

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ОТ НЕСИММЕТРИИ НАПРЯЖЕНИЯ В НИЗКОВОЛЬТНЫХ СЕТЯХ

Протосовицкий И.В., Янукович Г.И. (БГАТУ) Минск

Экономия электроэнергии в электрических сетях можно определить по формуле:

$$W = (\Delta P_T + \Delta P_L) \tau, \quad (1)$$

где ΔP_T - снижение потерь мощности в трансформаторе;

ΔP_L - снижение потерь мощности в линии;

τ - время потерь.

Снижение потерь мощности в трансформаторе :

$$\Delta P_T = \Delta P_{T1} - \Delta P_{T2}, \quad (2)$$

где ΔP_{T1} - потери активной мощности в трансформаторе от несимметрии напряжения;

ΔP_{T2} - потери активной мощности в трансформаторе с улучшенными показателями несимметрии напряжения.

Потери активной мощности в трансформаторе от несимметрии напряжения определяется следующим образом:

$$\Delta P_{T1} = 3 I_{21}^2 r_{21} + 3 I_{01}^2 r_{01}, \quad (3)$$

где I_{21}, I_{01} - токи обратной и соответственно нулевой последовательности трансформатора;

r_{21}, r_{01} - активные сопротивления обратной и соответственно нулевой последовательности трансформатора.

Преобразуем это выражение:

$$\Delta P_{T1} = 3 \frac{U_{21}^2}{Z_{21}^2} r_{21} + 3 \frac{U_{01}^2}{Z_{01}^2} r_{01}, \quad (4)$$

где Z_{21}, Z_{01} полные сопротивления обратной и нулевой последовательности трансформатора.

Разделив и умножив слагаемые на квадрат напряжения прямой последовательности $(U_1)^2$ получим:

$$\Delta P_{T1} = 3 \frac{U_{21}^2 U_1^2}{Z_{21}^2 U_1^2} r_{21} + 3 \frac{U_{01}^2 U_1^2}{U_1^2 Z_{01}^2} r_{01} \quad (5)$$

Так как $\frac{U_{21}}{U_1} = K_{2U}$ и $\frac{U_{01}}{U_1} = K_{0U}$,
то

$$\Delta P_{T1} = 3K_{2U}^2 U_1^2 \frac{r_{21}}{Z_{21}^2} + 3K_{0U}^2 U_1^2 \frac{r_{01}}{Z_{01}^2} \quad (6)$$

Учитывая, что $Z_2 = Z_K$, $r_2 = r_K$, $Z_{2*} = U_K \%$ и после преобразования получим следующую формулу:

$$\Delta P_{T1} = \frac{3K_{2U}^2 U_1^2 r_{21} I_{H1}^2}{U_{K1}^2 U_H^2} 100^2 + 3K_{0U}^2 U_1^2 \frac{r_{01}}{Z_{01}^2} \quad (7)$$

или окончательно

$$\Delta P_{T1} = 3K_{2U}^2 \frac{\Delta P_{K1} U_1^2}{U_{K1}^2 U_H^2} 100^2 + 3K_{0U}^2 U_1^2 \frac{r_{01}}{Z_{01}^2} \quad (8)$$

Аналогично определяются потери активной мощности в трансформаторе при ухудшенных показателях несимметрии напряжения.

Учитывая, что у трансформаторов напряжение и потери короткого замыкания одинаковы, а также трансформаторы не оказывают влияния на коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности трансформатора, при определении снижения потерь мощности по формуле (2), первые слагаемые сокращаются. В результате выражение для определения снижения потерь мощности в трансформаторе получим в следующем виде:

$$\Delta P_T = 3U_1^2 \frac{r_{01}}{Z_{01}^2} (K_{0U1}^2 - K_{0U2}^2), \quad (9)$$

где K_{0U1} - коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности на выводах трансформатора;

K_{0U2} - коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности на вводах трансформатора при улучшенных показателях несимметрии напряжения.

Снижение потерь мощности в линии определяется по формуле:

$$\Delta P_L = (3I_{21}^2 r_{2L1} + 3I_{01}^2 r_{0L1}) - (3I_{22}^2 r_{2L2} + 3I_{02}^2 r_{0L2}), \quad (10)$$

где I_{21} , I_{01} - токи обратной и нулевой последовательности для линии при несимметричном напряжении,

I_{22} , I_{02} - токи обратной и нулевой последовательности для линии при улучшенных показателях несимметрии напряжения,

$r_{2Л1}$, $r_{0Л1}$ – активные сопротивления обратной и нулевой последовательности линии при несимметричном напряжении,

$r_{2Л2}$, $r_{0Л2}$ – активные сопротивления обратной и нулевой последовательности линии при улучшенных показателях несимметрии напряжения.

Так как трансформаторы не влияют на напряжение обратной последовательности, то есть $r_{21}=r_{22}$ и $I_{21}=I_{22}$, получим

$$\Delta P_{Л} = 3(I_{01}^2 r_{0Л1} - 3I_{02}^2 r_{0Л2}) \quad (11)$$

Преобразуем данное выражение

$$\Delta P_{Л} = 3\left(\frac{U_{01}^2}{Z_{01}^2} r_{0Л1} - \frac{U_{02}^2}{Z_{02}^2} r_{0Л2} \right). \quad (12)$$

Разделив и умножив вторую часть выражения на U^2_1 , получим:

$$\Delta P_{Л} = 3\left(\frac{U_{01}^2 U_1^2}{U_1^2 Z_{01}^2} r_{0Л1} - \frac{U_{02}^2 U_1^2}{U_1^2 Z_{02}^2} r_{0Л2} \right). \quad (13)$$

Так как $\frac{U_0}{U_1} = K_{0У}$, то

$$\Delta P_{Л} = 3U_1^2 \left(K_{0У1}^2 \frac{r_{0Л1}}{Z_{0Л1}^2} - K_{0У2}^2 \frac{r_{0Л2}}{Z_{0Л2}^2} \right). \quad (14)$$

В связи с тем, что трансформаторы не оказывают влияние на активное и полное сопротивление линии, то $r_{0Л1}=r_{0Л2}$ и $Z_{0Л1}=Z_{0Л2}$.

Тогда

$$\Delta P_{Л} = 3U_1^2 \frac{r_{0Л}}{Z_{0Л}^2} (K_{0У1}^2 - K_{0У2}^2), \quad (15)$$

где $K_{0У1}$ – коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности линии при несимметрии напряжения;

$K_{0У2}$ – коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности линии при улучшенных показателях несимметрии напряжения;

$r_{0Л}$ – активное сопротивление нулевой последовательности линии;

$Z_{0Л}$ – полное сопротивление нулевой последовательности линии.

Определив по формулам (9) и (15) при соответствующем режиме ΔP_T , $\Delta P_{Л}$, и полученные их значения подставив в формулу (1) получим экономию электрической энергии в сети.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАСИТЕЛЕЙ ПЛЯСКИ ПРОВОДОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ ЭКСПЕРИМЕНТОМ

Сергей И.И., Климкович П.И. (БНТУ) г. Минск

Серьезной проблемой эксплуатации воздушных ЛЭП являются колебания