Типовые проектные решения
(типовые материалы для проектирования)
407-03-414.87

СХЕМЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПОДСТАНЦИЙ 110-220 кВ СО СБОРНЫМИ ШИНАМИ СО СТОРОНЫ ВЫСШЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

АЛЬБОМ I

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

СФ 773-01

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№
5050тм-т1		

gost.e-ecolog.ru

Госстрой СССР
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
Свердловский филиал
620062, г.Свердловск-62, ул.Чебышева,4
Заказ № 69 Инв.№ СФ773-01 тираж 240
Сдано в печать 4.12. 1987г цена 0-59

Типовые проектные решения

(типовые материалы для проектирования)

407-03-414.87

СХЕМЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПОДСТАНЦИЙ 110-220 кВ СО СБОРНЫМИ ШИНАМИ СО СТОРОНЫ ВЫСШЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

Альбом I

Состав проектных материалов

Альбом I. Пояснительная записка

Альбом II. Чертежи

Разработаны
институтом
"Энергосетьпроект"

Утверждены и введены
в действие Минэнерго СССР
Протоколом № 31 от
20.10.86

СФ 773-01

Заместитель главного инженера института — С.Я.Петров

Главный инженер проекта — В.А.Рубинчик

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№
8950тм-т1

Т.П.Р. 407-03-414.87 Ал.1

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Аннотация	3
I. Схемы защит понижающих трансформаторов 110-220 кВ	4
I.1. Принципы выполнения схем	5
I.2. Особенности выполнения схем	14

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №
5050тм-т1

Т.П.Р.407-03-414.87 Ал.I

А Н Н О Т А Ц И Я

Настоящая работа выполнена по плану типового проектирования Госстроя СССР на 1986 г. Тема ТЗ.6.22.

Работа содержит типовые принципиальные схемы релейной защиты двух - и трехобмоточных трансформаторов на постоянном оперативном токе подстанций 110-220 кВ и пояснительную записку.

Целью работы является разработка вариантов типовых принципиальных схем защиты двух- и трехобмоточных трансформаторов на постоянном оперативном токе подстанций 110-220 кВ и рекомендаций по области применения выполненных вариантов.

Работа выполнена с применением современных решений, обеспечивающих следующие технико-экономические показатели:

- повышение чувствительности дифференциальной защиты в 5 раз, что обеспечивает сокращение объема капитального ремонта после внутренних повреждений трансформатора за счет обнаружения повреждения в более ранней стадии его возникновения;

- предотвращение развития аварии с выходом из строя КРУ6-10 кВ, благодаря переносу аппаратуры защиты из ячеек КРУ на панель ОПУ;

- повышение качества проектирования; снижение трудозатрат на проектирование; повышение уровня индустриализации производства панелей и монтажа подстанций.

Работа предназначена для использования при проектировании релейной защиты понижающих трансформаторов, а также для разработки задания щитостроительным заводам на изготовление типовых НКУ по защите трансформаторов.

Взам. инв. № | Подпись и дата | Инв. № подл. | 5050-т-1

Н. контр	Рубинчик		Т.П.Р. 407-03-414.87-ПЗ
Гл. инж. пр	Рубинчик		
Гл. спец	Файзуллова		ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
Вед. инж	Кузнецова		Стадия: РП; Лист: 1; Листов: 27
Ст. инж	Иванова		Энергосетьпроект г. Москва 1986
Инженер	Логинова		

Т.П.Р.407-03-414.87 Ал.1

I. СХЕМЫ ЗАЩИТ ПОНИЖАЮЩИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ 110-220 кВ

В настоящей работе рассмотрены типовые схемы релейной защиты понижающих двухобмоточных трансформаторов напряжением 110-220/6--10 кВ с соединением обмоток Ун/Д-Д-11-11 и Ун/Д-11 и трехобмоточных трансформаторов напряжением 110-220/35/6-10 кВ с соединением обмоток Ун/Ун/Д-0-11 мощностью 25-80 МВ.А подстанций со сборными шинами на стороне высшего напряжения. Данные схемы могут быть также использованы для трансформаторов мощностью 6,3-16 МВ.А.

Схемы защиты двухобмоточных трансформаторов 110-220/6-10 кВ приведены на листах 5-16, схемы защиты трехобмоточных трансформаторов 110-220/35/6-10 кВ - на листах 17-32. Указанные схемы различаются в основном выполнением дифференциальной защиты. Дифференциальная защита выполнена в виде одного комплекта реле типа ДЗТ-11 (листы 5-7 и 14-24), в виде двух комплектов реле типа ДЗТ-11 (листы 8-10 и 25-28), с использованием чувствительной защиты типа ДЗТ-21 (листы 11-13 и 29-32).

Области применения этих схем определяются чувствительностью дифференциальной защиты трансформатора при КЗ за токоограничивающим реактором в цепи низшего напряжения либо чувствительностью защиты при КЗ на выводах низшего напряжения трансформатора.

Рассматриваемые схемы защиты даны для подстанций со следующими схемами электрических соединений.

На стороне ВН 110-220 кВ:

- одна рабочая, секционированная выключателем, и обходная системы шин с выключателями в цепях трансформаторов с отдельными секционным и обходным выключателями;
- две рабочие и обходная системы шин;
- две рабочие, секционированные выключателями, и обходная системы шин с двумя обходными и двумя шиносоединительными выключателями.

На стороне 35 кВ:

- одна, секционированная выключателем, система шин.

На стороне НН 6-10 кВ:

- одна, секционированная выключателем, система шин;
- две, секционированные выключателями, системы шин.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№ | 5050тм-т1

Т.П.Р. 407-03-414.87 Ал.I

Указанные схемы электрических соединений приняты в соответствии с действующими типовыми решениями 407-03-259 "Схемы принципиальные электрических распределительных устройств 6-750 кВ подстанций".

I.I. Принципы выполнения схем.

I.I.I. Общие положения

I.I.I.I. Схемы выполнены для следующих исходных условий:

I.I.I.I.I. На подстанции 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. Подстанция имеет питание со стороны высшего напряжения. На подстанциях с трехобмоточными трансформаторами возможно как наличие, так и отсутствие питания со стороны среднего напряжения.

I.I.I.I.3. На стороне среднего напряжения 35 кВ может быть как параллельная, так и раздельная работа трансформаторов, на стороне низшего напряжения 6-I0 кВ - только раздельная.

I.I.I.I.4. Питаемая от подстанции нагрузка со стороны низшего напряжения 6-I0 кВ может содержать синхронные двигатели; к шинам низшего напряжения могут быть присоединены синхронные компенсаторы.

I.I.I.I.5. Трансформаторы имеют встроенные устройства регулирования напряжения под нагрузкой со стороны высшего напряжения.

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

I.I.I.I.7. На подстанциях предусмотрены следующие средства автоматики:

устройства АПВ с пуском от цепей "несоответствия" - на выключателях высшего (при наличии питания на трансформаторе со стороны среднего напряжения) и среднего напряжений трехобмоточных трансформаторов;

устройства АПВ с пуском от защиты - на выключателях стороны низшего напряжения двухобмоточных и трехобмоточных трансформаторов;

устройства АВР - на секционных выключателях стороны низшего напряжения.

Т.П.Р.407-03-414.87 Ал.I

I.I.I.2. В рассматриваемых схемах на трансформаторах предусмотрены следующие защиты:

I.I.I.2.I. Дифференциальная токовая защита.

I.I.I.2.2. Газовые защиты трансформатора и его устройства РПН.

I.I.I.2.3. Максимальные токовые защиты с комбинированным пуском напряжения от внешних многофазных КЗ.

I.I.I.2.4. Токовая защита нулевой последовательности от замыканий на землю на стороне высшего напряжения (только в схемах защиты трехобмоточных трансформаторов с двусторонним питанием).

I.I.I.2.5. Максимальная токовая защита от перегрузки.

I.I.I.3. Схемы выполнены с учетом возможности замены выключателя стороны высшего напряжения обходным выключателем.

I.I.I.4. В схемах показаны цепи, связывающие защиту трансформатора с устройством резервирования при отказе выключателей на стороне высшего напряжения 110-220 кВ.

Указанные цепи даны исходя из применения на подстанции типовых схем устройства резервирования при отказе выключателя (УРОВ), выполненных с дублированным пуском от защит с применением реле положения "включено" выключателей.

I.I.2. Дифференциальная токовая защита

I.I.2.I. В настоящей работе приведены схемы дифференциальной токовой защиты трансформаторов, выполненные с использованием дифференциальных реле (с торможением) типов ДЗТ-II и ДЗТ-2I.

В схемах на листах 5-7, I4-24 дифференциальная защита выполнена в виде одного комплекта с использованием реле типа ДЗТ-II в предположении, что требуемый минимальный коэффициент чувствительности, определяемый с учетом регулирования напряжения, при КЗ на выводах низшего напряжения трансформаторов мощностью менее 80 МВ.А или при КЗ за реактором должен быть не менее 1,5 ($K_z \geqslant 1{,}5$).

В схемах на листах 8-I0, 25-28 дифференциальная защита выполнена в виде двух комплектов (с использованием реле типа ДЗТ-II): грубого, действующего без выдержки времени с током срабатывания защиты I с.з. $> I$ ном, и чувствительного с выдержкой времени в пределах t с.з. = (0,5-I,0) с и током срабатывания защиты порядка I с.з. = (0,75 + 1,0) I ном. Указанные схемы даны для случая,

Т.П.Р. 407-03-414.87 Ал.I

когда чувствительность комплекта с током срабатывания, большим I ном и действующим без выдержки времени, обеспечивается при КЗ на выводах низшего напряжения трансформатора, но не обеспечивается при КЗ за реактором (при КЗ на выводах низшего напряжения $K_z \geq 1{,}5$ – для трансформаторов мощностью менее 80 МВ.А и $K_z \geq 2$ – для трансформаторов мощностью 80 МВ.А и более; при КЗ за реактором $K_z \geqslant 1{,}5$).

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

В схемах на листах II-I3, 29-32 защита трансформатора осуществляется одним комплектом с использованием защиты типа ДЗТ-2I. Применение ДЗТ-2I для защиты трансформаторов необходимо в первую очередь в случаях, когда защита, выполненная с реле типа ДЗТ-II, не обеспечивает требуемой минимальной чувствительности при КЗ на выводах низшего напряжения трансформатора.

Следует считать целесообразным применение ДЗТ-2I и в случаях, когда защита, выполненная с реле типа ДЗТ-II, обеспечивает требуемую минимальную чувствительность при КЗ на выводах НН трансформатора и не обеспечивает при КЗ за реактором. Использование реле ДЗТ-2I в последнем случае рекомендуется на трансформаторах, питающих ответственную нагрузку.

Защита с ДЗТ-2I обладает высокой чувствительностью (ток срабатывания регулируется в пределах 0,3-0,7 $\bar{I}$ ном) и имеет независимое торможение от двух групп трансформаторов тока; при необходимости обеспечить торможение от трех групп трансформаторов тока (в частности, для защиты трехобмоточного трансформатора) используется приставка дополнительного торможения типа ПТ-I.

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

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№ | 5050тм-т1

Т.П.Р. 407-03-414.87 Ал.1

I.I.2.2. 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 6-10 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 6-10 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 6-10 кВ, что и схема с тремя реле.

При замыканиях между двумя фазами на выводах высшего напряжения трансформатора чувствительность схемы может оказаться сниженной в 2 раза по сравнению со схемой с тремя реле; это, однако, как правило, является допустимым вследствие того, что токи коротких замыканий в рассматриваемом случае обычно велики.

I.I.2.3. 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 с этой стороны.

I.I.3. Газовая защита.

Газовая защита предусматривается на всех трансформаторах. 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 пере-

вода действия отключающего контакта газового реле устройства РПН на сигнал, поскольку согласно указанию Главтехуправления Минэнерго СССР газовые реле отсека РПН должны действовать только на отключение.

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

I.I.4.I. В схемах на листах 5-32 для резервирования основных защит трансформатора и резервирования отключения КЗ на шинах низшего напряжения предусмотрена максимальная токовая защита с комбинированным пуском напряжения, устанавливаемая на стороне высшего напряжения.

Кроме того, для отключения КЗ на шинах низшего напряжения и для резервирования отключения КЗ на элементах, присоединенных к этим шинам, предусмотрена максимальная токовая защита с комбинированным пуском напряжения в цепи каждого ответвления к выключателю низшего напряжения трансформатора.

В схемах защиты трехобмоточных трансформаторов, приведенных на листах I7-32, для резервирования отключения КЗ на шинах среднего напряжения и на элементах, присоединенных к этим шинам, и на ошиновке среднего напряжения 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 (листы 5-I6) 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% при КЗ между двумя фазами на стороне 6-I0 кВ.

Следует также отметить, что чувствительность рассматриваемой защиты в принятом исполнении, как и дифференциальной защиты (см.п.I.I.2.2.), при замыканиях между двумя фазами на стороне

Т.П.Р. 407-03-414.87 Ал.I

110-220 кВ может быть сниженной в 2 раза по сравнению со схемой с тремя реле; последнее, однако, допустимо вследствие того, что при этом токи КЗ обычно достаточно велики.

I.I.4.3. На трехобмоточных трансформаторах 110-220/35/6-10 кВ с двусторонним питанием (листы 17-20, 25-32) 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 (листы 21-24) максимальная токовая защита, установленная на стороне 110-220 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 110-220 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 фильтра-реле напряжения обратной последовательности типа РНФ-1М и минимального реле напряжения, включенного на междуфазное напряжение. Размыкающий контакт фильтра-реле напряжения обратной последовательности включен в цепь обмотки минимального реле напряжения. Указанным может достигаться повышение чувствительности защиты к симметричным КЗ.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№ | 5050 тм-тл

Т.П.Р.407-03-414.87 Ал.I

Питание пускового органа напряжения защит, установленных на сторонах низшего и среднего напряжений, осуществляется соответственно от трансформаторов напряжения шин 6-10 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.4.7. Аппаратура максимальной токовой защиты с комбинированным пуском напряжения в цепи каждого ответвления в отличие от ранее принятых решений, размещается на панели общеподстанционного пункта управления (ОПУ). Решение о переносе аппаратуры МТЗ из шкафа КРУ данного выключателя на панель ОПУ вызвано тем, что в последнее время имели место случаи, когда при КЗ в КРУ повреждались оперативные цепи защиты трансформатора. Такие повреждения могут сопровождаться отключением питающего автоматического выключателя постоянного тока, т.е. полной потерей оперативного тока трансформатора, а вследствие этого и возможным отказом срабатывания его защиты.

При расположении релейной аппаратуры МТЗ с пуском напряжения на панели ОПУ исключается попадание цепей оперативного постоянного тока защиты трансформатора в шкафы КРУ и тем самым повреждение этих цепей, а также связанная с указанным возможная потеря постоянного тока защиты трансформатора в целом при повреждениях в шкафах КРУ 6-10 кВ. Цепи отключения выключателей низшего напряжения питаются от индивидуальных автоматических выключателей. Рассматриваемая максимальная токовая защита включается в плечо токовых цепей дифференциальной 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 110-220 кВ трехобмоточных трансформаторов при наличии питания с других сторон трансформатора. Защита предназначена для резервирования отключения замыканий на землю на шинах и линиях 110-220 кВ, а также для резервирования основных защит трансформатора.

Т.П.Р. 407-03-414.87 Ал.I

В схемах на листах I7-20, 25-32 защита выполнена с учетом возможности работы одного из трансформаторов подстанций II0 кВ с разземленной нейтралью.

С целью исключения возникновения недопустимого режима работы трансформатора с изолированной нейтралью на выделившиеся шины II0 кВ с замыканием на землю одной фазы защита трансформатора с заземленной нейтралью выполняется действующей: с первой выдержкой времени - на отключение выключателя II0 кВ трансформатора с разземленной нейтралью, затем со второй выдержкой времени - на разделение секций или систем шин II0 кВ, далее с третьей выдержкой времени - на отключение выключателя II0 кВ защищаемого трансформатора и затем - на выходные промежуточные реле защиты трансформатора.

В случае, когда оба трансформатора подстанции работают всегда с заземленными нейтралями (например, на подстанциях 220 кВ), цепь, действующая с первой выдержкой времени на отключение выключателя другого трансформатора, не используется.

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 (листы 5-I3) выполнена с использованием двух реле, каждое из которых включено на фазный ток части обмотки 6-I0 кВ. При параллельном соединении частей расщепленной обмотки низшего напряжения реле тока защиты от перегрузки устанавливается со стороны высшего напряжения трансформатора (листы I4-I6).

Защита от перегрузки трехобмоточного трансформатора с двусторонним питанием (листы I7-20, 25-32) 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 на листах 2I-24 трехобмоточного трансформатора с односторонним питанием защита от перегрузки установлена со сторон высшего и низшего напряжений.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№ | 5050 ТМ-Т1

Т.П.Р. 407-03-414.87 Ал.I

Для защит от перегрузки всех сторон трехобмоточного трансформатора предусмотрено одно общее реле времени.

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

I.I.7.I. В схемах на листах 5-32 предусмотрено автоматическое ускорение максимальных токовых защит, установленных на ответвлениях к секциям шин низшего напряжения, при включении выключателей 6-I0 кВ трансформатора, а в схемах на листах I7-32 помимо указанного предусмотрено также автоматическое ускорение защиты на стороне среднего напряжения при включении выключателя 35 кВ. Автоматическое ускорение выполнено с выдержкой времени (примерно 0,3-0,5с) для отстройки от броска пускового тока двигателей нагрузки.

I.I.7.2. Приведенные схемы выполнены (листы 5-32) с учетом наличия в КРУ 6-I0 кВ защиты при дуговых замыканиях. Указанная защита в соответствии с ГОСТ I4693 - 77 устанавливается в шкафах КРУ, имеющих высоковольтные выключатели.

В схемах показаны цепи от данной защиты:

на отключение выключателей низшего напряжения трансформатора;

воздействия на выходные промежуточные реле защиты трансформатора.

При повреждениях в шкафах КРУ элементов, отходящих от шин низшего напряжения, защита при дуговых замыканиях действует одновременно на отключение выключателей поврежденного элемента и трансформатора стороны низшего напряжения. При повреждении в шкафу КРУ выключателя низшего напряжения трансформатора указанная защита действует на отключение данного выключателя и на выходные промежуточные реле защиты трансформатора, отключающие его со всех сторон.

I.I.7.3. В качестве выходных промежуточных реле защиты трансформаторов используются реле типа РПI6. В схемах предусмотрено самоудерживание выходных промежуточных реле, необходимое для обеспечения надежного пуска УРОВ при возможных кратковременных замыканиях контактов газового реле (например, типа РГЧЗ-66).

Автоматическое снятие самоудерживания осуществляется при отпускании дополнительно предусмотренного реле типа РПI8. Указанное

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№ | 5050тм-т1

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.7.4. При действии выходных промежуточных реле защиты в схемах на листах I7-20, 25-32 подаются сигналы на запрещение АПВ выключателей высшего и среднего напряжений трансформатора, а в случае отказа выключателя II0-220 кВ - и на пуск УРОВ.

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

I.I.7.6. Для удобства проверок и испытаний в плечах дифференциальной защиты трансформатора предусмотрены испытательные блоки, которые также используются при замене выключателя со стороны высшего напряжения обходным.

I.I.7.7. В приведенных схемах предусмотрены переключатели: в цепях дифференциальной токовой защиты, максимальной токовой защиты с пуском напряжения - для выведения защит из работы при неисправностях; в цепях пуска УРОВ - для исключения возможности пуска УРОВ при выводе защиты из работы.

I.I.7.8. Технические данные используемой в схемах аппаратуры даны для оперативного постоянного тока 220В.

I.2. Особенности выполнения схем

I.2.I. Принципиальная схема релейной защиты понижающего двухобмоточного трансформатора II0-220/6-I0 кВ с расщепленной обмоткой НН (Дифференциальная защита выполняется с одним комплектом ДЗТ-II) приведена на листах 5-7.

I.2.I.I. Схема дана для двухобмоточного трансформатора II0-220/6-I0 кВ мощностью 25-63 МВ.А с расщепленной обмоткой низшего напряжения для случая, когда на стороне II0-220 кВ имеются

сборные шины и установлены выключатель и выносные трансформаторы тока, а на стороне низшего напряжения 6-10 кВ могут быть установлены реакторы.

I.2.I.2. Дифференциальная токовая защита трансформатора выполнена в виде одного комплекта (реле KAWI, KAW2) с использованием реле с торможением типа ДЗТ-II, тормозная обмотка которого включена на ток стороны низшего напряжения. При этом предполагается, что при КЗ в защищаемой зоне обеспечивается требуемый минимальный $K_ч \geqslant 1{,}5$ (см.п.I.I.2.I). При замене выключателя QI стороны высшего напряжения обходным выключателем дифференциальная защита переключается с трансформаторов тока TAI на трансформаторы тока в цепи обходного выключателя с помощью испытательных блоков SGI и SG2 в схеме защиты трансформатора и соответствующих испытательных блоков в схеме панели перевода типа ПЗ-233-74 ТУ.I6.536.024-75 (серийно выпускается ЧЭАЗ"ом).

I.2.I.3. Защиты от внешних многофазных КЗ выполнены в виде трех комплектов максимальной токовой защиты с комбинированным пуском напряжения.

Максимальная токовая защита АКI, установленная на стороне высшего напряжения и питаемая от трансформаторов тока ТА2, предназначена для резервирования отключения КЗ 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, АК2 и АК3, так же как и защита на стороне высшего напряжения АКI, выполнены с использованием устройств типа КЗ-I2. Защиты АК2 и АК3 включаются в плечи дифференциальной защиты трансформатора на трансформаторы тока ТА3 и ТА4, соответственно, и предназначены для отключения КЗ на шинах 6-I0 кВ и для резервирования отключения КЗ на элементах, присоединенных к этим шинам.

Защиты расположены на панели общеподстанционного пункта управления, чем предотвращается возможный отказ защиты трансформатора при повреждениях в шкафах КРУ (см.п.I.I.4.7.). Рассматриваемые защиты действуют с первой выдержкой времени на отключение выключателей Q2, Q3, а со второй - на выходные промежуточные реле KLI - KL3. Последнее необходимо для обеспечения ликвидации КЗ в зоне между выключателем Q2 или Q3 и трансформаторами тока ТА3 и ТА4,

а также отключения КЗ на секции шин 6-10 кВ, сопровождающегося отказом выключателя.

При отключении выключателя ответвления Q2 (Q3) производится пуск его устройства АПВ, осуществляемый реле пуска АПВ выключателя Q2 (Q3). Комбинированные пусковые органы напряжения защит, установленных на ответвлениях к секциям шин НН, KVZ1, К V 1, К L 5, KVZ2, К V 2, К L 6 используются также в качестве пусковых органов максимальной токовой защиты АКI. Последняя действует на выходные промежуточные реле К L I - К L 3 с выдержкой времени, равной второй выдержке времени защит на ответвлениях к секциям шин низшего напряжения.

Максимальные токовые защиты могут выполняться без пускового органа напряжения (если это допустимо по условиям обеспечения чувствительности). В этом случае последний исключается из схемы с помощью перемычек между зажимами панели.

При отключении выключателя Q2 или Q3 контакт соответствующего пускового органа защиты 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.

При конкретном проектировании должна определяться возможность выполнения защиты АКI в режиме с отключенными выключателями Q2 или Q3 без пуска напряжения. В этом случае дополнительно используются контакты KQC2.5 или KQC3.5, с помощью которых шунтируются цепи контактов К L 5, KQC2.2 или К L 6, KQC3.2.

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

I.2.I.4. Защита от перегрузки выполнена с помощью реле тока КА3, КА4, установленных со стороны низшего напряжения, и реле времени КТ3.

Т.П.Р. 407-03-414.87 Ал.I

I.2.I.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" KQT2 или KQT3 выключателей Q2 или Q3.

Ускорение выполнено с выдержкой времени реле времени KTI, KT2 для предотвращения ложного действия защит из-за броска пусковых токов двигателей нагрузки.

I.2.I.6. В схеме выполнено самоудерживание выходных промежуточных реле K L I - K L 3, необходимое для надежного пуска УРОВ при возможных кратковременных замыканиях контактов газового реле. Снятие самоудерживания осуществляется при отпускании реле K L 4; с помощью реле K L 4 осуществляется сигнализация (контакт I2-I4 реле K L 4) при исчезновении оперативного постоянного тока.

I.2.I.7. При повреждениях в шкафах КРУ элементов, отходящих от шин низшего напряжения предусмотрено действие дуговой защиты на отключение выключателя Q2 (Q3).

При повреждении в шкафу КРУ выключателя низшего напряжения трансформатора дуговая защита действует на отключение данного выключателя и на выходные промежуточные реле защиты трансформатора.

I.2.2. Принципиальная схема релейной защиты понижающего двухобмоточного трансформатора II0-220/6-I0 кВ с расщепленной обмоткой НН (Дифференциальная защита выполняется с двумя комплектами ДЗТ-II) приведена на листах 8-I0.

I.2.2.I. Схема дана для двухобмоточного трансформатора II0-220/6-I0 кВ мощностью 40 МВА и более с расщепленной обмоткой низшего напряжения для случая, когда на стороне II0-220 кВ имеются сборные шины и установлены выключатель и выносные трансформаторы тока, а на стороне низшего напряжения 6-I0 кВ установлены реакторы.

I.2.2.2. Дифференциальная токовая защита трансформатора выполнена в виде двух комплектов (реле KA W I, KA W 2 и KA W 3, KA W 4) с использованием реле с торможением типа ДЗТ-II с включением его тормозной обмотки со стороны НН. При этом предполагается, что в случае выполнения защиты в виде одного комплекта (KA W I, KA W 2) обеспечивается требуемая чувствительность к КЗ

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№ | 5050ТМ-Т1

на выводах низшего напряжения трансформатора, но не обеспечивается требуемая чувствительность к КЗ за реактором. В связи с этим выполняется второй комплект (KAW3, KAW4, KTI) с током срабатывания защиты порядка I с.з. = (0,75 ÷ I) I ном и выдержкой времени в пределах $t_{с.з.}$ = (0,5 ÷ I)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 КЗ за реактором. Такое решение в соответствии с ПУЭ 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.

I.2.2.3. Защиты от внешних многофазных КЗ выполнены в виде трех комплектов максимальной токовой защиты с комбинированным пуском напряжения.

Максимальная токовая защита AKI, установленная на стороне высшего напряжения, предназначена для резервирования отключения КЗ в трансформаторе, а в отдельных режимах может действовать и при КЗ за реактором.

Следует отметить, что защиту реактора можно было бы выполнить без установки рассматриваемого чувствительного комплекта дифференциальной токовой защиты, а именно с помощью чувствительной максимальной токовой защиты, установленной на ответвлении к секции шин низшего напряжения и питаемой от трансформаторов тока, специально устанавливаемых на участке между выводами низшего напряжения трансформатора и реактором. Однако типовая конструктивная установка таких трансформаторов тока пока отсутствует, поэтому соответствующая схема не приводится.

I.2.2.4. В остальном данная схема подобна приведенной на листах 5-7 (см.п.п. I.2.I.3 - I.2.I.7).

I.2.3. Принципиальная схема релейной защиты понижающего двухобмоточного трансформатора II0-220/6-I0 кВ с расщепленной обмоткой низшего напряжения (дифференциальная защита выполняется с использованием ДЗТ-21) приведена на листах II-I3.

Т.П.Р. 407-03-414.87 Ал.I

I.2.3.I. Схема дана для двухобмоточного трансформатора II0-220/6-I0 кВ мощностью 63 МВ.А и более с расщепленной обмоткой низшего напряжения для случая, когда на стороне II0-220 кВ имеются сборные шины и установлены выключатель и выносные трансформаторы тока, а на стороне низшего напряжения 6-I0 кВ установлены реакторы. Данная схема может быть принципиально использована и для трансформаторов мощностью менее 63 МВ.А.

I.2.3.2. Дифференциальная токовая защита трансформатора и цепей стороны низшего напряжения (включая реакторы) выполнена с использованием защиты типа ДЗТ-2I (АК W I). Схема внутренних соединений защиты приведена на листах 34, 35. Торможение в защите обеспечивается токами от двух групп трансформаторов тока ТАI и ТА3, ТА4.

Схема выполнена в предположении, что для выравнивания вторичных токов в плечах дифференциальной защиты достаточно применения выравнивающих автотрансформаторов тока TL I, TL2 со стороны высшего напряжения трансформатора.

Присоединение цепей тока к зажимам АК W I выполнено условно и определяется расчетом в конкретном случае.

I.2.3.3. В остальном данная схема защиты подобна приведенной на листах 5-7 (см.п.п.I.2.I.3 - I.2.I.7).

I.2.4. Принципиальная схема релейной защиты понижающего двухобмоточного трансформатора II0-220/6-I0 кВ с параллельным соединением частей расщепленной обмотки низшего напряжения (дифференциальная защита выполняется с одним комплектом ДЗТ-II) приведена на листах I4-I6.

I.2.4.I. Схема дана для двухобмоточного трансформатора II0-220/6-I0 кВ мощностью 25-63 МВ.А с параллельным соединением частей расщепленной обмотки низшего напряжения, когда на стороне II0-220 кВ имеются сборные шины и установлены выключатель и выносные трансформаторы тока.

Данная схема может быть также принципиально использована для трансформаторов без расщепленных обмоток мощностью менее 25 МВ.А, т.е. 6,3 - I6 МВ.А.

Т.П.Р. 407-03-414.87 Ал.I

I.2.4.2. Дифференциальная токовая защита трансформатора выполнена в виде одного комплекта с использованием реле ДЗТ-II (КА W I, КА W 2) и включением его тормозной обмотки на ток стороны низшего напряжения.

При этом предполагается, что обеспечивается требуемый коэффициент чувствительности $K_z \geq 1,5$.

При замене выключателя QI стороны высшего напряжения обходным дифференциальная защита переключается на трансформаторы тока в цепи обходного выключателя.

I.2.4.3. Защиты от внешних многофазных КЗ выполнены в виде двух комплектов максимальной токовой защиты с комбинированным пуском напряжения. Максимальная токовая защита АКI, установленная на стороне высшего напряжения и питаемая от трансформаторов тока ТА2, предназначена для резервирования отключения КЗ на шинах низшего напряжения, а также для резервирования основных защит трансформаторов.

Максимальная токовая защита АК2, установленная на стороне НН, так же, как и защита АКI, выполнена с использованием устройства типа КЗ-I2. Защита АК2 включается в плечо дифференциальной защиты трансформатора на трансформаторы тока ТА3 и предназначена для отключения КЗ на шинах 6-I0 кВ и для резервирования отключения КЗ на элементах, присоединенных к этим шинам. Защита расположена на панели общеподстанционного пункта управления. Защита АК2, установленная со стороны 6-I0 кВ, действует на отключение выключателя Q2, при этом пускается устройство АПВ выключателя Q2. Защита АКI действует с выдержкой времени, на ступень большей времени действия защиты, установленной на стороне низшего напряжения, на выходные промежуточные реле К Л I - К Л 3.

Максимальные токовые защиты могут выполняться без пускового органа напряжения (если это допустимо по условиям обеспечения чувствительности).

При отключении выключателя Q2 контакт пускового органа напряжения защиты АКI шунтируется контактом реле положения "включено" выключателя КQС2.I, что необходимо для ликвидации повреждения между выключателем Q2 и трансформаторами тока ТА3.

Т.П.Р. 407-03-414.87 Ал.I

При неиспользовании защиты АК2 максимальную токовую защиту со стороны ВН пришлось бы выполнить с двумя выдержками времени, для чего потребовалось бы иметь дополнительное реле времени на панели. Последнее является нежелательным с точки зрения унификации. Установка двух максимальных токовых защит со сторон ВН и НН трансформатора принята в данной схеме с целью повышения эффективности резервирования защит трансформатора, учитывая возможные отказы срабатывания максимальных токовых защит трансформатора.

I.2.4.4. Защита от перегрузки выполнена с помощью реле тока КА3, установленного со стороны высшего напряжения, и реле времени КТ2.

I.2.4.5. В схеме предусмотрено автоматическое ускорение максимальной токовой защиты с пуском напряжения, установленной на стороне 6-I0 кВ. Пуск ускорения осуществляется контактом реле положения "отключено" выключателя KQT2; ускорение выполнено с выдержкой времени (КТI) для предотвращения ложного действия защиты из-за броска пусковых токов двигателей нагрузки.

I.2.4.6. В схеме выполнено самоудерживание выходных промежуточных реле КL1-КL3 по аналогии со схемой, приведенной на листах 5-7.

I.2.4.7. В схеме предусмотрено действие дуговой защиты на отключение выключателя Q2 и на выходные промежуточные реле защиты трансформатора аналогично тому, как это выполнено в схеме на листах 5-7.

I.2.5. Принципиальная схема релейной защиты понижающего трехобмоточного трансформатора 110-220/35/6-I0 кВ с питанием со сторон высшего и среднего напряжений (дифференциальная защита выполняется с одним комплектом ДЗТ-II) приведена на листах I7-20.

I.2.5.I. Схема дана для трехобмоточного трансформатора II0-220/35/6-I0 кВ мощностью 25-63 МВ.А при наличии на сторонах II0-220 кВ и 35 кВ сборных шин, а на стороне низшего напряжения возможна установка одиночного реактора; на стороне II0-220 кВ установлены выключатель и выносные трансформаторы тока, а на стороне 35 кВ - выключатель со встроенными во втулки его трансформаторами тока.

Т.П.Р. 407-03-414.87 Ал.I

Данная схема применима также для трансформаторов мощностью менее 25 МВ.А, т.е. 6,3-16 МВ.А и при отсутствии реактора.

I.2.5.2. Дифференциальная токовая защита трансформатора выполнена в виде одного комплекта (реле KAWI, KAW2, KAW3) с использованием реле с торможением типа ДЗТ-II и с включением тормозной его обмотки со стороны среднего напряжения. При этом предполагается, что при КЗ за реактором обеспечивается требуемый коэффициент чувствительности $K_{\tau} \geqslant 1,5$.

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 в соответствии со схемой на листе 33. Однако при таком включении тормозной обмотки в случае КЗ на стороне низшего напряжения в режиме с отключенным выключателем стороны высшего напряжения торможение будет очень мало, либо будет отсутствовать; указанное представляется допустимым, учитывая, как правило небольшую мощность источника питания со стороны среднего напряжения, снижение тока небаланса в этом режиме (связанное с уменьшением тока КЗ и отсутствием влияния регулирования напряжения под нагрузкой), а также малую вероятность такого режима.

При замене выключателя QI стороны высшего напряжения обходным выключателем дифференциальная защита переключается с трансформаторов тока TAI на трансформаторы тока в цепи обходного выключателя с помощью испытательных блоков SGI и SG2 в схеме защиты трансформатора и соответствующих испытательных блоков в схеме панели перевода типа ПЗ-233-Т4 ТУ 16.536.024-75 (серийно выпускается ЧЭАЗ"ом).

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

Максимальная токовая защита, установленная на стороне высшего напряжения, содержит три реле тока КА4, КА5, КА6, питающихся от трансформаторов тока, соединенных в звезду; такое выполнение принято в целях повышения чувствительности к КЗ между двумя фазами на стороне низшего напряжения. Защита предназначена для резервирования отключений КЗ на шинах среднего и низшего напряжений, а также для резервирования основных защит трансформатора.

Т.П.Р. 407-03-414.87 Ал.I

Максимальная токовая защита, установленная на стороне 6-I0 кВ, выполнена с использованием комплекта АК2 типа КЗ-I2. Пусковой орган напряжения защиты питается от трансформатора напряжения шин 6-I0 кВ. Защита расположена на панели ОПУ и с первой выдержкой времени действует на отключение выключателя Q3, а со второй на выходные промежуточные реле KL1 - KL4. Последнее выполнено с целью ликвидации КЗ в зоне между выключателем Q3 и трансформаторами тока ТА7, а также для отключения КЗ на шинах 6-I0 кВ, сопровождающегося отказом выключателя. При отключении выключателя Q3 производится пуск его устройства АПВ, осуществляемый реле пуска АПВ выключателя Q3.

Максимальная токовая защита, установленная на стороне среднего напряжения, в целях увеличения защищаемой зоны, питается от трансформаторов тока ТА5, встроенных во втулки 35 кВ трансформатора. Защита выполнена с использованием комплекта защит АКI типа КЗ-12. Пусковой орган защиты питается от трансформатора напряжения шин 35 кВ. С первой выдержкой времени (через контакт II-I3 реле времени КТ3) защита действует на разделение секций 35 кВ, а со второй (через контакт I9-3I реле времени КТI в устройстве АКI) - на отключение выключателя Q2 и с третьей (через контакт I5-8 реле времени КТI в устройстве АКI) на выходные промежуточные реле защиты KL1 - KL4. Последнее предусмотрено для отключения повреждения в зоне между трансформаторами тока ТА5, от которых питается защита, и выключателем.

Комбинированные пусковые органы напряжения защит, установленных на стороне низшего напряжения 6-I0 кВ KVZ2, KV2, KL7 и на стороне среднего напряжения KVZ1, KVI, KL6, используются также в качестве пусковых органов максимальной токовой защиты КА4, КА5, КА6, установленной на стороне высшего напряжения. Последняя действует на выходные промежуточные реле защиты трансформатора KL1 - KL4 с выдержкой времени, равной наибольшей из последних выдержек времени защит, установленных на сторонах низшего и среднего напряжений. Максимальные токовые защиты могут выполняться без пускового органа напряжения (если это допустимо по условиям чувствительности). В этом случае последний исключается из схемы с помощью перемычек между зажимами панели.

Т.П.Р. 407-03-414.87 Ал.7

При отключении выключателя Q3 контакт пускового органа защиты, питаемой от трансформатора тока ТА7, шунтируется контактом реле положения "включено" выключателя KQC3.3, что необходимо для ликвидации повреждения между выключателем и трансформаторами тока. Кроме того, контактом KQC3.2 осуществляется выведение цепи пуска защиты КА4-КА6 от органа напряжения при отключении выключателя Q3.

Точно также осуществляется шунтирование пускового органа защиты АК1 и выведение цепи пуска защиты КА4-КА6 от органа напряжения контактами реле положения "включено" KQC2.3 и KQC2.2 при отключении выключателя 35 кВ Q2.

При конкретном проектировании должна определяться возможность выполнения защиты КА4-КА6 в режиме с отключенным выключателем Q3 без пуска напряжения. В этом случае дополнительно используется контакт KQ C3.5, с помощью которого шунтируется цепь контактов К $\mathcal{L}$ 7, KQC3.2.

Схемой предусмотрено действие защиты КА4-КА6 без пускового органа напряжения, шунтируемого цепью из размыкающих контактов KQC2.1 и KQC3.1 в режиме опробования трансформатора напряжением, подаваемым при включении выключателя Q1.

1.2.5.4. Одноступенчатая токовая защита нулевой последовательности от замыканий на землю, установленная на стороне 110-220 кВ (реле КА9, КТ6-КТ9, К $\mathcal{L}$ 8, К $\mathcal{L}$ 9), предназначена для резервирования отключения замыкания на землю на шинах 110-220 кВ и отходящих от них линиях, а также для резервирования основных защит трансформатора. Защита выполнена с учетом возможности работы одного из трансформаторов подстанции 110 кВ с разземленной нейтралью.

В связи с последним защита трансформатора с заземленной нейтралью с первой выдержкой времени (через контакты 11-13 реле КТ6) действует на отключение выключателя высшего напряжения (или заменяющего его обходного выключателя) трансформатора Т2 с разземленной нейтралью; указанным предотвращается недопустимый для последнего режим работы с изолированной нейтралью на шины 110 кВ с замыканием на землю одной фазы (см.п.1.1.5.). Далее защита действует на разделение секций и систем шин 110-220 кВ (через контакты 11-13 реле КТ7 и контакты 1-3 и 2-4 реле К $\mathcal{L}$ 9), затем на отключение выключателя Q1 (или заменяющего его обходного выключателя) защищае-

мого трансформатора (через контакт 11-13 реле КТ8 и контакты 1-3 и 2-4 реле КЛ8) и затем - на выходные промежуточные реле КЛ1 - КЛ4 (через контакт 11-13 реле КТ9).

В случае, когда оба трансформатора на подстанции работают с заземленной нейтралью (например, на подстанции 220 кВ), цепь контакта 11-13 реле КТ6 не используется.

I.2.5.5. Защита от перегрузки выполнена с помощью реле тока КА3, КА7, КА8, установленных, соответственно, со стороны высшего, среднего и низшего напряжений, и реле времени КТ5.

I.2.5.6. В схеме предусмотрено автоматическое ускорение при включении выключателя максимальных токовых защит, установленных на сторонах среднего и низшего напряжения. Пуск ускорения осуществляется контактами реле положения "отключено" КQT2 и КQT3 выключателей Q2 и Q3. Ускорение выполнено с выдержкой времени реле КТ2 и КТ4 для предотвращения ложного действия защит из-за броска пусковых токов двигателей нагрузки.

I.2.5.7. В схеме выполнено самоудерживание выходных промежуточных реле КЛ1 - КЛ4, обеспечивающее надежный пуск УРОВ при возможных кратковременных замыканиях контактов газового реле. Снятие самоудерживания осуществляется при отпускании реле КЛ5; с помощью реле КЛ5 осуществляется сигнализация (через контакт 12-14) при исчезновении оперативного постоянного тока.

I.2.5.8. При действии выходных промежуточных реле в схеме предусмотрено запрещение АПВ выключателей QI (или заменяющего его ОВ) и Q2.

I.2.5.9. В схеме показаны цепи воздействия дуговой защиты при замыканиях в КРУ на отключение выключателя Q3, а также на выходные промежуточные реле защиты КЛ1 - КЛ4 (см. п.I.I.7.2).

I.2.6. Принципиальная схема релейной защиты понижающего трехобмоточного трансформатора 110-220/35/6-10 кВ с питанием со стороны высшего напряжения (дифференциальная защита выполняется с одним комплектом ДЗТ-11) приведена на листах 21-24.

I.2.6.I. Схема дана для трехобмоточного трансформатора 110-220/35/6-10 кВ мощностью 25-63 МВ.А при наличии на сторонах 110-220 кВ и 35 кВ сборных шин, а на стороне 6-10 кВ сдвоенного реактора; на стороне 110-220 кВ установлены выключатель и выно-

ные трансформаторы тока, а на стороне 35 кВ - выключатель со встроенными во втулки его трансформаторами тока.

Данная схема применима также для трансформаторов мощностью менее 25 МВ.А, т.е. 6,3 - 16 МВ.А и при отсутствии реактора.

I.2.6.2. Дифференциальная токовая защита трансформатора выполнена в виде одного комплекта (реле KAWI, KAW2, KAW3) с использованием реле с торможением типа ДЗТ-II и с включением его тормозной обмотки со стороны среднего напряжения. При этом предполагается, что при КЗ за реактором обеспечивается требуемый коэффициент чувствительности $K_2 \geqslant 1{,}5$. Как уже отмечалось, в некоторых случаях в целях повышения чувствительности может потребоваться включение тормозной обмотки реле ДЗТ-II на сумму токов сторон среднего и низшего напряжений в соответствии со схемой на листе 33.

При замене выключателя QI стороны высшего напряжения обходным выключателем дифференциальная защита переключается с трансформаторов тока TAI на трансформаторы тока в цепи обходного выключателя с помощью испытательных блоков SG1, SG2 в схеме защиты трансформатора и соответствующих испытательных блоков в схеме панели перевода типа ПЗ-233-74 ТУ 16.536.024-75.

I.2.6.3. Защиты от внешних многофазных КЗ выполнены в виде четырех комплектов максимальной токовой защиты с комбинированным пуском напряжения.

Максимальная токовая защита, установленная на стороне высшего напряжения, содержит три реле тока КА4, КА5, КА6, питающиеся от трансформаторов тока ТА2, соединенных в треугольник, что необходимо для предотвращения излишних срабатываний при КЗ на землю в сети 110-220 кВ. Защита предназначена для резервирования отключений КЗ на шинах среднего и низшего напряжений, а также для резервирования основных защит трансформатора.

На стороне 35 кВ установлена максимальная токовая защита, питающаяся от встроенных трансформаторов тока ТА5. Защита выполнена с использованием комплекта АКI типа КЗ-12.

Максимальные токовые защиты, установленные на ответвлениях к I и II секциям шин, выполнены с использованием комплектов АК2 и АК3 типа КЗ-12. Выполнение защит аналогично приведенному на листах I7-20 (см.п.I.2.5.3.).

Т.П.Р. 407-03-414.87 Ал.I

I.2.6.4. Токовая защита нулевой последовательности от замыканий на землю на стороне II0-220 кВ в схеме не предусмотрена, так как отсутствует питание со стороны среднего напряжения.

I.2.6.5. Защита от перегрузки выполнена с помощью реле тока КА3, КА7, установленных на сторонах высшего и низшего напряжений, и реле времени КТ6. Установка реле тока КА3 и КА7 предусмотрена в предположении, что номинальная мощность обмотки низшего напряжения меньше номинальной мощности трансформатора.

I.2.6.6. В схеме предусмотрено автоматическое ускорение при включении выключателя максимальных токовых защит, установленных на сторонах низшего и среднего напряжений. Пуск ускорения осуществляется контактами реле положения "отключено" KQT3, KQT4 и KQT2 выключателей Q3, Q4 и Q2. Ускорение выполнено с выдержкой времени реле КТ4, КТ5 и КТ2 для предотвращения ложного действия защит из-за броска пусковых токов двигателей нагрузки.

I.2.6.7. В схеме выполнено самоудерживание выходных промежуточных реле K L I - K L 4, обеспечивающее надежный пуск УРОВ при возможных кратковременных замыканиях контактов газового реле.

Снятие самоудерживания осуществляется при отпускании реле K L 5. С помощью реле K L 5 осуществляется сигнализация (через контакт I2-I4) при исчезновении оперативного тока.

I.2.6.8. При действии выходных промежуточных реле K L I- K L 4 подается сигнал на запрещение АПВ выключателя Q2.

I.2.6.9. В схеме показаны цепи воздействия дуговой защиты при замыканиях в КРУ на отключение выключателей Q3 и Q4, а также на выходные промежуточные реле защиты (см.п.I.I.7.2).

I.2.7. Принципиальная схема релейной защиты понижающего трехобмоточного трансформатора II0-220/35/6-I0 кВ с питанием со сторон высшего и среднего напряжений (Дифференциальная защита выполняется с двумя комплектами ДЗТ-II) приведена на листах 25-28.

I.2.7.1. Схема дана для трехобмоточного трансформатора II0-220/35/6-10 кВ мощностью 40 МВ.А и более при наличии на сторонах II0-220 кВ и 35 кВ сборных шин, а на стороне низшего напряжения сдвоенного реактора; на стороне II0-220 кВ установлены выключатель и выносные трансформаторы тока, а на стороне 35 кВ - выключатель со встроенными во втулки его трансформаторами тока.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взамин.№
5050тм-т1

Т.П.Р. 407-03-414.87 Ал.I

I.2.7.2. Дифференциальная токовая защита трансформатора выполнена в виде двух комплектов с использованием реле с торможением типа ДЗТ-II и с включением тормозной обмотки на ток стороны среднего напряжения. При этом предполагается, что в случае выполнения защиты с одним комплектом KAWI, KAW2, KAW3 обеспечивается требуемая чувствительность к КЗ на выводах низшего напряжения трансформатора, но не обеспечивается требуемая чувствительность к КЗ за реактором.

В связи с этим выполняется второй - чувствительный комплект KAW4, KAW5, KAW6 и KTI с током срабатывания порядка $I_{с.з.} = (0,75 + I,0) I_{ном}$ и выдержкой времени в пределах $t_{с.з.} = (0,5 - I,0)$с.

I.2.7.3. Защиты от внешних многофазных КЗ выполнены в виде четырех комплектов максимальной токовой защиты с комбинированным пуском напряжения, установленных, соответственно, на сторонах высшего (реле KA4, KA5, KA6 и KT2), среднего (комплект защиты AKI) и на ответвлениях к I и II секциям шин низшего напряжений (комплекты AK2 и AK3). Выполнение защит аналогично приведенному на листах I7-20 (см. п.I.2.5.3.).

I.2.7.4. Одноступенчатая токовая защита нулевой последовательности от замыканий на землю, установленная на стороне II0-220 кВ (реле KA9, KT8-KTII, KL9, KL10), предназначена для резервирования отключения замыканий на землю на шинах II0-220 кВ и отходящих от них линиях, а также для резервирования основных защит трансформатора. Выполнение защиты аналогично приведенному на листах I7-20 (см.п.I.2.5.4).

I.2.7.5. Защита от перегрузки выполнена с помощью реле тока KA3, KA7, KA8, установленных со сторон высшего, среднего, низшего напряжений, и реле времени KT7.

I.2.7.6. В схеме предусмотрено автоматическое ускорение при включении выключателя максимальных токовых защит, установленных на сторонах низшего и среднего напряжений. Ускорение выполнено аналогично приведенному на листах I7-20 (см п.I.2.5.6).

I.2.7.7. В схеме предусмотрено самоудерживание выходных промежуточных реле KLI - KL4, выполненное аналогично приведенному на листах I7-20 (см. п.I.2.5.7).

Т.П.Р. 407-03-414.87 Ал.I

I.2.7.8. При действии выходных промежуточных реле KLI - KL4 подается сигнал на запрещение АПВ выключателей QI (или заменяющего его ОВ) и Q2.

I.2.7.9. В схеме показаны цепи воздействия дуговой защиты при замыканиях в КРУ 6-10 кВ на отключение выключателей Q3 и Q4, а также на выходные промежуточные реле защиты (см.п.I.I.7.2).

I.2.8. Принципиальная схема релейной защиты понижающего трехобмоточного трансформатора II0-220/35/6-I0 кВ с питанием со сторон высшего и среднего напряжений (дифференциальная защита выполняется с использованием ДЗТ-2I) приведена на листах 29-32.

I.2.8.I. Схема дана для трехобмоточного трансформатора II0-220/35/6-I0 кВ мощностью 63 МВА и более при наличии на сторонах II0-220 и 35 кВ сборных шин, а на стороне низшего напряжения сдвоенного реактора; на стороне II0-220 кВ установлены выключатель и выносные трансформаторы тока, а на стороне 35 кВ выключатель со встроенными во втулки его трансформаторами тока.

Данная схема может быть принципиально использована и для трансформаторов мощностью менее 63 МВ.А.

I.2.8.2. Дифференциальная токовая защита трансформатора и цепей стороны низшего напряжения, включая реактор, выполнена с использованием защиты типа ДЗТ-2I (АК WI). Схема внутренних соединений защиты приведена на листах 34, 35. Торможение в защите обеспечивается токами от трех групп трансформаторов тока ТАI, ТА3 и ТА7, ТА8 (последние включаются параллельно).

При этом используется приставка дополнительного торможения АТI.

Схема выполнена в предположении, что для выравнивания вторичных токов в плечах дифференциальной защиты достаточно применение автотрансформаторов тока, устанавливаемых со стороны высшего (TLI - TL3) и низшего (TL4 - TL6) напряжений. Приставка АТI включается на ток стороны среднего напряжения. Схема выполнена с использованием трех модулей дифференциальной защиты, включаемых на токи фаз А,В и С.

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

I.2.8.3. В остальном схема подобна приведенной на листах 17-20 (см.пп.I.2.5.3 - I.2.5.9).

gost.e-ecolog.ru