

# Литература

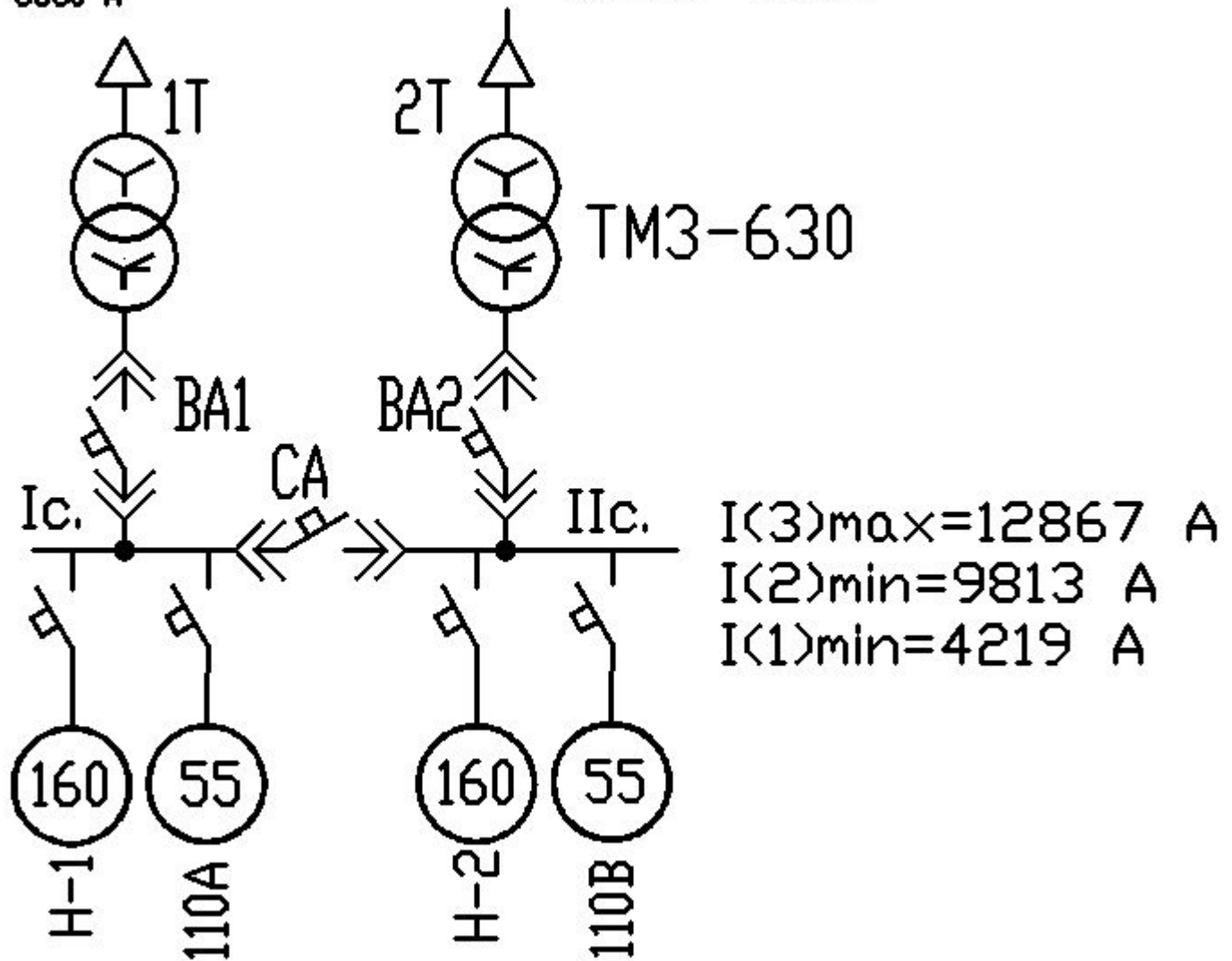
Беляев А.В. Выбор аппаратуры, защит и кабелей в сетях 0,4 кВ. Учебное пособие.



# Расчетная схема

$I(3)_{\text{макс}}=11900 \text{ A}$   
 $I(2)_{\text{мин}}=8860 \text{ A}$

$I(3)_{\text{макс}}=9100 \text{ A}$   
 $I(2)_{\text{мин}}=6690 \text{ A}$



# 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

$$I_{с.о.} \geq 1,05 \cdot k_з \cdot k_a \cdot k_p \cdot k_{сзн} \cdot I_{раб.макс}$$

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

$k_з$  – коэффициент запаса. АЗ700 (РМТ) – 1,1; ВА – 1,1; Электрон – 1,1; АЗ700 (ЭМ) – 1,1;

$k_a$  – коэффициент, учитывающий влияние апериодической составляющей в пусковом токе электродвигателя. АЗ700 (РМТ) – 1; ВА – 1, Электрон – 1, АЗ700 (ЭМ) – 1,4;

$k_p$  – коэффициент разброса. АЗ700 (РМТ) – 1,3; ВА – 1,3; Электрон – 1,35; АЗ700 (ЭМ) – 1,3;

$k_{сзн}$  – коэффициент самозапуска.

$$k_{сзн} = \frac{I_{сзн}}{I_{раб.макс.}} \quad I_{сзн} = \sum k_n \cdot I_{ном} \quad I_{н.т} = \frac{S_{н.т.}}{\sqrt{3} \cdot 0,4}$$

# Расчет уставки тока срабатывания ТОВ

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

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

$$K_n = 1,05 \cdot k_z \cdot k_a \cdot k_p$$

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

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

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

# Расчет уставки тока срабатывания ТОВ

## 3) Несрабатывание защиты питающего секцию ввода при действии устройства АВР

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

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

$I_{с.з.н}$  - 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:

$$k_{\text{ч}}^{(2)} = \frac{I_{\text{КД}}^{(2)}}{I_{\text{с.о.}}} \geq 1,1 \cdot k_p$$

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

$k_p$  - коэффициент разброса;



# Расчет уставки времени срабатывания ТОВ

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

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

$\Delta t$  - 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

$$I_{c.n} = \frac{k_n}{k_v} \cdot k_{пер} \cdot I_{н.т.}$$

$k_n$  – коэффициент надежности;

$k_v$  – коэффициент возврата защиты;

$k_{пер}$  – коэффициент допустимой перегрузки (1-1,4).

Проверка по чувствительности:

$$k_{ч}^{(1)} = \frac{I_{k \min}^{(1)}}{I_{c.n}} \geq 3$$

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

# Выбор времени срабатывания защиты от перегрузки

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

# Выбор тока срабатывания отсечки

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

$$I_{\text{с.мгн}} > I_{\text{к.р}}^{(3)}$$

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:

$$I_{\text{с.мгн}} = \frac{I_{\text{К}}^{(3)}}{k_{\text{ч}}}$$

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

$k_{\text{ч}}=1,5$  – минимальный коэффициент чувствительности.

# Выбор реальных уставок по проектным

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

$I_n$  – номинальный ток автомата;

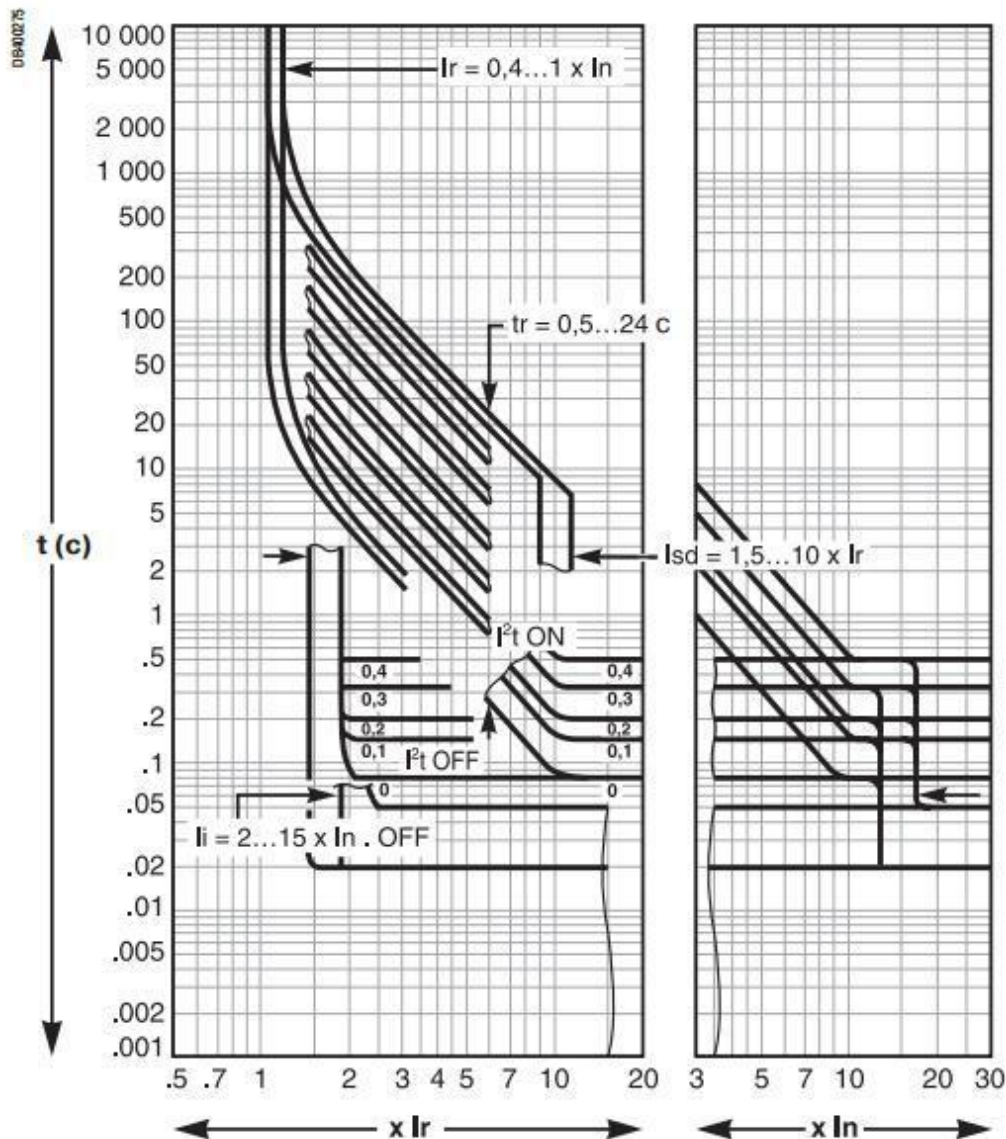
$I_r$  – номинальный ток расцепителя (ток защиты от перегрузки);

$t_r$  – время срабатывания защиты от перегрузки;

$t_{sd}$  – время срабатывания ТОВ

$I_{sd}$  – ток срабатывания ТОВ

$I_i$  – ток срабатывания мгновенной отсечки



# 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

$$I_{k \min}^{(1)} = 7506 \text{ А} \quad I_K^{(3)} = 26070 \text{ А} \quad I_{КД}^{(2)} = 15292 \text{ А} \quad k_p = 1,36$$

# 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

$$I_{k \min}^{(1)} = 7506 \text{ А} \quad I_K^{(3)} = 26070 \text{ А} \quad I_{КД}^{(2)} = 15292 \text{ А} \quad k_p = 1,36$$