

кой выбранного аппарата. Если время, рассчитанное при данном значении тока КЗ, не превышает 5 с и точка с координатами ($I_{к3}; t$) находится левее или ниже защитной характеристики аппарата, то данный аппарат при таком значении тока КЗ не применим.

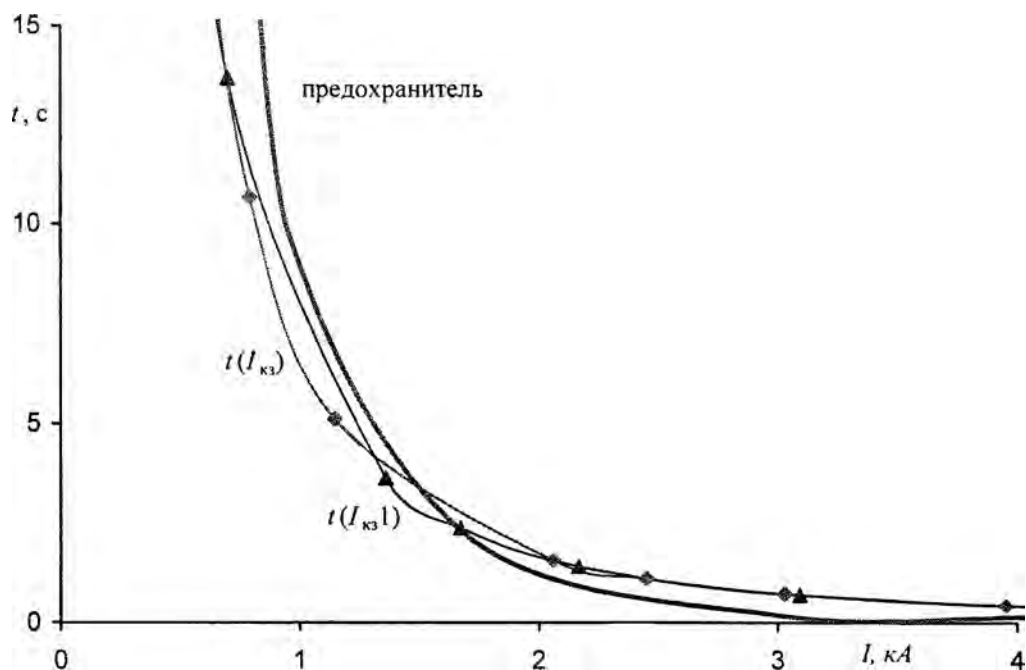


Рисунок 5. Совмещенные характеристика термической стойкости кабеля и защитная характеристика предохранителя

Вывод

Выбор устройств защиты в сетях напряжением до 1 кВ следует проводить с учетом защитных характеристик автоматических выключателей и предохранителей, а также характеристик термической стойкости кабелей, для чего необходимо иметь данные о значениях сверхтоков в местах установки устройств защиты.

Литература

1. ГОСТ 30331.5-95. Защита от сверхтока.
2. ГОСТ 30331.9-95. Применение мер защиты от сверхтоков.
3. ГОСТ 30331.9-95. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током.

УДК 621.316

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАГРУЗКИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Трушников А.Л.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент РАДКЕВИЧ В.Н.

Существует ряд способов снижения расхода электроэнергии при выпуске планируемого объема продукции. В условиях существующего технологического процесса одним из таких способов может быть отключение малозагруженных силовых трансформаторов с переводом их нагрузки на параллельно работающие с целью снижения

потерь электроэнергии. Для определения целесообразности отключения одного из трансформаторов, работающих на общую нагрузку, необходимо использовать некоторый критерий оптимальности, в качестве которого можно принять минимум потерь электроэнергии за рассматриваемый период, так как стоимость потерь электроэнергии входит в энергетическую составляющую себестоимости продукции.

Для минимизации потерь электроэнергии в трансформаторах необходимо знать среднюю нагрузку $S_{\Delta WC}$, при которой за определенный период потери активной мощности при работе $n-1$ и n трансформаторов равны:

$$\Delta W_{T(n-1)} = \Delta W_{Tn},$$

где $\Delta W_{T(n-1)}$ и ΔW_{Tn} – потери электроэнергии в трансформаторах при работе $(n-1)$ и n трансформаторов.

При расчете потерь электроэнергии за год по средней нагрузке и времени работы трансформатора для параллельно работающих трансформаторов одинаковых типоразмеров указанное выше условие имеет вид

$$(n-1)\Delta P_X t_B + \frac{\Delta P_K K_\Phi^2 S_{\Delta WC}^2}{(n-1)S_{НОМ}^2} t_P = n\Delta P_X t_B + \frac{\Delta P_K K_\Phi^2 S_{\Delta WC}^2}{nS_{НОМ}^2} t_P, \quad (1)$$

где t_B – число часов включения трансформатора в течение года;

ΔP_X – потери холостого хода трансформатора;

ΔP_K – потери короткого замыкания трансформатора;

t_P – время работы трансформатора с нагрузкой;

$S_{НОМ}$ – номинальная мощность трансформаторов;

K_Φ – коэффициент формы графика нагрузки.

Из уравнения (1) получаем

$$S_{\Delta WC} = \frac{S_{НОМ}}{K_\Phi} \sqrt{n(n-1) \frac{\Delta P_X t_B}{\Delta P_K t_P}}. \quad (2)$$

При $n = 2$

$$S_{\Delta WC} = \frac{S_{НОМ}}{K_\Phi} \sqrt{\frac{2\Delta P_X t_B}{\Delta P_K t_P}}. \quad (3)$$

Выражения (2) и (3) позволяют определить средние значения мощности нагрузки, при которой потери активной энергии при разном количестве трансформаторов равны.

Если трансформатор работает с нагрузкой в течение всего времени включения, то $t_P = t_B$.

Тогда выражение (2) упрощается к виду

$$S_{\Delta WC} = \frac{S_{НОМ}}{K_\Phi} \sqrt{n(n-1) \frac{\Delta P_X}{\Delta P_K}}.$$

В том случае, когда два трансформатора одинаковой мощности работают раздельно с нагрузками S_1 и S_2 , значение средней нагрузки одного из них, при которой целесообразно изменить число работающих трансформаторов, определяется из уравнения

$$2\Delta P_X t_B + \Delta P_K \frac{K_\Phi^2 S_1^2}{S_{НОМ}^2} t_P + \Delta P_K \frac{K_\Phi^2 S_2^2}{S_{НОМ}^2} t_P = \Delta P_X t_B + \Delta P_K \frac{K_\Phi^2 (S_1 + S_2)^2}{S_{НОМ}^2} t_P.$$

Выполнив преобразование данного уравнения, приняв, что $S = S_1 + S_2$, и решив его, например, относительно S_1 , получим два значения нагрузки

$$S_{I(1)} = \frac{S}{2} + \sqrt{\frac{S^2}{4} - \frac{\Delta P_{XB} S_{НОМ}^2}{2\Delta P_K K_{\Phi}^2 t_P}};$$

$$S_{I(2)} = \frac{S}{2} - \sqrt{\frac{S^2}{4} - \frac{\Delta P_{XB} S_{НОМ}^2}{2\Delta P_K K_{\Phi}^2 t_P}}.$$

Таким образом, для снижения потерь электроэнергии в трансформаторах следует отключить трансформатор Т2 при нагрузке $S_1 > S_{I(1)}$ и Т1 – при $S_1 > S_{I(2)}$. Отметим, что уравнение имеет действительное решение при суммарной нагрузке

$$S \geq \frac{S_{НОМ}}{K_{\Phi}} \sqrt{\frac{2\Delta P_{XB}}{\Delta P_K t_P}}.$$

При этом суммарная нагрузка не должна превышать длительно допустимую нагрузку одного трансформатора:

$$S \leq K_{ДОП} S_{НОМ},$$

где $K_{ДОП}$ – коэффициент допустимой перегрузки трансформатора.

Зависимость потерь активной мощности от загрузки трансформатора и времени его работы можно выразить графически (рисунок 1). Под относительными потерями электроэнергии в данном случае следует понимать отношение абсолютных потерь энергии к значению потерь активной энергии в трансформаторе за 8 760 часов работы с номинальной нагрузкой.

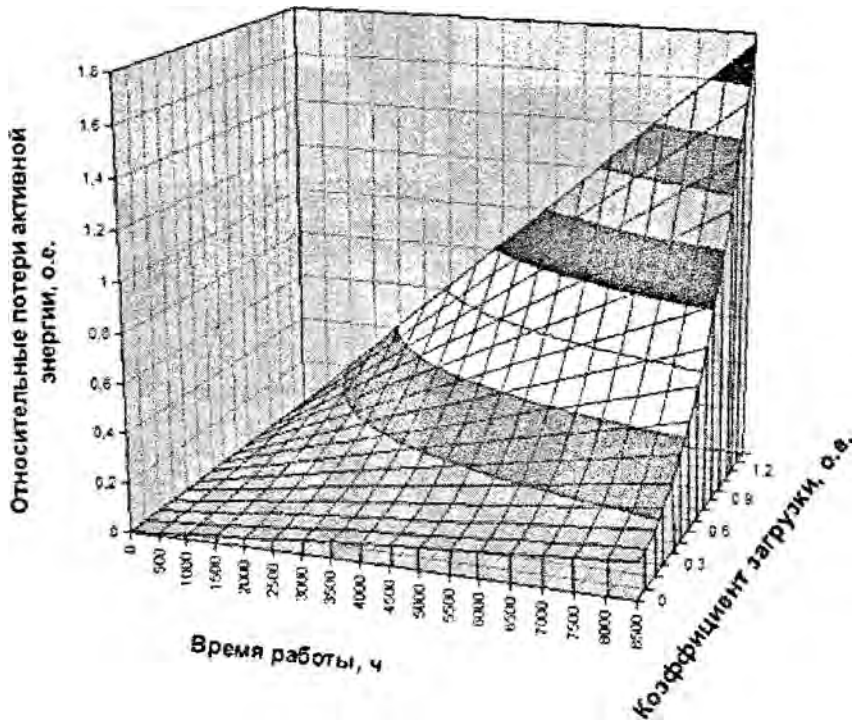


Рисунок 1. Графическая зависимость потерь активной электроэнергии от времени работы и коэффициента загрузки

Вывод

Построенные графические зависимости (рисунок 1) в одной системе координат для различных типоразмеров или количества параллельно работающих трансформаторов позволяют наглядно оценить области оптимальных, с точки зрения минимума потерь электроэнергии, нагрузок трансформаторов.