

Комплект защиты 2-х и 3-обмоточных трансформаторов и автоматика управления выключателем

ООО «НТЦ «Механотроника»
www.mtrele.ru

Начальник отдела системотехники
ПИРОГОВ Михаил Геннадьевич

Требования ПУЭ

РАЗДЕЛ 3. ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА

ГЛАВА 3.2. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА. ЗАЩИТА ТРАНСФОРМАТОРОВ (АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ) С ОБМОТКОЙ ВЫСШЕГО НАПРЯЖЕНИЯ 3 кВ И ВЫШЕ И ШУНТИРУЮЩИХ РЕАКТОРОВ 500 кВ

- **3.2.51.** Для трансформаторов должны быть предусмотрены устройства релейной защиты от следующих видов повреждений и ненормальных режимов работы:
 - 1) многофазных замыканий в обмотках и на выводах;
 - 2) однофазных замыканий на землю в обмотке и на выводах, присоединенных к сети с глухозаземленной нейтралью;
 - 3) витковых замыканий в обмотках;
 - 4) токов в обмотках, обусловленных внешними КЗ;
 - 5) токов в обмотках, обусловленных перегрузкой;
 - 6) понижения уровня масла;
 - 7) частичного пробоя изоляции вводов 500 кВ;
 - 8) однофазных замыканий на землю в сетях 3—10 кВ с изолированной нейтралью, если трансформатор питает сеть, в которой отключение однофазных замыканий на землю необходимо по требованиям безопасности (см. 3.2.96).
- Рекомендуется, кроме того, применение защиты от однофазных замыканий на землю на стороне 6—35 кВ автотрансформаторов с высшим напряжением 220 кВ и выше

Исполнение защит 2- и 3-обмоточных трансформаторов с применением шкафов ШЗТ-МТ-051, ШЗТ-МТ-052

Стандартный шкаф 2000x800x600(400)

- **Комплект А1 – терминал типа БМРЗ-ТД**
(основная защита трансформатора):
- **Комплект А2 – терминал типа БМРЗ-ТР**
(резервная защита трансформатора):
- **Комплект А3 – терминал типа БМРЗ-ДЗО***
(защита ошиновки и реактора стороны НН):
- **Комплект А4 – терминал типа БМРЗ-ЦРН***
Автоматика регулирования напряжения автотрансформатора под нагрузкой;
- **Клемные соединения, переключатели, цепи внешней сигнализации, указательные реле.**

**опционально, при необходимости может не устанавливаться или меняться на дублирующий А1*

Состав основных защит

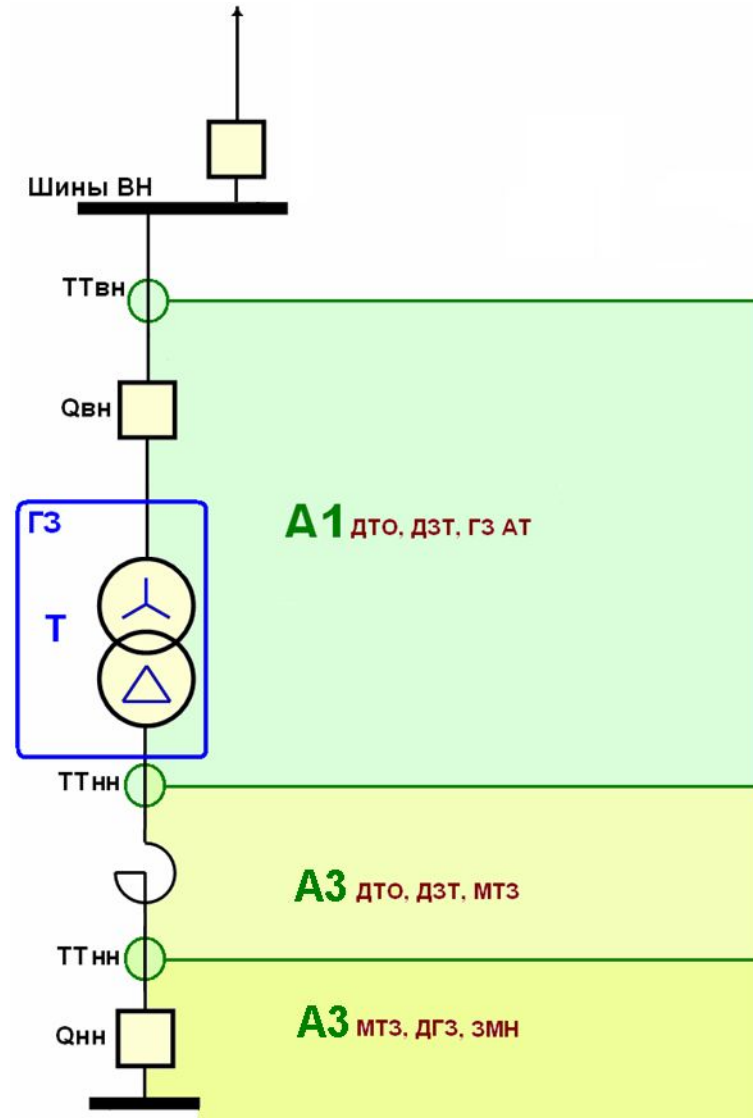
Комплект А1 – терминал типа БМРЗ-ТД (основная защита трансформатора):

- ✓ Продольная дифференциальная токовая защита (ДТО, ДЗТ), с учётом действия РПН;
- ✓ Обработка сигналов от газовых защит трансформатора, РПН, с действием на отключение;
- ✓ УРОВп, УРОВд ВН;
- ✓ Управление короткозамыкателем и разъединителем.

Комплект А3 – терминал типа БМРЗ-ДЗО (защита ошиновки и реактора стороны НН):

- ✓ Дифференциальная токовая защита (ДТО, ДЗТ);
- ✓ Максимальная токовая защита (МТЗ НН);
- ✓ Защита минимального напряжения;
- ✓ Защита от дуговых замыканий;
- ✓ УРОВ НН1, УРОВ НН2.

Зоны действия основных защит



Продольная дифференциальная токовая защита

Назначение: защита от всех видов коротких замыканий (КЗ) в обмотках трансформатора и на выводах, включая витковые замыкания в обмотках;

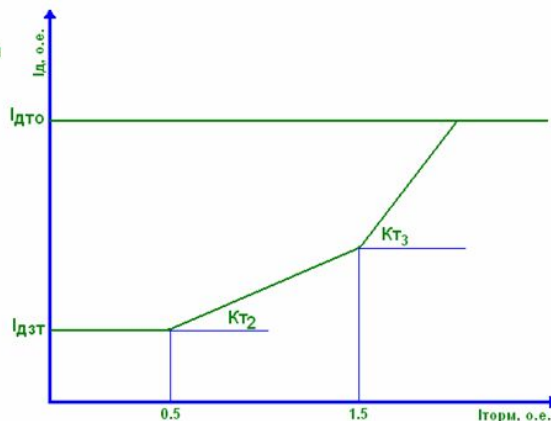
- ✓ ДТО: быстродействие <30мс (при кратности I_d к уставке равной 1.1);
- ✓ ДЗТ: быстродействие <40мс (при кратности I_d к уставке равной 1.1 и при кратности условий блокировки 0.8);
- ✓ Две группы уставок (точные и грубые), автоматически переключаемые при работе РПН;
- ✓ Блокировка ДЗТ при броске тока намагничивания: быстродействующий информационный признак блокировки (ИПБ) с применением соотношения $(I_{(100)}+I_{(200)})/I_{(50)}$;
- ✓ Перекрёстная блокировка с возможностью автоматического ввода и вывода через заданный промежуток времени.

Характеристики срабатывания продольной дифференциальной защиты

Характеристика дифференциальной защиты трансформатора

$$I_{д} = \frac{I_{вН} + I_{сН} + I_{нН}}{I_n}$$

$$I_T = \frac{|I_{вН}| + |I_{сН}| + |I_{нН}|}{2 \cdot I_n}$$

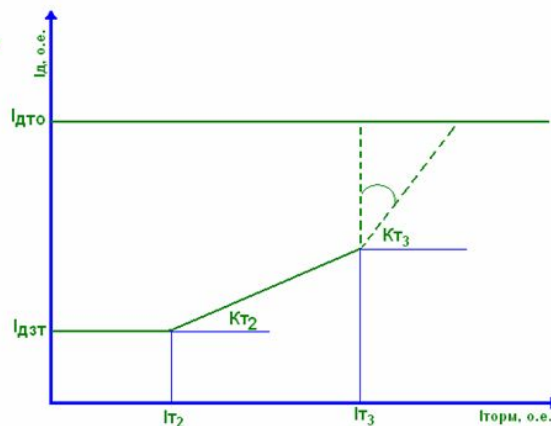


$I_{дто}$	5.0 - 15.0 I_n
$I_{дзт}$	0.2 - 0.8 I_n
$K_{Т2}$	0.2 - 0.6
$K_{Т3}$	0.45 - 0.9
ИПБ	0.15 - 0.45
$\frac{I_{(100)} + I_{(200)}}{I_{(50)}}$	0.15 - 0.45

Характеристика дифференциальной защиты ошиновки стороны НН трансформатора

$$I_{д} = \frac{I_{вН} + I_{сН} + I_{нН}}{2 \cdot I_n}$$

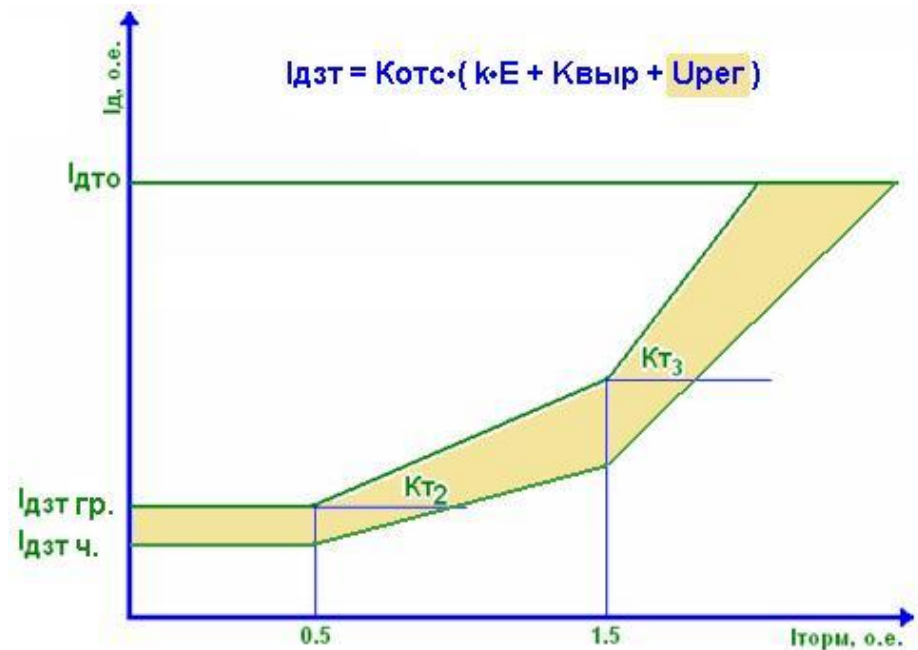
$$I_T = \frac{|I_{вН}| + |I_{сН}| + |I_{нН}|}{I_n}$$



$I_{дто}$	1.0 - 15.0 I_n
$K_{Т2}$	0.2 - 0.6
$K_{Т3}$	0.2 - ∞
$\frac{I_{(100)} + I_{(200)}}{I_{(50)}}$	0.15 - 0.45
$I_{Т2}$	0.15 - 0.5 I_n
$I_{Т3}$	0.5 - 10.0 I_n

Учет положения РПН при работе ДЗТ

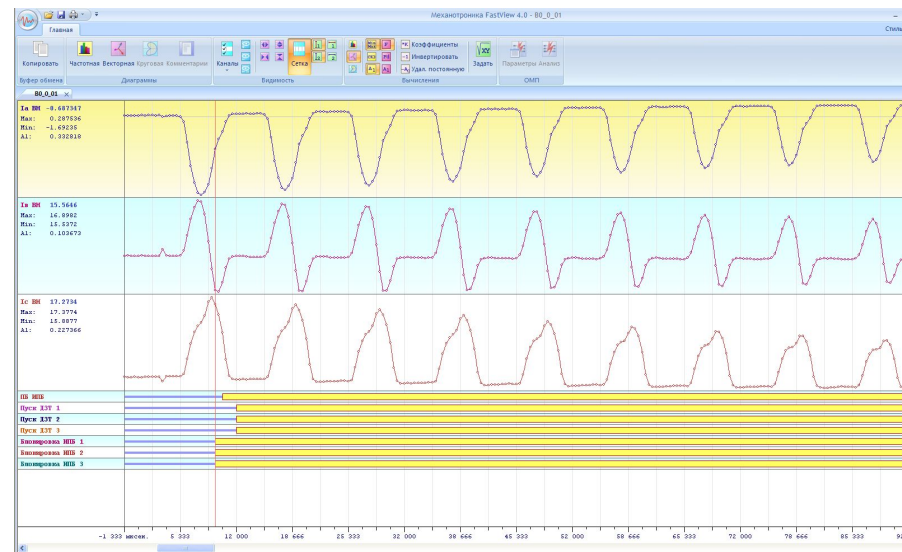
- Одна из составляющих дифференциального тока - ток небаланса, обусловленный работой РПН
- Алгоритм учета положения РПН позволяет учесть величину одной из составляющих тока небаланса
- Обеспечивается снижение начального тока срабатывания ДЗТ и повышение чувствительности защиты



Блокировка ДЗТ при бросках тока намагничивания трансформатора

- Пофазная блокировка ДЗТ при периодическом БТН неэффективна вследствие малой доли высших гармоник и небольшой безтоковой паузы.

Решение: ИПБ с перекрестным блокированием ДЗТ.



Резервная защита трансформатора

Комплект А2 – терминал типа БМРЗ-ТР (резервная защита трансформатора):

- ✓ МТЗ/ПОН, УМТЗ, ТЗНП, ТЗНПТ, ИПБ, ЗОФ, ДгЗ, ЛЗШп
- ✓ Обработка сигналов от газовых защит трансформатора, РПН, с действием на отключение
- ✓ УРОВп, УРОВд ВН
- ✓ Обработка сигналов датчиков контроля температуры, уровня масла, давления элегаза ТТ и выключателя
- ✓ Обработка сигналов датчиков давления элегаза ТТ и выключателя
- ✓ АПВ, перегрузка, перегрев по току, блокировка РПН при перегрузке по току
- ✓ Отключение ВН, СН, НН, СВ
- ✓ Управление короткозамккателем и разъединителем

- ✓ **Оперативное управление**

Исполнение резервных защит трансформатора с применением шкафов ШЗТ-МТ-051, ШЗТ-МТ-052

Максимальная токовая защита (МТЗ) от междуфазных повреждений

- ✓ Три ступени максимальной токовой защиты, работающие с удалением тока нулевой последовательности;
- ✓ Комбинированные пусковые органы по минимальному напряжению и напряжению обратной последовательности;
- ✓ Ускорение действия от датчика ЛЗШ;
- ✓ Автоматическое ускорение при включении выключателя;
- ✓ Дифференцированное отключение секционного и вводного выключателя.

Токовая защита нулевой последовательности (ТЗНП)

- ✓ Две ступени защиты с блокировкой от броска тока намагничивания с использованием информационного признака блокировки;
- ✓ Оперативное ускорение;
- ✓ Автоматическое ускорение при включении выключателя.

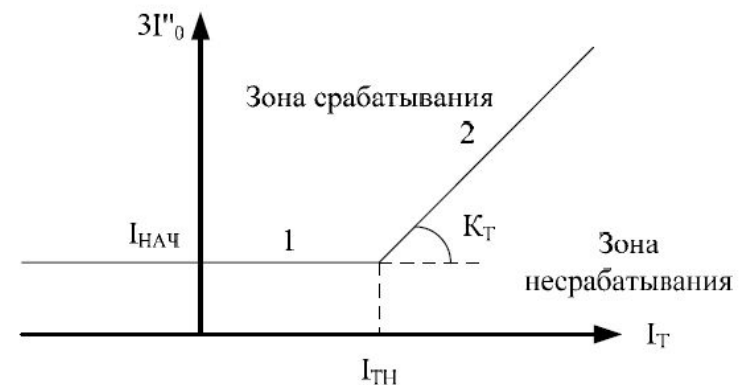
Исполнение резервных защит трансформатора с применением шкафов ШЗТ-МТ-051, ШЗТ-МТ-052

Токовая защита нулевой последовательности с торможением (ТЗНПТ)

Назначение: Защита предназначена для отключения коротких замыканий на землю одной фазы вблизи зоны заземления нейтрали обмотки ВН (при условии ее заземления).

- ✓ Работа защиты основана на сравнении расчетного тока нулевой последовательности стороны ВН трансформатора с измеренным током в нейтрали;
- ✓ Селективное торможение при замыкании вне зоны защиты;
- ✓ Блокировка ТЗНПТ при бросках тока намагничивания с использованием информационного признака блокировки.

$$I_T = \frac{|3\dot{I}'_0 - 3\dot{I}''_0| - |3\dot{I}'_0 + 3\dot{I}''_0|}{I_H}$$



Газовая защита трансформатора и РПН

Назначение: защита от всех видов КЗ внутри бака трансформатора и в контакторном устройстве РПН, сопровождающихся выделением газа

- ✓ Газовая защита имеет две ступени: сигнальная и отключающая. Действие на отключение выдаётся на выключатели всех сторон
- ✓ Отключающая ступень может быть переведена в работу только на сигнал
- ✓ 3 газовых реле (пофазно) с действием на отключение для контакторного объёма РПН
- ✓ Дополнительное резервирование функции газовой защиты с применением электромеханических реле (прямое действие на отключение АТ со всех сторон);
- ✓ Функции обработки сигналов газовой защиты реализованы в терминалах основной и резервной защиты

Функции автоматики и управления выключателями

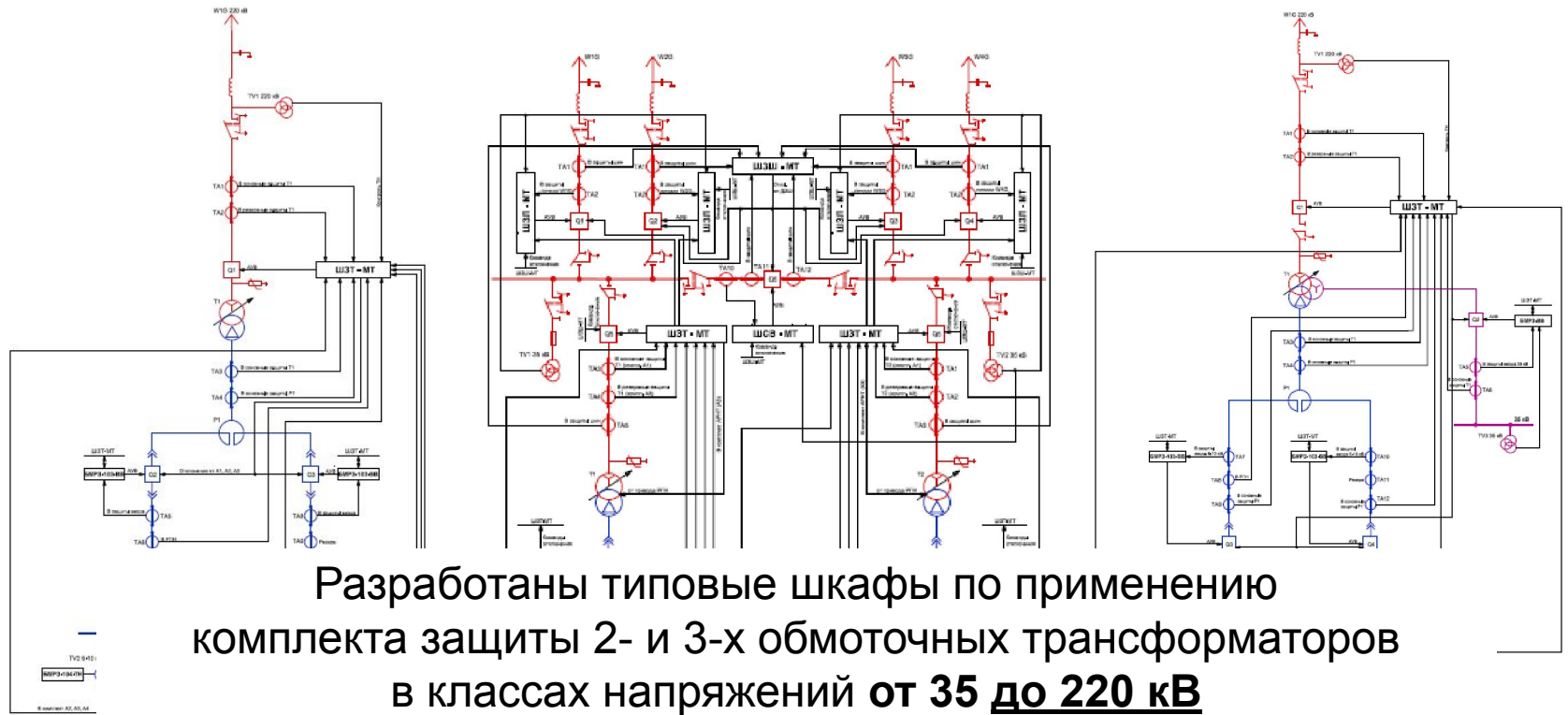
- ✓ Оперативное управление выключателем стороны ВН;
- ✓ Возможность управления от ключей, с панели терминала, по каналам АСУ, с переводом режима управления местное/дистанционное;
- ✓ Селективное отключение выключателей сторон СН, НН, секционного выключателя;
- ✓ Контроль давления элегаза выключателя, трансформаторов тока;
- ✓ Автоматика управления короткозамыкателем и разъединителем;
- ✓ Датчик и приемник УРОВ, действие УРОВ «на себя»;
- ✓ Защита электромагнитов включения и отключения от длительного протекания тока.

Автоматика регулирования напряжения автотрансформатора под нагрузкой

Комплект А4 – терминал типа БМРЗ-ЦРН:

- ✓ Автоматика регулирования напряжения автотрансформатора под нагрузкой;
- ✓ Возможность автоматического и ручного регулирования;
- ✓ Блокировка РПН при перегрузке по току;
- ✓ Постоянная или интегральная задержка управления;
- ✓ Регулирование напряжения с учётом токовой нагрузки;
- ✓ Учет ресурса устройства РПН.

Применение комплекта защит трансформатора



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!

ООО «НТЦ «Механотроника»
www.mtrele.ru

Начальник отдела системотехники
ПИРОГОВ Михаил Геннадьевич