Типовые проектные решения

407-03-347.84

Схемы релейной защиты трансформаторов подстанций 110 - 220 кВ с упрощенными схемами электрических соединений

Альбом I

Пояснительная записка

Инв. № 625-01 СФ

Госстрой СССР
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
Свердловский филиал
620062, г.Свердловск-62, ул.Чебышева,4
Заказ № 499 Инв.№ СФ 625-01 тираж 600
Сдано в печать 22.02 1985 г цена 0-95

Типовые проектные решения

Схемы релейной защиты трансформаторов подстанций 110-220 кВ с упрощенными схемами электрических соединений

Альбом I

Состав проектных материалов

Альбом I. Пояснительная записка

Альбом II. Чертежи.

Разработаны
институтом "Энергосетьпроект"

Утверждены и введены в действие Минэнерго СССР

Протокол № 22 от 06.07.83

Зам.главного инженера
института — С.Я.Петров

Главный инженер проекта — В.А.Рубинчик

СФ 625-01

Содержание

		Стр.
	Аннотация	3
I.	Глава первая. Схемы защит трансформаторов 110-220 кВ	5
	I.I. Принципы выполнения схем	5
	I.2. Особенности выполнения схем	I6
2.	Глава вторая. Схемы передачи отключающего сигнала от защит трансформаторов и автотрансформаторов подстанций 110-220 кВ по в.ч. каналу с помощью аппаратуры типа АНКА - АВПА	38
	2.I. Принципы выполнения схем передачи отключающего сигнала	39
	2.2. Особенности выполнения схем	40
3.	Приложение Аппаратура низкочастотная каналов автоматики (АНКА)	43

Аннотация

Настоящая работа выполнена в соответствии с планом типового проектирования Госстроя СССР на 1982-83 гг.

В соответствии с заданием, утвержденным Главниипроектом, работа выполняется в связи с необходимостью замены (в части защит трансформаторов и передачи отключающих сигналов) работы "Принципиальные схемы защиты трансформаторов и автотрансформаторов подстанций 110 кВ и выше с использованием новой аппаратуры защиты и устройств для передачи отключающего сигнала", выполненной в 1976 г. применительно к подстанциям с оперативным постоянным током. В части защиты автотрансформаторов указанная работа заменена типовой работой "Схемы релейной защиты автотрансформаторов подстанций 220 кВ", выполненной в 1982 г.

В данной работе в отличие от заменяемой выполнено следующее:

- уточнена область применения различных исполнений дифференциальных защит трансформаторов в направлении повышения чувствительности и быстродействия; при этом на трансформаторах большой мощности предусмотрено использование высокочувствительной дифференциальной защиты типа ДЗТ-21; уменьшена область применения дифференциальной защиты, выполненной с использованием двух комплектов реле типа ДЗТ-11;

- приведены схемы передачи отключающего сигнала по в.ч. каналам при действии защит трансформаторов и автотрансформаторов с использованием новой аппаратуры типа АНКА-АВПА.

Работа содержит выполненные на постоянном оперативном токе принципиальные схемы защиты трехобмоточных и двухобмоточных трансформаторов мощностью 25 МВ.А и выше, установленных на подстанциях 110-220 кВ с упрощенными схемами электрических соединений, а также вопросы передачи отключающих сигналов от защит трансформаторов и автотрансформаторов.

Работа предназначена для использования при проектировании.

С выпуском настоящей работы проект "Принципиальные схемы защиты трансформаторов и автотрансформаторов 110 кВ и выше с использованием новой аппаратуры защиты и устройств для передачи отключающего сигнала" должен быть аннулирован.

Удостоверяю, что работа соответствует действующим нормам и правилам, а эксплуатация сооружений с пожарным и взрывоопасным характером производства безопасна при соблюдении предусмотренных работой мероприятий.

Главный инженер проекта В.А.Рубинчик

Глава первая

Схемы защит трансформаторов II0-220 кВ

В настоящей главе рассмотрены типовые схемы релейной защиты понижающих трехобмоточных и двухобмоточных трехфазных трансформаторов мощностью 25 МВ.А и более с высшим напряжением II0-220 кВ.

Схема рис.I дана для трехобмоточного трансформатора II0-220/35/6-I0 кВ с питанием со стороны ВН для случая, когда дифференциальная защита выполняется с помощью одного комплекта реле типа ДЗТ-II.

Схема рис.2 дана для трехобмоточного трансформатора II0-220/35/6-I0 кВ с питанием со стороны ВН для случая, когда дифференциальная защита выполняется с помощью двух комплектов реле типа ДЗТ-II.

Схема рис.3 дана для трехобмоточного трансформатора II0-220/35/6-I0 кВ с питанием со стороны ВН и СН для случая, когда дифференциальная защита выполняется с помощью комплекта защиты типа ДЗТ-2I.

Схема рис.4 дана для двухобмоточного трансформатора II0-220/6-I0 кВ для случая, когда дифференциальная защита выполняется с помощью одного комплекта реле типа ДЗТ-II.

Схема рис.5 дана для двухобмоточного трансформатора II0-220/6-I0 кВ для случая, когда дифференциальная защита выполняется с помощью двух комплектов реле типа ДЗТ-II.

Схема рис.6 дана для двухобмоточного трансформатора II0-220/6-I0 кВ для случая, когда дифференциальная защита выполняется с помощью комплекта защиты ДЗТ-2I.

I.I. Принципы выполнения схем

I.I.I. Общие положения

I.I.I.I. Схемы рис.I-6 выполнены для следующих исходных условий.

I.I.I.I.I. На подстанциях могут быть установлены один или два трансформатора; при двух трансформаторах в работе находятся оба; нахождение одного из них в резерве не предусматривается.

I.I.I.I.2. В схемах рис.I,2,4,5 и 6 ПС имеет питание только со стороны ВН; в схеме рис.3 ПС имеет питание со сторон ВН и СН.

I.I.I.I.3. Схемы рис.I-6 даны для подстанций с электрическими соединениями на стороне ВН
- "мостик с выключателем в перемычке и отделителями в цепях трансформаторов";
- "два блока линия - трансформатор с неавтоматической перемычкой со стороны линий";
- "блок линия - трансформатор".

I.I.I.I.4. При наличии на ПС защит линий ВН в цепях ВН трансформаторов предусмотрены выносные трансформаторы тока.

I.I.I.I.5. В схемах рис.I-3 на стороне среднего напряжения 35 кВ имеются сборные шины, выполненные в виде одной рабочей секционированной выключателем системы шин. В цепях трансформаторов на стороне 35 кВ установлены масляные выключатели со встроенными во втулки трансформаторами тока.

I.I.I.I.6. На стороне НН установлены масляные выключатели, встроенные в шкафы КРУ.

I.I.I.I.7. На стороне СН 35 кВ при двух трансформаторах на ПС может быть как параллельная, так и раздельная работа трансформаторов, на стороне НН - только раздельная.

I.I.I.I.8. Питаемая от подстанции нагрузка со стороны 6-I0 кВ может содержать мощные синхронные двигатели.

I.I.I.I.9. Трансформаторы имеют встроенные устройства регулирования напряжения под нагрузкой со стороны ВН.

I.I.I.2. Схемы рис.2 и 3 даны для трехобмоточных трансформаторов, в цепи НН которых установлены сдвоенные реакторы, но эти же схемы могут использоваться для трансформаторов с одиночными реакторами. В последнем случае из схемы защиты исключаются цепи, относящиеся к второй ветви реактора и выключателю на ответвлении к второй секции шин НН.

I.I.I.3. Схемы рис.4-6 даны для двухобмоточных трансформаторов с расщепленной обмоткой НН и могут быть использованы для случая, когда расщепленные обмотки НН соединены параллельно. В последнем случае из схем защиты исключаются цепи, относящиеся к ответвлению к второй секции шин 6-I0 кВ.

I.I.I.4. На подстанциях предусмотрены следующие средства автоматики:

- устройства АПВ с пуском от цепей несоответствия - на выключателях среднего напряжения трехобмоточных трансформаторов;
- устройства АПВ с пуском от защиты - на выключателях сто-

роны низшего напряжения двух- и трехобмоточных трансформаторов;

- устройства АВР - на секционных выключателях стороны низшего напряжения.

I.I.I.5. В схемах рис.I-6 на трансформаторах предусмотрены следующие защиты:

- дифференциальная токовая защита;
- газовне защиты трансформатора и устройства РПН;
- максимальные токовые защиты с пуском напряжения от внешних многофазных к.з. на сторонах высшего, среднего и низшего напряжений;
- токовая защита нулевой последовательности от замыканий на землю на стороне высшего напряжения (только в схеме рис.3 трехобмоточного трансформатора с питанием со сторон ВН и СН);
- максимальная токовая защита от перегрузки.

I.I.I.6. В схемах показаны цепи, связывающие защиту трансформатора с устройством резервирования при отказе выключателя на стороне ВН.

I.I.I.7. В схемах рис.I-6 предусмотрено отключение выключателей вводов низшего напряжения второго трансформатора ПС при наличии в составе нагрузки синхронных двигателей, что необходимо для ликвидации подпитки места к.з. в ремонтных режимах.

В схеме рис.3 (при наличии питания со сторон ВН и СН), кроме того, предусмотрено отключение выключателя ввода среднего напряжения второго трансформатора.

I.I.I.8. Схемы рис.I-6 даны для случая, когда отключение повреждения в трансформаторе осуществляется при действии его защит на включение короткозамыкателя на рассматриваемой ПС, что вызывает срабатывание защит и отключение выключателей питающих линий II0-220 кВ с противоположных сторон. В бестоковую паузу цикла АПВ питающей линии, в целях сохранения последней в работе, происходит отключение поврежденного трансформатора от линии с помощью отделителя.

При невозможности установки короткозамыкателя на подстанции по условию недостаточной отключающей способности выключателей при отключении неудаленных к.з. (при наличии на питающих концах линий II0-220 кВ выключателей серий ВВ или ВВН, которые не могут быть модернизированы, либо не подвергались модернизации с целью повышения их способности отключать неудаленные к.з.) в соответствии с ПУЭ (ПУЭ-76, Ш-2-58) и Нормами техноло-

гического проектирования подстанций в схемах рис.2,3,5 и 6 предусмотрена также возможность передачи отключающего сигнала на питающие концы линий IIO-220 кВ при срабатывании защит трансформаторов. В схемах рис.I и 4 предусмотрены резервные контакты выходных промежуточных реле, позволяющие, при необходимости, выполнить передачу отключающего сигнала по аналогии с рис.2,3, 5 и 6.

Передача отключающего сигнала может осуществляться по в.ч. каналу с помощью аппаратуры АНКА-АВПА либо с помощью устройства передачи отключающего сигнала по кабелю связи и должна быть обоснована в каждом конкретном случае.

Вопросы передачи отключающего сигнала с использованием аппаратуры АНКА-АВПА рассмотрены в главе второй.

I.I.I.9. В схемах рис.I-6 предусмотрена возможность остановки в.ч. передатчика в.ч. защиты линии IIO-220 кВ при действии защит трансформатора. В этом случае для остановки в.ч. передатчика защиты линии используется один из контактов выходных промежуточных реле защиты трансформатора из двух контактов, предназначенных для передачи отключающего сигнала.

I.I.I.IO. Схемы рис.I-6 даны для ПС с постоянным оперативным током.

Следует отметить, что выполнение защит трансформаторов на оперативном постоянном токе на ПС с упрощенными схемами электрических соединений может оказаться необходимым в целях повышения эффективности функционирования релейной защиты в целом на объекте, в первую очередь, при наличии сложных, в том числе высокочастотных, защит линий; при установке достаточно мощных трансформаторов, питающих ответственных потребителей; на подстанциях промышленных предприятий; при реконструкции существующих объектов, имеющих аккумуляторные батареи, и т.д. Приведенные схемы также могут приниматься за основу при разработке схем защиты на выпрямленном оперативном токе.

I.I.2. Дифференциальная токовая защита

I.I.2.I. Схемы рис.I и 4 даны для случая, когда дифференциальная защита трансформатора выполняется в виде одного комплекта с использованием реле типа ДЗТ-II. Схемы применяются для защиты трансформаторов без реакторов в цепи НН, а также для защиты трансформаторов с реакторами, если при этом обеспе-

чивается требуемый ПУЭ минимальный коэффициент чувствительности (ПУЭ-76, Ш-2-2I; $K_ч \geqslant$ I,5 при к.з. на выводах трансформаторов мощностью менее 80 МВ.А или при к.з. за реактором, соответственно).

I.I.2.2. Схемы рис.2 и 5 даны для случая, когда дифференциальная защита трансформатора выполняется в виде двух комплектов (с использованием реле типа ДЗТ-II):

грубого - с $t_{с,з} = 0$ и $I_{с,з} > I_{ном}$;

чувствительного - с $t_{с,з} \cong (0{,}5\text{–}0{,}75)$ с и $I_{с,з} \cong 0{,}75\ I_{ном}$.

Такое выполнение дифференциальной защиты может потребоваться на подстанциях с реакторами в цепях НН защищаемого трансформатора, когда чувствительность комплекта с током срабатывания, большим $I_{ном}$ трансформатора и действующим без выдержки времени, обеспечивается при к.з. на выводах НН трансформатора, но не обеспечивается при к.з. за реактором (при к.з. на выводах НН $K_ч \geqslant$ I,5 - для трансформаторов мощностью менее 80 МВ.А и $K_ч \geqslant$ 2 - для трансформаторов мощностью 80 МВ.А и более; при к.з. за реактором $K_ч \geqslant$ I,5).

I.I.2.4. Реле типа ДЗТ-II имеет промежуточный насыщающийся трансформатор тока и одну тормозную обмотку.

Схемы рис.I,2,4 и 5 даны для случая присоединения дифференциальной защиты к трансформаторам тока с вторичным током 5А, при использовании со стороны высшего напряжения трансформаторов тока с вторичным током IA в защите должны применяться реле типа ДЗТ-II/3.

I.I.2.5. В схемах рис.3 и 6 защита трансформатора осуществляется одним комплектом с использованием новой дифференциальной защиты типа ДЗТ-2I, обладающей высокой чувствительностью (ток срабатывания защиты регулируется в пределах 0,3 $I_{ном}$ - 0,7 $I_{ном}$). ДЗТ-2I для защиты трансформаторов применяется в тех случаях, когда защита, выполненная с реле типа ДЗТ-II, не обеспечивает минимальный коэффициент чувствительности, требуемый ПУЭ (п.I.I.2.2.) при к.з. на выводах трансформатора.

Защита ДЗТ-2I имеет независимое торможение от двух групп трансформаторов тока; при необходимости обеспечить торможение от трех групп трансформаторов тока (в частности, для защиты

трехобмоточного трансформатора с двусторонним питанием) используется приставка дополнительного торможения типа ПТ-I.

Защита выполнена на вторичный номинальный ток 5А; присоединение к трансформаторам тока с вторичным током IА осуществляется через автотрансформаторы тока типа АТ-3I (повышающие). Эти автотрансформаторы, как и автотрансформаторы типа АТ-32 (понижающие), используются также для выравнивания вторичных токов в цепях циркуляции защиты, поскольку в самом реле предусмотрено всего шесть ответвлений в цепи рабочей и четыре ответвления в цепи тормозной обмотки, что может обеспечивать только грубое выравнивание.

I.I.2.6. В схемах для двухобмоточных трансформаторов принято соединение трансформаторов тока дифференциальной защиты в треугольник на стороне высшего напряжения и в неполную звезду на стороне низшего напряжения.

Следует отметить, что при этом в случае двойных замыканий на землю на стороне 6-I0 кВ, когда одно из мест повреждения находится на выводах трансформатора со стороны низшего напряжения (повреждена фаза, на которой нет трансформатора тока), а второе - например, на линии 6-I0 кВ, питающейся от данного трансформатора, дифференциальная защита не действует и повреждение будет ликвидироваться защитой линии (в ряде случаев с выдержкой времени, что можно считать допустимым). Если одно из мест повреждения находится в самом трансформаторе, то повреждение будет ликвидироваться газовой защитой, а в ряде случаев и дифференциальной.

Принятое для дифференциальной защиты исполнение с двумя реле обеспечивает ту же чувствительность к замыканиям между двумя фазами на стороне 6-I0 кВ, что и схема с тремя реле.

При замыканиях между двумя фазами на выводах высшего напряжения трансформатора чувствительность схемы может оказаться сниженной в два раза по сравнению со схемой с тремя реле; это, однако, как правило, является допустимым вследствие того, что токи к.з. в рассматриваемом случае обычно велики.

I.I.2.7. В схемах для трехобмоточных трансформаторов принято соединение трансформаторов тока дифференциальной защиты в треугольник на сторонах высшего и среднего напряжений и в звезду - на стороне низшего напряжения.

Принятое для дифференциальной защиты исполнение с тремя

реле обеспечивает повышение чувствительности к замыканиям между двумя фазами на сторонах обмоток с соединением в звезду в режиме с отсутствием питания (или с малым питанием) с этой стороны.

Схема с двумя трансформаторами тока на стороне низшего напряжения, устанавливаемыми в фазах А и С, не принята, т.к. обладает следующим недостатком. Как показал опыт эксплуатации и исследования такой схемы, в переходном режиме возможно неправильное срабатывание защиты вследствие протекания двухполярного тока небаланса, проходящего в реле фазы В и являющегося результатом суммирования токов небаланса фаз А и С (см.Директивное указание Энергосетьпроекта № I5/I от I5.Ш.I97I г.).

I.I.3. Газовая защита

Газовая защита предусматривается на всех трансформаторах (рис.I-6). Защита выполнена с возможностью перевода действия отключающего контакта на сигнал.

Схемы выполнены в предположении наличия в устройстве РПН отдельного газового реле.

В схемах не предусмотрена возможность перевода действия отключающего элемента газового реле устройства РПН на сигнал, поскольку согласно указаниям Главтехуправления Минэнерго СССР газовые реле отсека РПН должны действовать только на отключение (см.письмо ГТУ Минэнерго СССР № 8-8/7-I465 от 20.06.8Iг.)

I.I.4. Максимальные токовые защиты с комбинированным пуском напряжения от внешних многофазных к.з.

I.I.4.I. В схемах рис.I-6 для резервирования основных защит трансформатора и резервирования отключения к.з. на шинах низшего напряжения предусмотрена максимальная токовая защита с комбинированным пуском напряжения, устанавливаемая на стороне высшего напряжения.

Кроме того, в схемах рис.2 и 3-6 для отключения к.з. на шинах низшего напряжения и для резервирования отключений к.з. на элементах, присоединенных к этим шинам, предусмотрена максимальная токовая защита с комбинированным пуском напряжения в цепи каждого ответвления к выключателю низшего напряжения трансформатора; а в схеме рис.I - такая же защита в цепи низшего напряжения трансформатора.

В схемах рис.I-3 для резервирования отключений к.з. на шинах среднего напряжения и на элементах, присоединенных к этим шинам, предусмотрена максимальная токовая защита с комбинированным пуском напряжения, питаемая от трансформаторов тока, встроенных во втулки 35 кВ трансформатора.

I.I.4.2. На двухобмоточных трансформаторах II0-220/6-I0 кВ (рис.4-6) максимальная токовая защита, установленная на стороне высшего напряжения, выполнена с двумя реле тока, присоединенными к трансформаторам тока, соединенным в треугольник. Такое выполнение защиты предотвращает неселективное действие ее при замыканиях на землю в сети II0-220 кВ (для случая, когда нейтраль трансформатора заземлена). Однако при этом, по сравнению со случаем включения трансформаторов тока в звезду и выполнением защиты с тремя реле, имеет место снижение чувствительности на I5% к замыканиям между двумя фазами на стороне 6-I0 кВ.

Следует также отметить, что чувствительность рассматриваемой защиты в принятом исполнении, как и дифференциальной защиты (п.I.I.2.6), при замыканиях между двумя фазами на стороне II0-220 кВ может оказаться сниженной в 2 раза по сравнению со схемой с тремя реле; это однако, как правило, допустимо вследствие того, что при этом токи к.з. обычно велики.

I.I.4.3. На трехобмоточных трансформаторах II0-220/35/6-I0 кВ с двусторонним питанием (рис.3) максимальная токовая защита, установленная на стороне высшего напряжения, выполнена с тремя реле тока, присоединенными к трансформаторам тока, соединенным в звезду; такое выполнение принято в целях повышения чувствительности к замыканиям между двумя фазами на стороне низшего напряжения.

На трехобмоточных трансформаторах с односторонним питанием со стороны ВН (рис.I и 2) максимальная токовая защита, установленная на стороне II0-220 кВ, выполнена с тремя реле тока, присоединенными к трансформаторам тока, соединенным в треугольник, в целях предотвращения неселективного действия ее при замыканиях на землю в сети II0-220 кВ (для случая, когда нейтраль трансформатора заземлена).

I.I.4.4. Максимальная токовая защита, установленная в цепи каждого ответвления к выключателю низшего напряжения, выполняется с двумя реле тока, присоединенными к трансформаторам тока, соединенным в неполную звезду.

Защита с первой выдержкой времени действует на отключение выключателя низшего напряжения, а со второй - на выходные промежуточные реле защиты трансформатора.

I.I.4.5. Максимальная токовая защита, установленная на стороне среднего напряжения, выполнена с двумя реле, присоединенными к трансформаторам тока, соединенным в неполную звезду. Защита с первой выдержкой времени действует на разделение секций шин 35 кВ, далее - на отключение выключателя 35 кВ трансформатора, и затем - на выходные промежуточные реле защиты трансформатора.

I.I.4.6. Пусковой орган напряжения состоит из фильтр-реле напряжения обратной последовательности типа РНФ-IМ и минимального реле напряжения, включенного на междуфазное напряжение (схема предложена Мосэнерго). Размыкающий контакт фильтр-реле напряжения обратной последовательности включен в цепь обмотки минимального реле напряжения. Указанным может достигаться повышение чувствительности защиты к симметричным к.з.

Питание пускового органа напряжения защит, установленных на сторнах низшего и среднего напряжения, осуществляется, соответственно, от трансформаторов напряжения шин 6-I0 кВ и 35 кВ.

Пусковые органы напряжения защит, установленных на сторонах низшего и среднего напряжений, используются также в качестве пусковых органов защиты, установленной на стороне высшего напряжения; последняя с выдержкой времени действует на выходные промежуточные реле защиты трансформатора.

I.I.5. Токовая защита нулевой последовательности от замыканий на землю на стороне высшего напряжения

Одноступенчатая ненаправленная токовая защита нулевой последовательности от замыканий на землю устанавливается на стороне высшего напряжения II0-220 кВ трехобмоточных трансформаторов с питанием со сторон ВН и СН (рис.3) и предназначена для резервирования отключения замыканий на землю на линиях II0-220 кВ, а также для резервирования основных защит трансформатора.

Защита выполнена в предположении, что оба трансформатора на ПС всегда работают с заземленной нейтралью.

Защита с первой выдержкой времени действует на отключение

выключателя II0-220 кВ в перемычке, со второй - на отключение выключателей вводов среднего и низшего (последнее при наличии синхронных двигателей) напряжений трансформатора, с третьей - на выходные промежуточные реле защиты трансформатора.

I.I.6. Максимальная токовая защита от перегрузки

Максимальная токовая защита от перегрузки выполнена с использованием тока одной фазы и действует с выдержкой времени на сигнал.

Защита от перегрузки двухобмоточного трансформатора с расщепленной обмоткой низшего напряжения (рис.4-6) выполнена с использованием двух реле, включенных каждое со стороны 6-I0кВ на фазный ток части обмотки. При параллельном соединении частей расщепленной обмотки низшего напряжения реле тока защиты от перегрузки устанавливается со стороны высшего напряжения трансформатора.

Защита от перегрузки трехобмоточного трансформатора с питанием со сторон ВН и СН (рис.3) выполнена с использованием трех реле, установленных со сторон высшего, среднего и низшего напряжений трансформатора, в предположении, что возможна передача мощности со стороны среднего напряжения одновременно на стороны высшего и низшего напряжений.

В схеме рис.I и 2 трехобмоточного трансформатора с питанием со стороны ВН защита от перегрузки установлена со сторон высшего и низшего напряжений.

Для защиты от перегрузок предусмотрено одно общее реле времени.

I.I.7. Дополнительные указания по выполнению защит понижающих трансформаторов

I.I.7.I. В схемах рис.4-6 предусмотрено автоматическое ускорение максимальных токовых защит, установленных на ответвлениях к секциям шин низшего напряжения, при включении выключателей 6-I0 кВ трансформатора.

В схемах рис.I-3 предусмотрено автоматическое ускорение защит при включении выключателей сторон среднего и низшего напряжений. Автоматическое ускорение выполнено с выдержкой времени для отстройки от броска пускового тока двигателей нагрузки.

I.I.7.2. В качестве выходных промежуточных реле защит трансформаторов используются реле типа РП-23.

В схемах предусмотрено самоудерживание выходных промежуточных реле, обеспечивающее надежный пуск УРОВ выключателя в перемычке (при применении передачи отключающего сигнала также и пуск УРОВ на питающих концах линии) при возможных кратковременных замыканиях контактов газового реле, а также обеспечивающее надежное отключение отделителя в бестоковую паузу после отключения выключателей трансформатора и на питающих концах линий.

Автоматическое снятие самоудерживания осуществляется при отпускании дополнительно предусмотренного реле типа РП-252.

Указанное реле осуществляет также контроль наличия оперативного постоянного тока на защите трансформатора.

Необходимо отметить, что для обеспечения надежного отключения выключателей трансформатора при кратковременных замыканиях контактов газового реле не требуется самоудерживание выходных промежуточных реле, поскольку удерживание отключающего сигнала предусмотрено в схеме управления выключателями.

В рассматриваемых схемах в целях повышения надежности выполнено дублирование действия выходных промежуточных реле на отключение выключателя.

I.I.7.3. На ПС со схемами электрических соединений на стороне ВН "мостик с выключателем в перемычке и отделителями в цепях трансформаторов" и "два блока линия-трансформатор с неавтоматической перемычкой со стороны линий" в ремонтном режиме (при включенной ремонтной перемычке на стороне ВН) при наличии синхронных двигателей, питаемых от шин низшего напряжения, защита данного трансформатора действует на отключение выключателей вводов НН второго трансформатора подстанции, чем исключается подпитка места повреждения от синхронных двигателей, питаемых от второго трансформатора. При этом предполагается, что непосредственно на синхронном двигателе устанавливается устройство защиты, действующее на его отключение при исчезновении питания.

I.I.7.4. При действии выходных промежуточных реле защиты в схемах рис.I-3 подается сигнал на запрещение АПВ выключателя среднего напряжения трансформатора, а в случае отказа выключателя II0-220 кВ - на пуск УРОВ.

I.I.7.5. В выходных цепях каждой из защит предусмотрены указательные реле для сигнализации действия этих защит.

В целях упрощения для всех защит, выполненных с двумя выдержками времени, предусмотрено действие на выходные промежуточные реле защиты трансформатора с большей выдержкой времени через общее указательное реле.

Указательные реле предусмотрены также в цепях автоматического ускорения.

I.I.7.6. Для удобства проверок и испытаний в плечах дифференциальной защиты трансформатора предусмотрены испытательные блоки.

I.I.7.7. Накладки для выведения защиты из работы при неисправностях в их цепях предусмотрены в цепях дифференциальной токовой защиты, а также максимальных токовых защит с пуском напряжения.

I.2. Особенности выполнения схем

I.2.I. Принципиальная схема релейной защиты понижающего трехобмоточного трансформатора II0-220/35/6-I0 кВ с питанием со стороны ВН. Вариант I (рис.I).

I.2.I.I. Схема дана для понижающего трехобмоточного трансформатора II0-220/35/6-I0 кВ мощностью 25-63 МВ.А, когда на стороне НН отсутствует реактор либо может быть установлен одиночный реактор.

I.2.I.2. Дифференциальная токовая защита трансформатора выполнена в виде одного комплекта (реле KAWI, KAW2, KAW3) с использованием реле с торможением типа ДЗТ-II, с включением тормозной его обмотки на ток стороны среднего напряжения. При этом предполагается, что при к.з. во всей защищаемой зоне,в том числе и при к.з. за реактором, обеспечивается требуемый ПУЭ-76 коэффициент чувствительности (ПУЭ-76, Ш-2-2I).

Следует отметить, что в некоторых случаях в целях повышения чувствительности может потребоваться включение тормозной обмотки реле ДЗТ-II на сумму токов сторон среднего и низшего напряжений. Однако при таком включении тормозной обмотки в случае к.з. на стороне низшего напряжения в режиме с отключенным выключателем стороны высшего напряжения торможение будет очень мало, либо будет отсутствовать; указанное представляется допустимым вследствие малой вероятности такого режима. В связи с изложенным на данной схеме приведены 2 варианта подключения дифференциальных реле.

I.2.I.3. Защиты от внешних многофазных к.з. выполнены в виде трех комплектов максимальной токовой защиты с комбинированным пуском напряжения, установленных на сторонах высшего (реле КАI, КА2, КАЗ и КТ2), среднего (комплект защиты АКI и реле КТЗ) и низшего (реле КА4, КА5, КТ4 и КТ5) напряжений.

Реле тока максимальной токовой защиты, установленной на стороне высшего напряжения, питаются от трансформаторов тока ТАЗ или ТА4, соединенных в треугольник, что необходимо в целях предотвращения излишних срабатываний при замыканиях на землю в сети II0-220 кВ. Защита предназначена для резервирования отключений к.з. на шинах среднего и низшего напряжений, а также для резервирования основных защит трансформатора.

Следует отметить, что максимальная токовая защита, установленная на стороне высшего напряжения, не во всех случаях чувствительна к к.з. за реактором (Кч оказывается меньшим I,2). Однако применение максимальной токовой защиты, установленной на стороне высшего напряжения, представляется целесообразным, поскольку она резервирует отключение к.з. в трансформаторе (частично или полностью), а в отдельных режимах может действовать и при к.з. за реактором.

Максимальная токовая защита, установленная на стороне среднего напряжения, в целях увеличения защищаемой зоны питается от трансформаторов тока ТА8, встроенных во втулки 35 кВ трансформатора. Защита выполнена с использованием комплекта защит АКI типа КЗ-I2.

Пусковой орган напряжения защиты питается от трансформатора напряжения шин 35 кВ.

С первой выдержкой времени защита действует (через контакт 5-7 реле КТЗ) на разделение секций шин 35 кВ, со второй (через контакт I9-3I реле времени КТI в устройстве АКI) - на отключение выключателя Q2 и с третьей (через контакт I5-22 реле времени КТI в устройстве АКI) - на выходные промежуточные реле защиты KLI - KL6. Последнее предусмотрено для отключения повреждения в зоне между трансформаторами тока ТА8, от которых питается защита, и выключателем Q2.

Максимальная токовая защита, установленная на стороне НН, питается от трансформаторов тока ТА9; предназначена защита для отключения к.з. на шинах и для резервирования отключений к.з. на элементах, присоединенных к этим шинам.

Пусковой орган напряжения защиты питается от трансформатора напряжения секции шин НН.

Защита расположена в шкафу КРУ выключателя ввода НН и с первой выдержкой времени действует на отключение выключателя Q3, а со второй - на выходные промежуточные реле (KL I-KL 6). Последнее выполнено с целью ликвидации к.з. в зоне между выключателем ввода Q3 и трансформаторами тока TA9, а также отключения к.з. на секции шин низшего напряжения, сопровождающегося отказом выключателя.

При отключении выключателя ввода Q3 производится пуск его устройства АПВ, осуществляемый реле KL I3.

Комбинированные пусковые органы защит, установленных на сторонах среднего (KVZ I, KV I, KL 9) и низшего напряжений (KVZ 2, KV 2, KL I0), используются также в качестве пусковых органов максимальной токовой защиты KAI-KA3, установленной на стороне ВН. Последняя действует на выходные промежуточные реле защиты трансформатора KL I - KL 6 с выдержкой времени, равной наибольшей из последних выдержек времени защит, установленных на сторонах среднего и низшего напряжений.

При отключении выключателя Q3 контакт пускового органа защиты, питаемой от трансформаторов тока TA9, шунтируется контактом реле положения "включено" выключателя KQC3.3, что необходимо для ликвидации повреждения между выключателем и трансформатором тока.

Кроме того, контактами KQC3.2 осуществляется выведение цепи пуска защиты KAI-KA3 от органа напряжения при отключении выключателя Q3.

Точно так же осуществляется шунтирование пускового органа напряжения защиты AKI и выведение цепи пуска защиты KAI-KA3 от органа напряжения контактами реле положения "включено", соответственно, KQC2.3 и KQC2.2 при отключении выключателя 35 кВ Q2.

Схемой предусмотрено действие защиты KAI-KA3 без пускового органа напряжения, шунтируемого цепью из размыкающих контактов KQC2.I и KQC3.I, в режиме опробования трансформатора напряжением (подаваемым, например, при включении выключателя QI).

В схеме предусмотрено автоматическое ускорение при включении выключателя максимальных токовых защит, установленных на сторонах среднего и низшего напряжений.

Ускорение выполнено с выдержкой времени реле KT3 или KT5

для предотвращения ложного действия защит из-за броска пусковых токов двигательной нагрузки.

I.2.I.4. Токовая защита нулевой последовательности от замыканий на землю на стороне II0-220 кВ, учитывая отсутствие питания со стороны среднего напряжения, в схеме не предусмотрена.

I.2.I.5. Защита от перегрузки устанавлена со стороны высшего и низшего напряжений и выполнена с помощью реле тока КА6 и КА7 и реле времени КТ6.

I.2.I.6. При действии выходных промежуточных реле подается сигнал на запрещение АПВ выключателя 35 кВ Q2.

Запрещение АПВ выключателя II0-220 кВ QI в схеме не предусмотрено с целью обеспечения возможности его включения после отключения отделителя QR I и тем самым восстановления транзита по линиям II0-220 кВ.

I.2.I.7. В цепи пуска выходных реле от газовой защиты предусмотрен контакт реле положения "включено" отделителя (KQCI), что необходимо для снятия отключающего сигнала после отключения трансформатора, когда контакт газового реле продолжает оставаться замкнутым в течение некоторого времени. Этим обеспечивается успешное АПВ выключателя с питающего конца линии после отключения отделителя.

I.2.I.8. В схеме выполнено самоудерживание выходных промежуточных реле KL I - KL6, необходимое, помимо надежного пуска УРОВ на питающем конце линии при кратковременных замыканиях контактов газового реле, для обеспечения надежного отключения отделителя, которое происходит в бестоковую паузу после отключения выключателей трансформатора и на питающих концах линии. Пуск схемы отключения отделителя осуществляется выходными реле защиты трансформатора.

В настоящее время в качестве типового решения принято осуществлять снятие самоудерживания выходных реле через заданное время при отпускании реле KL 7 типа РП-252, нормально находящегося под напряжением. Однако в рассматриваемой схеме этого времени может оказаться недостаточно для надежного отключения отделителя (поскольку к моменту возникновения бестоковой паузы реле KL 7 может вернуться). В связи с этим для снятия самоудерживания используется также контакт KQCI отделителя, предусмотренный в цепи подведения "+" к контактам газовой защиты.

Реле KL 7 сигнализирует о неисправности цепей оперативного тока.

I.2.I.9. Схема дана для случая, когда отключение повреждения в трансформаторе осуществляется при действии его защит на включение короткозамыкателя, что вызывает срабатывание защит и отключение выключателей питающих линий II0220 кВ с противоположных сторон.

В схеме предусмотрены резервные контакты выходного промежуточного реле KL 6 и накладки SX8- SXII, позволяющие при необходимости использовать их для передачи отключающего сигнала на питающие концы линий II0-220 кВ (п.I.I.I.8 и глава вторая) или для остановки в.ч.передатчика в.ч. защиты линий II0-220 кВ (п.I.I.I.9).

I.2.I.I0. В схеме предусмотрено отключение выключателя Q3 второго трансформатора подстанции при наличии в составе нагрузки синхронных двигателей. Отключение этого выключателя необходимо для ликвидации подпитки места к.з. в ремонтных режимах (например, при включенной ремонтной перемычке на стороне II0-220 кВ). В указанных режимах персоналом включается накладка SX6 в цепи обмотки промежуточного реле KL II, контактами которого (3-4) вводится цепь отключения выключателя второго трансформатора.

I.2.I.II. Предусмотренные в схеме реле тока KA8, KA9 и реле напряжения KV 3, KV 4 используются в схеме отключения отделителя.

I.2.2. Принципиальная схема релейной защиты понижающего трехобмоточного трансформатора II0-220/35/6-I0 кВ с питанием со стороны ВН. Вариант 2. (рис.2).

I.2.2.I. Схема дана для понижающего трехобмоточного трансформатора II0-220/35/6-I0 кВ мощностью порядка 40 МВА и выше при наличии на стороне низшего напряжения сдвоенного реактора и может быть использован для трансформаторов без сдвоенных реакторами.

I.2.2.2.Дифференциальная токовая защита трансформатора выполнена в виде двух комплектов с использованием реле с торможением типа ДЗТ-II, с включением тормозной обмотки каждого

комплекта на ток стороны среднего напряжения. При этом предполагается, что в случае выполнения защиты в виде одного комплекта (КАW I, КАW 2, КАW 3), обеспечивается требуемая ПУЭ-76 чувствительность к к.з. на выводах трансформатора, но не обеспечивается требуемая чувствительность к к.з. за реактором. В связи с этим выполняется второй - чувствительный - комплект (КАW 4, КАW 5, КАW 6) с током срабатывания $I_{с,з} = 0,75\ I_{ном}$ и с временем срабатывания $t_{с,з} = (0,5-0,75)$С.

Чувствительный комплект в ряде случаев представляет собой единственную защиту реактора, поскольку максимальная токовая защита, установленная на стороне высшего напряжения трансформатора (см.ниже п.I.2.2.3), может оказаться нечувствительной к к.з. за реактором. Такое решение в соответствии с ПУЭ-76 является допустимым.

Чувствительный комплект не следует рассматривать как осуществляющий полноценное резервирование грубого комплекта, поскольку оба имеют общие цепи. Грубый и чувствительный комплекты представляют собой практически одну двухступенчатую дифференциальную защиту.

Следует учитывать, что в некоторых случаях в целях повышения чувствительности может потребоваться включение тормозной обмотки ДЗТ-II на сумму токов сторон среднего и низшего напряжений в соответствии с рис.2,б. Однако при таком включении тормозной обмотки в случае к.з. на стороне низшего напряжения в режиме с отключенной обмоткой высшего напряжения торможение будет очень мало, либо будет отсутствовать; указанное представляется допустимым вследствие малой вероятности такого режима. В связи с изложенным на схеме рис.2,б приведены 3 варианта подключения дифференциальных реле: с включением тормозной обмотки каждого комплекта на ток сторон СН; с включением тормозной обмотки грубого комплекта на ток стороны СН, а чувствительного комплекта на сумму токов сторон СН и НН; с включением тормозной обмотки каждого комплекта на сумму токов сторон СН и НН.

I.2.2.3. Защиты от внешних многофазных к.з. выполнены в виде четырех комплектов максимальной токовой защиты с комбинированным пуском напряжения, установленных, соответственно,

на сторонах высшего (реле КАI, КА2, КАЗ, КТЗ), среднего (комплект защиты АКI) и на ответвлениях к I и П секциям шин низшего (реле КА4, КА5, КТ5, КТ6 и КА6, КА7, КТ7, КТ8) напряжений. Максимальные токовые защиты, установленные на сторонах ВН и СН, выполнены аналогично приведенным на рис. I (см.п.I.2.I.3 описания схемы рис.I).

Максимальные токовые защиты, установленные на ответвлениях к I и П секциям шин низшего напряжения и питаемые, соответственно, от трансформаторов тока ТА9 и ТАIО, предназначены для отключения к.з. на шинах низшего напряжения и для резервирования отключений к.з. на элементах, присоединенных к этим шинам.

Пусковые органы напряжения защит питаются, соответственно, от трансформаторов напряжения I и П секций шин низшего напряжения.

Защиты расположены в шкафах КРУ выключателей вводов низшего напряжения и с первой выдержкой времени действуют на отключение выключателя ответвления (Q3, Q4), а со второй - на выходные промежуточные реле (KL I ÷ KL 6). Последнее выполнено с целью ликвидации к.з. в зоне между выключателем ответвления (Q3 или Q4) и трансформаторами тока (ТА9 или ТАIО), а также отключения к.з. на секции шин низшего напряжения, сопровождающегося отказом выключателя.

При отключении выключателя ответвления Q3 (Q4) производится пуск его устройства АПВ, осуществляемый реле KL I4 (KL I5).

Комбинированные пусковые органы напряжения защит, установленных на ответвлениях к I и П секциям шин низшего напряжения (KVZ 2, KV 2, KL IO и KVZ 3, KV 3, KL II) и на стороне среднего напряжения (KVZ I, KV I, KL 9), используются также в качестве пусковых органов максимальной токовой защиты КАI-КАЗ, установленной на стороне высшего напряжения. Последняя действует на выходные промежуточные реле защиты трансформатора KL I-KL 6 с выдержкой времени, равной наибольшей из последних выдержек времени защит, установленных на сторонах низшего и среднего напряжений.

При отключении выключателя Q3 или Q4 контакт соответствующего пускового органа защиты, питаемой от трансформаторов то-

ка ТА9 или ТА10, шунтируется контактов реле положения "включено" выключателя KQC3.3 или KQC4.3, что необходимо для ликвидации повреждения между выключателем и трансформатором тока.

Кроме того, контактами KQC3.2 или KQC4.2 осуществляется выведение цепи пуска защиты KA1-KA3 от соответствующего органа напряжения при отключении выключателя Q3 или Q4.

Точно также осуществляется шунтирование пускового органа напряжения защиты AK1 или выведение цепи пуска защиты KA1-KA3 от органа напряжения контактами реле положения "включено", соответственно, KQC2.3 и KQC2.2 при отключении выключателя 35 кВ Q2.

Схемой предусмотрено действие защиты KA1-KA3 без пускового органа напряжения, шунтируемого цепью из размыкающих контактов KQC2.1, KQC3.1 и KQC4.1, в режиме опробования трансформатора напряжением.

I.2.2.4. Токовая защита нулевой последовательности от замыканий на землю на стороне 110-220 кВ, учитывая отсутствие питания со стороны среднего напряжения, в схеме не предусмотрена.

I.2.2.5. Защита от перегрузки установлена со стороны высшего и низшего напряжений и выполнена с помощью реле тока KA8 и KA9 и реле времени KT9.

Реле тока KA9 включено на сумму токов трансформаторов тока на ответвлениях к секциям шин 6-10 кВ.

I.2.2.6. В схеме предусмотрено автоматическое ускорение при включении выключателя максимальных токовых защит, установленных на ответвлениях к I и II секциям шин низшего и на стороне среднего напряжений. Пуск ускорения осуществляется контактами реле положения "отключено" KQT3 (KQT4) или KQT2 выключателей Q3 (Q4) или Q2.

Ускорение выполнено с выдержкой времени реле KT6 (KT8) или KT4 для предотвращения ложного действия защит из-за броска пусковых токов двигателей нагрузки.

I.2.2.7. При действии выходных промежуточных реле подается сигнал на запрещение АПВ выключателя 35 кВ Q2.

Запрещение АПВ выключателя II0-220кВ QI в схеме не предусмотрено с целью обеспечения возможности его включения после отключения отделителя QRI и тем самым восстановления транзита по линиям II0-220 кВ.

I.2.2.8. В цепи пуска выходных реле от газовой защиты предусмотрен контакт реле положения "включено" отделителя (KQCI), что необходимо для снятия отключающего сигнала после отключения трансформатора, когда контакт газового реле продолжает оставаться замкнутым в течение некоторого времени. Этим обеспечивается успешное АПВ выключателя с питающего конца линии после отключения отделителя.

I.2.2.9. В схеме выполнено самоудерживание выходных промежуточных реле KL I-KL 6. Самоудерживание выходных реле выполнено подобно приведенному на рис.I (см.п.I.2.I.8 описания схемы рис.I).

I.2.2.I0. Схема дана для случая, когда отключение повреждения в трансформаторе осуществляется при действии его защит на включение короткозамыкателя, что вызывает срабатывание защит и отключение выключателей питающих линий II0-220 кВ с противоположных сторон.

В схеме предусмотрена также возможность передачи отключающего сигнала на питающие концы линий II0-220 кВ при срабатывании защит трансформатора. Передача отключающего сигнала должна быть обоснована в каждом конкретном случае (см.п.I.I.I.8).

Для передачи отключающего сигнала в схеме предусмотрены контакты I-3, 2-4, 7-9 и 8-I0 выходного промежуточного реле KL 6 и накладки $\mathcal{S}$XI0-$\mathcal{S}$XI3. Контакты I-3 и 2-4 реле KL 6 используются для передачи отключающего сигнала на отключение линии I (последов.смена двух сигналов); контакты 7-9 и 8-I0 для передачи отключающего сигнала на отключение линии 2 в ремонтных режимах на стороне II0-220 кВ (см.также рис.7 и 8). Эти же контакты могут быть при необходимости использованы для остановки в.ч.передатчика в.ч.защиты линии II0-220 кВ (п.I.I.I.9).

I.2.2.II. При наличии синхронных двигателей в схеме предусмотрено отключение выключателей Q3 и Q4 второго трансформатора

подстанции, что необходимо для ликвидации подпитки места к.з. в ремонтных режимах (например, ремонт выключателя QI, включается ремонтная перемычка на стороне IIO-220 кВ). В указанных режимах персоналом включается накладка SX8 в цепи обмотки промежуточного реле KL I2, контактами которого (5-6, 7-8) вводятся цепи отключения указанных выключателей второго трансформатора.

I.2.2.I2. Предусмотренные в схеме реле тока KAIO, KAII и реле напряжения KV 4, KV 5 используются в схеме отключения отделителя.

I.2.3. Принципиальная схема релейной защиты понижающего трехобмоточного трансформатора IIO-220/35/6-IO кВ с питанием со сторон ВН и СН (рис.3)

I.2.3.I. Схема дана для понижающего трехобмоточного трансформатора IIO-220/35/6-IO кВ мощностью, как правило, не менее 63 МВ.А и выше при наличии на стороне НН сдвоенного реактора и может использоваться для трансформаторов с одиночными реакторами.

I.2.3.2. Дифференциальная защита трансформатора и цепей стороны низшего напряжения (включая сдвоенный реактор) осуществляется защитой типа ДЗТ-2I (AKWI).

Торможение в защите обеспечивается токами от трех групп трансформаторов тока (TA3 или TA4, TA8, TAIO-TAII) с применением приставки дополнительного торможения.

Схема выполнена в предложении, что для выравнивания вторичных токов в цепях циркуляции защиты необходимо применение автотрансформаторов тока (TL I-TL 9) на всех трех сторонах трансформатора.

Присоединение цепей тока к зажимам AKW 1 выполнено условно и определяется расчетом в конкретном случае.

I.2.3.3. Защиты от внешних многофазных к.з. выполнены в виде четырех комплектов максимальной токовой защиты с комбинированным пуском напряжения, установленных на сторонах высшего, среднего и на ответвлениях к I и II секциям шин низшего напряжений.

Максимальная токовая защита, установленная на стороне высшего напряжения, содержит три реле тока (КАI, КА2, КАЗ), питающиеся от трансформаторов тока ТАЗ или ТА4, соединенных в звезду; такое выполнение принято в целях повышения чувствительности к замыканиям между двумя фазами на стороне низшего напряжения.

Максимальная токовая защита, установленная на стороне среднего напряжения, содержит комплект защиты (КАI) и реле времени (КТЗ); защиты, установленные на ответвлениях к I и II секциям шин 6-I0 кВ - реле тока (КА4, КА5, КА6, КА7) и реле времени (КТ4, КТ5, КТ6, КТ7).

В схеме предусмотрено автоматическое ускорение при включении выключателя максимальных токовых защит, установленных на сторонах среднего и низшего напряжений.

Ускорение выполнено с выдержкой времени реле КТ5 (КТ7) или КТЗ для предотвращения ложного действия защит из-за бросков пусковых токов двигателей нагрузки.

Защиты, установленные на сторонах высшего и среднего напряжений, выполнены аналогично приведенным на рис.I (см. п.п.I.2.I.3 и I.2.I.6 описания схемы рис.I); защиты установленные на ответвлениях к I и II секциям шин низшего напряжения, выполнены аналогично приведенным на рис.2 (см.п.I.2.2.3 описания схемы рис.2).

I.2.3.4. Одноступенчатая токовая защита нулевой последовательности от замыканий на землю, установленная на стороне II0-220 кВ (реле КАII, КТ9, КТI0, KL I2 и KL I3), предназначена для резервирования отключения замыкания на землю на линиях II0-220 кВ, а также для резервирования основных защит трансформатора.

Защита выполнена в предположении, что оба трансформатора на подстанции всегда работают с заземленной нейтралью. Защита с первой выдержкой времени действует на отключение выключателя QI в перемычке (через контакт 6-8 реле КТ9 и контакт 3-4 реле KL I2), далее - на отключение выключателя 35 кВ трансформатора Q2 (через контакт 5-7 реле КТI0 и контакт 3-4 реле KL I3) и на отключение выключателей НН трансформатора Q3 и Q4

(при наличии синхронных двигателей) и затем - на выходные промежуточные реле KL I-KL 6 (чеоез контакты 5-7 реле КТ9).

I.2.3.5. Защита от перегрузки установлена со сторон высшего, среднего и низшего напряжений и выполнена с помощью реле тока КА8, КА9, КАIO и реле времени КТ8. Реле тока КАIO включено на сумму токов трансформаторов тока на ответвлениях к секциям шин 6-IO кВ.

I.2.3.6. При действии выходных промежуточных реле KL I-KL 6 подается сигнал на запрещение АПВ выключателя 35 кВ Q2.

Запрещение АПВ выключателя IIO-220 кВ QI в схеме не предусмотрено с целью обеспечения возможности его включения после отключения отделителя QRI и тем самым восстановления транзита по линиям IIO-220 кВ.

I.2.3.7. В цепи пуска выходных реле от газовой защиты предусмотрен контакт реле положения "включено" отделителя (KQCI), что необходимо для снятия отключающего сигнала после отключения трансформатора, когда контакт газового реле продолжает оставаться замкнутым в течение некоторого времени. Этим обеспечивается успешное АПВ выключателя с питающего конца линии после отключения отделителя.

I.2.3.8. Самоудерживание выходных промежуточных реле KL I-KL 6 выполнено подобно приведенному на рис. I (см. п. I.2.I.8 описания схемы рис.I).

I.2.3.9. Схема дана для случая, когда отключение повреждения в трансформаторе осуществляется при действии его защит на включение короткозамыкателя. В схеме предусмотрена также возможность передачи отключающего сигнала на питающие концы линий IIO-220 кВ при срабатывании защит трансформатора.

Передача отключающего сигнала должна быть обоснована в каждом конкретном случае (см.п.п. I.I.8 и I.2.I.IO).

Для передачи отключающего сигнала в схеме предусмотрены контакты I-3, 2-4, 7-8 и 9-IO выходного промежуточного реле KL 6 и накладки ∫X9- ∫XI2 (аналогично рис.2, п.I.2.I.IO). Эти же контакты при необходимости могут быть использованы

для остановки в.ч. передатчика в.ч. защиты линии IIO-220 кВ (п.I.I.I.9).

I.2.3.IO.При наличии синхронных двигателей в схеме предусмотрено отключение выключателей Q2, Q3 и Q4 второго трансформатора подстанции, что необходимо для ликвидации подпитки места к.з. в ремонтных режимах (например, ремонт выключателя QI, включается ремонтная перемычка на стороне IIO-220 кВ). В указанных режимах персоналом включается накладка SX7 в цепи обмотки промежуточного реле KAI4, контактами которого (3-4, 5-6 и 7-8) вводятся цепи отключения второго трансформатора.

I.2.3.II. Предусмотренные в схеме реле тока KAI2, KAI3 и реле напряжения KV 3, KV 4 используются в схеме отключения отделителя.

I.2.4. Принципиальная схема релейной защиты понижающего двухобмоточного трансформатора IIO-220/6-I0 кВ

Вариант I (рис.4)

I.2.4.I. Схема дана для понижающего двухобмоточного трансформатора IIO-220/6-I0 кВ мощностью 25-63 МВ.А с расщепленной обмоткой низшего напряжения и может использоваться при параллельном соединении частей расщепленной обмотки трансформатора. В последнем случае из схемы защиты исключаются цепи, относящиеся к ответвлению к второй секции шин 6-I0 кВ и выключателю Q3.

I.2.4.2. Дифференциальная токовая защита трансформатора выполнена в виде одного комплекта (реле KAWI, KAW2) с использованием реле с торможением типа ДЗТ-II, с включением его тормозной обмотки на ток стороны низшего напряжения. При этом предполагается, что при к.з. во всей защищаемой зоне обеспечивается требуемый ПУЭ-76 коэффициент чувствительности (ПУЭ-76, Ш-2-2I).

I.2.4.3. Защиты от внешних многофазных к.з. выполнены в виде трех комплектов максимальной токовой защиты с комбинированным пуском напряжения.

Максимальная токовая защита (AKI), установленная на стороне высшего напряжения и питаемая от трансформаторов тока ТАЗ или ТА4, предназначена для резервирования отключения к.з.

на шинах низшего напряжения, а также для резервирования основных защит трансформатора.

Максимальные токовые защиты, установленные на ответвлениях к I и II секциям шин 6-I0 кВ (реле КАI, КА2 и КАЗ, КА4, питаемые, соответственно, от трансформаторов тока ТА6 и ТА7), предназначены для отключения к.з. на шинах 6-I0 кВ и для резервирования отключений к.з. на элементах, присоединенных к этим шинам. Защиты расположены в шкафах КРУ выключателей вводов 6-I0 кВ и с первой выдержкой времени действуют на отключение выключателей ответвлений (Q2, Q3), а со второй - на выходные промежуточные реле (KL I-KL 5. Последнее выполнено с целью ликвидации к.з. в зоне между выключателем 6-I0 кВ (Q2 или Q3) и трансформаторами тока (ТА6 или ТА7), а также отключения к.з. на секции шин 6-I0 кВ, сопровождающегося отказом выключателя.

При отключении выключателя ответвления Q2 (Q3) производится пуск его устройства АПВ, осуществляемый реле KL I2 (KL I3).

Комплект защиты АКI, установленный со стороны высшего напряжения, выполнен с использованием устройства типа КЗ-I2, Комбинированные пусковые органы напряжения защит, установленных на ответвлениях к секциям шин 6-I0 кВ (KVZ I, KV I, KL 8 и KVZ 2, KV 2, KL 9), используются также в качестве пусковых органов максимальной токовой защиты АКI. Последняя действует на выходные промежуточные реле KL I-KL 5 с выдержкой времени, равной второй выдержке времени защит на ответвлениях к секциям шин 6-I0 кВ.

При отключении выключателя Q2 или Q3 контакт соответствующего пускового органа защиты, питаемой от трансформаторов тока ТА6 или ТА7, шунтируется контактом реле положения "включено" выключателя KQC2.3 или KQC3.3, что необходимо для ликвидации повреждения между выключателем и трансформаторами тока. Кроме того, контактами реле KQC2.2 или KQC3.2 осуществляется выведение цепи пуска защиты АКI от соответствующего органа напряжения при отключении выключателя Q2 или Q3.

В схеме предусмотрена цепь из размыкающих контактов реле

КQС2.I и КQС3.I, обеспечивающая действие защиты АКI без пуска напряжения; последнее необходимо в режиме опробования трансформатора напряжением.

I.2.4.4. Защита от перегрузки установлена со стороны низшего напряжения и выполнена с помощью реле тока КА5, КА6 и реле времени КТ6. При параллельном соединении частей расщепленной обмотки трансформатора защита от перегрузки устанавливается со стороны высшего напряжения.

I.2.4.5. В схеме предусмотрено автоматическое ускорение при включении выключателя максимальных токовых защит с пуском напряжения, установленных на ответвлениях к секциям шин 6-I0 кВ;пуск ускорения осуществляется контактами реле положения "отключено" КQТ2 или КQТ3 выключателей Q2 или Q3.

Ускорение выполнено с выдержкой времени реле времени КТ3, КТ5 для предотвращения ложного действия защит из-за броска пусковых токов двигателей нагрузки.

I.2.4.6. В цепи пуска выходных реле от газовой защиты предусмотрен контакт реле положения "включено" отделителя (КQС4), необходимый для снятия отключающего сигнала после отключения трансформатора, когда контакт газового реле продолжает оставаться замкнутым в течение некоторого времени. Этим обеспечивается успешное АПВ выключателя с питающего конца линии после отключения отделителя.

I.2.4.7. В схеме выполнено самоудерживание выходных промежуточных реле КL I-КL 5, необходимое, помимо надежного пуска УРОВ на питающем конце линии при кратковременных замыканиях контактов газового реле, для обеспечения надежного отключения отделителя, которое происходит в бестоковую паузу после отключения выключателя на питающем конце линии. Пуск схемы отключения отделителя осуществляется выходными реле защиты трансформатора.

В настоящее время в качестве типового решения принято осуществлять снятие самоудерживания выходных реле через заданное время при отпускании реле КL 6 типа РП-252, нормально находящегося под напряжением. Однако в рассматриваемой схеме этого времени может оказаться недостаточно для надежного от-

ключения отделителя (поскольку к моменту возникновения бестоковой паузы реле КL6 может вернуться). В связи с этим для снятия самоудерживания используется также контакт КQС4 отделителя, предусмотренный в цепи подведения "+" к контактам газовой защиты.

Реле КL6 сигнализирует о неисправности цепей оперативного тока.

I.2.4.8. Предусмотренные в схеме реле тока КА7, КА8 и реле напряжения KV 3 и KV 4 используются в схеме отключения отделителя.

I.2.4.9. Схема дана для случая, когда отключение повреждения в трансформаторе осуществляется при действии его защит на включение короткозамыкателя, что вызывает срабатывание защит и отключение выключателей питающих линий II0-220 кВ с противоположных сторон.

В схеме предусмотрены резервные контакты выходного промежуточного реле КL 5 и накладки ∫X8 - ∫XII, позволяющие при необходимости использовать их для передачи отключающего сигнала на питающие концы линий II0-220 кВ (п.I.I.I.8 и глава вторая) или для остановки в.ч.передатчика в.ч. защиты линий II0-220 кВ (п.I.I.I.9).

I.2.4.I0. В схеме предусмотрено отключение выключателей Q2 и Q3 второго трансформатора подстанции при наличии в составе нагрузки синхронных двигателей, что необходимо для ликвидации подпитки места к.з. в ремонтных режимах. В указанных режимах персоналом включается накладка ∫X6 в цепи обмотки промежуточного реле КL I0, контактами которого (3-4, 5-6) вводятся цепи отключения второго трансформатора.

I.2.5. <u>Принципиальная схема релейной защиты понижающего двухобмоточного трансформатора II0-220/6-I0 кВ. Вариант 2</u> (рис.5)

I.2.5.I. Схема дана для понижающего двухобмоточного трансформатора II0-220/6-I0 кВ мощностью порядка 40 МВ.А и выше с расщепленной обмоткой низшего напряжения при наличии реакторов. Схема может использоваться для защиты трансформа-

торов при параллельном соединении частей расщепленной обмотки, но также при наличии на стороне низшего напряжения реактора. В последних случаях из схемы защиты исключаются цепи, относящиеся к ответвлению к второй секции шин 6-I0 кВ и выключателю Q3.

I.2.5.2. Дифференциальная токовая защита трансформатора выполнена в виде двух комплектов с использованием реле с торможением типа ДЗТ-II с включением тормозной обмотки на ток стороны низшего напряжения. При этом предполагается, что в случае выполнения защиты в виде одного комплекта (KAW I, KAW2) обеспечивается требуемая ПУЭ-76 чувствительность к к.з. на выводах низшего напряжения трансформатора, но не обеспечивается требуемая чувствительность к к.з. за реактором. В связи с этим выполняется второй чувствительный комплект (KAW 3, KAW 4, KT2) с током срабатывания $I_{с,з} = 0,75\ I_{ном}$ и временем срабатывания $t_{с,з} = (0,5 - 0,75)$ С.

Чувствительный комплект в ряде случаев представляет собой единственную защиту реактора, поскольку максимальная токовая защита, установленная на стороне II0-220 кВ трансформатора, может оказаться нечувствительной к к.з. за реактором.

I.2.5.3. Защиты от внешних многофазных к.з. выполнены в виде трех комплектов максимальной токовой защиты с комбинированным пуском напряжения.

Максимальная токовая защита (AKI), установленная на стороне высшего напряжения и питаемая от трансформаторов тока ТАЗ или ТА4, предназначена для резервирования отключения к.з. на шинах низшего напряжения, а также для резервирования основных защит трансформатора.

Максимальные токовые защиты, установленные на ответвлениях к I и II секциям шин 6-I0 кВ (реле KAI, KA2 и KA3, KA4, питаемые, соответственно, от трансформаторов тока ТА6 и ТА7), предназначены для отключения к.з. на шинах 6-I0 кВ и для резервирования отключения к.з. на элементах, присоединенных к этим шинам.

Защиты выполнены аналогично приведенным на рис.4 (см. п.I.2.4.3 описания схемы рис.4).

I.2.5.4. Защита от перегрузки установлена со стороны низшего напряжения и выполнена с помощью реле КА5, КА6 и КТ7; при параллельном соединении частей расщепленной обмотки низшего напряжения трансформатора защита от перегрузки устанавливается со стороны высшего напряжения.

I.2.5.5. В схеме предусмотрено автоматическое ускорение при включении выключателя максимальных токовых защит с пуском напряжения, установленных на ответвлениях к секциям шин 6-I0 кВ. Пуск ускорения осуществляется контактами реле положения "отключено" KQTI или KQT2 выключателей Q2 или Q3.

Ускорение выполнено с выдержкой времени реле времени КТ4 и КТ6 для предотвращения ложного действия защит из-за броска пусковых токов двигателей нагрузки.

I.2.5.6. В цепи пуска выходных промежуточных реле от газовой защиты предусмотрен контакт реле положения "включено" отделителя (KQC4), необходимый для снятия отключающего сигнала после отключения трансформатора, когда контакт газового реле продолжает оставаться замкнутым в течение некоторого времени. Этим обеспечивается успешное АПВ выключателя с питающего конца линии после отключения отделителя.

I.2.5.7. В схеме выполнено самоудерживание выходных промежуточных реле KL I-KL 5, необходимое, помимо надежного пуска УРОВ на питающем конце линии при кратковременных замыканиях контактов газового реле, для обеспечения надежного отключения отделителя, которое происходит в бестоковую паузу после отключения выключателя на питающем конце линии. Пуск схемы отключения отделителя осуществляется выходными реле защиты трансформатора.

Самоудерживание выполнено аналогично приведенному на рис.4 (см.п.I.2.4.7 описания схемы рис.4).

I.2.4.8. Предусмотренные в схеме реле тока КА7, КА8 и реле напряжения KV 3 и KV 4 используются в схеме отключения отделителя.

I.2:5.9. Схема дана для случая, когда отключение повреждения в трансформаторе осуществляется при действии его защит

на включение короткозамкателя. В схеме предусмотрена также возможность передачи отключающего сигнала на питающие концы линий II0-220 кВ при срабатывании защит трансформатора.

Передеча отключающего сигнала должна быть обоснована в каждом конкретном случае (см.п.п. I.I.I.8 и I.2.I.I0).

Для передачи отключающего сигнала в схеме предусмотрены контакты I-3, 2-4, 7-9 и 8-I0 выходного промежуточного реле KL 5 и накладки $X9-$XI2 (аналогично рис.2 п.I.2.I.I0). Эти же контакты при необходимости могут быть использованы для остановки в.ч.передатчика в.ч. защиты линий II0-220 кВ (п.I.I.I.9).

I.2.5.I0. При наличии в составе нагрузки синхронных двигателей в схеме предусмотрено отключение выключателей Q2 и Q3 второго трансформатора, выполненное подобно приведенному на рис.4 (см.п.I.2.4.I0).

I.2.6. Принципиальная схема релейной защиты понижающего двухобмоточного трансформатора II0/220/6-I0 кВ. Вариант 3 (рис.6).

I.2.6.I. Схема дана для понижающего двухобмоточного трансформатора II0-220/6-I0 кВ мощностью, как правило, не менее 63 МВ.А и выше с расщепленной обмоткой низшего напряжения. Схема может использоваться для защиты трансформаторов с параллельным соединением частей расщепленной обмотки. В последнем случае из схемы защиты исключаются цепи, относящиеся к ответвлению к второй секции шин 6-I0 кв и выключателю Q3.

I.2.6.2. Дифференциальная токовая защита трансформатора выполнена с использованием новой защиты типа ДЗТ-2I (AKW I).

Схема выполнена с торможением от токов трансформаторов тока сторон высшего и низшего напряжений.

Рассматриваемая защита AKW I выполнена в соответствии с п.I.I.2.5 с использованием двух модулей дифференциальной защиты, включаемых на токи фаз А и С.

Схема выполнена в предположении, что для выравнивания вторичных токов в цепях циркуляции дифференциальной защиты достаточно применения выравнивающих автотрансформаторов тока

(Тѣ I, Тѣ 2) со стороны высшего напряжения трансформатора.

Присоединение цепей тока к зажимам АКWI выполнено условно и определяется расчетом в конкретном случае.

I.2.6.3. Защиты от внешних многофазных к.з. выполнены в виде трех комплектов максимальной токовой защиты с комбинированным пуском напряжения.

Максимальная токовая защита (АКI), установленная на стороне высшего напряжения, питается от трансформаторов тока ТАЗ или ТА4.

Необходимо отметить, что поскольку рассматриваемая схема рекомендуется в основном к применению для трансформаторов большой мощности (63 мВ.А и более), защита АКI не во всех случаях может быть чувствительна к к.з. за реактором (Кч оказывается меньшим I,2). Однако применение максимальной токовой защиты, установленной на стороне высшего напряжения, предоставляется целесообразным, поскольку она резервирует отключение к.з. в трансформаторе (частично или полностью), а в отдельных режимах может действовать и при к.з. за реактором.

Максимальные токовые защиты, установленные на ответвлениях к I и II секциям шин (реле КАI, КА2, КТ2, КТЗ и КАЗ, КА4, КТ4, КТ5), питаемые от трансформаторов тока ТА6 и ТА7, соответственно, предназначены для отключения к.з., на шинах 6-I0 кВ и для резервирования отключения к.з. на элементах, присоединенных к этим шинам.

Защиты расположены в шкафах КРУ выключателей вводов 6-I0 кВ и с первой выдержкой времени действуют на отключение выключателя ответвления (Q2, Q3), а со второй - на выходные промежуточные реле (КѢ I - КѢ 5). Последнее необходимо для обеспечения ликвидации к.з. в зоне между выключателем (Q2 или Q3) и трансформаторами тока (ТА6 или ТА7), а также отключения к.з. на секции шин 6-I0 кВ, сопровождающегося отказом выключателя.

При отключении выключателя ответвления Q2 (Q3) производится пуск его устройства АПВ, осуществляемый реле КѢ I2 (КѢ I3).

Рассматриваемая защита АКI, установленная со стороны

высшего напряжения трансформатора, выполнена с использованием комплекта защиты типа КЗ-I2. Пусковые органы напряжения защит, установленных на ответвлениях к секциям шин низшего напряжения (KVZ I, KV I, Kl.8 и KVZ 2, KV 2, Kl.9), используются также в качестве пусковых органов максимальной токовой защиты АКI, которая действует на выходные промежуточные реле Kl.I - Kl.5 с выдержкой времени, равной второй выдержке времени защит на ответвлениях к секциям шин низшего напряжения.

При отключении выключателя Q2 или Q3 контакт соответствующего пускового органа защиты на ответвлении шунтируется контактом реле положения "включено" выключателя - KQC2.3 или KQC3.3, что необходимо для ликвидации повреждения между выключателем и трансформаторами тока. Контактами реле KQC2.2 или KQC3.2 осуществляется выведение цепи пуска защиты АКI от соответствующего органа напряжения при отключении выключателя Q2 или Q3.

Схемой предусмотрено действие защиты АКI без пуска напряжения, шунтируемого цепью контактов KQC2.I и KQC3.I в режиме опробования трансформатора напряжением.

I.2.6.4. Защита от перегрузки установлена со стороны низшего напряжения и выполнена с помощью реле тока КА5, КА6 и реле времени КТ6. При параллельном соединении частей расщепленной обмотки низшего напряжения трансформатора защита от перегрузки устанавливается со стороны высшего напряжения.

I.2.6.5. В схеме предусмотрено автоматическое ускорение при включении выключателя максимальных токовых защит, установленных на ответвлениях к секциям шин низшего напряжения; выполняется аналогично принятому в схеме по рис.4 (см. п. I.2.4.5 описания схемы рис.4).

I.2.6.6. В цепи пуска выходных промежуточных реле от газовой защиты предусмотрен контакт реле положения "включено" отделителя (KQC4), необходимый для снятия отключающего сигнала после отключения трансформатора, когда контакт газового реле продолжает оставаться замкнутым в течение некоторого времени. Этим обеспечивается успешное АПВ выключателя с питающего конца линии после отключения отделителя.

I.2.6.7. В схеме выполнено самоудерживание выходных промежуточных реле KL I–KL 5 (см.п.I.2.4.7 описания схемы рис.4).

I.2.6.8. Предусмотренные в схеме реле тока КА7, КА8 и реле напряжения KV 3 и KV 4 используются в схеме отключения отделителя.

I.2.6.9. Схема дана для случая, когда отключение повреждения в трансформаторе осуществляется при действии его защит на включение короткозамыкателя.

В схеме предусмотрена также возможность передачи отключающего сигнала на питающие концы линий II0–220 кВ при срабатывании защит трансформатора.

Передача отключающего сигнала должна быть обоснована в каждом конкретном случае (см.п.п. I.I.I.8 и I.2.I.I0).

Для передачи отключающего сигнала в схеме предусмотрены контакты I–3, 2–4, 7–9 и 8–I0 выходного промежуточного реде KL5 и накладки SX8– SXII (аналогично рис.2, п.I.2.I.I0).

Эти же контакты при необходимости могут быть использованы для остановки в.ч.передатчика в.ч.защиты линий II0–220 кВ (п.I.I.I.9).

I.2.6.I0. При наличии в составе нагрузки синхронных двигателей в схеме предусмотрено отключение выключателей Q2 и Q3 второго трансформатора, выполненное подобно приведенному на рис.4 (см.п. I.2.4.I0).

ГЛАВА ВТОРАЯ

Схемы передачи отключающего сигнала от защит трансформаторов и автотрансформаторов подстанций 110-220 кВ по в.ч. каналу с помощью аппаратуры типа АНКА-АВПА

В настоящей главе рассмотрены схемы передачи отключающего сигнала от защит трансформаторов и автотрансформаторов подстанций 110-220 кВ по в.ч. каналу с помощью аппаратуры АНКА (Аппаратура Низкочастотная Каналов Автоматики) - АВПА (Аппаратура Высокочастотная Противоаварийной Автоматики).

В случаях присоединения трансформаторов и автотрансформаторов к линиям без выключателей для отключения повреждений в трансформаторе и автотрансформаторе Правилами устройства электроустановок (ПУЭ-76, Ш-2-58) и Нормами технологического проектирования предусматривается передача отключающего сигнала на выключатели (или выключатель), установленные на противоположных концах линий; для резервирования передачи отключающего сигнала допускается использование короткозамыкателя.

В случаях, когда короткозамыкатель на ПС не может быть установлен, устройства передачи отключающего сигнала по в.ч. каналу должны быть дублированы.

Применение аппаратуры АНКА-АВПА для передачи отключающего сигнала по в.ч. каналу в каждом конкретном случае должно быть обосновано.

В первую очередь, должна учитываться удаленность подстанции от питающего конца линии и способность выключателя линии отключать неудаленные к.з. Применение отключающего сигнала для ПС 110-220 кВ с упрощенной схемой электрических соединений требуется при наличии на питающих концах линий 110-220 кВ выключателей серий ВВ или ВВН, которые не могут быть модернизированы или не подвергались модернизации с целью повышения их способности отключать неудаленные к.з.

В остальных случаях на таких подстанциях вопрос о применении передачи отключающего сигнала с помощью устройств АНКА-АВПА должен решаться, в основном, в зависимости от мощности и ответственности подстанции, т.е. эти устройства должны, в

первую очередь, устанавливаться для автотрансформаторов и трансформаторов 220 кВ большой мощности.

Краткое описание и сруктурные схемы аппаратуры типа АНКА даны в приложении.

2.I. Принципы выполнения схем передачи отключающего сигнала

2.I.I. На рис.7 и 8 приведены принципиальные схемы передачи отключающего сигнала по в.ч. каналу с помощью аппаратуры типа АНКА-4 при действии защиты трансформаторов (автотрансформаторов) подстанций II0-220 кВ с упрощенными схемами электрических соединений на стороне высшего напряжения.

Указанные схемы даны для

- схемы "мостик с выключателем в перемычке и отделителями в цепях трансформаторов" (рис.7);

- схемы "два блока линия-трансформатор с неавтоматической перемычкой со стороны линий" (рис.8).

Схемы даны для случая, когда для резервирования передачи отключающего сигнала по в.ч.каналу на ПС с упрощенной схемой электрических соединений используется короткозамыкатель.

2.I.2. Передача отключающего сигнала с целью повышения надежности осуществляется при срабатывании выходных промежуточных реле защиты трансформатора (автотрансформатора) способом последовательной смены двух сигналов (предполагаемое изобретение по заявке № 2572419 от 23.0I.78 г.). Этот способ по эффективности приближается к дублированию аппаратуры АНКА.

В качестве выходных промежуточных реле приемного комплекта (включаемых на выходе приемника) используются промежуточные реле типа РП-23. Контактами указанных реле осуществляется

- отключение выключателей питающих концов линии;

- пуск устройства резервирования при отказе выключателей.

В цепях выходных промежуточных реле приемного комплекта предусмотрены указательные реле.

2.I.3. В цепях выходных промежуточных реле приемного комплекта для выведения его из действия в случае проверки

или неисправности аппаратуры связи предусмотрены накладки.

2.I.4. В схемах предусмотрена сигнализация

- в передающем комплекте - "неисправность передатчика" и "передача любого сигнала";

- в приемном комплекте - "неисправность приемника" и "прием любого сигнала".

2.2. Особенности выполнения схем

2.2.I. Схема передачи отключающих сигналов по в.ч.каналу с ПС со схемой "мостик с выключателем в перемычке и отделителями в цепях трансформаторов" (рис.7).

2.2.I.I. Схема состоит из

- цепей постоянного оперативного тока и сигнализации передающих комплектов АНКАI и АНКА2 (рис.7, а);

- цепей постоянного оперативного тока и сигнализации приемных комплектов АНКАI (на ПСI) и АНКА2 (на ПС2) - (рис.7, б). (Обозначение подстанций, на которых устанавливаются приемные комплекты принято условно: ПСI и ПС2; обозначение линий II0-220 кВ соответствует принятому на рис.I,а - 6,а).

2.2.I.2. В схеме рис.7,а предусмотрена установка двух передающих комплектов аппаратуры АНКА-АВПА:

АНКАI - для передачи отключающего сигнала на ПСI и АНКА2 - для передачи отключающего сигнала на ПС2.

С учетом возможных ремонтных режимов передача отключающих сигналов от защит каждого из трансформаторов (автотрансформаторов) предусмотрена в двух направлениях: на ПСI и на ПС2. Выбор направления передачи осуществляется с помощью накладок $X, установленных в выходных цепях защит трансформаторов (автотрансформаторов).

2.2.I.3. На схеме рис.7,б приведены цепи приема отключающих сигналов на ПСI и на ПС2 и цепи сигнализации на ПСI (ПС2).

В выходных цепях приемников АНКА-АВПА предусмотрены выходные промежуточные реле KL I и KL 2 типа РП-23. Контактами этих реле осуществляется отключение выключателей линий и пуск УРОВ II0-220 кВ на ПСI и ПС2.

В цепях обмоток выходных промежуточных реле приемного комплекта предусмотрены указательные реле (КНI, КН2).

2.2.I.4. В схеме предусмотрена следующая сигнализация

- в передающем комплекте - "неисправность передатчика" и "передача любого сигнала";

- в приемном комплекте - "неисправность приемника" и "прием любого сигнала".

2.2.2. Схема передачи отключающих сигналов по в.ч. каналу с ПС со схемой "два блока линия-трансформатор с неавтоматической перемычкой со стороны линий" (рис.8)

2.2.2.I. Схема состоит из

- цепей постоянного оперативного тока и сигнализации передающего комплекта АНКА - (рис.8,а);

- цепей постоянного оперативного тока и сигнализации приемного комплекта АНКА на ПСI (ПС2) - (рис.8,б).

Для передачи отключающих сигналов на рассматриваемой подстанции устанавливается один передатчик АНКА-АВПА; прием отключающих сигналов на ПСI и ПС2 осуществляется двумя приемниками АНКА-АВПА (по одному на каждой из подстанций). В.ч. канал срганизовывается по одной из цепей линий II0-220 кВ. С учетом возможных ремонтных режимов передача отключающих сигналов от защит каждого из трансформаторов (автотрансформаторов) предусмотрена на отключение выключателей линии I и линии 2. Выбор отключаемой линии производится с помощью накладок SX, установленных в выходных цепях защит трансформаторов (автотрансформаторов).

2.2.2.2. Передача отключающего сигнала осуществляется при срабатывании выходных промежуточных реле защиты трансформатора (автотрансформатора). Передача осуществляется способом последовательной смены двух сигналов.

2.2.2.3. На схеме приведены цепи приема отключающих сигналов на ПСI (ПС2).

В выходных цепях приемников АНКА предусмотрены выходные промежуточные реле KL I-KL 4 типа РП-23. Контактами этих реле осуществляется отключение выключателей линий I и 2 и пуск

УРОВ на ПСI и ПС2.

В цепях обмоток выходных промежуточных реле приемного комплекта предусмотрены указательные реле (КНI - КН4).

2.2.2.4. В схеме предусмотрены сигнализация, аналогичная приведенной на рис.7 (п.2.2.I.4).

Приложение

3. Аппаратура низкочастотная каналов автоматики (АНКА)

3.I. Общие положения

Аппаратура низкочастотная каналов автоматики (АНКА) используется в системах противоаварийной автоматики, релейной защиты и телемеханики. Аппаратура состоит из передатчика и приемника, краткое описание которых приведено ниже.

Передатчик АНКА предназначен для преобразования первичных дискретных сигналов автоматики и релейной защиты, сигналов фазы напряжения промышленной частоты и сигналов телемеханики в сигналы тональной частоты.

Передача сигналов осуществляется по выделенным высокочастотным каналам по линиям электропередач с применением отдельной каналообразующей аппаратуры высокочастотной противоаварийной автоматики типа АВПА. (Аппаратура типа АНКА предназначена также для передачи информации - сигналов тональной частоты - непосредственно по стандартным телефонным каналам).

Передача сигналов автоматики и релейной защиты с помощью аппаратуры АНКА может осуществляться с начального пункта на конечный либо непосредственно, либо с помощью промежуточного пункта. Через промежуточный пункт передача сигналов может осуществляться по одному из следующих способов:

- транзитом, т.е. на тональной частоте, без существенного замедления с усилением по уровню; на промежуточном пункте должны быть установлены приемник и передатчик АВПА;

- релейным переприемом, т.е. управлением входными реле передатчика, установленного на промежуточном пункте, с помощью выходных реле приемника, установленного там же; при релейном переприеме увеличивается время передачи сигналов с начального пункта примерно вдвое по сравнению с транзитной передачей.

При отсутствии управляющих сигналов с выхода передатчика АНКА на вход передатчика АВПА поступает сигнал генератора контрольной частоты f_0 (среднее значение которой равно 3I20 Гц). По линии электропередачи в.ч. сигнал АВПА поступает в приемник АВПА.

При поступлении на передатчик АНКА управляющих сигналов на выходе передатчика появляется сигнал, соответствующий тональной частоте. Передача контрольного сигнала при этом прекращается. Тональный сигнал аналогично контрольному сигналу проходит по в.ч. тракту: передатчик АПВА - линия - приемник АВПА и после преобразования поступает в приемник АНКА, выделяясь на соответствующую нагрузку приемника.

Аппаратура АНКА выпускается двух видов: АНКА-I4 осуществляет передачу I4 сигналов автоматики и релейной защиты, сигнал фазы или сигналов телемеханики; АНКА-4 осуществляет передачу 4 сигналов автоматики и релейной защиты, сигнала фазы или сигналов телемеханики.

Тональная частота сигналов автоматики и релейной защиты $f_к$ определяется по выражению

$$f_к = f_1 + 120\ (К-1) \qquad (1)$$

где f_1 - частота передачи первого сигнала; для АНКА-I4 f_1 = I380 Гц, для АНКА-4 f_1 = 2580 Гц;

K - коэффициент, соответствующий номеру сигнала; для АНКА-I4 значение К = I+I4, для АНКА-4 К =I+4.

При одновременном появлении нескольких управляющих сигналов обеспечивается передача тонального сигнала, обладающего меньшим номером.

Передача сигналов автоматики и релейной защиты возможна либо в течение времени действия управляющего сигнала, либо в течение 50± 6 мс с запоминанием появления управляющего сигнала. При передаче сигналов с запоминанием зафиксированные управляющие сигналы передаются поочередно согласно приоритета. Передача сигнала прекращается при появлении другого управляющего сигнала, обладающего преимуществом передачи, и повторно передается в свою очередь.

Следует отметить, что длительная передача сигналов является нежелательной, во-первых, потому что во время передачи сигналов отсутствует контрольная частота, а в этих условиях АНКА становится менее помехозащищенной; во-вторых, потому что при передаче сигналов производится форсировка работы пе-

редатчика АВПА, т.е. работа его с более высоким уровнем по сравнению с уровнем передачи контрольной частоты, и, следовательно, увеличивается неблагоприятное влияние несущей частоты АВПА на работу других средств связи.

На промежуточном пункте местные сигналы имеют преимущество перед транзитным: при передаче сигналов автоматики и релейной защиты собственного передатчика транзитные сигналы через этот промежуточный пункт не проходят и поэтому будут потеряны. При необходимости осуществить преимущественную передачу транзитных сигналов перед местными при их одновременном появлении на промежуточном пункте может быть осуществлен релейный переприем сигналов автоматики и релейной защиты. Релейный переприем приравнивает транзитные сигналы к местным и, следовательно, исключает их потерю при одновременном появлении транзитных и местных сигналов.

Управление передачей сигналов автоматики и релейной защиты осуществляется напряжением постоянного тока 220 В либо 32 В от внешнего источника, либо 32 В от собственного источника питания передатчика.

Аппаратура обеспечивает постоянную работу и высокую помехозащищенность. Помехозащищенность аппаратуры достигается, в частности, использованием в приемнике АНКА системы ШОУ (широкополосный фильтр–ограничитель – узкополосный фильтр) и применением в каждой выходной цепи задержки на срабатывание. Помехозащищенность аппаратуры АНКА-I4 более высокая, чем у АНКА-4 (за счет применения в АНКА-I4 широкополосного фильтра с большой полосой пропускания). При использовании приемника АНКА-I4 совместно с АВПА время задержки на срабатывание устанавливается 5 или I0 мс, для аппаратуры АНКА-4 время задержки на срабатывание – 20 мс.

3.2. Описание структурной схемы передатчика АНКА (рис.9).

3.2.I. Передатчик состоит из генератора контрольной частоты (f_0) и частот сигналов автоматики и релейной защиты, управляемых ключей КЛ.I и КЛ.2, усилителя, выходного фильтра верхних частот ФНЧ1,2, блока управления, блока памяти пусковых сигналов, устройства сброса, частотного манипулятора, блока управления, синхронизатора, устройства измерения уровня гене-

СФ 625-01

ратора и выходного уровня передатчика, схемы сигнализации передачи сигнала автоматики, схемы аварийной сигнализации, блока питания и узлов стабилизаторов.

3.2.2. Основой передатчика является RC - генератор, вырабатывающий тональные частоты для передачи сигналов автоматики и релейной защиты, контрольную частоту и частоты манипуляции; при отсутствии управляющих сигналов генератор настроен на нижнее значение контрольной частоты, равное 3060 Гц.

3.2.3. Управляемые ключи КЛ.I и КЛ.2 предназначены для коммутации сигналов местного генератора (ключ КЛ.I) и транзитных сигналов (ключ КЛ.2). На начальном пункте передачи используется только один ключ - КЛ.I.

3.2.4. Усилитель, на который поступает сигнал генератора или транзитный сигнал, предназначен для усиления и согласования схемы с фильтром верхних частот ФКI, 2, через который сигнал поступает на выход передатчика.

3.2.5. В передатчике для каждого из управляющих сигналов автоматики и релейной защиты предусмотрен один из двух возможных способов передачи:

3.2.5.I. В течение времени действия управляющего сигнала - положение перемычки "2 - 3" (рис.9);

3.2.5.2. В течение 50 мс с запоминанием появления управляющего сигнала - положение перемычки "I - 3" (рис.9).

3.2.6. Работа передатчика по п.3.2.5.2 определяется блоком управления и блоком памяти пусковых сигналов. При включении электропитания на блок памяти от устройства сброса поступает сигнал сброса, который подготавливает блок памяти к приему информации.

В случае одновременного появления нескольких управляющих сигналов блок управления обеспечивает включение тональной частоты сигнала, обладающего приоритетом.

3.2.7. С помощью частотного манипулятора осуществляется частотная манипуляция сигнала контрольной частоты напряжением 50 Гц, фаза которого подлежит передаче или сигналов устройства телемеханики. Частота сигналов манипуляции 3060-3I80 Гц.

При появлении управляющих сигналов автоматики и релейной

защиты на блок управления и на манипулятор поступает сигнал отключения манипулирующего сигнала.

3.2.8. Назначение синхронизатора - формирование синхроимпульсов, соответствующих переходу через нуль синусоидального напряжения сигнала генератора, и синхронизация моментов переключения частот генератора (Переключение частот происходит в момент перехода генерируемого сигнала предыдущей частоты через нуль).

3.2.9. Блок измерения служит для постоянного контроля уровня выходного напряжения передатчика в процессе эксплуатации.

3.2.I0. В передатчике предусмотрен контроль и сигнализация передачи сигналов автоматики и релейной защиты и аварийная сигнализация, выявляющая снижение выходного напряжения генератора на 50% и более.

3.3. Описание структурной схемы приемника АНКА (рис.I0)

3.3.I. Приемник условно можно разделить на две части:

3.3.I.I. Приемник сигнала фазы напряжения промышленной частоты;

3.3.I.2. Приемник дискретных сигналов автоматики и релейной защиты.

(Следует отметить, что сигналы телеинформации приемник АНКА не принимает. Сигналы телеинформации выделяются в приемнике телеинформации).

3.3.2. Приемник дискретных сигналов автоматики и релейной защиты (п.3.3.I.2) состоит из входного устройства, усилителя - ограничителя, избирательных фильтров и выходного устройства. Аварийная сигнализация, блок питания и узлы стабилизации являются общими для обоих условно разделенных частей приемника.

Входное устройство приемника предназначено для избирательного приема поступающих сигналов; в приемнике АНКА-I4 входное устройство состоит из последовательно соединенных фильтра верхних частот (ФВЧ) и фильтра нижних частот (ФНЧ) с полосой пропускания I200-3400 Гц, в приемнике АНКА-4 - только из фильтра верхних частот (ФВЧ) с полосой пропускания

I200-3400 Гц, в приемнике АНКА-4 - только из фильтра верхних частот (ФВЧ) с полосой пропускания 2500-3400 Гц.

С выхода входного устройства сигнал поступает на усилитель-ограничитель.

После усилителя-ограничителя с помощью избирательных фильтров происходит разделение тональных сигналов, отличающихся частотами.

Усилитель-ограничитель совместно с входными и избирательными фильтрами образует систему ЩОУ.

Выделенный избирательным фильтром сигнал поступает на выходное устройство, которое состоит из порогового устройства, схем задержки на срабатывание и возврат, усилителя и выходных реле. Пороговое устройство формирует сигналы прямоугольной формы, которые поступают на устройство задержки срабатывания. В схему может быть включена задержка на срабатывание 5,I0 или 20 мс; при необходимости задержка может быть исключена, Задержка на возврат в течение I00 или 500 мс применена с целью запоминания сигналов автоматики в выходных цепях; задержка на возврат также может быть исключена из схемы.

Нагрузкой выходных усилителей подканалов автоматики являются выходные реле; предусмотрен бесконтактный выход.

Электропитание приемника АНКА производится от источника постоянного тока напряжением 220 В или от сети переменного тока напряжением 220 В через блок питания.