Типовые проектные решения

407-03-365.85

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ С ВЫСШИМ НАПРЯЖЕНИЕМ 500/330/750 кВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТРОЙСТВ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРАХ

Альбом I

Пояснительная записка

СФ668-01

gost.e-ecolog.ru

Госстрой СССР
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
Свердловский филиал
620062, г.Свердловск-62, ул.Чебышева,4
Заказ № 67 Инв.№ СФ 668-01 тираж 400
Сдано в печать 2.01 1986г цена 0-59

Типовые проектные решения

407-03-365.85

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ С ВЫСШИМ НАПРЯЖЕНИЕМ 500/330/-750 кВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТРОЙСТВ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРАХ

Альбом I

Состав проекта

Альбом I Пояснительная записка
Альбом II Чертежи

Разработаны институтом "Энергосетьпроект"

Утверждены и введены в действие Минэнерго СССР протокол № 38 от 01.II.84.

Зам.главного инженера института С.Я.Петров

Главный инженер проекта Н.Е.Рибель

СФ 668-01

СОДЕРЖАНИЕ АЛЬБОМА

Стр.

Титульный лист I
Содержание 2
I. Введение 3
2. Глава I. Принципиальная схема релейной защиты автотрансформаторов с напряжением 500(330)/II0-220 кВ (рис.4, листы 6÷I9) . . . 5
3. Глава II. Принципиальная схема релейной защиты автотрансформаторов с напряжением 500/330 кВ (рис.5, листы 20÷3I) 20
4. Глава III. Принципиальная схема релейной защиты автотрансформаторов с напряжением 750/330-500кВ (рис.6, листы 32÷45) 2I
5. Глава IV. Принципиальная схема устройства резервирования отказа выключателей автотрансформатора на сторонах высшего и среднего напряжений при действии защиты автотрансформатора . . . 29

ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе даны схемы релейной защиты автотрансформаторов с высшим напряжением 500(330)-750кВ.

В настоящее время электротехническая промышленность приступила к освоению выпуска устройств релейной защиты на базе интегральных микросхем для подстанционных элементов.Серийный выпуск этой аппаратуры намечается на 1987-1989 годы.Таким образом,еще 5 лет в схемах защит автотрансформаторов будут применяться электромеханические реле, выпускаемые сегодня. В данной работе ориентировались как на электромеханические реле, так и на реле, использующие полупроводниковые элементы, освоенные серийным производством.

В целях успешной индустриализации производства релейных панелей,считалось целесообразным провести максимальную унификацию принимаемых решений при составлении схем защиты.Это обусловливает, как правило, в конкретном случае некоторое незначительное количество неиспользуемой на панелях релейной аппаратуры.Учитывая относительно малое число включаемых ежегодно в работу автотрансформаторов такого класса напряжения, такой перерасход аппаратуры сочли допустимым.Схемы релейной защиты выполнены с учетом типовых схем электрических соединений распределительных устройств 6-750кВ, разработанных СЗО Энергосетьпроекта в 1979 году,при этом предполагается,что на подстанциях имеется питание со стороны высшего и среднего напряжений.

Схемы выполняются для подстанций :

- с трехфазным автотрансформатором 500/121/6,6-38,5 кВ мощностью 250 МВ.А;
- с однофазными автотрансформаторами 330/158+230/11+38,5 кВ мощностью 3х83 МВ.А и 3х133 МВ.А и 500/230+330/11+38,5 кВ мощностью 3х167 МВ.А и 3х267 МВ.А;
- с однофазными автотрансформаторами 750/330/15,75 кВ мощностью3х333 МВ.А и 750/500/10+15,75 кВ мощностью 3х417 МВ.А.

Типы и параметры токоограничивающих реакторов, устанавливаемых в случае необходимости со стороны НН6-10 КВ, должны обеспечивать уровень токов к.з. на шинах 6-10 кВ подстанций, не превышающий 20 кА.

				407-03			
Н.контр.	Рибель		3.10.84	Принципиальные схемы релейной защиты автотрансформаторов с высшим напряжением 500(330)-750кВ с использованием устройств на полупроводниковых приборах	Стадия	Лист	Листов
ГИП	Рибель		3.10.84		РП	1	27
Рук.груп.	Грудцына		4.10.84		Энергосетьпроект г.Москва 1984г.		
Ст.инж.	Пахомова		4.10.84				

Принципиальные схемы разработаны в предположении наличия на сторонах высшего, среднего и низшего напряжений следующих схем соединений распределительных устройств:

На стороне НН 500(330)-750 кВ

- четырехугольник - 330-7, 500-7, 750-7;
- автотрансформатор-шины - 330-15, 500-15, 750-15;
- автотрансформатор-шины с полуторным присоединением линий - 330-16, 500-16, 750-16;
- полуторная схема - 330-17, 500-17, 750-17.

На стороне СН-500(330)кВ - полуторная - 500-17.

На стороне СН 110-220 кВ

- одна рабочая секционированная выключателем и обходная системы шин с выключателями в цепях трансформаторов с отдельными секционным и обходным выключателями - 110-12, 220-12;
- две рабочие и обходная системы шин - 110-18, 220-18.

На стороне НН 35 кВ

- одна рабочая секционированная выключателем система шин - 35-9.

На стороне НН 6-10 кВ

- одна секционированная выключателем система шин - 10(6)-1;
- две одиночные секционированные выключателями системы шин - 10(6)-3;
- с присоединением синхронных компенсаторов КСВБ-100-11У1 и КСВБ-50-11У1.

На стороне СН предусматривается параллельная работа, на стороне НН - раздельная.

Автотрансформаторы имеют встроенные устройства регулирования напряжения под нагрузкой.

Для автотрансформатора 750/330 кВ предусматривается установка вольтодобавочного трансформатора для поперечного регулирования.

Дополнительно предусматривается установка линейного регулировочного трансформатора на выводах НН.

Напряжение оперативного постоянного тока - 220 В.

На ПС предполагается установка следующих коммутационных аппаратов.

На стороне высшего и среднего напряжений используются воздушные выключатели с пофазными приводами.

На напряжения 110-220 кВ используются также масляные выключатели типа У-110 и У-220.

На напряжения 35 кВ используются воздушные выключатели с трехфазным приводом.

На стороне НН 6-10 кВ предусматривается использование шкафов КРУ с масляными выключателями.

Выполнение защиты ошиновки на напряжения 500(330)-750 кВ рассматривается в работе "Принципиальные схемы защиты шин и ошиновки ОРУ 500-750 кВ на полупроводниковых приборах".

Для удобства пользования в работе предоставлены отдельно схемы релейной защиты трехфазных и группы однофазных автотрансформаторов напряжением 500(330)/110-220 кВ (рис.4 листы 6-19), группы однофазных автотрансформаторов 500/330 кВ (рис.5, листы 20-31) и группы однофазных автотрансформаторов 750/330-500 кВ (рис.6, листы 32-45). Однако при разработке задания заводу необходимо, как было отмечено выше, стремиться к максимальной унификации панелей защиты автотрансформаторов.

Ниже, в I-III главах дается описание названных схем и рассмотрены особенности каждой из них.

Глава I.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ С НАПРЯЖЕНИЕМ 500(330)/110-220 кВ (рис.4, листы 6-19)

I. Схема защиты разработана применительно к трехфазным и к группе однофазных автотрансформаторов для случая наличия на стороне высшего напряжения схем "четырехугольника", "полуторной", "мини-автотрансформатор" с присоединением линий через два выключателя или с "полуторным" присоединением линий (рис.I, листы I-3), на стороне среднего напряжения - двух рабочих и обходной системы шин (рис.2).

На стороне низшего напряжения автотрансформатор может работать в блоке с синхронным компенсатором либо через выключатель на шины НН (рис.3).

2. В целях повышения надежности функционирования защит автотрансформатора последние разделены на две группы с питанием их от отдельных автоматов в цепи оперативного постоянного тока (SF1

и SF2). Каждая группа защит имеет свои выходные промежуточные реле.

Следует отметить, что раздельная проверка групп защит не предполагается.

3. Первую группу составляют следующие защиты:

3.1. Дифференциальная токовая защита автотрансформатора.

3.2. Дифференциальная токовая защита цепей стороны низшего напряжения автотрансформатора.

3.3. Защита регулировочной обмотки устройства РПН. Предусматривается только для групп однофазных автотрансформаторов напряжением 500/220 кВ мощностью 3х167 и 3х267 МВ.А.

3.4. Устройство контроля и защиты изоляции вводов 500 кВ (КИВ). Для автотрансформаторов с высшим напряжением 330 кВ КИВ не предусматривается.

4. Вторую группу составляют следующие защиты:

4.1. Газовые защиты автотрансформатора, устройства РПН и линейного регулировочного трансформатора.

4.2. Двухступенчатые дистанционные защиты от многофазных к.з., устанавливаемые на сторонах высшего и среднего напряжений.

4.3. Максимальная токовая защита с комбинированным пуском напряжения от многофазных к.з. на стороне низшего напряжения.

4.4. Токовые направленные защиты нулевой последовательности от замыканий на землю на сторонах высшего и среднего напряжений.

4.5. Защиты от неполнофазного режима на сторонах высшего и среднего напряжений.

4.6. Защита реактора 10 кВ в цепи реактированного фидера (в варианте подключения на низшей стороне синхронного компенсатора).

5. Схема выполнена с учетом возможности замены выключателя стороны среднего напряжения обходным выключателем.

6. В схемах показаны цепи, связывающие защиту автотрансформатора с устройствами резервирования выключателей на сторонах 500(330) и 110-220 кВ.

При этом предполагается, что УРОВ стороны среднего напряжения выполняется действующим:

- при к.з. в автотрансформаторе с отказом выключателя - на отключение всех выключателей системы шин, к которой присоединен автотрансформатор;

- при к.з. на шинах с отказом выключателя автотрансформатора - на отключение всех выключателей автотрансформатора (через выходные реле защиты ошиновки ВН, если не требуется запрет АПВ шин после действия УРОВ, либо через выходные реле защиты автотрансформатора с запретом АПВ).

УРОВ 500(330) кВ выполнено действующим:

- при к.з. в автотрансформаторе или на ошиновке высшего напряжения с отказом его выключателя на отключение линии или шин, примыкающих к отказавшему выключателю;

- при к.з. на линии с отказом ее выключателя - на отключение всех выключателей автотрансформатора, примыкающего к отказавшему выключателю (через выходные реле защиты ошиновки с запретом АПВ);

- при к.з. на шинах (полуторная схема) с отказом выключателя автотрансформатора - на отключение всех выключателей автотрансформатора (через выходные реле защиты ошиновки с запретом АПВ).

Необходимо отметить, что наличие в схеме двух групп выходных промежуточных реле потребовало установки двух реле тока УРОВ (КА1 и КА2) на стороне высшего напряжения.

7. Схема предусматривает наличие трех дифференциальных защит автотрансформатора, цепей стороны низшего напряжения и ошиновки стороны высшего напряжения.

Последняя позволяет, в случае необходимости, выполнять АПВ ошиновки, облегчает возможность проверки защит автотрансформатора при его отключении в случае, когда по условию сохранения транзита выключатели высшего напряжения автотрансформатора должны быть включены, однако, схема этой защиты, как указывалось выше, в этой работе не рассматривается.

7.1. Дифференциальная защита АКW, охватывающая автотрансформатор и соединения его со сборными шинами среднего напряжения, выполнена с использованием реле типа ДЗТ-23, имеющего пофазный выход и тем позволяющего выявить поврежденную фазу автотрансформатора.

Реле обладает высокой чувствительностью (ток срабатывания регулируется в пределах 0,3-0,7 Iном).

Торможение в защите обеспечивается токами от трех групп трансформаторов тока (ТА1, ТА4 и ТА8) с применением приставки дополнительного торможения АТ1, включаемой на ток стороны низшего напряжения.

Схема выполнена в предположении, что для выравнивания вторичных токов в плечах дифференциальной защиты необходимо применение автотрансформаторов тока TL I-TL 9.

Присоединение цепей тока к определенным зажимам устройства AKW показано условно и определяется расчетом для конкретного случая. Схема внутренних соединений реле типа ДЗТ-23 приведена на рисунке 7, листы 46, 47.

При замене выключателя Q3 обходным защита переключается с трансформаторов тока TA8 на трансформаторы тока в цепи обходного выключателя 110-220 кВ с помощью испытательных блоков SG-2, SG-8 в схеме защиты автотрансформатора и соответствующих испытательных блоков в схеме блока перевода.

7.2. Дифференциальная защита цепей стороны низшего напряжения автотрансформатора выполнена трехфазной трехрелейной, с использованием реле KAW 2-KAW 4 типа ДЗТ-II или ДЗТ-II/8.

Тормозная обмотка реле включена на сумму токов в цепях сдвоенного реактора или в цепях синхронного компенсатора и реактора.

При срабатывании дифференциальные защиты автотрансформатора (AKW) и цепей его стороны низшего напряжения (KAW 2 - KAW 4) действуют на исходные промежуточные реле первой группы KL I-KL 10, которые подают сигналы на отключение выключателей автотрансформатора и запрещение АПВ выключателей сторон высшего и среднего напряжений.

8. Цепи газовой защиты выполнены с учетом наличия:

- трех газовых реле KSG I-KSG 3, реагирующих на повреждения в кожухах каждой фазы автотрансформатора и имеющих два контакта, действующих на отключение автотрансформатора и на сигнал;

- трех газовых реле KSG4-KSG 6, реагирующих на повреждения в контакторном объеме РПН автотрансформатора, у которых используется только контакт, действующий на отключение;

- газового реле KSG-7, реагирующего на повреждение в кожухе линейного регулировочного трансформатора и действующего на отключение и на сигнал;

- реле давления KSP реагирующего на повреждения в устройстве РПН линейного добавочного трансформатора.

В схеме предусмотрена возможность перевода действия отключающих контактов газовых реле автотрансформаторе и линейного ре-

гулировочного трансформатора на сигнал.

9. Все автотрансформаторы, защита которых рассматривается в данной работе, оборудованы установками пожаротушения. Схемы защиты выполнены с учетом указания № С-7892 Минэнерго СССР от 05.06.80 г. "о применении устройства обнаружения пожара силовых трансформаторов". В соответствии с этим указанием, а также § II-2-56 ПУЭ, осуществление автоматического пуска систем пожаротушения автотрансформаторов должно осуществляться от специального "устройства обнаружения пожара для защиты силовых трансформаторов" с контролем отключенного состояния поврежденного объекта.

В связи с этим, в отличие от имевшего место ранее, в рассматриваемой схеме:

9.1. отсутствуют цепи пуска системы пожаротушения от защит автотрансформатора от внутренних повреждений и сохранена только цепь фиксирующая отключенное состояние автотрансформатора и состоящая из последовательно соединенных контактов реле тока УРОВ КА2 и КА4 и промежуточного реле КL 43, характеризующего отсутствие напряжения на защищаемом автотрансформаторе;

9.2. предусмотрена цепь воздействия на выходные промежуточные реле защиты автотрансформатора от устройства обнаружения пожара.

I0. Особенностью однофазных автотрансформаторов напряжением 500/220, защита которых рассматривается в составе этой работы, является наличие встроенного со стороны среднего напряжения устройства регулирования напряжения под нагрузкой, выполненного с помощью специальной регулировочной обмотки, вынесенной на боковой стержень магнитопровода автотрансформатора, что позволяет изменением числа витков этой обмотки производить независимое регулирование напряжения только на стороне среднего напряжения.

Для защиты регулировочной обмотки используются встроенные трансформаторы тока ТА 9, установленные в цепи компенсационной обмотки, расположенной также на боковом стержне магнитопровода и включенной параллельно обмотке низшего напряжения автотрансформатора.

Защита выполняется с помощью реле КАWI типа ДЗТ-II/4, включенного на ток нулевой последовательности.

Рабочая обмотка реле присоединяется к трансформаторам тока ТА9 в цепи компенсационной обмотки, а тормозная – к трансформа-

торам тока сторон НН и СН таким образом, чтобы при внешних коротких замыканиях токи в обмотках складывались.

В режиме длительной работы с отключенным выключателем II0-220 кВ защита может излишне срабатывать при к.з. на землю на стороне 330-550 кВ. Для предотвращения указанного в схеме предусмотрено блокирующее реле КАII, питаемое от трансформаторов тока ТАI стороны НН и включаемое в работу накладкой SX2 в режиме длительного отключения выключателя СН.

II. Маслонаполненные вводы 500 кВ защищаемых автотрансформаторов снабжены устройством контроля их изоляции. Указанное устройство АКИ состоит из блок-реле КИВ-500Р, согласующего трансформатора и разрядников (см. рис.8, лист 48). Оно осуществляет контроль состояния изоляции вводов в процессе эксплуатации и позволяет отключать автотрансформатор до полного пробоя ввода.

Устройство реагирует на сумму токов, протекающих под воздействием рабочего напряжения через изоляцию вводов трех фаз. Использованием соответствующих ответвлений первичной обмотки согласующего трансформатора может быть получен минимальный ток небаланса в блок-реле КИВ-500Р.

Блок-реле КИВ-500Р имеет сигнальный и отключающий органы. При срабатывании чувствительного сигнального элемента (КАI) обслуживающий персонал должен каждые I5 мин. записывать величину тока миллиамперметра КИВ-500Р и в случае прогрессирующего повреждения отключить автотрансформатор с дефектным вводом, не дожидаясь действия отключающего элемента (КА2).

Ток срабатывания сигнального элемента должен быть равен 5-7% номинального емкостного тока ввода. Выдержка времени сигнального элемента (КТI) должна быть отстроена от максимальной выдержки времени резервных защит прилегающей сети НН и СН.

Ток срабатывания отключающего элемента должен быть равен 20-25% номинального емкостного тока ввода. Выдержка времени элемента КТ2 должна быть отстроена от быстродействующих защит и может быть рекомендована в пределах I,2-I,8 с.

Отключающий элемент автоматически вводится в действие только после срабатывания реле времени сигнального элемента.

Для исключения ложного действия отключающего элемента КИВ при повреждениях в цепях соединения согласующего трансформатора и вводов предусмотрено блокирующее реле тока КАI2, включенное в

цепь вторичной обмотки согласующего трансформатора. Ток срабатывания реле КАI2 принимается равным 60-70 % от номинального емкостного тока ввода.

При резком изменении тока от нуля до значения, большего тока срабатывания реле КАI2, отключающий элемент будет выведен из действия размыкающим контактом этого реле.

I2. Для резервирования отключения многофазных к.з. на стороне высшего напряжения предусмотрена дистанционная защита. Защита выполняется с использованием отдельной панели типа ПЗ 2I05. На панели предусмотрены комплекты реле сопротивления типа КРС-2 (первая ступень дистанционной защиты) и типа КРС-3 (вторая ступень дистанционной защиты), устройство блокировки при качаниях типа КРБ-I25 (ПЗ2I05-А) или КРБ-I26 (ПЗ2I05-Б), устройство блокировки при неисправности цепей напряжения типа КРБ-I2.

Защита питается от трансформаторов тока ТАI, встроенных во втулки высшего напряжения автотрансформатора, и от трансформатора напряжения на вводе низшего напряжения автотрансформатора.

Первая ступень используется для резервирования отключения повреждений на шинах и оборудовании высшего напряжения, а также для облегчения согласования защит линий среднего напряжения. Вторая ступень используется для обеспечения дальнего резервирования в сети высшего напряжения. Одновременно защита может частично резервировать основные защиты автотрансформатора.

С первой выдержкой времени обе ступени действуют на группу промежуточных реле, отключающих выключатели QZI и QZ2, либо QZ3 (QTI), QZ4 в зависимости от положения переключающего устройства SX29. Со второй выдержкой времени (через временно замыкающий контакт реле времени КТ7) срабатывают промежуточные реле К[32-К[34, К[58, К[59, которые действуют на отключение всех выключателей автотрансформатора со стороны высшего напряжения.

С третьей выдержкой времени через упорный контакт реле времени КТ7 резервная защита действует на выходную группу промежуточных реле К[II-К[20 и отключает автотрансформатор. При таком ступенчатом выполнении действия резервных защит обеспечивается разделение систем шин (деление электропередачи - для схемы "четырехугольника"), что позволяет избежать полного погашения подстанции, если в действие приходят резервные защиты двух автотрансформаторов. При необходимости отключения одновременно всех выключателей сторо-

ны высшего напряжения автотрансформатора должна быть включена накладка 5XI5.

Для резервированья отключения многофазных к.з. на стороне СН предусмотрена аналогичная дистанционная защита, питаемая от трансформаторов тока TA2, встроенных во втулки среднего напряжения автотрансформатора, и от трансформатора напряжения на вводе низшего напряжения автотрансформатора.

С первой выдержкой времени обе ступени действуют на промежуточное реле KL37, которое отключает шиносоединительный и секционный выключатели IIO-220 кВ. Со второй выдержкой времени (через временно замыкающие контакты реле времени KTI4) защита через промежуточное реле KL38 отключает выключатель OS или заменяющий его обходной выключатель. С третьей выдержкой времени защита действует на выходные промежуточные реле KL II-KL20 автотрансформатора.

При необходимости отключения выключателя автотрансформатора или заменяющего его обходного выключателя одновременно с шиносоединительным и секционным выключателями должна быть включена накладка 6XI7.

I8. Для резервированья отключения замыканий на землю на стороне высшего напряжения предусмотрена токовая направленная защита нулевой последовательности, питаемая от трансформаторов тока TAI, встроенных во втулки ВН автотрансформатора.

В целях обеспечения возможности согласования защит линий среднего напряжения с защитами автотрансформатора рассматриваемая защита выполнена трехступенчатой.

Первая ступень защиты (KA 9) выполнена с помощью реле типа РТ-40. Вторая ступень (KATI), используемая также и при ускорении защиты (см. ниже), выполнена с реле типа РНТ для отстройки от апериодической составляющей в нулевом проводе трансформаторов тока стороны ВН, возникающей после операций с выключателем и обусловленной разновременностью действия его фаз.

Для осуществления чувствительной третьей ступени (KA 5) в целях уменьшения нагрузки на трансформаторы тока применено трехфазное реле тока типа РТ-40/Р-I с последовательным соединением трех первичных обмоток его промежуточного трансформатора.

Все ступени защиты действуют на те же выходные реле, что и дистанционная защита на стороне высшего напряжения (AK-2).

Цепь напряжения реле направления мощности KWI рассматриваемой защиты питается от шинок, воспроизводящих напряжение на сторо-

ие ВН для схем "четырехугольник" и "полуторная" или от трансформатора напряжения на шинах для схемы "автотрансформатор-шины". Для обеспечения действия защиты при к.з. на землю в зоне между выключателями и втулками ВН для схем соединений "четырехугольник" и "полуторная" после отключения выключателей QZ I и QZ 3, когда питающий цепи защиты трансформатор напряжения отделен от места замыкания на землю, контакт реле направления мощности KW I шунтируется контактом реле KL 58.

Имеется возможность выполнения любой ступени защиты ненаправленной.

Для резервирования отключения к.з. на землю на стороне СН предусмотрена аналогичная рассмотренной трехступенчатая токовая направленная защита, питаемая от трансформаторов тока TA2, встроенных во втулки среднего напряжения автотрансформатора.

По выходным цепям защита действует также, как дистанционная защита на стороне среднего напряжения.

Цепь напряжения реле направления мощности KW2 питается от трансформатора напряжения шин II0÷220 кВ. Для обеспечения действия защиты после отключения выключателя Q3 или заменяющего его обходного при к.з. на землю в цепях соединения автотрансформатора с шинами II0÷220 кВ контакт реле направления мощности KW2 шунтируется контактом реле KL 38.

I4. Для резервирования защит цепей стороны низшего напряжения предусмотрена максимальная токовая защита с комбинированным пуском напряжения. В целях размещения основной и резервной защит цепей стороны низшего напряжения на разных кернах трансформаторов тока рассматриваемая защита, питаемая от трансформаторов тока TA4, включена в плечо дифзащиты автотрансформатора. Так как указанные трансформаторы тока соединены по схеме "звезда", защита для исключения ее действия при внешних замыканиях на землю в сети высшего и среднего напряжений, выполняется на реле типа РНТ с включением рабочих обмоток в фазу и в нулевой провод.

Для компенсации токов нулевой последовательности, протекающих в реле при внешних к.з., число витков рабочей обмотки реле, включенной в нулевой провод т.т., принимается в три раза меньше, чем число витков обмотки, включенной в фазный провод.

Комбинированный пусковой орган напряжения (KVZ I, KV 2 и KL 40) питается от трансформатора напряжения на вводе НН автотрансформатора. Кроме того, пуск по напряжению максимальной токо-

ной защиты может осуществляться от комбинированных пусковых органов напряжения, питаемых от трансформаторов напряжения секций или НН. Предусмотрена возможность шунтирования цепи пуска по напряжению. С первой выдержкой времени защита действует на отключение выключателей Q1, Q4 и Q2, а со второй – на выходные промежуточные реле KL II–KL 20.

I5. Для защиты реактора в цепи трансформатора собственных нужд предусмотрена токовая отсечка в двухфазном двухрелейном исполнении (КА I5, КА I4), действующая на выходные промежуточные реле KL II – KL 20, и максимальная токовая защита в двухфазном трехрелейном исполнении (КА I5-КА I7, КТ I8), действующая с первой выдержкой времени на отключение выключателя Q2 и со второй – на выходные промежуточные реле KL II – KL 20.

I6. Для защиты секций или НН 6-I0 кВ, а также для резервирования отключения коротких замыканий на элементах, присоединенных к этим секциям, в цепях вводов к секциям или предусмотрены максимальные токовые защиты в двухфазном исполнении с комбинированным пусковым органом напряжения, питающимся от трансформатора напряжения, установленного на каждой секции или. Защита устанавливается в комплектном распределительном устройстве 6-I0 кВ. С первой выдержкой времени защита действует на отключение выключателей секций или Q1 и Q4 (через временно замыкающий контакт реле времени КТ I9 и КТ 20), со второй – на выходные реле защиты автотрансформатора (KL II – KL 20).

При отключении выключателей на вводе к секциям или 6-I0 кВ пуск по напряжению шунтируется размыкающим контактом реле положения "включено" выключателей Q1 или Q4 (КДС I, КДС 4 соответственно).

В схеме предусмотрено ускорение максимальной токовой защиты после включения выключателей.

I7. В схеме предусмотрены защиты от неполнофазных режимов, возникающих при отключении (или включении) не всеми фазами выключателей автотрансформатора высшего и среднего напряжений, оборудованных пофазными приводами. Защита не используется при схеме соединений ОРУ "мини-автотрансформатор".

Следует отметить, что нежелательный неполнофазный режим возникает при неполнофазном отключении одного из выключателей высшего напряжения QZ I или QZ 3 рассматриваемого автотрансформатора, если один из трех остальных выключателей "четырехугольника" или

один из выключателей "полуторной" цепочки, к которой подключен рассматриваемый автотрансформатор, отключен (например, для ревизии). В этом случае в цепи защищаемого автотрансформатора появляется ток нулевой последовательности, на который и реагирует рассматриваемая защита от неполнофазного режима, предусмотренная на стороне ВН.

В качестве реагирующего органа защиты на стороне высшего напряжения используется реле тока третьей ступени токовой защиты нулевой последовательности от замыканий на землю (реле тока КА5). Защита срабатывает, если появление тока $3I_0$ сопровождается действием реле контроля неопереключения фаз, предусмотренных в схемах управления выключателей. При этом пусковая цепь защиты контролируется с помощью реле схемы управления, характеризующих положение других выключателей. Для "четырехугольника" контролируется отключенное положение выключателя, смежного с отказавшим или противоположного ему. Для "полуторной" схемы при неполнофазном отключении (включении) выключателя автотрансформатора надо контролировать отключенное состояние одного из двух других выключателей " полуторной" цепочки. Такое выполнение защит обеспечивает селективное отключение элемента с отказавшим выключателем, а также ликвидацию неполнофазных режимов во всех случаях.

Защита выполнена с выдержкой времени (реле КТ4, КТ24), обеспечивающей отстройку от действия реле контроля неопереключения фаз в схеме управления, что необходимо, поскольку последним может быть ликвидирован неполнофазный режим в случае отказа одной или двух фаз выключателя при его включении. Защита действует на выходные промежуточные реле КL II-KL 20 второй группы.

Предусмотренная в схеме защита от неполнофазного режима, возникающего при отключении (включении) не всеми фазами выключателя QЗ или заменяющего его обходного выключателя, выполнена подобно защите, установленной на стороне высшего напряжения. В качестве реагирующего органа защиты используется реле тока третьей ступени защиты от замыканий на землю в сети 110-220 кВ (реле КА6). Цепь пуска реле времени КТ11 защиты контролируется контактами реле контроля неопереключения фаз выключателя QЗ или обходного QВ.

Реле КТ11 действует также на выходные промежуточные реле KL II-KL 20 второй группы.

Предусмотрена возможность перевода действия рассматриваемых защит от неполнофазного режима на выходные промежуточные реле зем-

ты элемента, смежного с отказавшим выключателем, что может оказаться целесообразным в ремонтном режиме в целях сохранения транзита на стороне высшего напряжения.

18. Максимальная токовая защита от перегрузки установлена со стороны высшего напряжения автотрансформатора (реле тока КА7) со стороны выводов обмотки автотрансформатора к нейтрали (реле тока КА8) и со стороны низшего напряжения автотрансформатора (реле тока КА22).

Защита действует на сигнал с выдержкой времени (реле времени КТ16).

19. В схеме предусмотрена возможность оперативного ускорения защит от внешних к.з. на сторонах ВН и СН.

При выведении из работы защиты шин или ошиновки высшего напряжения рубильником §1 вводится оперативное ускорение первой или второй ступени токовой направленной защиты нулевой последовательности от замыканий на землю на стороне ВН и первой ступени дистанционной защиты (АК2). При этом ускоряемые защиты с первой выдержкой времени (реле времени КТ6) действуют на отключение части выключателей высшего напряжения автотрансформатора с целью разделения сети, со второй (через временно замыкающий контакт реле времени КТ7) - на отключение остальных выключателей ВН, с третьей (через упорный контакт реле времени КТ 7) - на выходные промежуточные реле KL II - KL 20 второй группы.

При выведении из работы защиты шин 110-220 кВ рубильником §2 вводится оперативное ускорение первой или второй ступени токовой направленной защиты нулевой последовательности от замыканий на землю на стороне среднего напряжения и первой ступени дистанционной защиты (АК3). При этом по выходным цепям защиты аналогично остальным резервным защитам на стороне СН.

На ряд зажимов панели выведены по два контакта реле времени КТ 6 и КТ 13 (зажимы 1-4 и 3-5). В каждом конкретном случае выбирается требуемый способ ускорения и устанавливаются соответствующие перемычки.

При выведении из действия дифференциальной защиты автотрансформатора АКW рубильником §3 вводится оперативное ускорение третьих ступеней (ненаправленных) токовых защит нулевой последовательности на сторонах ВН и СН и защиты обратной последовательности (КРБ-126) дистанционной защиты АК2. В этом случае ускоряе-

емые защиты действуют на отключение автотрансформатора.

20. В схеме предусмотрено автоматическое ускорение защит от внешних к.з. при включении выключателей автотрансформатора сторон высокого и среднего напряжений от устройства АПВ после отключения внешнего повреждения (например, к.з. на ошиновке или шинах НН, на сборных шинах СН).

Указанное ускорение будет иметь место и при включении выключателей от руки.

При включении выключателя QZ I или QZ 3 (QTI) от устройства АПВ после отключения повреждения на ошиновке или шинах высшего напряжения их дифференциальными защитами ускоряется вторая ненаправленная ступень токовой защиты нулевой последовательности от замыканий на землю в сети НН.

Предусмотрено ускорение первой или второй ступени дистанционной защиты на стороне СН (АК3) при включении выключателей QZ I или QZ 3 (QTI) с контролем отсутствия напряжения на автотрансформаторе.

При включении выключателя QTI с контролем отсутствия напряжения на шинах НН ускоряется первая или вторая ступень дистанционной защиты на стороне НН (АК2).

В цепи пуска автоматического ускорения (реле КТ5) предусмотрены контакты реле ускорения Kl.28, Kl.29, которые, в свою очередь, пускаются контактами реле, фиксирующими отключенное положение выключателя, с контролем отсутствия напряжения на автотрансформаторе (реле Kl.42), а для реле ускорения выключателя автотрансформатора QTI (для "полуторной" схемы электрических соединений) также с контролем отсутствия напряжения на шинах. Реле времени КТ5 действует через реле Kl.25-Kl.29 на отключение выключателей QZ I или QZ 3 (QTI).

При включении выключателя Q3 или заменяющего его обходного выключателя IIO-220 кВ от устройства АПВ после отключения повреждения на шинах ускоряются вторая ненаправленная ступень токовой защиты нулевой последовательности (КАТ2), и первая или вторая ступень дистанционной защиты на стороне среднего напряжения (АК3). При включении указанных выключателей от устройства АПВ после отключения повреждения на ошиновке НН ее дифференциальной защитой ускоряется вторая ступень токовой направленной защиты нулевой последовательности от замыканий на землю на стороне высшего напряжения автотрансформатора и первой или второй ступени дистанционной защиты

АК2 на стороне ВН.

В цепи автоматического ускорения предусмотрены контакты реле ускорения KL 54 и KL 55 выключателей QB и обходного QB, которые, в свою очередь, шунтируются контактами реле положения "отключено" КОТ этих выключателей. Действие реле KL 54 и KL 55 контролируется органом напряжения KV I (KL 39) и органом напряжения KVZ1 и KV2 (KL 41), разрешающим действие защит по цепи ускорения при отсутствии напряжения на шинах СН или при отсутствии напряжения на автотрансформаторе

Выдержки времени в рассматриваемых цепях (КТ 5, КТ I2) предусмотрены для предотвращения ложного действия токовых защит нулевой последовательности при неодновременном включении фаз выключателя, а также для отстройки от броска тока намагничивания.

Следует отметить, что в рассматриваемой схеме, в целях упрощения, не предусмотрено автоматическое ускорение защит от внешних к.з. автотрансформатора при включении QZ I или QZ3 на к.з. на линии 500 (330) кВ, сопровождающееся отказом ее защит; указанное допустимо, поскольку линия такого напряжения, как правило оборудованы двумя быстродействующими защитами и такие отказы защит маловероятны.

2I. Контроль изоляции цепей стороны низшего напряжения автотрансформатора осуществляется с помощью реле напряжения KV 5, действующего на сигнал с выдержкой времени реле КТ I5.

Реле питается от трансформатора напряжения, установленного на вводе низшего напряжения автотрансформатора. Во избежание неправильного действия устройства контроля изоляции при перегорании предохранителей на стороне низшего напряжения трансформатора напряжения в схеме выполнен разрыв цепи обмотки реле KV5 размыкающим контактом реле KL 45, действующим при срабатывании фильтр-реле напряжения обратной последовательности KVZI.

22. В качестве выходных промежуточных реле первой (KL I-KL I0) и второй (KL II-KL 20) групп защит автотрансформатора используются реле типа РП-220.

В схеме выполнено самоудерживание указанных выходных промежуточных реле, обеспечивающих надежный пуск УРОВ при возможных кратковременных замыканиях контактов газового реле (например, при использовании реле типа РГЧЗ-66 и т.п.), а также при к.з., например, в зоне действия дифференциальной защиты цепей стороны низшего напряжения автотрансформатора, сопровождающемся отказом выклю-

чателя последнего, при питании автотрансформатора от линии большой протяженности в минимальном режиме работы системы.

Учитывая возможное наличие у выключателей 500-750 кВ двух соленоидов отключения и то обстоятельство, что защиты действующие на разные выходные группы, резервируют друг друга лишь частично, была предусмотрена цепь пуска одной выходной группы при срабатывании другой. Эта цепь подключается параллельно контактам цепи самоудерживания. Таким образом, при срабатывании любой из защит на отключение автотрансформатора обе выходные группы находятся в сработавшем состоянии по цепям замыкающих контактов KL21, KL10 и KL22, KL20.

Автоматическое снятие самоудерживания осуществляется при отпускании дополнительно предусмотренных реле типа РП-252 (KL21 и KL22). Указанные реле осуществляют также контроль наличия оперативного постоянного тока, соответственно, первой и второй групп защит.

При срабатывании выходные промежуточные реле подают сигналы на отключение всех выключателей автотрансформатора, на запрещение АПВ выключателей высшего и среднего напряжений и на пуск УРОВ.

В целях повышения надежности цепи отключения выключателей от первой и второй групп объединяются на панелях управления.

В целях упрощения цепи пуска УРСВ, а также цепи запрещения АПВ выключателей от первой и второй групп объединяются на панели защит, а далее их связи с соответствующими панелями выполняются одной цепью.

23. В выходных цепях каждой из защит предусмотрены указательные реле для сигнализации действия этих защит.

В целях упрощения для защит, выполненных с двумя выдержками времени, предусмотрено действие их на выходные промежуточные реле через общее указательное реле.

Указательные реле предусмотрены также в цепях ускорения.

24. Для удобства проверок и испытаний в цепях дифференциальных защит автотрансформатора, ошиновки цепей низшего напряжения предусмотрены испытательные блоки. Испытательные блоки на стороне СН используются также при замене выключателя Q3 обходным.

Испытательные блоки предусмотрены в цепях напряжения направленных токовых защит нулевой последовательности для удобства проверок и испытаний реле направления мощности.

Кроме того, для удобства проверок и испытаний испытательные блоки установлены в цепях дистанционной защиты и защиты регулировочной обмотки устройства РПН.

25. Отключающие устройства для выведения защит из работы при неисправностях в их цепях предусмотрены в дифференциальных защитах, токовых защитах нулевой последовательности и максимальных токовых защитах с пуском напряжения.

Глава II.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ АВТОТРАНСФОРМАТОРА 500/330 кВ (рис.5, листы 20÷3I)

Принципиальная схема защиты автотрансформатора напряжением 500/330 кВ отличается от рассмотренной в главе I в части выполнения цепей защит, связанных с присоединениями на стороне среднего напряжения. Во вводной части пояснительной записки указывалось, что в проекте рассматривается соединение ОРУ 330-500 кВ на стороне среднего напряжения автотрансформатора по схеме "полуторная".

При этом основная дифференциальная защита автотрансформатора на стороне среднего напряжения включается на встроенные во вводы трансформаторы тока.

Распределение защит по трансформаторам тока показано на рисунке 5, лист 2I. Для защиты ошиновки 330 кВ предусматривается отдельная дифференциальная защита, выполнение которой в данном проекте не рассматривается.

Присоединение автотрансформатора на стороне среднего напряжения по схеме "Полуторная" определяет выполнение резервных защит на этой стороне в части выходных цепей, цепей автоматического ускорения, защиты от неполнофазного режима аналогично защитам на стороне высшего напряжения.

Выполнение схемы резервной защиты автотрансформатора на напряжении 500(330) кВ рассмотрено в первой главе.

Глава III.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЕМ 750/330-500 кВ (рис.6, листы 32÷45)

В настоящей главе рассматривается выполнение схемы защиты автотрансформаторов напряжением 750/330-500 кВ.

I. Отечественная электропромышленность изготовляет два типа таких автотрансформаторов:

- АОДЦТН-417000/750/500 кВ и
- АОДЦТН-333000/750/330 кВ.

Эти автотрансформаторы предназначены для связи сетей 750 кВ и 330÷500 кВ, имеют устройство регулирования напряжения под нагрузкой, включаемое в нейтрали (продольное регулирование). Кроме того, автотрансформаторы типа АОДЦТН-333000/750/330 кВ могут дополнительно оборудоваться специальными устройствами для поперечного регулирования напряжений, т.е. изменения фазового угла α между напряжениями линейных выводов обмоток ВН и СН по отношению к земле. Как показали расчеты, поперечное регулирование напряжения в условиях некоторых объединенных энергосистем является наиболее эффективным способом принудительного перераспределения потоков мощности между электропередачей 750 кВ и параллельно работающими с ней линиями 330 кВ. Для поперечного ступенчатого регулирования в нейтрали автотрансформатора АОДЦТН-333000/750/330 кВ устанавливается специальный трансформатор типа ОДЦТНП-92000/150-74УI.

Для автотрансформаторов 750/500 кВ допускается подключение к обмотке НН нагрузки, при этом величина передаваемой мощности ограничивается допустимыми токами обмоток.

Подключение обмотки НН к источникам питания не предусматривается.

Для автотрансформаторов 750/330 кВ к обмотке НН допускается подключение синхронного компенсатора и трансформатора для поперечного регулирования напряжения.

Необходимо отметить, что при разработке схем защиты названных автотрансформаторов был учтен опыт конкретного проектирования в этой области ряда отделений института, таких как Украинское, Северо-Западное, Тульское.

Схемы релейной защиты разработаны для случая наличия на стороне высшего напряжения схем "четырехугольника", "полуторной", "блок-автотрансформатор" с присоединением линий через два выключателя или с "полуторным" присоединением линий (рис.I листы I-3), на стороне среднего напряжения - " полуторной" схемы.

2. В целях повышения надежности функционирования защит автотрансформатора последние разделены на две группы с питанием их от отдельных автоматов в цепи оперативного постоянного тока (SF I и SF 2). Каждая группа защит имеет свои выходные промежуточные реле.

Следует отметить, что раздельная проверка групп защит не предполагается.

3. Первую группу составляют следующие защиты:

3.I. Дифференциальная токовая защита автотрансформатора.

3.2. Дифференциальная токовая защита цепей стороны низшего напряжения автотрансформатора.

3.3. Дифференциальная защита регулировочных обмоток трансформатора поперечного регулирования и устройства продольного регулирования для автотрансформатора 750/330 кВ.

3.4. Устройство контроля и защиты вводов 750 и 500 кВ (КИВ). На вводах 330 кВ КИВ не предусматривается.

3.5. Предусматриваемые на автотрансформаторе дифференциальные токовые защиты ошиновок высшего и среднего напряжений выполняются аналогично защите шин 750-500 кВ; схема ее в настоящей работе не рассматривается.

4. Вторую группу составляют следующие защиты:

4.I. Газовые защиты автотрансформатора, трансформатора поперечного регулирования, устройств РПН и линейного регулировочного трансформатора.

4.2. Двухступенчатые дистанционные защиты от многофазных к.з., устанавливаемые на сторонах высшего и среднего напряжений.

4.3. Максимальная токовая защита с комбинированным пуском напряжения от многофазных к.з. на стороне низшего напряжения.

4.4. Токовые направленные защиты нулевой последовательности от замыканий на землю на сторонах высшего и среднего напряжений.

4.5. Защиты от неполнофазного режима на сторонах высшего и среднего напряжений.

4.6. Защита реактора I0 кВ в цепи реактированного фидера

4.7. Максимальная токовая защита с торможением компенсационной обмотки трансформатора поперечного регулирования для автотрансформатора 750/330 кВ.

4.8. Максимальная токовая защита от перегрузки.

4.9. Контроль изоляции цепей низшего напряжения.

5. В схемах показаны цепи, связывающие защиту автотрансформатора с устройствами резервирования отказа выключателей на сторонах 750 кВ и 330-500 кВ. При этом предполагается, что УРОВ стороны среднего напряжения выполняется действующим:

- при к.з. в автотрансформаторе с отказом выключателя автотрансформатора на отключение всех выключателей системы шин, к которой присоединен автотрансформатор;

- при к.з. в автотрансформаторе с отказом выключателя, общего для линии и автотрансформатора, - на отключение линии, примыкающей к отказавшему выключателю;

- при к.з. на шинах или смежной линии с отказом выключателя автотрансформатора - на отключение всех выключателей автотрансформатора (через выходные реле защиты ошиновки).

УРОВ 750 кВ выполнено действующим:

- при к.з. в автотрансформаторе или на ошиновке высшего напряжения с отказом его выключателя на отключение линии или шин, примыкающих к отказавшему выключателю;

- при к.з. на линии с отказом ее выключателя, общего для линии и автотрансформатора - на отключение всех выключателей автотрансформатора, примыкающего к отказавшему выключателю (через выходные реле защиты ошиновки);

- при к.з. на шинах ("полуторная" схема) с отказом выключателя автотрансформатора - на отключение всех выключателей автотрансформатора (через выходные реле защиты ошиновки).

Необходимо отметить, что наличие в схеме двух групп выходных промежуточных реле потребовало установки четырех реле тока УРОВ (КАI-КА4) на сторонах высшего и среднего напряжений.

6. В схеме предусмотрены следующие дифференциальные защиты:

- автотрансформатора;

- ошиновки цепей низшего напряжения;

- регулировочных обмоток трансформатора поперечного регулирования и устройства продольного регулирования;

- ошиновок высшего и среднего напряжений автотрансформатора.

Две последние позволяют, в случае необходимости, выполнять АПВ ошиновок, облегчают возможности проверки защит автотрансформа-

тора при его отключении в случае, когда по условию сохранения транзита выключатели высшего и среднего напряжений автотрансформатора должны быть включены.

6.I. Дифференциальная защита AKW, охватывающая автотрансформатор, выполнена с использованием реле типа ДЗТ-23, имеющего пофазный выход и тем позволяющего выявить поврежденную фазу автотрансформатора. Реле обладает высокой чувствительностью (ток срабатывания регулируется в пределах 0,3-0,7 $I_{ном}$).

Торможение в защите обеспечивается токами от трех групп трансформаторов тока (TAI, TA2, TA4) с применением приставки дополнительного торможения ATI, включаемой на ток стороны низшего напряжения.

Схема выполнена в предположении, что для выравнивания вторичных токов в плечах дифференциальной защиты необходимо применение автотрансформаторов тока T1.I-T1.9.

Присоединение цепей тока к определенным зажимам устройства AKW показано условно и определяется расчетом для конкретного случая. Схема внутренних соединений реле типа ДЗТ-23 приведена на рис.7, листы I,2.

6.2. Дифференциальная защита цепей стороны низшего напряжения автотрансформатора выполнена трехфазной трехрелейной, с использованием реле типа ДЗТ-II (KAW 2-KAW 4) или ДЗТ-II/3.

Рабочие обмотки реле защит подключаются к трансформаторам тока TA4, TAI2, TA5 и TA6.

Тормозная обмотка реле включена на сумму токов в цепях сдвоенного реактора или в цепях синхронного компенсатора и реактора.

6.3. Дифференциальная токовая защита регулировочных обмоток трансформатора поперечного регулирования и устройства РПН продольного регулирования включается на трансформаторы тока TA3 и TAI4, имеющие коэффициент трансформации 2000/5 и выполняется с помощью реле KAT6-KAT7 типа РНТ-565.

При срабатывании перечисленные дифференциальные защиты действуют на выходные промежуточные реле первой группы K1.I-K1.I0, которые подают сигнал на отключение выключателей автотрансформатора и запрещение их АПВ.

7. Цепи газовой защиты выполнены с учетом наличия:

- трех газовых реле KSG-I-KSG-3, реагирующих на повреждения в концах каждой фазы автотрансформатора и имеющих два контакта, действующих на отключение автотрансформатора и на сигнал;

- трех газовых реле KSG 4-KSG 6, реагирующих на повреждения в контакторном объеме РПН автотрансформатора, у которых используется только контакт, действующий на отключение;

- трех газовых реле KSG 8-KSG 10, реагирующих на повреждения в кожухах каждой фазы трансформатора поперечного регулирования и имеющих два контакта, действующих на отключение и на сигнал;

- трех газовых реле KSG 11-KSG 13, реагирующих на повреждения в контакторном объеме РПН трансформатора поперечного регулирования, у которых используется только контакт, действующий на отключение;

- газового реле KSG 7, реагирующего на повреждение в кожухе линейного регулировочного трансформатора и действующего на отключение и на сигнал;

- реле давления KSP, реагирующего на повреждения в устройстве РПН линейного добавочного трансформатора.

В схеме предусмотрена возможность перевода действия отключающих контактов газовых реле автотрансформатора, трансформатора поперечного регулирования и линейного регулировочного трансформатора на сигнал.

8. Вопросы пуска установки пожаротушения рассмотрены в I главе (п.9) данной работы и для автотрансформаторов с высшим напряжением 750 кВ аналогичны АТ 500.

9. Выполнение контроля и защиты изоляции вводов 750 кВ осуществляется с помощью устройства типа КИВ-500Р. Описание его приведено в п.II главы I.

10. Для защиты компенсационной обмотки трансформатора поперечного регулирования предусмотрена максимальная токовая защита с торможением, выполненная на реле KAW 5-KAW 7 типа ДЗТ II; рабочая обмотка реле включена на ток в цепи компенсационной обмотки трансформатора поперечного регулирования, а тормозная обмотка реле - на ток в цепи регулировочной обмотки трансформатора. Защита принята в трехфазном исполнении с учетом наличия внешних соединений между компенсационными обмотками разных фаз, т.е. с учетом возможности многофазного короткого замыкания на вводах компенсационной обмотки. Защита действует на отключение автотрансформатора через выходные промежуточные реле KL.II-KL.20.

II. Для резервирования отключения многофазных к.з. на стороне высшего напряжения предусмотрена дистанционная защита. Защита выполняется с использованием отдельной панели типа П32105. На пане-

ми предусмотрены комплекты реле сопротивления типа КРС-2 (первая ступень дистанционной защиты) и типа КРС-3 (вторая ступень дистанционной защиты) устройство блокировки при качаниях типа КРБ-125 или КРБ-126, устройство блокировки при неисправности цепей напряжения типа КРБ-12.

Защита питается от трансформаторов тока ТА1, встроенных во втулки высшего напряжения автотрансформатора, и от трансформатора напряжения на вводе низшего напряжения автотрансформатора.

Первая ступень используется для резервирования отключения повреждений на линиях и ошиновке высшего напряжения, а также для облегчения согласования защит линий среднего напряжения. Вторая ступень используется для обеспечения дальнего резервирования в сети высшего напряжения. Одновременно защита может частично резервировать основные защиты автотрансформатора.

С первой выдержкой времени обе ступени действуют на промежуточные реле, отключающие часть выключателей 750 кВ с целью деления сети, со второй через временно замыкающий контакт реле времени КТ7 и промежуточные реле – на отключение всех выключателей 750 кВ, а с третьей (через упорный контакт реле времени КТ7) – на выходные промежуточные реле КL II–КL 20 второй группы. При таком ступенчатом выполнении действия резервных защит обеспечивается разделение систем шин (деление электропередачи – для схемы "четырехугольника"), что позволяет избежать полного погашения подстанции, если в действие приходят резервные защиты двух автотрансформаторов. При необходимости отключения одновременно всех выключателей стороны высшего напряжения автотрансформатора должна быть включена вкладка ?XI5. В этом случае, так как не предусматривается деление систем шин при "полуторной" схеме, должны быть сняты цепи отключения выключателя параллельной цепи.

Для резервирования отключения многофазных к.з. на стороне СН предусмотрена аналогичная дистанционная защита, питаемая от трансформаторов тока ТА2, встроенных во втулки среднего напряжения автотрансформатора, и от трансформатора напряжения на вводе низшего напряжения автотрансформатора.

С первой выдержкой времени обе ступени действуют на промежуточные реле, которые отключают один из выключателей автотрансформатора 330–500 кВ и выключатель, общий для двух линий, в параллельной цепи из трех выключателей.

Со второй выдержкой времени отключается второй выключатель 330-500 кВ автотрансформатора. С третьей выдержкой времени защита действует на выходные промежуточные реле KL II-KL 20 автотрансформатора. При необходимости одновременного отключения обоих выключателей автотрансформатора на стороне среднего напряжения должна быть включена накладка $ XI7, а цепи на отключение выключателя, общего для двух линий, параллельной цепи сняты.

I2. Для резервирования отключения замыканий на землю на стороне высшего напряжения предусмотрена токовая направленная защита нулевой последовательности, питаемая от трансформаторов тока TAI, встроенных во втулки ВН автотрансформатора.

В целях обеспечения возможности согласования защит линий среднего напряжения с защитами автотрансформатора рассматриваемая защита выполнена трехступенчатой.

Первая ступень защиты (КАЗ) выполнена с помощью реле типа РТ-40. Вторая ступень (КАТI), используемая также и при ускорении защиты (см. ниже), выполнена с реле типа РНТ для отстройки от апериодической составляющей в нулевом проводе трансформаторов тока стороны ВН, появляющейся после операций с выключателем и обусловленной разновременностью действия его фаз.

Для осуществления чувствительной третьей ступени (КА 5) в целях уменьшения нагрузки на трансформаторы тока применено трехфазное реле тока типа РТ-40/Р-I с последовательным соединением трех первичных обмоток его промежуточного трансформатора.

Все ступени защиты действуют на те же выходные реле, что и дистанционная защита на стороне высшего напряжения (АК 2).

Цепь напряжения реле направления мощности KWI рассматриваемой защиты питается от шинок, воспроизводящих напряжение на стороне ВН для схем "четырехугольник" и "полуторная", или от трансформатора напряжения на шинах для схемы "автотрансформатор-шины". Для обеспечения действия защиты при к.з. на землю в зоне между выключателями и втулками ВН после отключения выключателей стороны ВН, когда питающий цепи защиты трансформатор напряжения может быть отделен от места замыкания на землю, контакт реле направления мощности KWI шунтируется контактом реле KL 34.

Имеется возможность выполнения любой ступени защиты ненаправленной.

Для резервирования отключения к.з. на землю на стороне СН предусмотрена аналогичная рассмотренной трехступенчатая токовая

направленная защита нулевой последовательности, питаемая от трансформаторов тока ТА2, встроенных во втулки среднего напряжения автотрансформатора.

Защита действует также, как дистанционная защита на стороне среднего напряжения.

Цепь напряжения реле направления мощности KW2 питается от шинок, воспроизводящих напряжение на стороне среднего напряжения АТ. Для обеспечения действия защиты после отключения выключателя автотрансформатора при к.з. на землю на ошиновке СН автотрансформатора контакт реле направления мощности KW2 шунтируется контактом реле KL 38.

I4. Резервные защиты цепей стороны низшего напряжения рассматриваемых автотрансформаторов выполняются аналогично таковым для АТ500(330)кВ. Их описание дано в главе I.

I5. В схеме предусмотрены защиты от неполнофазных режимов, возникающих при отключении (или включении) не всеми фазами выключателей автотрансформатора высшего и среднего напряжений, оборудованных пофазными приводами. Выполнение и действие этих защит рассмотрено в I главе.

В настоящем разделе несколько подробнее рассматривается вопрос о выходном действии указанных защит.

Как указывалось выше, в схеме предусмотрено действие обеих защит на выходные промежуточные реле защиты автотрансформатора KL II-KL20. Однако, при "полуторной" схеме электрических соединений может оказаться целесообразным в конкретных условиях воздействовать не на отключение автотрансформатора, а на отключение системы шин или смежной линии в зависимости от того, какой выключатель оказался в неполнофазном режиме. При этом надо также запретить АПВ этих элементов. Выбор адреса действия защиты производится обслуживающим персоналом с помощью отключающих устройств.

I6. В схеме предусмотрено оперативное и автоматическое ускорение резервных защит автотрансформатора. Выполнение этих цепей аналогично рассмотренному в I главе.

Во всем остальном, не оговоренном выше выполнение схемы защиты автотрансформаторов с высшим напряжением 750 кВ аналогично схеме защиты автотрансформаторов 500 (330)/110÷220 кВ, рассмотренной в первой главе данной работы.

Глава IУ.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА УСТРОЙСТВА РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ОТКАЗА ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ АВТОТРАНСФОРМАТОРА НА СТОРОНАХ ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ ЗАЩИТЫ АВТОТРАНСФОРМАТОРА

В данной главе рассматривается принципиальная схема устройства резервирования отказа выключателей автотрансформатора на сторонах высшего и среднего напряжений, которая может быть предусмотрена дополнительно в тех случаях, когда реле тока УРОВ выключателей ВН и СН нечувствительны к повреждениям на стороне низшего напряжения автотрансформатора в зоне действия его защит, например, за сдвоенным реактором или за трансформатором собственных нужд, подключенным к АТ без выключателя. Указанное устройство предложено сотрудниками ОРЗА Энергосетьпроекта (авторы: Запальская В.М., Рудман А.А., Юркова О.П. и др. Заявка № 3609278/24-07, решение о выдаче авторского свидетельства от I5.I2.83г).

Устройство содержит два реле тока КАI и КА2 типа РТ-40/Р-5, реле времени КТ типа РВ-II2, промежуточные реле типа РП-I6-I2, указательные реле типа РУ-I-20 с номинальным током 0,025А, резисторы типа ПЭВ-5 R=9I00 Ом, при этом $KLI_{A,B,C}$-$KL\ УI_{A,B,C}$ - блок-контакты выключателей высшего и среднего напряжений автотрансформатора, замкнутые при включенном выключателе.

Схема устройства работает следующим образом. При повреждении за реактором или в обмотке или в обмотке НН или на стороне НН трансформатора собственных нужд и при отказе любого из выключателей ВН и СН автотрансформатора работает защита автотрансформатора, которая осуществляет пуск рассматриваемого устройства. Фиксация отказа выключателя ВН или СН автотрансформатора определяется реле тока КАI, КА2 и контактами реле-повторителей блокконтактов соответствующего выключателя, замкнутыми при включенном выключателе. Устройство действует на отключение выключателей элемента, смежного с отказавшим выключателем.

gost.e-ecolog.ru