

ВЛИЯНИЕ НЕСИММЕТРИИ НАГРУЗКИ НА СРОК СЛУЖБЫ ИЗОЛЯЦИИ ТРАНСФОРМАТОРОВ

И.В. Дроздов

Научный руководитель В.В. РОМАНОВ, к.т.н., доцент

Относительный срок службы изоляции трансформатора определяется по формуле

$$T_{*сл} = e^{-\alpha\Delta\tau}, \quad (1)$$

где $\alpha = 0,1155 \text{ град}^{-1}$ – коэффициент, характеризующий шестиградусное правило; $\Delta\tau$ – перегрев трансформатора из-за дополнительных потерь.

Несимметричная нагрузка приводит к появлению токов обратной последовательности, что вызывает дополнительные потери и дополнительный перегрев трансформатора.

Дополнительный перегрев изоляции трансформатора за счёт протекания через него токов обратной последовательности выражается в конечном виде формулой

$$\Delta\tau = P_{дооб} \left(\frac{1,8\theta}{P_k + P_x} + \frac{1,6\theta_{прев}}{P_k} \right), \quad (2)$$

где θ – превышение температуры изоляции трансформатора над температурой окружающей среды, равное $65 \text{ }^\circ\text{C}$; $\theta_{прев}$ – превышение температуры наиболее нагретой точки обмотки над температурой масла в верхних слоях, равное $10 \text{ }^\circ\text{C}$.

Добавочные потери

$$P_{дооб} = \frac{P_k}{u_{к\%}} \varepsilon_2^2, \quad (3)$$

где P_k и $u_{к\%}$ – соответственно потери и напряжение короткого замыкания трансформатора; ε_2 – коэффициентом несимметрии напряжения по обратной последовательности, %.

Согласно ГОСТ 13109-97, нормально допустимое значение ε_2 составляет $\pm 2 \%$, а предельно допустимое значение ε_2 – $\pm 4 \%$.

Произведя расчёт по выражениям (1), (2) и (3) для нормально и предельно допустимых значений коэффициента несимметрии по обратной последовательности, можно определить, что относительные сроки службы изоляции равны 0,62 для $\varepsilon_2 = 2 \%$ и 0,15 для $\varepsilon_2 = 4 \%$ (при постоянном воздействии токов обратной последовательности), то

есть срок службы изоляции уменьшается соответственно в 1,61 и 6,67 раз.

УДК 621.311

УПРАВЛЕНИЕ СОСТАВОМ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ С УЧЕТОМ КОММУТАЦИОННОГО РЕСУРСА СИЛОВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

А.Э. Красовский

Научный руководитель В.А. АНИЩЕНКО, д.т.н., профессор

Учет коммутационного ресурса силовых выключателей накладывает ограничение при управлении составом многотрансформаторной подстанции.

Различают механический и электрический ресурс выключателя. Механический ресурс характеризует механическую стойкость привода выключателя. Электрический ресурс характеризует стойкость контактной системы разрушающему воздействию электрической дуги отключаемого тока. Механический и электрический ресурс указывается заводом-изготовителем в виде допустимого числа коммутаций.

При изменении состава работающих на подстанции трансформаторов происходит коммутация токов, не превышающих номинальные, поэтому износ силовых выключателей будет преимущественно механическим.

При условии, что ресурс выключателя должен быть полностью выработан не ранее окончания срока эксплуатации, можно определить допустимое число коммутаций за любой промежуток времени.

В общем виде алгоритм выбора состава трансформаторов по критерию минимума потерь активной энергии с учетом коммутационного ресурса силовых выключателей будет иметь вид:

$$\Delta W = \min;$$

$$n_{Q1}^T \leq N_{\text{доп.}Q1}^T; \dots; n_{QN}^T \leq N_{\text{доп.}QN}^T.$$

где $n_{Q1}^T, \dots, n_{QN}^T$ – число коммутаций выключателей за время T ; $N_{\text{доп.}Q1}^T, \dots, N_{\text{доп.}QN}^T$ – допустимое число коммутаций для выключателей за время T ; ΔW – потери активной энергии.

При управлении составом трансформаторной подстанции с учетом коммутационного ресурса выключателей режимы работы подстанции в большинстве случаев будут сопровождаться некоторым перерасходом электрической энергии по сравнению с оптимальным режимом.