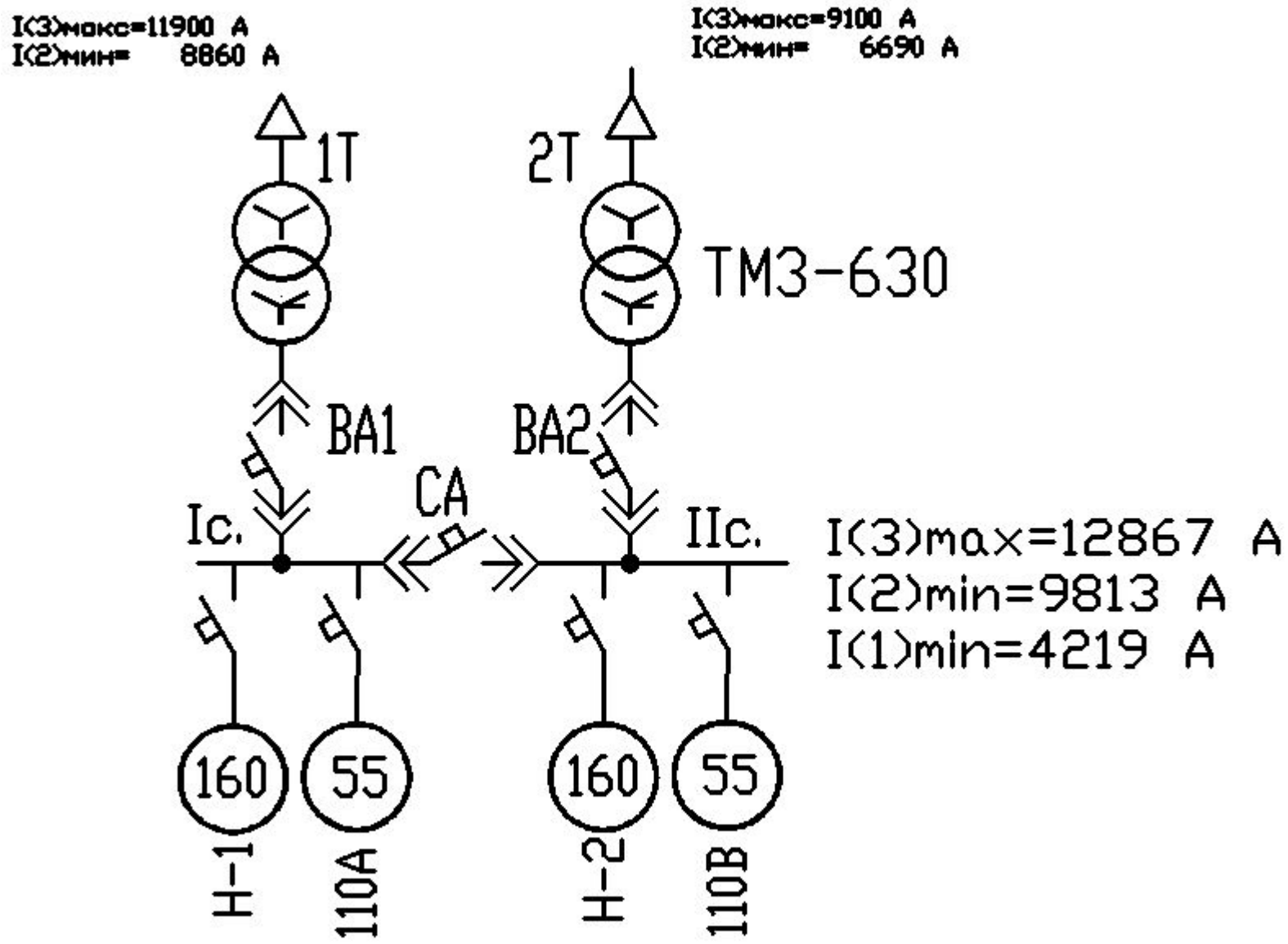
Литература

Беляев А.В. Выбор аппаратуры, защит и кабелей в сетях 0,4 кВ. Учебное пособие.

Расчетная схема



Применяемые защиты

- Мгновенная токовая отсечка (ТО)
- Токовая отсечка с выдержкой времени (ТОВ)
- Защита от перегрузки
- Защита от однофазных коротких замыканий

Расчет уставки тока срабатывания ТОВ

1)Отстройка от пускового тока электродвигателей

$$I_{с.о.} \geq 1{,}05 \cdot k_з \cdot k_а \cdot k_р \cdot k_{сзп} \cdot I_{раб.макс}$$

Коэффициент 1,05 учитывает возможность повышения напряжения на 5% от номинального;

$k_з$ – коэффициент запаса. А3700 (РМТ) - 1,1; ВА – 1,1; Электрон – 1,1; А3700 (ЭМ) – 1,1;

$k_а$ – коэффициент, учитывающий влияние апериодической составляющей в пусковом токе электродвигателя. А3700 (РМТ) – 1; ВА – 1, Электрон – 1, А3700 (ЭМ) – 1,4;

$k_р$ – коэффициент разброса. А3700 (РМТ) – 1,3; ВА – 1,3; Электрон – 1,35; А3700 (ЭМ) – 1,3;

$k_{сзп}$ – коэффициент самозапуска.

$$k_{сзп} = \frac{I_{сзп}}{I_{раб.макс.}} \qquad I_{сзп} = \sum k_п \cdot I_{ном} \qquad I_{н.т} = \frac{S_{н.т.}}{\sqrt{3} \cdot 0{,}4}$$

Расчет уставки тока срабатывания ТОВ

2) Отстройка по условию несрабатывания защиты при пуске самого мощного электродвигателя при одновременной нормальной работе остальных электроприемников.

$$I_{с.о.} \geq K_н \cdot \left(I_{раб.макс.} - I_{дв.макс} + I_{п.макс} \right)$$

$$K_н = 1{,}05 \cdot k_з \cdot k_а \cdot k_р$$

$I_{раб.макс.}$ - номинальный ток трансформатора;

$I_{дв.макс}$ - рабочий ток, самого мощного двигателя, подключенного к секции;

$I_{п.макс} = k_п \cdot I_{дв.макс}$ - максимальный пусковой ток;

Расчет уставки тока срабатывания ТОВ

3) Несрабатывание защиты питающего секцию ввода при действии устройства АВР

$$I_{с.о.} \geq k_н \cdot (I_{с.з.п} + k_{н.1} \cdot I_{раб.макс.1})$$

$k_{н.1}$ – коэффициент учитывающий увеличение тока двигателей не терявшей питание секции при снижении напряжения вследствие подключения самозапускающейся нагрузки другой секции (1-1,5)

$I_{с.з.п}$ - ток самозапуска одной ступени АПВ

Расчет уставки тока срабатывания ТОВ

4) Согласование с отсечками выключателей отходящих от щита линий

$$I_{с.о.} \geq k_{н.с} \cdot I_{с.о.л}$$

$k_{н.с}$ - коэффициент надежности согласования (1,3-1,5);

$I_{с.о.л}$ - наибольший из токов срабатывания отсечек выключателей отходящих линий.

Расчет уставки тока срабатывания ТОВ

Проверка чувствительности

Наибольший из полученных токов проверяем по условию к чувствительности к минимальному току двухфазного дугового КЗ по условию:

$$k_ч^{(2)} = \frac{I_{КД}^{(2)}}{I_{с.о.}} \geq 1{,}1 \cdot k_р$$

$I_{КД}^{(2)}$ - минимальный ток двухфазного дугового КЗ за автоматом;

$k_р$ – коэффициент разброса;

Расчет уставки времени срабатывания ТОВ

$$t_{с.з.} = t_{с.з.пред} + \Delta t$$

$t_{с.з.пред}$ – время срабатывания нижестоящей защиты;

Δt - время ступени селективности (0,1-0,3 с);

Выбор тока срабатывания защиты от перегрузки

Ток срабатывания защиты от перегрузки определяется из условия допустимой перегрузки масляного трансформатора

$$I_{с.п} = \frac{k_н}{k_в} \cdot к_{пер} \cdot I_{н.т.}$$

$k_н$ – коэффициент надежности;
$k_в$ – коэффициент возврата защиты;
$k_{пер}$ – коэффициент допустимой перегрузки (1-1,4).

Проверка по чувствительности:

$$k_ч^{(1)} = \frac{I_{k\,\min}^{(1)}}{I_{с.п}} \geq 3$$

$I_{k\,\min}^{(1)}$ – минимальный ток однофазного КЗ за автоматом

Выбор времени срабатывания защиты от перегрузки

$$t_{с.з} = (1{,}5 \div 2) \cdot t_{пуск}$$

Выбор тока срабатывания отсечки

Для селективного отключения КЗ на отходящей от щита линии, ток срабатывания отсечки $I_{мгн}$ должен быть больше максимального расчетного тока КЗ за отходящим выключателем:

$$I_{с.мгн} > I^{(3)}_{к.р}$$

В связи с тем, что отходящие выключатели как правило конструктивно запитаны со сборных шин 0,4кВ, ток КЗ за отходящим выключателем будет иметь такое же значение, как и на сборных шинах 0,4кВ. Поэтому для определения тока срабатывания отсечки (мгновенного действия) и выполнения условия селективности пользуются следующим выражением:

$$I_{с.мгн} = \frac{I^{(3)}_{К}}{k_ч}$$

где $I^{(3)}_{К}$ - ток металлического трехфазного КЗ на сборных шинах 0,4кВ (после вводного выключателя),

$k_ч$=1,5 – минимальный коэффициент чувствительности.

Выбор реальных уставок по проектным

I_n – номинальный ток автомата;

I_r – номинальный ток расцепителя (ток защиты от перегрузки);

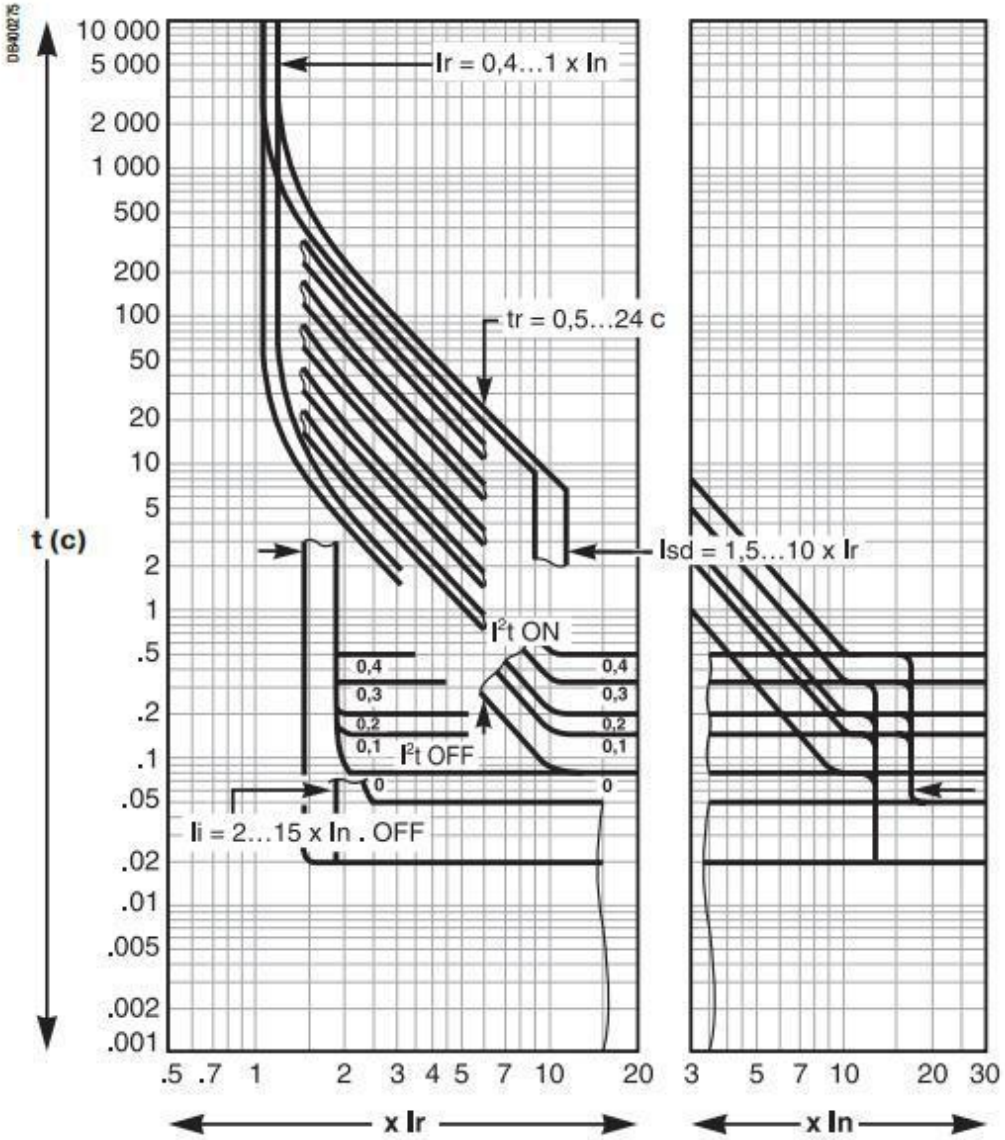
t_r – время срабатывания защиты от перегрузки;

t_{sd} – время срабатывания ТОВ

I_{sd} – ток срабатывания ТОВ

I_i – ток срабатывания мгновенной отсечки

Защита от перегрузки, селективная и мгновенная токовая отсечка (Micrologic 5.0 A/E, 6.0 A/E и 7.0 A)



Выбор реальных уставок по проектным

I_n – номинальный ток автомата (400, 630, 1000,1600,2500, 4000 А);
I_r – номинальный ток расцепителя (защиты от перегрузки);
(0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 0,95; 0,98; 1)•I_n
t_r – время срабатывания защиты от перегрузки;
(0,5; 1; 2; 4; 8; 12; 16; 20; 24) секунды.
t_{sd} – время срабатывания ТОВ
(0,1; 0,2; 0,3; 0,4) секунды.
I_{sd} – ток срабатывания ТОВ
(1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10) •I_r
I_i – ток срабатывания мгновенной отсечки (ТО)
(2; 3; 4; 6; 8; 10; 12; 15)•I_n

ТО	ТОВ		Защита от перегрузки	
Ток, А	Ток, А	Время, с	Ток, А	Время, с
17380	7280	0,25	3928 А	6 с

Номинальный ток трансформатора - 2887 А

$I^{(1)}_{k\min} = 7506\ A$ $I^{(3)}_{К}$=26070 А $I^{(2)}_{КД} = 15292\ A$ $k_р$=1,36

Выбор реальных уставок по проектным

I_n – номинальный ток автомата (400, 630, 1000,1600,2500, **4000 А**);
I_r – номинальный ток расцепителя (защиты от перегрузки);
(0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 0,95; 0,98; **1**)•I_n (4000 А)
t_r – время срабатывания защиты от перегрузки;
(0,5; 1; 2; 4; **8**; 12; 16; 20; 24) секунды.
t_{sd} – время срабатывания ТОВ
(0,1; 0,2; **0,3**; 0,4) секунды.
I_{sd} – ток срабатывания ТОВ
(1,5; **2**; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10) •I_r **(8000 А)**
I_i – ток срабатывания мгновенной отсечки
(2; 3; **4**; 6; 8; 10; 12; 15)•I_n **(16000 А)**

ТО	ТОВ		Защита от перегрузки	
Ток, А	Ток, А	Время, с	Ток, А	Время, с
17380	7280	0,25	3928 А	6 с

Номинальный ток трансформатора - 2887 А

$I^{(1)}_{k\min} = 7506\ A$ $I^{(3)}_{К}$=26070 А $I^{(2)}_{КД} = 15292\ A$ $k_р$=1,36