

УДК _____

Выбор величины резистора для заземления нейтрали сетей 6–35 кВ в отношении снижения уровня перенапряжений

Резник М.С.

Научный руководитель – БОХАН Н.В.

Вводится волновое сопротивление линии Z_0 , которое может определяться расчетом или задаваться как максимальная величина волнового сопротивления линии, которое принимается равным:

– для кабельных линий $Z_0=100$ Ом;

– для воздушных линий $Z_0=500$ Ом

Сопротивление нагрузки Z_n равно

$$Z_n = \frac{R_p X_c}{R_p + X_c},$$

где R_p – сопротивление резистора;

$X_c = \frac{U_\phi}{I_c}$ – емкостное сопротивление сети;

U_ϕ – фазное сопротивление сети;

I_c – емкостной ток сети.

Вводится коэффициент отражения β_l , который характеризует степень отражения падающей волны перенапряжений:

$$\beta_l = \frac{Z_n - Z_0}{Z_n + Z_0},$$

где Z_n – сопротивление нагрузки, Ом;

Z_0 – волновое сопротивление фазного провода линии, Ом.

При $\beta_l < 1$ уровень перенапряжений хотя и снижается, но имеет повышенную величину по сравнению с величинами при других значениях коэффициента отражения $\beta_{отр}$.

При $\beta_l = 0$ характеризуется оптимальным уровнем перенапряжений;

При $\beta_l > -1$ характеризуется значительным снижением уровня перенапряжений.

Концепцию выбора резистора по условию перенапряжений разрабатывают при $\beta_l = 0$, что соответствует оптимальному уровню перенапряжений.

Устанавливается величина нагрузки, равная

$$Z_n = Z_0.$$

С учетом этого можно установить величину R_p при заданном Z_0 из соотношения

$$\frac{R_p}{Z_0} = \sqrt{1 + K_{pc}^2},$$

где K_{pc} – коэффициент нагрузки

$$K_{pc} = \frac{R_p}{X_c}.$$

Отношение $\frac{R_p}{Z_0}$ в зависимости от K_{pc} устанавливается в пределах

$$\frac{R_p}{Z_0} = 1 \div \frac{R_p}{X_c}.$$

Коэффициент нагрузки K_{pc} изменяется в пределах $K_{pc}=0 \div \infty$, поэтому принципиальное значение приобретает установление базовых значений K_{pc} , при котором перенапряжения не превышают допустимый уровень.

При $I_p = I_c$ устанавливается первое базовое условие для коэффициента нагрузки $K_{pc}=0 \div 1$.

В пределах условия $K_{pc}=0 \div 1$ достигается эффективный допустимый уровень перенапряжений за счет применения низкоомных резисторов.

В последующем на основе теоретических исследований и опыта эксплуатации было установлено второе базовое условие для коэффициента нагрузки.

$K_{pc}=1 \div 2$.

В пределах $K_{pc}=1 \div 2$ устанавливается допустимый уровень перенапряжений за счет применения высокоомных резисторов.

При условии $K_{pc}>2$ устанавливается не допустимый уровень перенапряжений за счет перехода сети в режим изолированной нейтрали.

Классифицируют K_{pc} по степени уровня перенапряжений, устанавливая три зоны системы заземления нейтрали сетей:

- зона 1. Зона низкоомного заземления нейтрали ($K_{pc}=0 \div 1$);
- зона 2. Зона высокоомного заземления нейтрали ($K_{pc}=1 \div 2$);
- зона 3. Зона изолированной нейтрали ($K_{pc}>2$).

Указанные зоны представлены на рисунке 1.

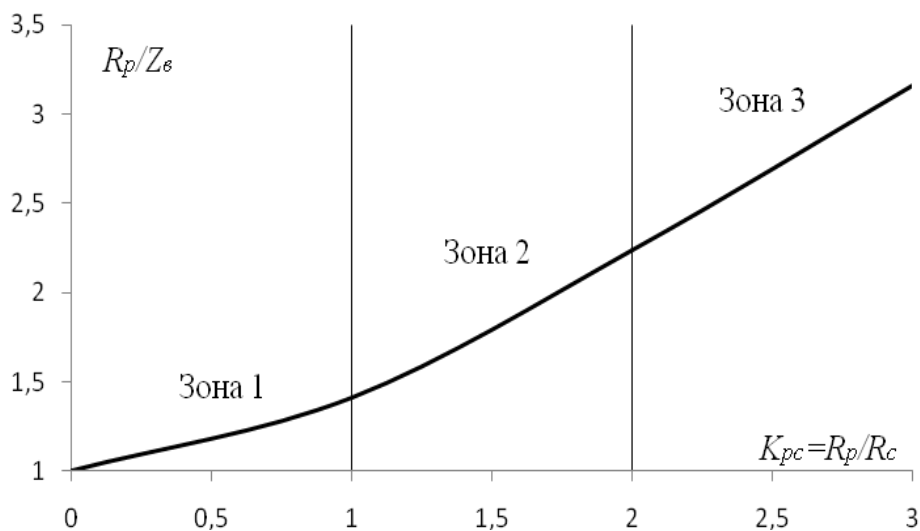


Рис. 1. Зависимость $\frac{R_p}{Z_с} = f(K_{pc})$

В практическом отношении нормирование сопротивления резисторов R_p целесообразно представлять в виде:

– для низкоомного резистора

$$R_p = \frac{Z_с X_c}{\sqrt{Z_с^2 + X_c^2}}; R_p = \frac{Z_с U_\phi}{\sqrt{(Z_с I_c)^2 + U_\phi^2}};$$

– для высокоомного резистора, обеспечивающего повышенный допустимый уровень перенапряжений

$$R_p = Z_с \left(1 + \frac{X_c}{\sqrt{Z_с^2 + X_c^2}} \right); R_p = Z_с \left(1 + \frac{U_\phi}{\sqrt{(Z_с I_c)^2 + U_\phi^2}} \right);$$

– для высокоомного резистора, обеспечивающего повышенный недопустимый уровень перенапряжений, но достаточный для организации работы автоматики на сигнал

$$R_p > Z_6 \left(2 + \frac{X_c}{\sqrt{Z_6^2 + X_c^2}} \right); R_p > Z_6 \left(2 + \frac{U_\phi}{\sqrt{(Z_6 I_c)^2 + U_\phi^2}} \right).$$

где R_p – сопротивление резистора;

$X_c = U_\phi / I_c$ – емкостное сопротивление сети;

U_ϕ – фазное сопротивление сети;

I_c – емкостной ток сети.

При комбинированном заземлении нейтрали высокоомный резистор присоединяется к нейтрали параллельно ДГР и позволяет снижать перенапряжения при неточной настройке ДГР, а также способствует работе на сигнал релейной защиты.

Эта система заземления нейтрали применяется, когда необходимо улучшить эффективность компенсации на основе возможности определения места ОЗЗ.

При определении величины сопротивления высокоомного резистора в расчетных соотношениях приведенных выше везде вместо емкостного тока I_c принимается модуль тока расстройки ДГР $\Delta I_{ск}$

$$\Delta I_{ск} = |I_c - I_k|,$$

где I_k – индуктивный ток ДГР.