Типовые материалы для проектирования
407-03-537.89

СХЕМЫ И НИЗКОВОЛЬТНЫЕ КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ШИН 35-220 кВ И УРОВ 110-220 кВ С ОДИНОЧНОЙ СЕКЦИОНИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ ШИН

АЛЬБОМ I
Пояснительная записка

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

24434-01
ЦЕНА

gost.e-ecolog.ru

Типовые материалы для проектирования
407-03-537.89

СХЕМЫ И НИЗКОВОЛЬТНЫЕ КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ШИН 35-220кВ И УРОВ 110-220 кВ С ОДИНОЧНОЙ СЕКЦИОНИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ ШИН

Альбом I

Состав проектных материалов

Альбом I. Пояснительная записка
Альбом 2. Принципиальные схемы
Альбом 3. Пояснительная записка. Полные схемы
Альбом 4. Низковольтные комплектные устройства

Разработаны институтом
"Энергосетьпроект"

Утверждены и введены в
действие Минэнерго СССР
Протокол от 15.06.90г. N 39

Зам.главного инженера — С.Я.Петров

Начальник отдела РЗА — Д.Д.Левкович

Главный инженер проекта — В.А.Рубинчик

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

СОДЕРЖАНИЕ Стр.

Аннотация 3
I. Глава первая. Схемы дифференциальной токовой защиты шин 110-220кВ и 35 кВ
I.I. Общие положения 4
I.2. Особенности выполнения схем 10
2. Глава вторая. Схемы устройства резервирования при отказе выключателей 110-220 кВ . . . . . .
2.I. Общие положения 22
2.2. Особенности выполнения схем 29

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

ал.I

А Н Н О Т А Ц И Я

Настоящая работа выполнена в соответствии с планом типового проектирования Госстроя СССР (тема Т3.I3.I.3) и является корректировкой типовых решений 407-03-268.

Работа содержит принципиальные схемы:

- релейной защиты шин 35 кВ, II0-220 кВ,
- устройства резервирования при отказе выключателей II0-220кВ.

Схемы защиты шин выполнены с использованием реле тока с насыщающимися трансформаторами типа РНТ. Схемы для шин II0-220кВ даны с учетом возможных полнофазных и неполнофазных отказов выключателей при срабатывании защиты шин.

Схемы устройства резервирования при отказе выключателей выполнены в двух вариантах: с автоматической проверкой исправности выключателя и с использованием реле положения "включено" выключателя.

Выполнение данной работы обусловлено необходимостью повышения быстродействия защиты шин и устройства резервирования при отказе выключателей. Использование промежуточных реле РПI6 и РПI7 позволяет снизить общее время ликвидации аварии с учетом отказа выключателя на I00-I50 мс.

В данной работе разработаны схемы УРОВ с автоматической проверкой исправности выключателя для типовой панели УРОВ, что позволит повысить надежность функционирования устройства резервирования при отказе выключателя.

Принципиальная схема УРОВ с использованием реле положения "включено" выполнена на основе типовой панели УРОВ ПА 115-74.

Работа предназначена для использования при проектировании.

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

		407-03-537.89-ПЗI	
ГИП	Рубинчик		Стадия: РП; Лист: I; Листов: 35
Вед.инж.	Кузнецова		Энергосетьпроект
Ст.инж.	Иванова		г. Москва 1990
Инженер	Исаева		

ал.I

Глава первая

СХЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ТОКОВОЙ ЗАЩИТЫ ШИН 110-220 кВ и 35 кВ

I.I. Общие положения

I.I.I. В настоящей главе приведены принципиальные схемы дифференциальной токовой защиты шин 110-220 кВ, выполненные с использованием реле тока с насыщающимися трансформаторами типа РНТ.

Схемы защиты шин 110-220 кВ имеют трехфазное трехрелейное исполнение, 35 кВ - двухфазное двухрелейное.

I.I.2. Схемы защиты разработаны применительно к типовым схемам электрических соединений подстанций со сборными шинами и выполнены для шин 110-220кВ в двух вариантах: когда коэффициенты трансформации трансформаторов тока K_I всех присоединений одинаковы и когда для защиты шин используются трансформаторы тока с разными коэффициентами трансформации (K_{I1} и K_{I2}).

В соответствии с указанным ниже рассматриваются следующие схемы защиты шин:

I.I.2.I. Принципиальная схема дифференциальной токовой защиты одной рабочей секционированной выключателем системы шин 110-220 кВ (трансформаторы тока с одинаковыми K_I).

I.I.2.2. Принципиальная схема дифференциальной токовой защиты одной рабочей секционированной выключателем системы шин 110-220 кВ (трансформаторы тока с разными K_I).

I.I.2.3. Принципиальная схема дифференциальной токовой защиты одной секционированной выключателем системы шин 35 кВ.

I.I.3. Приведенные в работе схемы защиты шин даны для случая установки на элементах, присоединенных к шинам, воздушных выключателей и выносных трансформаторов тока и могут быть использованы при установке масляных выключателей со встроенными трансформаторами тока.

I.I.4. Схемы защиты, приведенные на листах 2-9 применимы как для шин высшего, так и среднего напряжения подстанций. Схема защиты, приведенная на листах 10, II - для шин среднего напряжения.

I.I.5. При выполнении схем принято, что после отключения секции шин в случае ее повреждения первым от устройства АПВ вклю-

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

ал.I

чается один из питающих элементов (линия или автотрансформатор) и при успешном действии АПВ производится последующее возможно более полное автоматическое восстановление схемы доаварийного режима путем включения других питающих элементов от своих устройств АПВ.

АПВ элемента, включаемого первым, выполняется с проверкой отсутствия напряжения на шинах, а АПВ остальных элементов – с проверкой наличия синхронизма или наличия напряжения на шинах.

Как отмечено выше, для осуществления при неустойчивых КЗ АПВ шин используются устройства АПВ элементов, присоединенных к шинам. В связи с этим на подстанциях 110-220 кВ, оборудованных баковыми масляными выключателями, возникает необходимость установки на линиях (и на обходном выключателе) устройств АПВ двукратного действия типа РПВ-258 или РПВ-02. Указанное объясняется следующим. По условию работы аккумуляторной батареи недопустимо одновременное включение на подстанции нескольких баковых масляных выключателей. Их поочередное включение при АПВ шин с интервалом порядка 1 сек при большом числе присоединений привело бы к недопустимому увеличению выдержек времени устройств АПВ линий. Поэтому для осуществления АПВ линий следует использовать меньшую выдержку времени (1-ую кратность) устройств РПВ-258, РПВ-02, а для осуществления АПВ шин – большую выдержку времени (2-ую кратность).

Необходимо отметить, что для выполнения полной сборки схемы доаварийного режима после ликвидации КЗ на шинах может потребоваться усложнение устройств АПВ отдельных присоединений (например, осуществление контроля синхронизма). В ряде случаев может оказаться целесообразным указанного усложнения не предусматривать, а при срабатывании защиты шин АПВ рассматриваемых присоединений запрещать. Для выполнения последнего, а также для возможности включения не всех присоединений, например, по условиям работы аккумуляторной батареи, если линии оборудованы АПВ однократного действия, в схемах предусмотрены цепи запрещения АПВ присоединений от контактов выходных промежуточных реле защиты через соответствующие переключатели, установленные на панелях автоматики элементов. Указанные переключатели предназначены для возможности ввода или вывода цепей запрещения АПВ того или иного элемента в зависимости от схемы или режима работы сети.

ал.I

Для обеспечения однократности действия АПВ выключателей линий (и обходного выключателя), оборудованных устройством РПВ-258, РПВ-02 предусматриваются цепи запрещения АПВ линии (I-ой кратности) от защиты шин и цепи запрещения АПВ шин (2-й кратности) от защиты линии. В типовых схемах защит линий для этой цели используется контакт выходного реле, предусмотренный для отключения второго выключателя линии (при наличии сборных шин отсутствующего).

I.I.6. При включении на неустранившееся короткое замыкание от АПВ одного элемента защита шин может оказаться нечувствительной к этому повреждению.

В связи с указанным в схемах защиты шин 110-220 кВ предусмотрен чувствительный токовый орган.

Цепи отключения и запрещения АПВ (см. п.I.I.7.) от чувствительного органа вводятся в действие после срабатывания защиты шин через время, большее времени отключения всех выключателей и меньшее времени включения от АПВ первого элемента (порядка I сек.).

I.I.7. Схемы защиты шин 110-220 кВ выполнены с учетом возможных полнофазных и неполнофазных отказов выключателей.

При несимметричном устойчивом КЗ на шинах и отказе в отключении неповрежденных фаз выключателя элемента, включаемого первым, этот элемент может не отключиться ни от УРОВ, ни от защиты на противоположном конце, т.к. ток, проходящий по элементу, может оказаться недостаточным для действия защиты или вовсе будет отсутствовать (когда нет тупиковых линий или они отключаются от защиты шин).

В связи с тем, что в рассматриваемом случае на шинах будет иметься напряжение неповрежденных фаз, может произойти многократное включение питающих элементов на устойчивое КЗ на шинах. Указанное обусловлено принятым в настоящее время выполнением типовых устройств АПВ питающих элементов 110-220 кВ, в которых:

- для проверки наличия напряжения на шинах предусмотрено одно реле напряжения, включенное на междуфазное напряжение,
- проверка наличия синхронизма производится в одной фазе.

Для предотвращения возможности многократных включений на КЗ в случае отказа в отключении неповрежденных фаз выключателя элемента, включаемого первым, в схемах предусмотрены цепи запрещения АПВ питающих элементов от чувствительного токового органа.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

ал.I

Следует отметить, что рассматриваемое запрещение АПВ питающих элементов целесообразно предусматривать и при полноценном контроле наличия напряжения на шинах в цепях пуска АПВ этих элементов, как это выполнено в схеме защиты шин 750 кВ. В данном случае многократное включение на КЗ могло бы происходить при устойчивом КЗ на шинах и неполнофазном отключении выключателя элемента, включаемого первым, после отключения этого элемента (например, по указанию диспетчера) с противоположного конца.

Кроме указанного, АПВ шин 110-220 кВ желательно запрещать также при несимметричном неустойчивом КЗ на шинах и отказе неповрежденных фаз выключателя одного из элементов при срабатывании защиты шин. Желательность запрещения в этом случае АПВ обусловлена возможностью:

- неправильного действия защит сети рассматриваемого напряжения в возникшем при успешном АПВ неполнофазном режиме ;
- недопустимого для системы или отдельных генераторов несинхронного включения.

Запрещение АПВ осуществлено в схемах от специального органа напряжения, устанавливаемого на каждой секции шин и выполняемого с помощью двух реле напряжения, включаемых, соответственно, на междуфазное напряжение и напряжение нулевой последовательности.

Указанный орган напряжения используется также для проверки отсутствия напряжения на шинах при ручном опробовании (см. п.I.I.I0).

При конкретном проектировании защиты шин 220 кВ для подстанций с воздушными выключателями необходимо учитывать возможность появления феррорезонансных перенапряжений при отключении выключателей всех присоединений системы или секции шин. Последнее обусловлено тем, что воздушные выключатели (типов ВВБ) имеют емкостные делители напряжения, шунтирующие дугогасительные камеры.

Феррорезонансные явления возникают в сложном контуре, создаваемом нелинейной индуктивностью трансформатора напряжения типа НКФ, приключенного к шинам, и емкостями выключателей и сборных шин.

В результате может иметь место повреждение трансформатора напряжения. Причиной повреждения является ухудшение изоляции, вызванное перегревом обмотки ВН. Перегрев происходит из-за длительного протекания токов, возникающих в результате феррорезонансных явле-

ал.I

ний и превышающих номинальный ток в 50-100 раз. В рассматриваемом режиме напряжение на отключенных шинах может превышать номинальные значения.

В связи с тем, что в защите шин имеются цепи запрещения АПВ от специального органа напряжения, наличие напряжения на шинах после отключения всех выключателей от защиты приведет к отказу АПВ шин.

Для предотвращения последнего при срабатывании защиты шин следует предусматривать одно из следующих мероприятий:

- не отключать одну из тупиковых линий;
- вместо отключения выключателя автотрансформатора или трехобмоточного трансформатора с заземленной нейтралью со стороны поврежденных шин высшего напряжения отключать его выключатель со стороны среднего напряжения;
- вместо отключения выключателя одной из питающих линий останавливать в.ч. передатчик её защиты с целью отключения линии с противоположного конца, на котором устройство АПВ должно выполняться с контролем отсутствия напряжения.

Указанные мероприятия могут предотвратить появление напряжения на отключенных шинах, достаточного для срабатывания органа напряжения и приводящего к запрещению АПВ шин при неустойчивых КЗ на шинах.

Следует отметить, что по имеющимся предварительным неофициальным данным промышленностью предполагается на вновь выпускаемых воздушных выключателях 110 и 220кВ не предусматривать упомянутых емкостных делителей напряжения; при осуществлении указанного снимется вопрос о возможности неправильного запрещения АПВ шин в связи с феррорезонансными явлениями.

Необходимо учитывать, что при наличии отходящих от рассматриваемых шин 110-220кВ тупиковых линий, питающих синхронные двигатели, после отключения защитой шин только питающих элементов в течение небольшого времени на шинах будет поддерживаться напряжение, что может привести к неправильному запрещению АПВ шин. Во избежание указанного представляется целесообразным выполнение одного из следующих мероприятий:

- отключение тупиковых линий, питающих синхронные двигатели,
- исключение цепи запрещения АПВ шин от органа напряжения при установке на подстанции масляных выключателей с трехфазным приводом.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

ал.I

– осуществление запрещения АПВ шин только от реле напряжения, включенного на напряжение нулевой последовательности (по предложению Кузбассэнерго).

I.I.8. В эксплуатации могут возникать режимы, когда требуется оперативное выведение АПВ шин II0-220 кВ (например, в целях безопасности персонала при операциях с недостаточно надежными разъединителями, приводящих к коротким замыканиям на шинах).

Для возможности выведения АПВ в указанных случаях при минимальном числе операций в схемах защиты шин предусмотрен переключатель, при включении которого в случае КЗ на шинах подается сигнал на запрещение АПВ всех питающих элементов.

Для осуществления запрещения АПВ от чувствительного органа, от органа напряжения и в рассматриваемом в данном пункте случае предусмотрена отдельная группа промежуточных реле. На эти же реле подаются сигналы запрещения АПВ при действии УРОВ.

I.I.9. При КЗ на шинах и отказе выключателя одного из присоединений защита шин может оказаться в условиях со значительно сниженной чувствительностью. Для предотвращения в этом случае отказа пуска УРОВ от защиты шин II0-220 кВ в схемах предусмотрено удерживание выходных промежуточных реле защиты от чувствительного органа.

I.I.I0. В схемах защиты шин II0-220кВ предусмотрены цепи отключения ряда присоединений при опробовании секции шин от руки после неуспешного АПВ шин с использованием чувствительного органа защиты, органа контроля напряжения на шинах и реле команды "включить" (КСС) схемы управления выключателем присоединения.

I.I.II. Схемы содержат устройство контроля исправности вторичных цепей трансформаторов тока защиты шин, действующее на выведение защиты из работы и на сигнал.

I.I.I2. Схемы защиты шин II0-220 кВ выполнены с учетом возможности использования защиты при опробовании обходной системы шин обходным выключателем.

Для предотвращения действия защиты на отключение неповрежденной системы шин в случае КЗ на опробуемой системе шин в схеме защиты шин предусмотрено снятие оперативного тока с выходных реле защиты на заданное время.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

I.I.I3. В схемах предусмотрена возможность подачи сигналов от выходных промежуточных реле защиты шин II0-220 кВ к защитам с в.ч. блокировкой (с ненаправленным пуском) линий, отходящих от защищаемых шин. Указанное необходимо для введения замедления в цепь остановки в.ч. передатчика при действии защиты шин, что обеспечивает снятие блокирующего в.ч. сигнала после возврата отключающего органа защиты на противоположном конце линии и тем самым предотвращает ее излишнее срабатывание.

I.I.I4. Для выведения защиты из работы (например, при операциях в токовых цепях, при появлении сигнала о неисправности цепей переменного тока защиты и др.) в схемах предусмотрен переключатель в цепи оперативного постоянного тока.

I.I.I5. Отключение автотрансформаторов (трансформаторов), присоединенных к защищаемым шинам, в рассматриваемых схемах показано, в качестве примера, применительно к двум случаям:

- автотрансформатор (или трехобмоточный трансформатор) имеет питание со стороны смежного напряжения; от защиты шин отключается выключатель, примыкающий к защищаемым шинам и оборудованный устройством АПВ с пуском от "несоответствия";

- двухобмоточный трансформатор с расщепленной обмоткой НН; от защиты шин отключаются выключатели стороны НН, оборудованные устройством АПВ с пуском от защиты.

I.I.I6. Указательные реле предусмотрены в цепях пуска выходных промежуточных реле защиты шин от основных реле тока защиты и от чувствительного органа, в цепях отключения обходного и секционного выключателей при опробовании ими системы шин, а также в цепях отключения при опробовании системы шин от руки через чувствительный орган.

Типы указательных реле и параметры резисторов даны в схемах при напряжении оперативного постоянного тока 220 В.

I.2. Особенности выполнения схем

I.2.I. Принципиальная схема дифференциальной токовой защиты одной рабочей секционированной выключателем системы шин II0-220 кВ (ТТ с одинаковыми K_T) приведена на листах 2-5.

I.2.I.I. Для каждой секции шин предусматривается отдельная защита.

ал.I

На листах 2-5 дана схема защиты I секции. Схема защиты II секции отличается от приведенной отсутствием реле KL16, KL17, KH4, KH6 и переключателей SX4, SX5. Схема содержит один пусковой орган КАТ1-КАТ3, выполненный с помощью реле типа РНТ-565 или РНТ-566.

I.2.I.2. Схема выполнена с учетом того, что после отключения секции шин в случае ее повреждения и успешного АПВ первого элемента производится возможно более полное автоматическое восстановление схемы доаварийного режима.

Для возможности в отдельных случаях включения при АПВ шин не всех питающих присоединений, в схеме предусмотрены цепи запрещения АПВ присоединений от контактов выходных промежуточных реле защиты шин KL4-KL8, KL19 через соответствующие переключатели (на схеме обведены пунктиром), установленные на панелях автоматики присоединений.

В примечании показано выполнение цепей запрещения АПВ двукратного действия выключателей линий и обходного выключателя при КЗ на шинах подстанций, оборудованных баковыми масляными выключателями (см. п.I.I.5.).

I.2.I.3. При включении на неустранившееся КЗ от АПВ одного питающего элемента защита шин может оказаться нечувствительной к этому повреждению. В связи с указанным в схеме предусмотрен чувствительный токовый орган, выполненный с помощью реле тока КА1-КА3 типа РТ-140, установленных в цепях пускового органа.

Реле тока чувствительного органа должны быть отстроены от токов небаланса при самозапуске нагрузки и бросках тока намагничивания трансформаторов (данной подстанции или питающихся от нее по линиям электропередачи), не отключаемых при действии защиты шин, а также от токов небаланса при асинхронном ходе или качаниях, могущих возникнуть между присоединениями секций шин. Последнее условие не должно учитываться, если чувствительный орган будет выведен из действия до включения элемента, приводящего к появлению асинхронного хода или качаний (см. ниже п.I.2.I.5.).

При трансформаторах тока с номинальным вторичным током 5А в качестве чувствительного органа рекомендуется использование реле тока типа РТ-140/2, или РТ-140/6, или РТ-140/10. При трансформаторах тока с номинальным вторичным током 1А рекомендуется использование реле типа РТ-140/0,6 или РТ-140/2.

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

24434-01 12

ал.I

Срабатывание чувствительного органа сигнализируется указательным реле КН2.

В тех случаях, когда по условию обеспечения требуемой чувствительности при АПВ шин не возникает необходимость использования чувствительного органа, цепи пуска от него выходных промежуточных реле KL4-KL8, KL19 могут быть разомкнуты на ряде зажимов панели.

I.2.I.4. Для обеспечения надежного пуска УРОВ при срабатывании защиты шин и отказе выключателя одного присоединения в схеме выполнено удерживание выходных промежуточных реле KL4-KL8, KL19 через контакты реле – повторителей чувствительного органа KL I0 и реле фиксации срабатывания выходных промежуточных реле KL II.

Снятие удерживания осуществляется размыканием контакта I-3 реле KL I2. Резистор R 2 предусмотрен в целях обеспечения надежного действия указательного реле КН1 при срабатывании защиты шин.

I.2.I.5. Для предотвращения возможности многократных включений на КЗ в случае отказа в отключении неповрежденных фаз выключателя элемента, включаемого первым, в схеме предусмотрены цепи запрещения АПВ питающих элементов от чувствительного токового органа.

Кроме того, предусмотрено также запрещение АПВ при несимметричном неустойчивом КЗ на шинах и отказе неповрежденных фаз выключателя одного из элементов при срабатывании защиты шин (см. п.I.I.7), осуществляемое от органа напряжения (KV I, KV 2).

Ниже для иллюстрации действия схемы на отключение и запрещение АПВ шин, а также для пояснения назначения ряда ее элементов и цепей рассматриваются два случая коротких замыканий на шинах.

I случай. Несимметричное неустойчивое КЗ на I секции шин и отказ при действии защиты шин неповрежденных фаз выключателя одного из присоединений.

При срабатывании выходных промежуточных реле KL4-KL8, KL19 пускается реле KL II, которое при действии самоудерживается через контакт реле KL I3 и пускает реле времени КТ3. Последнее своим контактом 11-13 подрывает цепь обмотки реле KL I2 типа РП I8-74.

После разрыва цепи обмотки реле KL I2 его контакт 2-4 в цепи пуска реле KL I4 и KL I5 остается замкнутым в течение времени (порядка I сек), большего времени отключения всех питающих элементов, но меньшего времени включения от АПВ первого элемента.

ал.I

Поскольку в рассматриваемом случае после отключения питающих элементов на шинах будет иметься напряжение (контакты реле KV I и KV 2, либо только одного из них разомкнуты, реле KLV I обесточено) подается сигнал на реле KL I4, KL I5, запрещающие АПВ шин.

Для того, чтобы не было запрещения АПВ в нормальном режиме работы, когда реле KL I2 подтянуто и на шинах имеется напряжение, последовательно с контактами 2–4 реле KL I2 и I2–I4 KLV I предусмотрены контакты реле KL II и KL 8, разрешающие этой цепи подавать сигнал только после срабатывания защиты шин (контакт 9–II реле KL II) и отключения всех питающих элементов (контакт 9–II реле KL 8).

Для предотвращения возможности запрещения АПВ шин при возврате схемы после ликвидации КЗ (без отказа отдельных фаз выключателей) предусмотрена цепь пуска KLV I от KL 4.

При отсутствии указанного мероприятия имело бы место следующее.

При КЗ на шинах – например, замыкании на землю – реле напряжения KV 2, включенное на $3U_0$, срабатывает и размыкает свой контакт, что приводит к замыканию контакта реле KLV I. В связи с тем, что реле напряжения при снятии напряжения возвращается относительно медленно, после отключения выключателей всех питающих элементов цепь запрещения АПВ шин может оказаться замкнутой через контакт I2–I4 реле KLV I (т.к. будут замкнуты контакты реле KL II, KL 8 и KL I2), что приведет к неправильному запрещению АПВ шин.

Для предотвращения указанного выполнена цепь удерживания реле KLV I от контактов I0–I2 реле KL 4, помимо этого реле KLV I выбрано типа РП18-54 с замедлением на отпадание порядка 0,25с, что позволяет держать цепь запрещения АПВ разомкнутой до момента возврата реле напряжения.

Время отпускания реле KL I2 должно быть выбрано с учетом времени отпускания реле KLV I (при этом контакт 2–4 реле KL I2 должен оставаться замкнутым в течение времени, большего времени отпускания реле KLV I и замыкания его контакта I2–I4).

С выдержкой времени реле КТ3 схема возвращается в исходное положение (реле KL I3 разрывает цепь самоудерживания реле KL II).

ал.I

2-ой случай. Устойчивое КЗ на I секции шин, включение от АПВ первого элемента и неполнофазный отказ его выключателя при отключении.

При срабатывании выходных промежуточных реле KL 4 - KL8, KL19 пускается реле KL 11, а затем реле времени KT3V. Контакт 11-13 реле KL20 подрывает цепь обмотки реле KL 12, которое к моменту включения от АПВ первого элемента отпускается и замыкает свои контакты 5-7 и 6-8, подготавливая цепи отключения выключателя, включаемого первым, и запрещения АПВ шин. При включении первого элемента срабатывает комплект чувствительного органа и контактами 5-7 и 6-8 реле-повторителя чувствительного органа KL 10 замыкаются цепи выходных реле KL4-KL8,KL19 и цепи реле KL 14, KL 15.

С выдержкой времени реле времени KT3 схема возвращается в исходное положение.

Выдержка времени реле KT3 может приниматься большей времени полной сборки схемы (реле KT3 выбрано типа РВ-01), поскольку при этом в случае возникновения КЗ на шинах в процессе сборки схемы будут отключаться все уже включенные выключатели и запрещаться АПВ еще не включившихся. При этом запрещение АПВ еще не включавшихся выключателей предусматривается для предотвращения возможности многократных включений на КЗ в случае отказа в отключении неповрежденных фаз выключателя одного из уже включившихся элементов (т.е. по той же причине, что и запрещение АПВ шин при включении на КЗ элемента, включаемого первым).

Следует отметить, что при принятом выполнении схемы в случае внешнего КЗ в процессе сборки схемы, когда реле KT3 еще не вернулось в исходное состояние, будет иметь место неуспешное АПВ системы шин, т.к. чувствительный орган, не отстраиваемый от тока небаланса при внешних КЗ, даст сигнал на отключение уже включенных элементов и запрещение АПВ еще не включившихся. Для уменьшения времени, на которое вводится в действие чувствительный орган, и уменьшения тем самым вероятности излишнего срабатывания защиты возврат схемы в исходное положение может производиться несколько раньше осуществления полной сборки схемы - при достижении избирательными и пусковым органами требуемой чувствительности.

В случаях, когда чувствительный орган из-за недопустимого загрубления не может быть отстроен от токов небаланса при асинхронном ходе или качаниях, выдержка времени реле KT3 должна сог-

ал.I

ласовываться с временем АПВ элементов, включение которых может вызвать асинхронный ход или качания.

На реле KL I4 и KL I5 подаются также сигналы запрещения АПВ от УРОВ при КЗ в автотрансформаторах, сопровождающихся отказами их выключателей. Кроме того, сигналы запрещения АПВ подаются при КЗ на шинах в случае включения переключателя SX3 (см. выше п.I.I.8.).

I.2.I.6. На схеме цепи опробования секции шин от руки после неуспешного АПВ шин с использованием чувствительного органа защиты шин и реле команды "включить" (КСС) выключателя присоединения условно показаны применительно к присоединению с Q1 и Q5.

Цепи отключения при ручном опробовании помимо контактов чувствительного органа и реле КСС содержат контакты реле контроля напряжения на шинах и обмотки указательных реле.

Использование контакта реле KLV 1, например I-3, уменьшает вероятность излишнего срабатывания реле КНЗ в случае нормальной работы секции шин и включении элемента с выключателем Q1 на КЗ в нем.

Следует, однако, отметить, что при относительно близком трехфазном КЗ или двухфазном КЗ между фазами, на которое включено реле KV 1, может иметь место излишнее срабатывание реле КНЗ. Указанное можно считать допустимым.

Представляется целесообразным, в целях облегчения ориентации оперативного персонала при указанных выше нежелательных срабатываниях указательных реле КНЗ, КН5, выделение для сигнализации их действия отдельного табло.

Использование реле команды "включить" (КСС), а не реле ускорения защит при включении выключателя, как это принималось ранее, предусмотрено в целях исключения излишнего срабатывания указательных реле в цепи ручного опробования шин при неуспешном АПВ элемента с устойчивым КЗ.

I.2.I.7. Схема содержит устройство контроля исправности вторичных цепей трансформаторов тока защиты шин (КА4, КТ1, KL 1), действующее на сигнал и выведение защиты из работы.

Реле тока КА4 принято трехфазным типа РТ-140/р в целях обеспечения действия устройства контроля как при обрыве одной или двух фаз трансформаторов тока присоединений, так и при обрыве трех фаз. Указанное требуется в связи с тем, что предусмотренный в нулевом проводе миллиамперметр на обрывы трех фаз не реагирует.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

В схеме предусмотрена сигнализация (с выдержкой времени) срабатывания чувствительного токового органа КАI-КАЗ осуществляемая включением контактов реле повторителя KL9 параллельно контакту реле KL I в цепи сигнала "неисправность цепей переменного тока и цепей отдельных реле защиты шин".

Устройство контроля используется и для сигнализации обесточения реле KLI2 вследствие какой-либо неисправности.

Выдержка времени у реле КТI должна быть большей, чем у КТЗ.

I.2.I.8. Схема выполнена с учетом возможности использования защиты шин при опробовании обходной системы шин обходным выключателем и второй секции шин секционным выключателем.

Для предотвращения действия защиты на отключение неповрежденной секции шин в случае КЗ на опробуемой системе шин в схеме предусмотрены размыкающие контакты II-I3 и I2-I4 реле KLI8 в цепи выходных реле защиты шин, а также реле времени КТ2, шунтирующее контакт реле KLI8.

Пуск реле времени КТ2 осуществляется от пускового органа защиты; выдержка времени КТ2 принимается порядка 0,3-0,4 с (больше времени отключения выключателя, которым производится опробование).

При таком выполнении схемы в случае, если при повреждении на опробуемой системе шин выключатель, которым производится опробование, откажет, а дежурный задержит ключ управления во включенном положении, предотвращается возможность ликвидации рассматриваемого повреждения защитами, установленными с противоположных концов элементов, присоединенных к шинам, и обеспечивается отключение повреждения защитой шин.

I.2.I.9. Предусмотренный в схеме переключатель SXI требуется для выведения защиты из работы (например, при операциях в токовых цепях, при появлении сигнала о неисправности цепей переменного тока защиты и др.).

I.2.I.IO. В схеме предусмотрено реле KL2 типа РПI8-74, сигнализирующее исчезновение оперативного постоянного тока. Выдержка времени при отпускании реле требуется для отстройки от кратковременного исчезновения постоянного тока.

ал.I

Реле KL 2 контролирует положение переключателя SX1 испытательного блока SG1 и размыкающих контактов реле KL 1.

I.2.I.II. Испытательный блок SG1 предусмотрен в цепях пускового органа. При такой установке блока обеспечивается удобство проверки пускового органа защиты шин и возможность осуществления контроля положения этого блока.

Испытательный блок SG I устанавливается на панели защиты шин.

I.2.I.I2. Испытательные блоки SG 3- SG 6 требуются для производства необходимых переключений при замене ремонтируемого выключателя обходным выключателем.

В нормальном режиме работы (обходной выключатель не используется) у испытательного блока SG 6 вставлена рабочая крышка, у SG 4 и SG 5 - модернизированная крышка (при этом все контакты у SG 4 и SG 5 разомкнуты), у SG 3 (в защите I и II секции) рабочие крышки сняты и вставлены холостые крышки.

При замене выключателя элемента I секции шин обходным меняются местами крышки блоков SG 6 и SG 4, а у блока SG 3 в защите I секции вставляется рабочая крышка. Подобные операции с блоками SG 5, SG 6 и SG 3 в защите II секции должны быть произведены при замене выключателя II секции шин обходным.

Модернизированные крышки должны выполняться силами эксплуатации на базе заводских крышек таким образом, чтобы при вставленной крышке все контакты блока были разомкнуты. Использование для указанной цели контрольных штепселей нежелательно, так как (по данным энергосистем) вследствие отсутствия у них защелки в процессе эксплуатации может иметь место смещение штепселя и неправильное замыкание цепей.

Испытательные блоки SG 3 защиты I и II секции шин устанавливаются на панели защиты шин.

Испытательные блоки SG 4, SG 5, SG 6, так же, как и блоки SG 7-SG 13, устанавливаются на ОРУ в специальном шкафу, оборудованном подогревом. Блоки SG 7- SG 13 требуются для отсоединения вторичных цепей трансформаторов тока элемента, выключатель которого ремонтируется, от оставшейся в работе защиты шин.

I.2.2. Принципиальная схема дифференциальной токовой защиты одной рабочей секционированной выключателем системы шин II0-220кВ (ТТ с разными K_I) приведена на листах 6-9.

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

ал.I

I.2.2.I. Схема дана для случая, когда трансформаторы тока в цепях линий имеют коэффициент трансформации, меньший чем у трансформаторов тока в цепях автотрансформаторов.

Отличие данной схемы от схемы приведенной на листах 2÷5 обусловлено использованием для защиты шин трансформаторов тока с разными K_I.

I.2.2.2. В качестве пускового органа КАТI-КАТ3 используются реле тока типа РНТ-567 или РНТ-567/2 с термической стойкостью, соответственно, 20 А и 4 А.

I.2.2.3. Чувствительный токовый орган состоит из одного комплекта реле КАТ 4-КАТ6, включенных в цепь пускового органа защиты шин. Приведенная схема выполнена с использованием в качестве чувствительного органа реле типа РНТ-567 или РНТ-567/2 с раздельным включением обмоток (с I с.р. мин $\approx$ I ном).

В дополнение к указанному в п.I.2.I.3 реле КАТ4-КАТ6 должны отстраиваться от тока небаланса при качаниях после отключения поврежденной секции шин, развившихся в оставшейся части системы, работающей через неповрежденную секцию шин.

В тех случаях, когда по условиям выбора тока срабатывания чувствительный орган может быть принят с I с.р. $<$ Iном, следует использовать включение реле РНТ-567 (РНТ-567/2) с последовательным соединением двух его обмоток, обеспечивающим уменьшение $I_{с.р.мин}$ примерно в два раза. В случае, если по условию обеспечения требуемой чувствительности вариант с использованием реле РНТ-567 (РНТ-567/2) не проходит, может быть принято выполнение схемы с реле РНТ-565 или РНТ-566 (с учетом термической стойкости этих реле, меньшей, чем у реле РНТ-567 и РНТ-567/2).

I.2.2.4. В отличие от схемы приведенной на листах 2÷5 устройство контроля исправности цепей переменного тока защиты выполнено с использованием реле тока КАI, включенного в нулевой провод защиты, т.е. действующего только при обрывах одной или двух фаз. Реле тока КАI принято типа РТ-140/Р-5. В случае, когда номинальный вторичный ток трансформаторов тока составляет I А, принимается, в целях повышения чувствительности, последовательно согласное соединение всех первичных обмоток (4W) насыщающегося трансформатора реле КАI ; при этом минимальный ток срабатывания реле снизится с 0,65 А до

$$I\ с.р. = \frac{Iс.р.мин.}{К} = \frac{0,65}{4} = 0,162А$$

где 0,65 – ток срабатывания реле при прохождении тока только по обмотке с числом витков W.

К=4 – коэффициент, учитывающий последовательно-согласное включение витков всех обмоток реле ($W+W+2W=4W$),

а термическая стойкость снизится с I,I·5А до

$$I,I·5·\frac{2,65}{4} = 3,7\ А.$$

Таким образом, термическая стойкость реле КАI практически оказывается такой же, как у реле РНТ-567/2 (4А).

В случае, когда номинальный вторичный ток трансформаторов тока составляет 5 А, может оказаться достаточным использование у реле КАI одной его обмотки; при этом токи срабатывания будут равны:

при одной обмотке с W – Iс.р. = (0,65-I,3) А;

при одной обмотке с $2W$ –I с.р. = (0,325-0,65) А.

Для предотвращения повреждения реле КАI при обрыве вспомогательных проводов в токовых цепях, когда оно может обтекаться током (в пределе до 20А, допустимых для РНТ-567), превышающим его термическую стойкость (I,I·5 А); принято шунтирование обмотки реле КАI усиленным контактом реле КL 2I типа РП-34I.

Реле РП-34I при параллельном соединении первичных обмоток его насыщающегося трансформатора имеет ток срабатывания 5А и термическую стойкость IOА. В связи с указанным использование этого реле полностью не решает вопроса выполнения устройства контроля термически стойким во всех случаях. Однако, учитывая опыт эксплуатации таких схем, использовать более сложные решения не представляется целесообразным.

Следует отметить, что при работе элемента сети, примыкающего к защищаемым шинам, в длительном неполнофазном режиме в нулевом проводе защиты шин появляется ток, который в отдельных случаях может привести к ложному срабатыванию реле контроля защиты шин. Предотвращение указанного ложного срабатывания может быть обеспечено применением в качестве реле контроля реле с двумя обмотками для выравнивания токов в нулевых проводах дифференциальной цепи от двух групп трансформаторов тока. В отдельных энергосистемах эксплуатируются такие схемы, использующие в качестве реле контро-

ал.I

ля реле типа РТ-140/Р или РТ-140/1Д.

Однако, в качестве типового решения их применение не может быть рекомендовано, т.к. не во всех случаях обеспечивает требуемые чувствительность и термическую стойкость.

Поскольку в ряде случаев чувствительный орган КАТ4-КАТ6 защиты шин может срабатывать при обрывах цепей переменного тока, целесообразно его использовать для сигнализации обрыва трех фаз токовых цепей. В связи с указанным параллельно контакту реле КА1, пускающему реле времени КТ1 устройства контроля, в схеме включен контакт реле KL 9, размножающего контакты чувствительного токового органа.

I.2.2.5. Следует учитывать, что в ряде случаев при обрывах вторичных цепей трансформаторов тока защиты шин возможен перегрев реле тока (типа РНТ) защиты, поскольку в этом режиме длительно имеется магнитный поток в насыщающемся трансформаторе реле, обуславливающий снижение его термической стойкости.

Для предотвращения повреждения реле в этом случае требуется отсоединение их от трансформаторов тока. Указанное может быть выполнено с помощью испытательных блоков SG1 и SG2.

В остальном данная схема подобна приведенной на листах 2÷5.

I.2.3. Принципиальная схема дифференциальной токовой защиты одной рабочей секционированной выключателем системы шин 35 кВ приведена на листах I0, II.

I.2.3.I. Для каждой секции шин предусмотрена отдельная защита.

I.2.3.2. Защита выполнена с использованием реле РНТ-565 (РНТ-566).

I.2.3.3. Устройство контроля вторичных цепей трансформаторов тока (КА1, КТ1, KL 1) действует на сигнал и выведение защиты шин из работы.

I.2.3.4. Предусмотренный в схеме переключатель SX1 требуется для выведения защиты из работы.

I.2.3.5. Испытательный блок SG1 устанавливается на панели защиты шин.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

ал.I

I.2.3.6. Схема содержит устройство для ликвидации повреждения в зоне между секционным выключателем (СВ) и трансформаторами тока ТА6, выполненное с помощью трехфазного реле тока КА2, реле времени КТ2 и указательного реле КН3. Устройство действует на отключение II секции шин.

Выдержка времени устройства должна быть больше времени отключения выключателя Q6.

I.2.3.7. Выходные цепи защиты шин выполняются в предположении, что выключатели, примыкающие к шинам 35 кВ, могут быть оборудованы устройством АПВ как с пуском по цепи "несоответствия", так и с пуском от защиты.

ал.I

Глава вторая

СХЕМЫ УСТРОЙСТВА РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ПРИ ОТКАЗЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ 110-220 кВ

2.I. Общие положения

2.I.I. В настоящей главе приведены принципиальные схемы устройства резервирования при отказе выключателей (УРОВ) для подстанций 110-220 кВ с одной рабочей секционированной выключателем системой шин.

2.I.2. На подстанции применяется одно централизованное устройство резервирования при отказе выключателей для обеих секций.

2.I.3. Схемы УРОВ даны для случая отсутствия ОАПВ на линиях.

2.I.4. Схемы УРОВ даны для подстанции с автотрансформаторами и могут быть использованы для подстанций с трансформаторами.

2.I.5. Приведенные схемы даны для случая установки на элементах, присоединенных к шинам, воздушных выключателей или выключателей типа ВМТ и выносных трансформаторов тока и могут быть использованы при установке масляных выключателей со встроенными трансформаторами тока.

В случае использования выносных трансформаторов тока устройство резервирования выполняет также функцию ликвидации короткого замыкания в зоне между трансформаторами тока и выключателем.

2.I.6. При разработке типовых схем УРОВ рассматривались два принципа выполнения схем УРОВ, различающихся способом предотвращения пуска УРОВ при ошибочных действиях персонала:

- схемы с автоматической проверкой исправности выключателя,
- схемы с дублированным пуском от защит с использованием реле положения "включено" KQC выключателя.

Каждый из предложенных принципов выполнения схем УРОВ имеет свои особенности.

Использование схемы УРОВ с автоматической проверкой исправности выключателя целесообразно в тех случаях, когда ложное отключение от УРОВ в порядке автоматической проверки выключателя какого-либо элемента не ведет к тяжелым последствиям. При этом следует учесть, что наличие АПВ на ошибочно отключенном выключателе может полностью восстановить первоначальную схему сети; а

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

ал.I

при условии использования в выходных цепях защиты переключателей вместо накладок с одновременно коммутируемыми цепями пуска УРОВ и цепями отключения от защиты дает возможность практически исключить ложное отключение выключателя в результате ошибочных действий персонала. Если всё-таки в результате излишнего или ложного пускового сигнала произойдет автоматическая проверка одного выключателя и при этом будет иметь место отказ этого выключателя, то УРОВ подействует на отключение системы шин, что является недостатком схемы УРОВ с автоматической проверкой исправности выключателя.

Схема УРОВ с дублированным пуском от защит с использованием реле положения "включено" KQC выключателя имеет следующие особенности: пуск УРОВ осуществляется только при наличии двух пусковых сигналов - от контактов выходных реле защит поврежденного элемента и от размыкающего контакта реле положения "включено" KQC выключателя, обмотка которого шунтируется при замыкании контактов выходных реле защиты в цепи отключения выключателя. Этим устраняется преобладающая часть случаев возникновения пусковых сигналов, создающих возможность излишнего срабатывания УРОВ (например, при действии защит с выведенной по режимным условиям цепью отключения выключателя и ошибочном сохранении цепи пуска) или ложного срабатывания (при проверке персоналом защит на включенном оборудовании и сохранении цепи пуска).

Схема УРОВ с использованием реле положения "включено" KQC требует обязательного дублирования выходных реле защиты, их контактов, а также цепей отключения от защит, т.к. в противном случае при обрыве в цепи отключения от защиты не произойдет и пуска УРОВ.

Следует отметить, что при применении схемы с дублированным пуском от защит с использованием реле положения "включено" KQC возможно увеличение общего времени действия УРОВ за счет дополнительно вносимого времени возврата реле KQC, причем время возврата этого реле определяется при шунтировании его обмотки контактами релейной защиты и может составлять в зависимости от экземпляра реле KQC от 30 мс до 120 мс.

Следует также считаться с возможностью отказа УРОВ при обрыве цепей, идущих от размыкающего контакта KQC от панели управления выключателя к панели УРОВ.

ал.I

Для выявления предпочтительного принципа выполнения схем УРОВ в I2 энергетических систем были посланы запросы. Анализ полученных ответов показал, что энергосистемами применяются оба принципа для ПС IIO-220кВ со сборными шинами. Причем большинство из них считает целесообразным в дальнейшем применять схемы УРОВ с автоматической проверкой исправности выключателя.

2.I.7. В данной работе приведены следующие схемы.

2.I.7.I. Принципиальная схема УРОВ для ПС с одной рабочей секционированной выключателем системой шин IIO-220кВ (с автоматической проверкой исправности выключателя) листы I2-I4.

2.I.7.2. Принципиальная схема УРОВ для ПС с одной рабочей секционированной выключателем системой шин IIO-220 кВ (с использованием реле положения " включено") листы I5-I7.

2.I.8. Схемы УРОВ предназначены для действия:

- при коротком замыкании на любом из присоединенных к секции шин элементов, сопровождающемся отказом выключателя поврежденного элемента, а также в случае короткого замыкания на смежной секции шин, сопровождающегося отказом в действии секционного выключателя - на отключение данной секции шин;

- при коротком замыкании на данной секции шин, сопровождающемся отказом в действии выключателя трансформатора на отключение этого трансформатора другими его выключателями;

- при коротком замыкании на данной секции шин, сопровождающемся отказом в действии выключателя линии, оборудованной высокочастотной защитой - на остановку высокочастотного передатчика защиты этой линии.

2.I.9. Пуск УРОВ осуществляется от всех ступеней основных и резервных защит поврежденного элемента, при отказе выключателя которого УРОВ предназначено действовать.

2.I.IO. Приведенные схемы выполнены с учетом того, что для обеспечения надежного пуска УРОВ необходимые меры по удерживанию пускового сигнала от защит выполнены в схемах защит резервируемых элементов. Так в типовых схемах дифференциальной токовой защиты шин для пуска УРОВ осуществляется удерживание выходных промежуточных реле на заданное время.

Последнее необходимо, поскольку при коротком замыкании на шинах, сопровождающемся отказом выключателя одного из элементов,

Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

а также при коротком замыкании в зоне между выключателем и соответствующими трансформаторами тока (при отдельно устанавливаемых выносных трансформаторах тока) дифференциальная защита шин, пускающая в указанных случаях УРОВ, может оказаться в условиях значительно сниженной чувствительности после отключения всех питающих элементов, за исключением элемента с отказавшим выключателем.

В типовых схемах защиты автотрансформатора и трансформатора также выполнено удерживание выходных промежуточных реле защиты на заданное время, что обеспечивает надежный пуск УРОВ при повреждении автотрансформатора и трансформатора с отказом выключателя, сопровождающимся кратковременным замыканием контактов газового реле, а также при коротком замыкании в автотрансформаторе и трансформаторе, сопровождающимся отказом выключателя со стороны слабого питания.

В ряде схем защит линий также предусматриваются специальные мероприятия по обеспечению надёжного пуска УРОВ при коротком замыкании на линии и отказе ее выключателя (в случае, когда пусковой сигнал от защиты может вернуться до ликвидации повреждения).

2.I.II. Пусковые цепи УРОВ от защит контролируются контактами трехфазных реле тока установленных в цепи каждого выключателя.

При этом предполагается использование как реле тока типа РТ-I40/Р, так и реле на новой элементной базе, применяемых во вновь разработанных на ИМС ступенчатых защитах линий.

В цепях выключателя автотрансформатора (трансформатора) предусматривается установка двух реле тока. Это необходимо для повышения надежности возврата схемы при отсутствии отказа выключателя трансформатора, учитывая, что пусковой сигнал от защиты последнего сохраняется после отключения выключателей, поскольку в типовых схемах защиты автотрансформатора и трансформатора выполнено самоудерживание выходных промежуточных реле защиты (см.выше п.2.I.I0). Указанное, в свою очередь, вызвано необходимостью обеспечения надежного пуска УРОВ при кратковременных замыканиях контактов газового реле (например, при использовании реле типа РГЧЗ-66), а также при коротком замыкании в трансформаторе, сопровождающимся отказом выключателя последнего со стороны слабого питания.

ал.I

В цепях секционного выключателя также предусматривается установка двух реле тока. Это необходимо для исключения излишнего срабатывания УРОВ на отключение секции шин при коротком замыкании на смежной секции шин, сопровождающемся отказом выключателя любого элемента, и невозврате реле тока в цепи секционного выключателя.

Установка одного или двух реле тока на линии зависит от времени возврата защиты.

Поскольку в большинстве случаев в качестве выходного реле защиты используется реле с небольшим временем возврата, применение двух реле тока не является обязательным. В тех случаях, когда это время может оказаться значительным, установку двух реле тока следует считать обязательной. Если в этом случае, по каким-либо причинам, не удается установить два реле тока, тогда УРОВ должен быть отстроен по времени от времени возврата защиты, что является нежелательным. В случае использования для защиты линий панелей типа ЩДЭ-2800 в схеме УРОВ используется одно реле тока, выполненное на ИМС и установленное на этой панели.

В цепи обходного выключателя также используются два реле тока, поскольку обходной выключатель может заменять в режиме ремонта выключатель трансформатора, в цепи которого установка двух реле тока считается необходимой.

Ток срабатывания реле тока УРОВ практически может быть выбран соответствующим минимальному току срабатывания реле РТ-140/Р или минимальному току срабатывания реле тока, выполненному на ИМС.

2.I.I2. Для создания выдержки времени действия УРОВ, необходимой для фиксации отказа выключателя, в схемах предусматривается реле времени. Принимаемое время срабатывания ($t_{ср.}$) реле времени должно быть большим времени отключения КЗ выключателями поврежденного элемента с учетом погрешности рассматриваемых реле времени, времени возврата устройства и запаса. Число используемых реле времени зависит от схемы электрических соединений ПС и определяется следующим:

- необходимостью устранения возможных обходных связей между защитами присоединений через УРОВ в связи с тем, что для отключения от УРОВ выключателей и для пуска УРОВ используются одни и те же выходные реле присоединений. Последнее при объединении пусковых цепей присоединений одним реле времени может привести к излишнему действию УРОВ, что недопустимо ;

ал.I

– обеспечением действия УРОВ как при отказе выключателя после срабатывания защит резервируемого присоединения, так и при последующих отказах выключателей в процессе действия УРОВ.

2.I.I3. В последнее время в ряде случаев возникают требования снижения общего времени ликвидации КЗ с учетом действия УРОВ. Частично это время можно снизить применением новых, выпускаемых в настоящее время промежуточных реле типов РПI7 и РПI6 взамен РП23. Следует также отметить, что значительного снижения времени ликвидации аварии можно добиться применением быстродействующих выключателей совместно с УРОВ, выполненным на микроэлектронной элементной базе.

2.I.I4. В приведенных схемах предусматривается действие УРОВ на остановку высокочастотных передатчиков защит линий при коротком замыкании на шинах с отказом выключателя одной из линий. В целях упрощения схем не предусматривается избирательная остановка высокочастотных передатчиков. Таким образом действие на остановку высокочастотных передатчиков защит всех линий имеет место при коротком замыкании на шинах с отказом выключателя любой линии данной секции шин. Такое действие является допустимым, так как оно не приводит к неправильным отключениям.

При отсутствии на линиях высокочастотных защит цепи, предусмотренные для действия на остановку высокочастотного передатчика защиты, не используются.

2.I.I5. Схемы УРОВ предусматривают запрещение АПВ выключателей, смежных с отказавшим в случаях КЗ в трансформаторе (автотрансформаторе).

2.I.I6. Логика схем УРОВ выполнена таким образом, что исключается ложное его срабатывание при произвольном срабатывании любого из промежуточных реле. Произвольное срабатывание любого из промежуточных реле вызывает срабатывание устройства контроля.

2.I.I7. Устройство контроля исправности цепей УРОВ выявляет ложное срабатывание и невозврат реле схемы при отсутствии пускового сигнала от защит и с выдержкой времени автоматически выводит УРОВ из действия с последующей деблокировкой схемы вручную. Выдержка времени реле контроля выбирается с учетом возможности многократного действия УРОВ при последовательных отказах выключателей а также кратковременного исчезновения оперативного тока (например,

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

ал.I

при отыскании "земли" в цепях оперативного тока).

Количество промежуточных реле контроля в схеме определяется числом контролируемых реле в схеме УРОВ.

В схемах также предусмотрена сигнализация исчезновения оперативного тока.

2.I.I8. Для уменьшения вероятности излишнего срабатывания устройства резервирования, выполненного по схеме с автоматической проверкой исправности выключателя, целесообразно использование переключателей с двумя одновременно коммутируемыми цепями. Это обеспечит одновременное выведение оперативным персоналом цепи пуска УРОВ от защиты и цепи действия на отключение выключателей.

В современных панелях защит линий II0-220 кВ (типа ПДЭ-2800 или ШДЭ-2800) переключатели в вышеуказанных цепях отсутствуют, но обеспечивается соответствующее построение цепей логики, которое предусматривает одновременное выведение цепей действия защиты на отключение и цепей пуска УРОВ.

2.I.I9. В цепи подведения оперативного постоянного тока и в цепях отключения УРОВ предусмотрены переключатели,с помощью которых в процессе эксплуатации дежурным персоналом выводится УРОВ в целом (например, при появлении сигнала о неисправности устройства).

2.I.20. В цепях пуска выходных реле предусмотрены указательные реле. С целью выведения сигналов (помимо щита сигнализации) на вычислительную машину или на регистратор аварийных сигналов в качестве указательных реле использованы указательные реле типа РЭУII-30, которые помимо традиционно используемых в цепях сигнализации двух замыкающих контактов без самовозврата имеют дополнительно один замыкающий контакт с самовозвратом.

2.I.2I. В соответствии с противоаварийным циркуляром № Ц-I0-87(Э) от 2.I0.87 г обмотки реле РПI6, ложное срабатывание которых может привести к тяжелым последствиям для энергосистемы, шунтируются резисторами: в случае одиночных реле - 5,I кОм I0 Вт для номинального напряжения 220 В, в случае параллельного соединения двух и более реле параметры шунтирующего резистора выбираются исходя из необходимости обеспечить результирующее сопротивление не более 4 кОм при напряжении 220 В.

ал.I

Принципиальная схема УРОВ для ПС с одной рабочей, секционированной выключателем, системой шин II0-220кВ (с использованием реле положения "включено") листы I5-I7 выполнена с использованием панели ПА115-74 с заменой промежуточных реле РП23 на реле РП16, обмотки которых в необходимых случаях в соответствии с п.2.I.2I. шунтированы резисторами.

2.2. Особенности выполнения схем

2.2.I. Принципиальная схема УРОВ для ПС с одной рабочей секционированной выключателем системой шин II0-220 кВ (с автоматической проверкой исправности выключателя) приведена на листах I2-I4.

2.2.I.I. Схема выполнена с автоматической проверкой исправности выключателя. При возникновении полезного или ложного пускового сигнала от защиты какого-либо элемента происходит отключение выключателя данного элемента без выдержки времени (т.е. автоматическая проверка исправности выключателя) и, в результате возврата реле тока, возврат пусковой цепи УРОВ. Таким образом предотвращается действие УРОВ на отключение выключателей смежных элементов. Для указанной цели в схеме предусмотрены промежуточные реле KL 1 – KL 4; KL 8; KL I5-KL I8, пускаемые защитами линий. Цепи пуска реле KL 9, KL 2I от защит трансформаторов контролируются реле тока в цепи выключателей трансформаторов. Последнее предотвращает выведение из действия УРОВ устройством контроля исправности схемы в случае невозврата газового реле на отключенном трансформаторе.

Промежуточные реле KL 26, KL 27 и KL 38, KL 39, пускаемые от избирательных органов соответственно первой и второй секций шин действуют без выдержки времени одновременно на отключение секционного выключателя QII и выключателей автотрансформаторов. В целях упрощения схемы эти реле не действуют на отключение выключателей линий. Указанное является допустимым, так как вызванное ложным пусковым сигналом от защиты шин действие УРОВ на остановку высокочастотных передатчиков защит линий не приводит к неправильным отключениям.

ал.I

2.2.I.2. В цепях выключателей автотрансформаторов Т1, Т2, секционного и обходного выключателей предусмотрено по два реле тока.

2.2.I.3. Для создания выдержки времени в схеме предусмотрено три реле времени:

КТ1 – для действия УРОВ при пуске от защиты шин при коротком замыкании на первой секции; КТ2 – для действия УРОВ при пуске от защиты шин при коротком замыкании на второй секции и КТ3 – для действия при пуске от защит элементов, присоединенных к I и II секциям шин. Применением трех реле времени обеспечивается устранение обходных связей между защитами элементов через устройство и срабатывание УРОВ при двух и более последовательных отказах выключателей.

2.2.I.4. Особенности логической части схемы.

2.2.I.4.I. Для выбора адреса действия УРОВ на отключение трансформаторов Т1, Т2 при коротком замыкании на шинах в схеме предусмотрены соответственно реле КL 11 и КL 23. Реле КL 14 служит для выбора адреса действия на отключение первой или второй секции при коротком замыкании на смежной секции шин при отказе секционного выключателя.

Пуск реле КL 11, КL 14, КL 23 осуществляется реле-повторителями выходных реле избирательных органов первой и второй секции шин.

Помимо этого пусковые цепи указанных реле контролируются контактами реле тока КА9, КА10, КА19, КА20, КА21, КА22 в цепях выключателей трансформаторов и секционного выключателя. Последнее необходимо для предотвращения излишнего действия УРОВ при невозврате (в результате неисправности) защиты после отключения выключателя поврежденного элемента.

Учитывая, что при пуске УРОВ от защит элементов, отходящих от первой и второй секций действует одно реле времени КТ3, для выбора адреса действия УРОВ на отключение первой или второй секции предусмотрены промежуточные реле КL 13 и КL 25, которые делят схему на две части, соответствующие секциям шин. Указанные реле пускаются защитами элементов, присоединенных соответственно к первой и второй секциям шин и контролируются поэлементно контактами реле тока.

Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

ал.I

2.2.I.4.2. Пуск реле времени КТ3 осуществляется цепями, состоящими из последовательно включенных двух групп реле: KL 1 - KL 4, KL 8; KL 15-KL 18, KL 29 и KL 13, KL 25.

При этом недопустимо ограничиться пуском реле времени КТ3 только от контактов одной из вышеуказанных групп реле, поскольку это может привести к излишнему срабатыванию УРОВ в случае невозврата любого из указанных реле после АПВ поврежденной линии. Так невозврат, например, KL 3 после пуска схемы УРОВ при коротком замыкании без отказа выключателя на линии 5 привел бы к срабатыванию КТ3 и его выходного реле KL 30. Далее, после АПВ линии 5 сработали бы реле тока КА5, КА6 и реле KL13, что вызвало бы отключение первой секции шин. Использование для пуска КТ3 только реле KL 13 и KL 25 привело бы к ложному срабатыванию УРОВ при ложном действии любого из реле KL 13, KL 25 ("земля" в оперативных цепях) и отсутствии пускового сигнала от защиты.

Реле времени КТ1, КТ2 пускаются непосредственно выходными реле избирательных органов первой и второй секций шин.

2.2.I.4.3. Пуск реле KL 13 и KL 25 блокируется соответственно контактами I2-I4 реле KL 25 и KL 13. Назначение такой блокировки сводится к предотвращению излишнего действия УРОВ на отключение неповрежденной системы шин при коротком замыкании с отказом выключателя одной из параллельных линий и переходе повреждения на другую линию без отказа выключателя (параллельные линии присоединены к разным секциям шин).

2.2.I.4.4. Реле тока КА9, КАI0, КАI9, КА20, контролирующие ток в цепи выключателей автотрансформаторов Т1, Т2, включаются до испытательного блока SG 1 дифференциальной защиты трансформатора таким образом, чтобы при замене выключателя трансформатора обходным Q12 и переводе токовых цепей дифференциальной защиты на трансформаторы тока в цепи выключателя Q12, указанные реле тока могли бы исключаться из работы схемы, а вместо них к пусковым цепям УРОВ подводиться реле тока КА23, КА24 обходного выключателя. Соответствующие переключения осуществляются промежуточными реле KL 35, KL 47, управляемые испытательными блоками SG 1, SG 2, используемыми в схеме защиты автотрансформатора.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

ал.I

2.2.I.4.5. Действие УРОВ при срабатывании защиты, установленной на обходном выключателе в режиме замены им выключателя линии, осуществляется с помощью реле KL 37, KL 49, управляемых контактами испытательных блоков SG-3, предусмотренных в схеме защиты шин.

2.2.I.4.6. В схеме предусмотрены цепи, действующие на запрещение АПВ соответствующей секции шин при повреждении в автотрансформаторе, сопровождающемся отказом его выключателя. При этом используются выходные реле запрещения АПВ шин в схеме дифференциальной защиты шин.

Так при повреждении в автотрансформаторе T1 и отказе его выключателя Q5 пуск реле запрещения АПВ первой секции шин осуществляется при срабатывании реле KL 30, KL 29, KL 13. Аналогично, при повреждении T2 и отказе выключателя Q10 пуск реле запрещения АПВ второй секции шин осуществляется при действии реле KL 30, KL 29, KL 25.

2.2.I.4.7. Контроль исправности цепей УРОВ предназначен для выявления неисправностей в цепях устройства и выполнен с фиксацией кратковременного его срабатывания. Это позволяет выявить также и временно возникшие неисправности отдельных цепей. В качестве реле контроля в данной схеме используются реле KL 4I-KL 43, KT4, KL 50. В схеме предусмотрена сигнализация исчезновения оперативного тока, выполненная на контактах реле KL 4I-KL 43. При этом исключается её излишнее срабатывание при неисправности отдельных реле схемы.

2.2.I.4.8. Установка указательных реле KH1, KH2, KH3 предусмотрена в цепях выходных промежуточных реле УРОВ.

В целях упрощения не предусматривается установка отдельных указательных реле в цепях отключения выключателей.

2.2.2. Принципиальная схема УРОВ для ПС с одной рабочей секционированной выключателем системой шин II0-220 кВ (с использованием реле положения "включено") приведена на листах I5÷I7.

2.2.2.I. Схема выполнена с дублированным пуском от защит с использованием реле положения "включено" (KQC) выключателей.

Пуск УРОВ в данной схеме осуществляется контактами выходных реле всех ступеней основных и резервных защит поврежденных элементов и размыкающим контактом KQC, обмотка которого шунтируется при замыкании контактов выходных реле защиты, действующих на

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

ал.I

отключение выключателя.

Таким образом, пуск УРОВ возможен после замыкания контактов защиты в пусковой цепи и действия защиты на отключение выключателя. Этим, как указано в п.2.I.6., устраняется преобладающая часть случаев возникновения пусковых сигналов, создающих возможность излишнего и ложного срабатывания УРОВ.

Следует отметить, что этот принцип требует обязательного дублирования выходных цепей защиты, действующих на отключение выключателей, так как в случае обрыва цепи отключения от защиты не произойдет пуска УРОВ.

2.2.2.2. В соответствии с п.2.I.II в цепях выключателей автотрансформаторов T1 и T2 предусмотрено по два реле тока. В цепях обходного и секционного выключателей также предусмотрено по два реле тока, в цепях выключателей линий может быть использовано как одно, так и два реле тока.

2.2.2.3. Для осуществления УРОВ по данной схеме применяется одна панель (для обеих секций) типа ПА II5-74. При этом на панели не используются реле KL 7, KL 8, KL 25, KL 26 и реле KL 3, KL 4.

2.2.2.4. Схема выполнена с тремя реле времени:
KT1 – для действия УРОВ при пуске от защиты шин при коротком замыкании на I секции, KT2 – для действия при пуске от защиты шин при коротком замыкании на II секции и KT3 – для действия УРОВ при пуске от защит элементов, присоединенных к I и II секциям системы шин.

Применением трех реле времени в схеме обеспечивается устранение обходных связей между защитами элементов через устройство и срабатывание УРОВ при двух и более последовательных отказах выключателей. Рассмотрим это на примере.

При коротком замыкании на линии I с отказом выключателя Q1 работает защита линии I, которая действует на отключение выключателя Q1; последнее приводит к шунтированию обмотки реле положения "включено" KQC1 в схеме управления выключателем и замыканию размыкающего контакта KQC1 в пусковой цепи УРОВ.

Поскольку выключатель Q1 отказал, контакты реле тока в цепи последнего (KA1 и KA2) замкнуты, срабатывают реле KL II и KL I3; контактом (2–4) реле KL II подводится "минус" к обмотке реле KL 9, срабатывает реле KL 9, а затем и реле KT3, что приводит к

ал.I

отключению I секции через выходные реле защиты I секции, что в свою очередь приводит к пуску реле времени КТ1. Если в процессе отключения I секции отказывает, например, выключатель Q5 автотрансформатора Т1, срабатывает реле времени КТ1. У реле тока КА9 и КА10 в цепи выключателя Q5 контакты замкнуты. Срабатывает реле KQC5 (в результате действия УРОВ на отключение I секции системы шин), после чего срабатывает реле KL 1; последнее действует последовательно с контактом (2-4) KL 17 на отключение автотрансформатора Т1 с других питающих сторон.

2.2.2.5. Предусмотренные в схеме промежуточные реле KL 1, KL 2, KL 5, KL 6, KL 9 фиксируют отказы выключателей, соответственно, автотрансформаторов, обходного, секционного и линий. Цепь пуска указанных реле подготавливается при замыкании контактов реле положения "включено" соответствующих выключателей, находящихся под током (контакты реле тока замкнуты). Срабатывание указанных промежуточных реле происходит при подведении "минуса" к обмоткам этих реле в результате действия защиты любого присоединения. Последнее необходимо для предотвращения вывода из действия УРОВ устройством контроля из-за неисправности одного из реле KQC (неисправность обмотки, исчезновение оперативного тока в цепях управления на включенном выключателе).

Для выбора адреса действия УРОВ на отключение I или II секции шин предусмотрено по два реле KL 11, KL 13 и KL 12, KL 14, соответственно, которые делят схему на две части. Указанные реле пускаются защитами присоединений I и II секций шин и контролируются по присоединениям контактами реле тока своих выключателей.

2.2.2.6. Пуск промежуточных реле KL 11, KL 13 и KL 12, KL 14 блокируется с помощью размыкающих контактов реле KL 14 и KL 13, соответственно. Отсутствие такой блокировки могло бы привести к отключению УРОВ неповрежденной секции шин при КЗ на одной из двух параллельных линий, присоединенных к разным секциям, с отказом выключателя одной из них и переходе КЗ с одной линии на другую, причем выключатель последней нормально отключает КЗ и не отказывает.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

ал.I

2.2.2.7. Реле тока, контролирующие ток в цепях выключателей автотрансформаторов T1 и T2 (КА9, КА10 и КА19, КА20), включаются на трансформаторы тока дифференциальной защиты до испытательного блока последней. Указанное выполнено таким образом, чтобы при замене выключателя автотрансформатора обходным, эти реле тока могли бы быть исключены из работы схемы логики УРОВ, а вместо них к пусковым цепям УРОВ подведены цепи реле тока обходного выключателя.

Приведенная схема выполнена с учетом применения в ремонтном режиме выключателя автотрансформатора реле тока в цепи обходного выключателя.

2.2.2.8. В данной схеме в качестве примера пусковые цепи основной и резервной защит линии I показаны раздельно.

При замене выключателя данной линии ОВ быстродействующая защита линии переводится на ОВ и пусковая цепь этой защиты контролируется реле тока КА23, КА24 ОВ.

2.2.2.9. В данной схеме предусмотрено действие УРОВ на остановку в.ч. передатчиков защит линий при КЗ на шинах (см. п.2.I.I4). В целях упрощения не предусматривается избирательная остановка в.ч. передатчиков. Таким образом, при КЗ на шинах с отказом выключателя одной из линий, имеет место остановка в.ч. передатчиков всех линий. Такое действие является допустимым, т.к. оно не приводит к неправильным отключениям.

2.2.2.I0. В соответствии с п.2.I.I5 в схеме предусмотрены цепи, действующие на запрещение АПВ соответствующей **секции** шин при повреждении автотрансформатора, сопровождающемся отказом его выключателя. При этом используются промежуточные реле запрещения АПВ шин в схеме дифференциальной защиты шин.

2.2.2.I0.I. Контроль исправности цепей УРОВ (см. п.2.I.I7) предназначен для выявления неисправностей в цепях устройства и выполнен с фиксацией кратковременного его срабатывания. Последнее позволяет выявить также и временно возникающие неисправности отдельных цепей (например, перемежающаяся "земля"). Своевременное устранение таких неисправностей позволяет повысить эффективность функционирования УРОВ.

В качестве реле контроля используются реле KL 29-KL 3I, КТ4 и KL I0. Реле KL 29 - KL 3I при отсутствии неисправности находятся под напряжением. В случае ложного срабатывания или невозврата после действия УРОВ какого-либо реле с одного из указанных

ал.I

реле KL 29 – KL 31 снимается напряжение и последнее своим размыкающим контактом подает напряжение на обмотку реле времени КТ4. По истечении выдержки времени КТ4 действует реле KL IO, которое своим размыкающим контактом I2-I4 выводит УРОВ из действия, а замыкающим контактом I-3 обеспечивает сигнал о неисправности.

Следует отметить, что в данной схеме осуществляется также и контроль исправности контактов защиты на ОВ и линий, используемых в пусковых цепях УРОВ (при включенном выключателе). Указанное не выполняется лишь для контактов защиты автотрансформаторов, поскольку пусковая цепь последних контролируется помимо реле тока контактами реле положения "включено" выключателя, которые при включенном выключателе находятся в разомкнутом положении.

Предусмотренная в схеме сигнализация исчезновения оперативного тока выполнена с использованием последовательно включенных контактов реле KL 29-KL 31. Этим исключается ее излишнее срабатывание при неисправности отдельных реле схемы.

Число используемых промежуточных реле контроля в схеме обусловлено тем, что напряжение, коммутируемое контактами контролируемых реле, должно быть не менее 24В. При напряжении оперативного постоянного тока 220 В достаточно применение трех промежуточных реле (KL 29—KL 31).

2.2.2.IO.2. Данная схема применима также и для шин IIO кВ среднего напряжения подстанции. При этом на стороне высшего напряжения может использоваться любая схема без выключателя в цепи автотрансформатора, например, "два блока линия-автотрансформатор" или схема "четырехугольника", имеющая защиту ошиновки. В этом случае пуск УРОВ среднего напряжения должен осуществляться также и защитой смежного с автотрансформатором присоединения на стороне высшего напряжения, поскольку выключатель СН автотрансформатора является общим для указанных двух присоединений. В связи с изложенным предусматривается включение пусковых цепей защиты линии ВН (или ошиновки ВН "четырехугольника") параллельно пусковым цепям автотрансформатора.

В этом случае запрещение АПВ шин осуществляется только при КЗ в автотрансформаторе и не выполняется при КЗ на линии или ошиновке ВН.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

ал.I

С этой целью контакт одного из реле К I или К 2 в цепях запрещения АПВ шин выводится с помощью зажимов панели УРОВ, а вместо него включается контакт защиты автотрансформатора.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

gost.e-ecolog.ru