

УДК 621.3

О целесообразности продолжения эксплуатации отслуживших свой нормативный срок силовых трансформаторов в городской электрической сети

Прончак В.Ю., Петрукович Д.А.

Научный руководитель – д.т.н., профессор КОРОТКЕВИЧ М.А.

После истечения установленного срока службы трансформаторов возможны два варианта дальнейшего обеспечения электроснабжения потребителей, а именно: путем замены отслуживших свой нормативный срок трансформаторов новыми или продолжением в течение некоторого времени $t < t_N$ эксплуатации отмеченных силовых трансформаторов.

При замене работающих трансформаторов новыми потребуются дополнительные капиталовложения в объеме (ΔK) , идущие на демонтаж K соответствующих трансформаторов, приобретение и монтаж новых трансформаторов K_i , отличающихся вместе с тем сниженными (по сравнению с установленным трансформатором) потерями мощности холостого хода $(\Delta P_{x1} < \Delta P_X)$.

Если износ изоляции трансформатора за срок службы, установленный на основе анализа его нагрузки, имевших место перегрузок и воздействий сквозных токов короткого замыкания, ниже нормативного, то допустимо продолжение его эксплуатации в течение некоторого времени t . Здесь имеют место экономия дополнительных капитальных вложений в размере $\Delta K \frac{t}{t_k}$ при одновременном вероятном увеличении параметра потока отказов, расходов на техническое обслуживание и ремонты трансформаторов, а также увеличенные потери мощности холостого хода ΔP_x по сравнению с потерями мощности холостого хода ΔP_{x1} у новых трансформаторов.

О возможности продолжения эксплуатации отслуживших свой срок силовых трансформаторов свидетельствует опыт электросетевых предприятий, где имеются трансформаторы, продолжительность работы которых составляет 40 и более лет. т. е. значительно превышающая соответствующий нормативный показатель. Целесообразность продолжения эксплуатации отслуживших свой нормативный срок силовых трансформаторов установим на основе сравнения дисконтированных затрат по обоим из указанных выше вариантов.

Дисконтированные затраты Z_1 при замене существующего трансформатора новым

$$Z_1 = \Delta K \frac{t}{t_1} + \sum_{i=1}^t I(1+E)^{-i}$$

где I_i - издержки по эксплуатации нового трансформатора в год i ($i = 1, 2, \dots$)•

E - процентная ставка (примем равной 0.10-0.15).

Если считать, что издержки I_i постоянны в каждом году рассматриваемого периода времени t , $\sum_{i=1}^t (1+E)^{-i}$ представляют собой коэффициент приведения к началу периода α_i , который можно представить как

$$\alpha_i = \sum_{i=1}^t (1+E)^{-i} = \frac{(1+E)^{-i} - 1}{E(1+E)^{-i}}$$

В выражении (4.49) не учтена (ввиду своей малости) ликвидная стоимость (K_b) отслужившего свой срок заменяемого трансформатора, т. е.

$$K_b = K_{ост}(1+E)^{-1}$$

где $K_{ост}$ - остаточная стоимость заменяемого трансформатора, определяемая индивидуально для каждого аппарата и составляющая до (5-10) % от ее первоначальной стоимости.

В состав издержек I_i включим расходы на амортизацию (I_a) капитальные и текущие ремонты (I_r), техническое обслуживание (I_{dw}), стоимость потерянной электроэнергии

($H_{\Delta w}$) и значение ущерба от недоотпуска электроэнергии нерезервированным потребителям при аварийных отключениях трансформатора.

Выражение для определения дисконтированных затрат Z при продолжении эксплуатации отработавшего свой нормативный срок силового трансформатора запишется как

$$Z = \sum_{i=1}^t I_i (1 + E)^{-i}$$

В состав издержек I_i ; входят: увеличенные по сравнению с предыдущим периодом расходы на капитальные и текущие ремонты, расходы на техническое обслуживание и увеличенная стоимость недоотпущенной электроэнергии потребителям. Стоимость потерянной электроэнергии в трансформаторе в течение времени его эксплуатации t после нормативного срока службы остается неизменной и более высокой, чем у нового трансформатора такой же мощности. Следовательно, ежегодные издержки можно представить в виде

$$I'_i = p_p K (1 + a_1 t') + p_0 K (1 + a_2 t') + \Delta P_k k^2 \beta \tau + \Delta P_x k^2 \tau \beta_x + (1 + a_3 t') W_a u_a$$

где K — первоначальная стоимость существующего трансформатора;

a_1, a_2 — коэффициенты, меньшие единицы, отражающие увеличение расходов на ремонты и техническое обслуживание при продолжении эксплуатации отслужившего свой срок службы трансформатора;

a_3 — коэффициент, меньший единицы, отражающий рост параметра потока отказов продолжающего работать трансформатора.

В формулах значения $\Delta P_k - \Delta P_{k1}$ для трансформаторов одной и той же мощности, а $\Delta P_x < \Delta P_{x1}$.

Продолжение эксплуатации отработавшего свой нормативный срок трансформатора целесообразно, если соблюдать условие

$$Z \leq Z_1 \text{ или } Z - Z_1 \leq 0$$

В ходе проделанной работы можно подвести итог, что не всегда целесообразно производить ремонт трансформатора. Выполнив все расчеты, мы пришли к выводу, что целесообразнее заменить трансформатор на новый, так как расходы на ремонт и техническое обслуживание старого трансформатора затратны.

Литература

1. Основные направления совершенствования эксплуатации электрических сетей/М.А.Короткевич.-Мн.:ЗАО"Техноперспектива",2003.-373 с.