

Выбор трансформаторов тока

В зависимости от условий выбираем трансформаторы тока ТОЛ-10-5s/05-10P-300/5 с коэффициентом трансформации 300/5А:

Определение диапазона измерения первичного тока:

$$I_{\text{млх.раб}} = \frac{P_{\text{пмах}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi},$$

где $U_{\text{ном}}$ - номинальное напряжение, $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$;

$\cos \varphi$ - коэффициент мощности, $\cos \varphi = 0,96$;

$S_{\text{пмах}}$ - максимальная расчетная мощность, $P_{\text{пмах}} = 4144 \text{ кВА}$.

$$I_{\text{пмах.раб}} = \frac{4144}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 0,96} = 249,2 \text{ А}.$$

$$I_{\text{пмах.раб}} = 249,2 \text{ А} \leq I_{\text{1ном}} = 300 \text{ А}.$$

Проверка по номинальному току выполняется.

В соответствии с ГОСТ 7746-2001 трансформаторы на напряжение свыше 0,66 кВ должны быть устойчивы к электродинамическому и термическому воздействиям токов короткого замыкания.

Условие проверки по термической стойкости:

$$B_k \leq (K_{\text{тер}} \cdot I_{\text{1ном}})^2 \cdot t_{\text{тер}},$$

где $K_{\text{тер}}$ - кратность номинального тока термической стойкости;

$t_{\text{тер}}$ - продолжительность протекания тока короткого замыкания;

$$K_{\text{тер}} \cdot I_{\text{1ном}} = 31,5 \text{ кА (паспортные данные)}.$$

Тепловой импульс:

$$B_k = I_{\text{кз}}^2 \cdot (t + T_a),$$

где $I_{\text{кз}}$ - ток короткого замыкания – 1,1кА;

t - время действия релейной защиты – 0,5с;

$T_a = 0,01 \text{ с}$ - постоянная времени затухания аperiodической составляющей тока короткого замыкания (при к.з. за кабельной линией 6-10 кВ – справочные данные).

Тогда:

$$B_k = 1,1^2 \cdot (0,5 + 0,01) = 0,6 \text{ кА} \cdot \text{с}.$$

$$(K_{\text{тер}} \cdot I_{\text{1ном}})^2 \cdot t_{\text{тер}} = 31,5^2 \cdot 1 = 992,3 \text{ кА} \cdot \text{с}.$$

$$992,3 \text{ кА} \cdot \text{с} > 0,6 \text{ кА} \cdot \text{с}.$$

Условие термодинамической стойкости выполняется.

Условие проверки по электродинамической стойкости к токам короткого замыкания:

$$\sqrt{2} \cdot I_{\text{ном}} \cdot k_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд}},$$

где $I_{\text{ном}}$ - номинальный первичный ток трансформатора тока;

$k_{\text{дин}}$ - кратность электродинамической устойчивости;

$\sqrt{2} \cdot I_{\text{ном}} \cdot k_{\text{дин}} = 80 \text{ кА}$ - ток электродинамической стойкости (паспортные данные);

Ударный ток короткого замыкания:

$$i_{\text{уд}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{кз}} \cdot k_{\text{уд}},$$

где $k_{\text{уд}} = 1,4$ - ударный коэффициент тока короткого замыкания (при к.з. за кабельной линией 6-10 кВ – справочные данные).

Ток короткого замыкания - $I_{\text{кз. макс}} = 5,32 \text{ кА}$.

$$i_{\text{уд}} = \sqrt{2} \cdot 5,32 \cdot 1,4 = 10,5 \text{ кА}.$$

$$80 \text{ кА} \geq 10,5 \text{ кА}.$$

Условие электродинамической устойчивости выполняется.

Проверка на 10% погрешность трансформаторов тока ТОЛ-10 300/5.

Определяем нагрузку Z_n :

$$Z_n = 2r_{\text{нр}} + Z_p + Z_{\text{пер}} = 2 \cdot 0,05 + 0,02 + 0,01 = 0,13 \text{ Ом},$$

где $Z_p = 0,02 \text{ Ом}$ - сопротивление реле;

$r_{\text{нр}} = 0,05 \text{ Ом}$ - сопротивление жил проводов;

$Z_{\text{пер}} = 0,01 \text{ Ом}$ - переходные сопротивления в местах контактных соединений.

Определяем расчетную кратность первичного тока.

$$m_{\text{расч}} = \frac{I_{\text{расч}}}{I_{\text{ном}}} = \frac{1210}{300} = 4,03,$$

где $I_{\text{расч}} = 1,1 \text{ кА} \cdot 1,1 = 1210 \text{ А}$ - максимальный первичный ток, который принимается с некоторым запасом.

По кривым предельных кратностей для трансформаторов тока ТОЛ-10, определяем допустимую кратность тока $m_{\text{доп}} = 10$.

Таким образом, выполняется условие: $m_{\text{доп}} = 10 > m_{\text{расч}} = 4,03$.

ТТ работает с погрешностью меньше 10%.

Проверка по максимальному вторичному напряжению.

$$U_{2\text{ макс}} < U_{2\text{ доп}}.$$

$$U_{2\text{ макс}} = (I_{\text{к макс}} / n_T) \cdot Z_n = \sqrt{2} \cdot (3503 / 60) \cdot 0,13 = 10,7 < U_{2\text{ доп}} = 1000 \text{ В}.$$

Условие выполняется.

Измерительные трансформаторы тока ТОЛ-10-УХЛ2.1-1-0,5с/05-10Р-300/5 с коэффициентом трансформации $K_{\text{тт}} = 300/5$ удовлетворяют всем требованиям.