливая трансформаторы с одной ТП 10/0,4 на другую, получаем экономию активной мощности 0,93 кВт. При равномерном графике нагрузок предприятия экономия электроэнергии составит 8146,8 кВт·ч/год. Потери реактивной мощности снизятся на 1,25 квар, что также приведет к снижению потерь в сетях предприятия.



а)



б)

Рис. 2. Зависимость удельных (а) и реактивных (б) потерь мощности трансформаторов ТМ-250/10 и ТМ-100/10 от коэффициентов нагрузок трансформаторов

Таким образом, построенные нами зависимости удельных активных и реактивных потерь мощности в функции коэффициента загрузки трансформаторов можно использовать для выбора оптимального режима их эксплуатации.

Таблица

Значения удельных потерь мощности при различных коэффициентах нагрузки

Трансформатор	До перестановки			После перестановки		
	Удельные потери		Коэффициент нагрузки, $k_H$	Удельные потери		Коэффициент нагрузки, $k_H$
	$\Delta P_{уд}$ , кВт/кВ·А	$\Delta Q_{уд}$ , квар/кВ·А		$\Delta P_{уд}$ , кВт/кВ·А	$\Delta Q_{уд}$ , квар/кВ·А	
ТМ-100/10	0,023	0,071	1,0	0,016	0,086	0,375
ТМ-250/10	0,03	0,25	0,15	0,019	0,12	0,4

### Литература

1. Куценко Г.Ф., Ус А.Г., Алферова Т.В., Парфёнов А.А. Условия оптимального режима эксплуатации трансформаторов // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2000. – № 2.

Получено 19.12.2000 г.