

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИФРОВЫХ РЕЛЕ И ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА УСТАВОК ЗАЩИТ

Н.С. Шевцов

*Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель В.В. Курганов

В настоящее время в РЗА появились цифровые реле (ЦР). Это обусловлено рядом преимуществ ЦР перед электромагнитными. К ним можно отнести: компактность, многофункциональность и точность. Благодаря точности действия в расчетах токов срабатывания защит можно значительно снизить коэффициенты надежности, что позволит выставить оптимальные уставки и, как следствие, повысить надежность работы систем электроснабжения.

Говоря о преимуществах ЦР, стоит упомянуть о таком их свойстве, как выбор форм обратозависимых от тока (ОЗТ) характеристик срабатывания максимальной токовой защиты (МТЗ), которое позволяет лучше отстроиться от предыдущих защит и сохранять селективность действия при любых значениях тока.

В зависимости от степени крутизны ОЗТ характеристик, они имеют названия: «нормальная», «очень зависимая», «чрезвычайно зависимая» и «ультра зависимая». Тип зависимой характеристики выбирается пользователем программным способом. При этом в соответствии со стандартом МЭК ОЗТ характеристики описываются выражением:

$$t = \frac{k\beta}{I_*^\alpha - 1}, \quad (1)$$

где K – временной коэффициент;

I_* – кратность тока КЗ к току срабатывания защиты;

t – время срабатывания защиты, с;

α, β – постоянные коэффициенты, определяющие крутизну стандартных ОЗТ характеристик.

Для ЦР типа Seram 2000 в качестве уставки по времени принято значение времени срабатывания T при десятикратном токе ($I_* = 10$). Связь между T и K определяется по выражениям:

для «нормальной» ОЗТ	$T = 2,97 K$;
для «очень зависимой» ОЗТ	$T = 1,5 K$;
для «чрезвычайно зависимой» ОЗТ	$T = 0,808 K$;
для «ультразависимой» ОЗТ	$T = K$.

Для построения данных характеристик на карте селективности, необходимо знать координаты ($t, I_{c.3}$) одной точки, через которую должна проходить характеристика. Зная данные координаты, можно вычислить K по формуле:

$$K = \frac{t_{c.3} (I_*^\alpha - 1)}{\beta}. \quad (2)$$

Подставляя значение K в формулу (1), вычисляем значение времени срабатывания для произвольной величины тока.

Вышесказанное поясним на примере расчета времени срабатывания защит для распределительной сети 6 кВ.

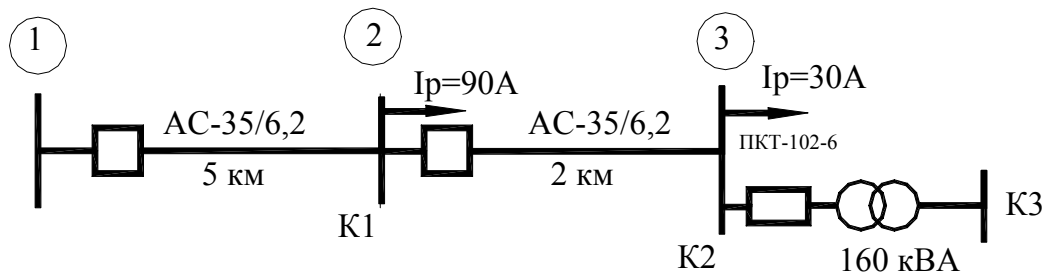


Рис. 1. Схема распределительной сети 6 кВ

Значения токов КЗ:

$$I_{K1}^{(3)} = 828 \text{ А} \quad I_{K1}^{(2)} = 717 \text{ А}$$

$$I_{K2}^{(3)} = 600 \text{ А} \quad I_{K2}^{(2)} = 520 \text{ А}$$

$$I_{K3}^{(3)} = 244 \text{ А} \quad I_{K3}^{(2)} = 211 \text{ А}$$

Параметры срабатывания защит:

$$\text{узел 3: } I_{пл.вс} = 31,5 \text{ А}$$

$$\text{узел 2: } I_{c.3} = 117 \text{ А}$$

$$\text{узел 1: } I_{c.3} = 286 \text{ А}$$

Построение карты селективности начинаем с построения время-токовой характеристики предохранителя ПКТ.

Защиту в узле 2 осуществим на основе реле РТВ с временем действия в независимой части характеристики равным 1 с. Как видно из построения характеристики реле РТВ, оно имеет меньшую степень крутизны, в результате чего время действия защиты 1, при отстройке ее от защиты 2, будет завышено. Поэтому в узле 2 целесообразно установить ЦР с «очень зависимой» ОЗТ характеристикой. Произведем ее расчет.

За расчетную точку возьмем КЗ в узле 3 (К2) $I_* = I/I_{с.з} = 520/170 = 3,06$,
 $t = t_{пл.вс} + \Delta t = 0,03 + 0,3 = 0,33$ с.

По формуле (2) определяем значение временного коэффициента:

$$K = \frac{0,33(3,06 - 1)}{13,5} = 0,046 .$$

По формуле (1) рассчитываем ОЗТ характеристику:

$$I = 180 \text{ A} \quad I_* = 1,059 \quad t = (0,046 * 13,5) / (1,059 - 1) = 10,52 \text{ с.}$$

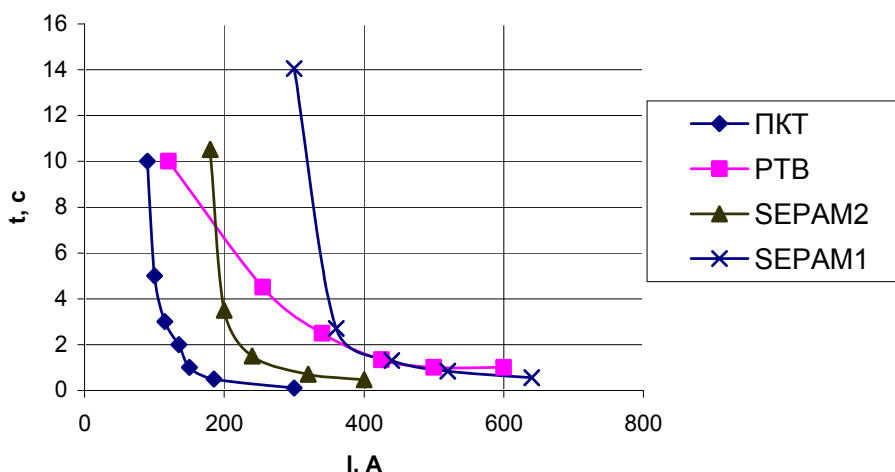
$$I = 240 \text{ A} \quad I_* = 1,412 \quad t = (0,046 * 13,5) / (1,412 - 1) = 1,5 \text{ с.}$$

$$I = 320 \text{ A} \quad I_* = 1,882 \quad t = (0,046 * 13,5) / (1,882 - 1) = 0,7 \text{ с.}$$

$$I = 400 \text{ A} \quad I_* = 2,353 \quad t = (0,046 * 13,5) / (2,353 - 1) = 0,46 \text{ с.}$$

Построение характеристики защиты узла 1 произведем аналогично. Результаты расчетов отобразим на карте селективности.

КАРТА СЕЛЕКТИВНОСТИ



Из построения карты селективности видно, что благодаря возможности изменения степени крутизны ОЗТ характеристик, появляется возможность лучше отстраиваться от предыдущей защиты даже в маломощных сетях, что очень важно для с/х потребителей и предприятий с малой установленной мощностью.