

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ УСТАВОК ТОКОВЫХ ОТСЕЧЕК ЛИНИЙ

В. В. Данеев, Н. В. Александров

Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления,
г. Улан-Удэ, Россия

Рассмотрены вопросы выбора уставок токовых отсечек распределительных сетей. Предложено отстраивать ток срабатывания токовых отсечек от коротких замыканий за трансформаторами.

Ключевые слова: токовые отсечки, распределительные электрические сети, короткое замыкание, ток срабатывания

THE QUESTION OF CUTOFF CURRENT SETTINGS SELECTION

V. V. Daneev, N. V. Aleksandrov

East Siberia State University of Technology and Management, Ulan-Ude, Russia

The problems of selecting the cutoff current settings of the distribution networks are considered. It is proposed to offset the cutoff operating current from the short-circuit current after the transformer.

Keywords: cutoff, distribution networks, short-circuit, operating current

В распределительных сетях 6 – 35 кВ широко применяются магистральные линии с отпаячными подстанциями. Со стороны высокого напряжения трансформаторы на этих подстанциях защищаются высоковольтными предохранителями типа ПКТ в сетях 6, 10 кВ и ПВТ в сетях 35 кВ. На данных линиях обычно устанавливается двухступенчатая токовая защита: токовая отсечка (ТО) и максимальная токовая защита (МТЗ). По существующей методике для обеспечения селективности ток срабатывания токовой отсечки I_{CO} отстраивается от токов трехфазного короткого замыкания со стороны высокого напряжения ближайшей подстанции или подстанции с наиболее мощным предохранителем, из этих условий выбирается большее. Также I_{CO} отстраивается от броска тока намагничивания трансформаторов, т. е. от суммы номинальных токов трансформаторов. Часто определяющим для выбора I_{CO} является первое условие

$$I_{CO} = K_H I_{Kmax}^{(3)},$$

где K_H - коэффициент надежности, в зависимости от типа реле $K_H = 1,2 \div 1,6$.

Особенно это характерно для коротких линий в сельских распределительных сетях, где мощности трансформаторов относительно малы, а также в сетях промышленных

предприятий, когда к линиям подключены два-три трансформатора, что является типовым решением. Чувствительность токовой отсечки при таком выборе тока срабатывания практически всегда оказывается недостаточной, а длина защищаемой зоны сводится к нулю. В таких условиях установка токовой отсечки теряет смысл. С другой стороны при питании ответственной нагрузки, особенной по кабельным линиям, быстрое отключение короткого замыкания (КЗ) становится первоочередным условием для надежного электроснабжения этих потребителей. Это не всегда может обеспечивать МТЗ.

В данной работе предлагается для повышения чувствительности тока срабатывания ТО I_{CO} отстраивать от токов КЗ за трансформаторами. При этом для обеспечения селективности действия защиты проверять за какое время при токе КЗ равно I_{CO} перегорит наиболее мощный предохранитель. Если это время $t_{пр}$ будет меньше суммарного собственного времени срабатывания реле входящих в схему токовой отсечки, то селективность ее будет обеспечиваться. В случае же, если $t_{пр}$ будет больше собственного времени срабатывания ТО, то необходимо ввести небольшое замедление в срабатывании ТО

$$t_{CO} = t_{пр} + \Delta t,$$

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ УСТАВОК ТОКОВЫХ ОТСЕЧЕК ЛИНИЙ

где Δt можно принять для защит на интегральных микросхемах и микропроцессорных защит равным 0,3 с.

Проверим данное предположение на примере расчета уставок ТО распределительной сети, кабельной линии (рисунок 1).

Ток срабатывания токовой отсечки равен $I_{CO} = K_H I_{K2}^{(3)} = 1,3 \cdot 920 = 1200 \text{ A}$.

Чувствительность токовой отсечки равна $K_{\text{ч}} = \frac{I_K^{(2)}}{I_{CO}} = \frac{1140\sqrt{3}/2}{1200} = 0,823$,

что значительно меньше требуемого $K_{\text{ч}} = 2$.

Схема сети, точки КЗ и значения токов КЗ приведенных к стороне 10,5 кВ показаны на рисунке 1 и в таблице 1.

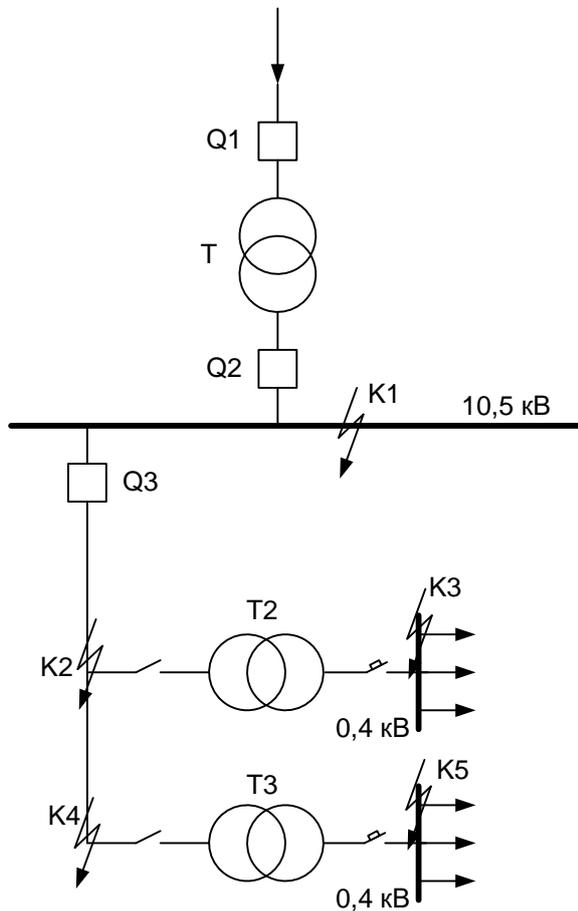


Рисунок 1 – Схема сети

Таблица 1 – Значения токов КЗ в различных точках сети

Точка КЗ	К1	К2	К3	К4	К5
$I^{(3)}$, кА	1,14	0,92	0,29	0,60	0,24
$I^{(2)}$, кА	0,98	0,79	0,25	0,52	0,2

Длина защищаемой зоны токовой отсечки при этом, как при трехфазных КЗ так и при двухфазных КЗ получается равной нулю, т.к. ток срабатывания токовой отсечки $I_{CO} = 1200$ будет больше тока трехфазного КЗ в начале линии $I_{K3} = 1140 \text{ A}$.

При отстройке от тока КЗ за трансформатором

$$I_{CO} = K_H I_{K2}^{(3)} = 1,3 \cdot 290 = 377 \text{ A}.$$

Номинальный ток плавкой вставки предохранителя ПКТ

$$I_{H,ПЛ} = 2I_{H,ТР} = 2 \cdot 21 = 42 \text{ A}.$$

Выбираем предохранитель ПКТ-103-10 с $I_{H,ПЛ} = 50 \text{ A}$. Время перегорания с $I_{H,ПЛ} = 50 \text{ A}$ при токе $I_{CO} = 377 \text{ A}$ равно $t_{ПР} = 0,8 \text{ с}$, с учетом разброса характеристик предохранителя (рисунок 2).

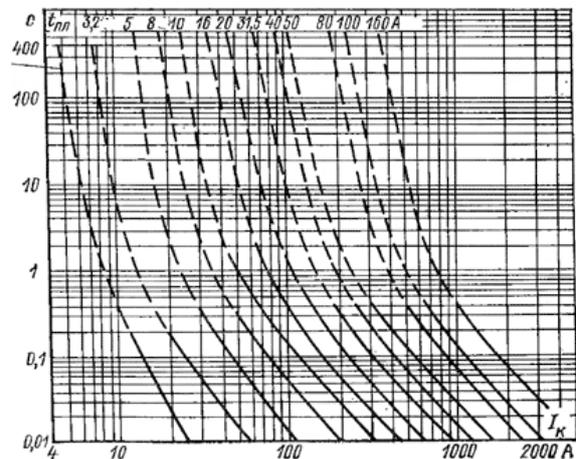


Рисунок 2 – Характеристика предохранителя ПКТ-103-10

Получилось, что время перегорания предохранителя больше, чем собственное время срабатывания отсечки $t = 0,1 \text{ с}$. Поэтому необходимо ввести замедление в срабатывании токовой отсечки $t_{CO} = 0,8 + 0,3 = 1,1 \text{ с}$.

В тех случаях, когда время получается относительно большим, тогда ток срабатывания можно выбирать исходя из обеспечения необходимой чувствительности защиты.

При двухфазных КЗ в начале защищаемой линии $I_{КС}^{(2)} = 980 \text{ A}$

$$I_{CO} = \frac{I_{КС}^{(2)}}{K_{\text{ч}}} = \frac{980}{2} = 490 \text{ A}.$$

Время срабатывания токовой отсечки при этом будет равно

$$t_{CO} = t_{ПР} + 0,3 = 0,3 + 0,3 = 0,6 \text{ с}.$$

Таким образом, при втором варианте выбора тока срабатывания токовой отсечки

обеспечивается необходимая чувствительность при приемлемом времени срабатывания токовой отсечки.

Часто в проектной практике можно встретить что ток срабатывания токовой отсечки отстраивается от тока КЗ за трансформаторами, при этом согласование токовой отсечки по селективности с предохранителями не производится. Это может привести к отключению неповрежденной линии, что понижает надежность электроснабжения потребителей.

Список литературы

1. Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей:– 4-е изд., испр. и доп.– СПб.: ПЭИПК, 2010.– 350 с., ил.

***Данеев Валерий Васильевич** – к. т. н., доцент,
заведующий кафедрой
Александров Николай Васильевич – к. т. н.,
старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государствен-
ный университет технологий и управления»
г. Улан-Удэ, Россия*