Типовые материалы для проектирования
407-03-536.89

СХЕМЫ И НИЗКОВОЛЬТНЫЕ КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ШИН И УРОВ 110-220 кВ С ДВОЙНОЙ И ДВОЙНОЙ СЕКЦИОНИРОВАННОЙ СИСТЕМАМИ ШИН

Альбом I

Пояснительная записка

24308-01

СФ ЦИТП 620062, г.Свердловск, ул.Чебышева, 4
Зак. 314 инв. 24308-01 тираж 100
Сдано в печать 2.1 1992 Цена 1-75

gost.e-ecolog.ru

Типовые материалы для проектирования
407-03-536.89

СХЕМЫ И НИЗКОВОЛЬТНЫЕ КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ШИН И УРОВ 110-220 кВ С ДВОЙНОЙ И ДВОЙНОЙ СЕКЦИОНИРОВАННОЙ СИСТЕМАМИ ШИН

Альбом I

Состав проектных материалов

Альбом I. Пояснительная записка
Альбом II. Принципиальные схемы
Альбом III. Пояснительная записка. Полные схемы.
Альбом IУ. Низковольтные комплектные устройства.

Разработаны институтом
"Энергосетьпроект"

24308-01

Утверждены и введены
в действие Минэнерго СССР
Протокол от 14 марта 1990 г
№ 25

Зам.главного инженера — С.Я.Петров
Начальник отдела РЗА — Д.Д.Левкович
Главный инженер проекта — В.Л.Рубинчик

© СПО ЦИТП Госстроя СССР, 1990

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Аннотация	3
I. Глава первая. Схемы дифференциальной токовой защиты шин 110-220 кВ	
I.I. Общие положения	4
I.2. Особенности выполнения схем	II
2. Глава вторая. Схемы устройства резервирования при отказе выключателей 110-220 кВ	
2.I. Общие положения	29
2.2. Особенности выполнения схем	37

ал.I

АННОТАЦИЯ

Настоящая работа выполнена в соответствии с планом типового проектирования Госстроя СССР /тема Т3.I3.I.2/ и является корректировкой типовых решений 407-0-I48 и 407-03-268.

Работа содержит принципиальные схемы:

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

Схемы защиты шин выполнены с использованием реле тока с насыщающимися трансформаторами типа РНТ. Схемы для шин II0-220кВ даны с учетом всзможных 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 РПI7 и РПI6 позволит снизить общее время ликвидации аварии с учетом отказа выключателя на I00-I50 мс.

В данной работе разработаны принципиальные схемы типовой панели УРОВ с автоматической проверкой исправности выключателя.

Принципиальная схема УРОВ с использованием реле положения "включено" выполнена на основе типовой панели УРОВ ПАII5-174.

Работа предназначена для использования при проектировании.

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

				407-03-536.89 – ПЗ		
ГИП	Рубинчик				Стадия	Лист	Листов
Вед.инж.	Кузнецова				РП	I	
Ст.инж.	Иванова				Энергосетепроект		
Инженер	Исаева				г. Москва	1990 г.	

ал.I

ГЛАВА ПЕРВАЯ

СХЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ТОКОВОЙ ЗАЩИТЫ ШИН 110-220 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.

I.I.2. Схемы защиты разработаны применительно к типовым схемам электрических соединений подстанций с двумя рабочими и двумя рабочими секционированными выключателями системами шин 110-220 кВ и выполнены для шин 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_{II} и K_{I2}).

В соответствии с указанным ниже рассматриваются следующие схемы защиты шин.

I.I.2.I. Принципиальная схема дифференциальной токовой защиты двух рабочих секционированных выключателями систем шин 110-220 кВ (трансформаторы тока с одинаковыми K_I).

I.I.2.2. Принципиальная схема дифференциальной токовой защиты двух рабочих секционированных выключателями систем шин 110-220кВ (трансформаторы тока с разными K_I).

I.I.2.3. Принципиальная схема дифференциальной токовой защиты двух рабочих систем шин 110-220 кВ (трансформаторы тока с одинаковыми K_I).

I.I.2.4. Принципиальная схема дифференциальной токовой защиты двух рабочих систем шин 110-220 кВ (трансформаторы тока с разными K_I).

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.

ал.I

I.I.4. Схемы защиты применимы как для шин высшего, так и среднего напряжения подстанций.

I.I.5. При выполнении схем принято, что после отключения системы (секции) шин в случае её повреждения первым от устройства АПВ включается 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.

Целесообразно проверку отсутствия напряжения на шинах 110-220 кВ предусматривать в устройствах АПВ двух элементов. Указанное предотвращает отказ в полной сборке схемы в случае неполнофазного включения элемента, включаемого первым, и последующего отключения его от реле неперекключения фаз, поскольку включится второй элемент.

В случае успешного включения первого элемента пуск АПВ второго элемента, имеющего цепь проверки отсутствия напряжения на шинах, будет осуществляться по параллельной цепи - проверки наличия синхронизма или 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 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 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) устройства РПВ-02, а для осуществления АПВ шин - большую выдержку времени (2-ую кратность).

ал.I

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 переключающие устройства, установленные на панелях автоматики элементов. Указанные переключающие устройства предназначены для возможности ввода или вывода цепей запрещения АПВ того или иного элемента в зависимости от схемы или режима работы сети.

Для обеспечения однократности действия АПВ выключателей линий (и обходного выключателя), оборудованных устройством РПВ-258 и РПВ-02, предусматриваются цепи запрещения АПВ линий (I-ой кратности) от защиты шин и цепи запрещения АПВ шин (2-ой 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 КЗ 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 от чувствительного органа вводятся в действие после срабатывания защиты шин через время, бо́льшее 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

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

ал.I

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.

Следует отметить, что рассматриваемое запрещение АПВ питающих элементов целесообразно предусматривать и при полноценном контроле наличия напряжения на шинах в цепях пуска АПВ этих элементов. 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 орабатывании защиты шин. Желательность запрещения АПВ в этом случае 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 системе (секции) шин и выполняемого с помощью двух реле напряжения, включаемых, соответственно, на междуфазное напряжение и напряжение нулевой последовательности.

ал.I

Указанный орган напряжения используется также для проверки отсутствия напряжения на шинах при ручном опробовании.

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 типа ВВБ имеют емкостные делители напряжения, шунтирующие дугогасительные камеры.

Феррорезонансные явления возникают в сложном контуре, создаваемом нелинейной индуктивностью трансформатора напряжения типа НКФ, подключенного 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 явлений 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 ее 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.

ал.I

Необходимо учитывать, что при наличии отходящих от рассматриваемых шин 110-220 кВ 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;

- 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 110-220 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 предусмотрено переключающее устройство, 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 предусмотрены отдельные группы 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 110-220 кВ в схемах предусмотрено удерживание выходных промежуточных реле защиты от чувствительного органа.

I.I.10. В схемах защиты шин 110-220 кВ предусмотрены цепи отключения ряда присоединений при опробовании системы (секции) шин от руки после неуспешного АПВ шин с использованием чувствительного органа защиты, органа контроля напряжения на шинах и

ал.I

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 рабочих (после ремонта) и обходной систем шин, соответственно, обходным и шиносоединительным или секционным выключателями.

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.

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 этим предотвращает ее излишнее срабатывание. / Резервные контакты /.

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 предусмотрено переключающее устройство 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, обсрудованные устройством АПВ с пуском от защиты.

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

ал.I

I.I.I6. В схемах предусмотрена возможность "перефиксации" при переводе присоединения с одной системы шин на другую, осуществляемой установкой релейным персоналом соответствующих перемычек на ряде зажимов в специальном шкафу на ОРУ и на ряде зажимов панели защит шин.

I.I.I7. Указательные реле предусмотрены в цепях пуска выходных промежуточных реле защиты шин от основных реле тока защиты и от чувствительного органа, в цепях отключения обходного, шиносоединительного и секционных 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.I.I8. В соответствии с противоаварийным циркуляром Ё Ц-I0-87(Э) от 2.I0.87г обмотки реле РПI6, ложное срабатывание которых может привести к тяжелым последствиям для энергосистемы, шунтируются резисторами 5I00 Ом, I0 Вт.

I.2. Особенности выполнения схем

I.2.I. Принципиальная схема дифференциальной токовой защиты двух рабочих секционированных выключателями систем шин II0-220 кВ (трансформаторы тока с одинаковыми K_I) приведена на листах 3-9.

I.2.I.I. Схема защиты шин дана применительно к I секции первой и второй систем шин. Схема защиты шин II секции отличается от данной отсутствием реле KL 4I, KL 42, КНII, КНI2 и переключателей SX29, SX30.

I.2.I.2. Схема содержит два избирательных органа КАТ1-КАТ3 и КАТ4-КАТ6 и один пусковой орган КАТ7-КАТ9, выполненные с помощью реле типа РНТ-565 или РНТ-566.

I.2.I.3. Схема выполнена с учетом того, что после отключения системы шин в случае её 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 зап-

ал.I

решения АПВ присоединений от контактов выходных промежуточных реле защиты шин KL 4 - KL 11 и KL 12 - KL 19 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.

I.2.I.4. 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 двух комплектов реле тока КАI - КА3 и КА4-КА6 типа РТ-40, установленных в цепях избирательных органов.

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, которые могут возникнуть между присоединениями системы шин. Последнее условие не должно учитываться, если чувствительный орган будет выведен из действия до включения элемента, приводящего к появлению асинхронного хода или качаний.

Необходимо иметь в виду, что при нарушенной фиксации распределения элементов и включении рубильника SI в цепях переменного тока (см. ниже п.I.2.I.I6) чувствительность рассматриваемого органа может быть снижена в пределе в два раза. Если, однако, при включении рубильника осуществлять разрыв цепи переменного тока одного из комплектов чувствительного (избирательного) органа, указанного снижения чувствительности не произойдет. Разрыв цепи может быть выполнен, например, с помощью испытательных блоков, включаемых последовательно с SGI и SG2. В связи с относительно редкой необходимостью выполнения такого разрыва цепи, возможность его осуществления в типовой схеме в целях ее упрощения, не предусмотрена.

ал.I

При трансформаторах тока с номинальным вторичным током 5А в качестве чувствительного органа рекомендуется использование реле тока типа РТ-40/2, РТ-40/6 или РТ-40/10. При трансформаторах тока с номинальным вторичным током 1А рекомендуется использование реле типа РТ-40/0,6 или РТ-40/2.

Применение в случае необходимости более чувствительных реле тока может ограничиваться термической стойкостью их обмоток в режиме работы с ошибочно нарушенной фиксацией распределения элементов.

Использование для осуществления чувствительного органа трехфазного реле тока типа РТ-40/р взамен трех реле типа РТ-40 может привести к нежелательному загрублению чувствительного органа и оказывается затруднительным при токах срабатывания, превышающих максимальную уставку реле.

Срабатывание чувствительного органа сигнализируется указательными реле КН3 и КН4.

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 KL 4 - KL II и KL I2 - KL I9 могут быть разомкнуты на ряде зажимов панелей.

I.2.I.5. Для обеспечения надежного пуска УРОВ при срабатывании защиты шин и отказе выключателя одного присоединения в схеме выполнено удерживание выходных промежуточных реле KL 4 - KL II и KL I2 - KL I9 через контакты реле-повторителей чувствительного органа KL 20 и KL 2I и реле фиксации срабатывания выходных промежуточных реле KL 22 и KL 25. В рассматриваемых цепочках используются контакты I0-I2 реле KL 22 и KL 25, а не контакты выходных промежуточных реле, в связи с тем, что могут иметь место отказы воздушных выключателей с перерывом тока в первичной цепи.

Снятие удерживания осуществляется замыкающими контактами I-3 реле KL 23 и KL 26. Резисторы R 4 и R 5 предусмотрены в целях обеспечения надежного действия указательных реле КН1 и КН2 при срабатывании защиты шин.

Следует отметить, что контакты I0-I2 реле KL 22 и KL 25 включены таким образом, чтобы контролировать также цепи пуска выходных промежуточных реле от чувствительного органа.

ал.I

I.2.I.6. 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 и KV 3, KV 4).

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 системе шин и отказ при действии защиты шин неповрежденных фаз выключателя одного из присоединений.

При срабатывании выходных промежуточных реле KL 4 - KL 11 пускается реле KL 22, которое при действии самоудерживается и пускает реле времени KT3, KT4. Последнее своим контактом (II-I5) подрывает цепь обмотки реле KL 23 типа РП 18-74.

После разрыва цепи обмотки реле K 23 его контакт 2-4 в цепи пуска реле KL 28 - KL 30 остается замкнутым в течение времени (порядка I сек), бо́льшего времени отключения всех питающих элементов, но меньшего времени включения от АПВ первого элемента. 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 KLVI обесточено), подается сигнал на реле KL 28 - KL 30, запрещающие АПВ шин.

Для того, чтобы не было запрещения АПВ в нормальном режиме работы, когда реле KL 23 подтянуто и на шинах имеется напряжение, последовательно с контактами 2-4 реле KL 23 и I2-I4 реле KLVI предусмотрены контакты реле KL22 и KL 7 , разрешающие этой цепи подавать сигнал только после срабатывания защиты шин (контакт 9-II реле KL 22) и отключения всех питающих элементов (контакт 9-II реле KL 7).

ал.I

Для предотвращения возможности запрещения АПВ шин при возврате схемы после ликвидации КЗ (без отказа отдельных фаз выключателей) предусмотрена цепь пуска KL.VI от KL 4. При отсутствии указанных мероприятий 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 KL.V 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 KL.V I (т.к. будут замкнуты контакты реле KL 22, KL.7 и KL 23), что приведет к неправильному запрещению АПВ шин.

Для предотвращения указанного выполнен пуск реле KL.V I при срабатывании защиты шин (от реле KL 4). Реле KL.V I выбрано типа РПI8-54 с замедлением при отключении (порядка 0,2-0,25с), что позволяет при отключении всех выключателей и размыкании контакта I0-I2 реле KL 4 надежно держать цепь запрещения АПВ разомкнутой до момента возврата реле напряжения.

Время отпускания реле KL 23 должно быть выбрано с учетом времени отпускания реле KL.V I (при этом контакт 2-4 реле KL 23 должен оставаться замкнутым в течение времени, бо́льшего времени отпускания реле KL.V I. и замыкания его контакта I2-I4).

С выдержкой времени реле КТ3 схема возвращается в исходное положение (реле KL 24 разрывает цепь самоудерживания реле KL 22).

При повреждении на II системе шин схема работает аналогично.

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

При срабатывании выходных промежуточных реле KL I2-KL I9 пускается реле KL 25, а затем реле времени КТ4, KL45. Контакт II-I3 реле KL45 подрывает цепь обмотки реле KL 26, 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 II системы шин и его

ал.I

реле-повторитель KL 2I, контакты которого замыкают цепи выходных реле KL I2 - KL I9 и KL 8I - KL 88.

С выдержкой времени реле времени КТ4 схема возвращается в исходное положение.

При повреждении на I системе шин схема работает аналогично.

Выдержка времени реле КТ3 и КТ4 может приниматься большей времени полной сборки схемы (реле КТ3 и КТ4 выбраны типа РВ-I44), 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 включившихся 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 для включений на КЗ элемента, включаемого первым).

Следует отметить, что при принятом выполнении схемы в случае внешнего КЗ в процессе сборки схемы, когда реле КТ3 (КТ4) 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 КТ3 и КТ4 должна согласовываться с временем АПВ элементов, включение которых может вызвать асинхронный ход или качания.

На реле KL 28 - KL 30 и KL 3I - KL 33 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 SX2 (см. выше п.I.I.8).

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

ак.I

I.2.I.7. На схеме цепи опробования системы шин от руки после неуспешного АПВ шин с использованием чувствительного органа защиты шин и реле команды "включить" (КСС) выключателя присоединения условно показаны применительно к присоединениям с QI и Q5 I системы шин и с Q8 и QI2 II системы шин.

Для опробования от руки требуется по одной цепи на систему шин; вторая цепь является резервной, используемой при выведении в ремонт элемента, которым производилось опробование.

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 KL*V* I, например I-3, уменьшает вероятность излишнего срабатывания реле КН7 в случае нормальной работы системы шин и включении элемента с выключателем QI на КЗ в нем.

Следует однако отметить, что при относительно близком трехфазном КЗ или двухфазном КЗ между фазами, на которое включено реле KL*V* I, может иметь место излишнее срабатывание реле КН7. Указанное можно считать допустимым.

Представляется целесообразным, в целях облегчения ориентации оперативного персонала при указанных выше нежелательных срабатываниях указательных реле КН7 - КНIO, выделение для сигнализации их действия отдельного табло.

Необходимо отметить, что расматриваемые цепи ручного опробования не предназначены для опробования одной из рабочих систем шин после ремонта при нарушении фиксации распределения элементов (переводе всех присоединений на вторую рабочую систему шин); указанное должно быть отражено в эксплуатационных инструкциях. При ошибочном осуществлении такого опробования в случае включения на КЗ будет иметь место излишнее отключение элементов, присоединенных к неповрежденной системе шин (если предварительно токовые цепи присоединения, которым производится опробование, не будут отключены от токовых цепей защиты шин).

I.2.I.8. Схема содержит устройство контроля исправности вторичных цепей трансформаторов тока защиты шин (КА7, КТI, KL I), действующее на сигнал и выведение защиты из работы.

вл.I

Реле тока КА7 принято трехфазным типа РТ-40/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, а также в связи с принятой установкой испытательных блоков в цепях трансформаторов тока присоединений (см. ниже п.I.2.I.I4).

В схеме предусмотрена сигнализация (с выдержкой времени) срабатывания чувствительного токового органа (КАI - КАЗ и КА4-КА6), осуществляемая включением контактов реле KL 39 и KL 40 его повторителей параллельно контакту реле KL I в цепи сигнала "неисправность цепей переменного тока и цепей отдельных реле защиты шин". Указанное выполнено для обеспечения возможности сигнализации ошибочного нарушения фиксированного распределения элементов, когда реле КА7 не работает (например, при присоединении трансформаторов тока в цепи обходного выключателя, заменяющего выключатель I системы шин, к избирательному органу II системы шин). Повреждение одной из систем шин в этом режиме может привести к отключению обеих систем шин.

При нарушении фиксированного распределения элементов с выполнением необходимых операций ложного сигнала не будет, поскольку токовые цепи комплектов чувствительного органа (как и измерительных органов) шунтируются рубильником SI (см. п.I.2.I.I6).

Включение контактов реле KL 39 и KL 40 в цепь пуска реле времени КТI нежелательно в связи с тем, что при ошибочных действиях дежурного персонала указанное могло бы привести к производству операций в первичной цепи при выведенной из действия защите шин.

Устройство контроля используется и для сигнализации обесточения реле KL 23 и KL 26 вследствие какой-либо неисправности. В связи с указанным реле KL 23 и KL 26 приключаются к шинке "А". Приключение их к шинке "Б" затруднило бы персоналу поиск причин выведения из работы защиты шин устройством контроля (например, при срабатывании реле тока КА7).

Выдержка времени у реле КТI должна быть большей, чем у КТЗ и КТ4.

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

ал.I

I.2.I.9. Схема выполнена с учетом возможности использования защиты шин при опробовании рабочих (после ремонта) и обходной систем шин соответственно шиносоединительным или секционным выключателем и обходным выключателем. По причинам, изложенным ниже, опробование рабочих систем шин секционным выключателем в общем случае не рекомендуется.

Для предотвращения действия защиты на отключение неповрежденной системы шин в случае КЗ на опробуемой системе шин в схеме предусмотрено промежуточное реле KL 35, снимающее оперативный ток с выходных реле KL 4 - KL 11 и KL 12 - KL 19, а также реле времени КТ2, шунтирующее контакты реле KL 35. Пуск реле KL 35 осуществляется от реле KL 36, KL 37, KL 41, KL 42, действующих также на включение соответствующих выключателей от ключа управления и на их отключение при срабатывании защиты шин.

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.

В целях предотвращения выведения защиты шин при многократном опробовании обходного, шиносоединительного или секционного выключателя после ревизии, а также при частых операциях с обходным выключателем, когда он заменяет выключатель присоединения (режим работы которого требует частых отключений и включений), в схеме предусмотрены переключатели SX3, SX4, SX27, SX28, с помощью которых выводятся соответствующие цепи пуска реле KL 35, от реле KL 36, KL 37, KL 41, KL 42.

Необходимо отметить, что опробование одной из систем шин, например I секции, после ревизии (т.е. в режиме с нарушенной фиксацией, когда все элементы переведены на другую систему шин) секционным выключателем от II работающей секции с использованием

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

защиты шин I секции недопустимо. Это объясняется следующим.

В случае включения секционного выключателя, например, QI6 на короткое замыкание на I системе шин I секции и отказа его при отключении защитой шин I секции реле времени КТ2 (а затем и KL35) введет в действие защиту шин на излишнее отключение всех элементов I секции, с коротким замыканием не связанных; ликвидация КЗ произойдет при срабатывании УРОВ I секции, пускаемого защитой шин I секции и действующего на отключение элементов I системы шин II секции. Следует однако иметь в виду, что затягивание пуска УРОВ (на время срабатывания реле КТ2) может привести к отключению всех элементов II секции от вторых ступеней защит, установленных на противоположных сторонах этих элементов.

Для действия на отключение секционного выключателя QI6 при рассматриваемом опробовании им I системы шин I секции может быть использована устанавливаемая на нем защита. При этом в случае отказа секционного выключателя повреждение будет ликвидироваться защитами присоединений I с.ш. II секции.

С учетом изложенного выше, в настоящей работе принято следующее.

I.2.I.9.I. Опробование, например, I системы шин I секции секционным выключателем QI6 осуществляется с использованием защиты шин II секции.

При этом исключение опробуемой системы шин из зоны действия защиты шин I секции и введение ее в зону действия защиты шин II секции выполняется снятием рабочих крышек с обоих испытательных блоков SG-27 (в защитах шин I и II секции) в цепи секционного выключателя QI6.

При отказе выключателя QI6 в случае КЗ на опробуемой системе шин будет работать защита шин II секции, отключая элементы ее I системы шин (поскольку реле КТ2 подает оперативный ток на выходные реле сработавшего избирательного органа I системы шин).

Защита шин I секции при снятой рабочей крышке у испытательного блока SG-27 на указанное КЗ реагировать не будет.

Некоторым недостатком схемы является выведение в рассматриваемом случае защиты шин I секции на небольшое время.

ал.I

После успешного опробования системы шин должны быть вставлены рабочие крышки у блоков SG27.

I.2.I.9.2. Защита, предусматриваемая на секционном выключателе, в режиме опробования им системы шин сохраняется в работе и резервирует при этом ликвидацию КЗ защитой шин.

Учитывая, что опробование секционным выключателем системы шин после ревизии не является обязательным и что его осуществление требует производства достаточно сложных операций, а ошибки при их выполнении приводят к тяжелым последствиям, указанное не должно рекомендоваться для общего случая и может использоваться лишь на объектах, где по конкретным условиям это оказывается необходимым.

При неиспользовании секционного выключателя для опробования системы шин цепи переключателей SX27, SX28 должны быть разомкнуты, а сами они исключены из схемы.

I.2.I.I0. 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.II. В схеме предусмотрено реле KL 2 типа РП I8-74, сигнализирующее исчезновение оперативного постоянного тока. Выдержка времени при отпускании реле требуется для отстройки от кратковременного исчезновения постоянного тока.

Реле KL 2 контролирует положение переключателя SXI, испытательных блоков SGI, SG2 и размыкающих контактов реле KL I.

I.2.I.I2. В схеме предусмотрена возможность "перефиксации" при переводе присоединения с одной системы шин на другую, осуществляемой установкой релейным персоналом соответствующих перемычек на ряде зажимов в специальном шкафу на ОРУ и на ряде зажимов панели защиты шин. С этой целью на ряд зажимов панели выведены контакты выходных промежуточных реле защиты шин KL I0, KL30, и KL I8, KL 33, предназначенные для действия на отключение и на запрещение АПВ выключателя присоединения, фиксация которого меняется, с возможностью использования контактов выходных реле I или II системы шин.

ал.I

I.2.I.I3. Испытательные блоки SG1 и SG2 предусмотрены в цепях избирательных органов I и II систем шин. При такой установке блоков обеспечивается удобство проверки пускового и избирательного органов защиты шин и возможность осуществления контроля положения этих блоков. В особенности такая установка удобна в схемах защиты шин с использованием трансформаторов тока с разными коэффициентами трансформации.

Испытательные блоки SG1 и SG2 устанавливаются на панели защиты шин.

I.2.I.I4. Испытательные блоки SG5 - SG9 требуются для производства необходимых переключений при замене ремонтируемого выключателя I или II системы шин обходным выключателем.

В нормальном режиме работы (обходной выключатель не используется) у испытательного блока SG5 вставлена рабочая крышка, у SG8 и SG9 - модернизированная крышка (при этом все контакты у SG8 и SG9 разомкнуты), у SG6 и SG7 рабочие крышки сняты и вставлены холостые крышки (контакты блока при вставленной холостой крышке не меняют своего положения).

При замене выключателя элемента I системы шин обходным меняются местами крышки блоков SG5 и SG8, а у блока SG6 вставляется рабочая крышка. Подобные операции с блогами SG5, SG9 и SG7 должны быть произведены при замене выключателя II системы 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 SG6 и SG7 устанавливаются на панели защиты шин.

Испытательные блоки SG5, SG8, SG9 так же, как и блоки SG10- SG17, SG19 - SG28, устанавливаются на ОРУ в специальном шкафу, оборудованном подогревом. Блоки SG10- SG17, SG19- SG28 требуются для отсоединения вторичных цепей транс-

ал.I

форматоров тока элемента, выключатель которого ремонтируется, от оставшейся в работе защиты шин.

I.2.I.I5. Вследствие большого числа присоединений для осуществления защиты шин потребовалось использование восьми выходных промежуточных реле типа РПI7 в цепях каждого избирательного органа.

При нарушенной фиксации распределения элементов нагрузки на контакты пускового органа КАТ7-КАТ9 составляет I8 промежуточных реле РПI7 (т.е. ~ 108Вт). На размыкание цепи с такой нагрузкой контакты реле типа РНТ не рассчитаны.

В связи с указанным для повышения коммутационной способности контактов реле типа РНТ в схеме параллельно обмоткам выходных промежуточных реле предусмотрены искрогасительные контуры RC с диодами. При применении таких контуров[x/] обеспечивается размыкание цепи с большой индуктивной нагрузкой практически без возникновения дуги на контактах.

I.2.I.I6. В схеме предусмотрен пятиполюсный рубильник SI предназначенный для шунтирования цепей переменного тока избирательных органов защиты в распределительном устройстве при нарушении фиксации распределения элементов по системам шин.

При отсутствии рубильника может потребоваться значительное увеличение сечения вспомогательных проводов, идущих от ОРУ на щит управления. Кроме того, рубильник SI необходим при принятом выполнении чувствительных органов - включении их в цепях избирательных органов. При отсутствии SI, или в случае его ошибочного невключения в случае работы с нарушенной фиксацией распределения элементов и неустойчивого КЗ на шинах, после отключения защитой шин питающих элементов автоматическая сборка схемы будет происходить до тех пор, пока не включится элемент, фиксация которого нарушена; при включении последнего может ложно сработать чувствительный орган, что приведет к отключению уже включившихся питающих элементов и запрещению АПВ остальных.

---

x/ Лысенко В.В. "Диодные разделительные цепи в устройствах релейной защиты и автоматики", "Энергия", 1970 г.

ал.I

Включенное положение рубильника SI сигнализируется лампой HL 1. Переключатель SX3I предназначен для включения реле нарушения фиксации KL 34 и также используется в цепи сигнализации (лампа HL 2). Контакты 1-8 и 5-7 реле KL 34 предназначены для шунтирования контактов избирательных органов (KAT1-KAT3 и KAT4-KAT6) в целях повышения чувствительности защиты в режиме с нарушенной фиксацией распределения элементов. Контакт 2-4 реле KL 34, осуществляющий параллельное соединение выходных промежуточных реле KL 4 - KL II и KL I2 - KL I9, предусмотрен для предотвращения срабатывания указательных реле KH1 и KH2 в случае, когда при срабатывании УРОВ действует на отключение обеих систем шин.

I.2.I.I7. От контактов реле KL 7 и KL I5 могут быть поданы сигналы в защиту с в.ч. блокировкой (с ненаправленным пуском)- см. п.I.I.I8.

I.2.I.I8. Тип указательных реле KH1-KH4 выбран с учетом следующего режима: АПВ шин на устойчивое КЗ при нарушенной фиксации распределения элементов, сопровождающееся срабатыванием только одного комплекта чувствительного органа (например, KA1-KA3); при этом указательное реле KH3 оказывается включенным последовательно с параллельно включенными обмотками реле KL 4 - KL II, KL I2-KL I9, KL 3, KL 38. Для обеспечения падения напряжения на обмотке KH3 в этом режиме $\leq$ 10% реле KH1-KH4 приняты типа РЭУII-30/0,08.

I.2.2. Принципиальная схема дифференциальной токовой защиты двух рабочих секционированных выключателями систем шин II0-220 кВ (трансформаторы тока с разными K_I) приведена на листах I0-I6.

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 8-9, обусловлено использованием для защиты шин трансформаторов тока с разными K_I.

ал.I

I.2.2.2. В качестве избирательных органов КАТ1-КАТ3, КАТ4-КАТ6 и пускового органа КАТ7-КАТ9 используются реле тока типа РНТ-567 или РНТ-567/2 с термической стойкостью, соответственно 20А и 4А.

I.2.2.3. В отличие от схемы с одинаковыми K_I чувствительный токовый орган состоит из одного комплекта реле КАТ10-КАТ12, 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.4. описания схемы, приведенной на листах 3-9, реле КАТ10-КАТ12 должны отстраиваться от тока небаланса при качаниях после отключения поврежденной системы шин, развившихся в оставшейся части системы, работающей через неповрежденную систему шин.

В тех случаях, когда по условиям выбора тока срабатывания чувствительный орган может быть принят с I с.р. $<$ I ном, 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).

Включение чувствительного комплекта в цепь пускового органа, а не в цепи избирательных органов, принято в целях уменьшения числа громоздких реле типа РНТ на панели.

Необходимо однако отметить, что при принятом включении чувствительного органа может иметь место потеря обеих систем шин в случае перехода КЗ с одной системы шин на другую. Так например, при КЗ на I системе шин работают выходные промежуточные реле KL 4 - KL 11 и отключаются элементы этой системы шин. Реле KL 22 срабатывает и самоудерживается до тех пор, пока схема контактом, с выдержкой времени реле времени КТ3 не возвратится в исходное положение.

ал.I

Если до включения от АПВ первого элемента неустойчивое КЗ I системы шин перебросится на II систему, то вследствие срабатывания чувствительного органа КАТ10-КАТ12 (и KL 20, KL 21), общего для обеих систем шин, по цепи контактов реле KL 22, KL 20 и KL 23 произойдет действие реле KL 28 - KL 30 и ложное запрещение АПВ элементов I системы шин, в результате чего I система шин будет обесточена. Представляется однако, что такие повреждения являются достаточно маловероятными. Учет их потребовал бы значительного усложнения схемы.

I.2.2.4. В отличие от схемы защиты шин с одинаковыми K_I 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-40/Р-5. В случае, когда номинальный вторичный ток трансформаторов тока составляет 1А, 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

$$I_{с.р.} = \frac{I_{с.р\ мин}}{K} = \frac{0.65}{4} = 0{,}162\ А$$

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

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

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

$$I{,}I \cdot 5 \cdot \frac{2.65}{4} = 3{,}7\ А.$$

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

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

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

ал.I

при одной обмотке с W - I с.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 цепях избирательных органов, когда оно может обтекаться током (в пределе до 20А, допустимых для РНТ-567), превышающим его термическую стойкость (I,I.5А), принято шунтирование обмотки реле КАI усиленным контактом реле КL 43 типа РП-341.

Реле РП-341 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 контроля реле типа РТ-40/Р или РТ-40/1Д.

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 КАТ10-КАТ12 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 КАI, пускающему реле времени КТI устройства контроля, в схеме включен контакт реле КL 21, размножающего контакты чувствительного токового органа.

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

ал.I

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 - SG4.

I.2.2.6. В связи с тем, что вторичные цепи трансформаторов тока защиты в рассматриваемом случае частично объединяются на щите управления, не предусматривается рубильник для шунтирования первичных цепей избирательных органов при нарушении фиксации (как в схеме защиты шин с одинаковыми K_I).

В остальном данная схема подобна приведенной на листах 3-9 (См. п.I.2.I.).

I.2.3. Принципиальная схема дифференциальной токовой защиты двух рабочих систем шин 110-220 кВ (трансформаторы тока с одинаковыми K_I) приведена на листах 17-23.

I.2.3.I. Схема выполнена подобно приведенной на листах 3-9 с отличиями, обусловленными схемой электрических соединений и большим числом отходящих от защищаемых шин линий.

I.2.4. Принципиальная схема дифференциальной токовой защиты двух рабочих систем шин 110-220кВ (трансформаторы тока с разными K_I) приведена на листах 24-30.

I.2.4.I. Отличия данной схемы от приведенной на листах 10-16 определяются большим числом отходящих от защищаемых шин линий и отсутствием цепей, связанных с секционными выключателями.

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 с двумя рабочими системами шин и двумя рабочими секционированными выключателями системами шин 110-220 кВ.

2.I.2. На подстанции применяется централизованное устройство резервирования при отказе выключателей.

Приведенные ниже схемы устройства резервирования для ПС с двумя рабочими системами шин секционированными выключателями выполнены для I секции первой и второй систем шин. Схемы для II секции выполняются аналогично.

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 на подстанциях с трансформаторами.

2.I.5. Схемы УРОВ даны для случая установки на подстанции в цепи выключателя выносных трансформаторов тока и могут быть использованы со встроенными трансформаторами тока. В случае использования выносных трансформаторов тока УРОВ выполняет также функцию ликвидации короткого замыкания в зоне между трансформатором 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" К О С выключателя.

Каждый из предложенных выше 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

ал.I

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 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 все-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" КОС 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" КОС выключателя, обмотка которого шунтируется при замыкании контактов выходных реле защиты в цепи отключения выключателя.

Этим устраняется преобладающая часть случаев пуска УРОВ, создающих возможность его излишнего срабатывания (например, при действии защит с выведенной по режимным условиям цепью отключения выключателя и ошибочно сохраненной цепью пуска) или ложного срабатывания (при проверке персоналом защит на включенном оборудовании и сохранении цепи пуска УРОВ).

Схема УРОВ с использованием реле положения "включено" КОС 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" КОС возможно увеличение общего времени действия УРОВ за счет дополнительно вносимого времени возврата реле КОС, причем время возврата этого реле определяется при шунтировании его обмотки контактом релейной защиты и может составлять в зависимости от экзем-

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

ал.I

пляра реле КЦС от 30 мс до 120 мс.

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

Для выявления предпочтительного принципа выполнения схем УРОВ в 12 энергетических систем были посланы запросы. Анализ полученных ответов показал, что энергосистемами применяются оба принципа для ПС 110-220 кВ 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 двумя рабочими секционированными выключателями системами шин 110-220 кВ (с автоматической проверкой исправности выключателя), листы 3I-34.

2.I.7.2. Принципиальная схема УРОВ для ПС с двумя рабочими системами шин 110-220 кВ (с автоматической проверкой исправности выключателя), листы 35-38.

2.I.7.3. Принципиальная схема УРОВ для ПС с двумя рабочими секционированными выключателями системами шин 110-220 кВ (с использованием реле положения "включено"), листы 39-42.

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

- при коротком замыкании на любом присоединении, сопровождающемся отказом выключателя поврежденного элемента, а также в случае короткого замыкания на смежной системе (секции) шин, сопровождающемся отказом в действии шиносоединительного (секционного) выключателя - на отключение данной системы (секции) шин;

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

- при коротком замыкании на данной системе (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.

2.I.I0. В схемах не предусматривается фиксация пусковых сигналов защит на заданное время. При этом предполагается, что

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

ал.I

для обеспечения надежного пуска УРОВ необходимые меры по удерживанию пускового сигнала от защиты выполнены в схемах защит присоединений: например, в схеме защиты автотрансформатора (трансформатора) выполнено самоудерживание выходных промежуточных реле на заданное время, что вызвано необходимостью надежного обеспечения пуска УРОВ при кратковременных замыканиях контактов газового реле.

В схеме защиты шин 110-220 кВ (см. п.I.I.9) предусмотрено удерживание выходных промежуточных реле защиты от чувствительного органа для обеспечения действия УРОВ при КЗ на шинах и отказе выключателя присоединения со слабым питанием.

2.I.II. Пусковые цепи УРОВ от защит присоединений контролируются контактами трехфазных реле тока в цепи каждого выключателя. При этом предполагается использование как реле типа РТ-40/Р, так и реле на новой элементной базе, применяемых во вновь разработанных на ИМС ступенчатых защитах линий.

При этом в цепях выключателей автотрансформаторов (трансформаторов) предусматривается обязательная установка двух реле тока с последовательным включением их контактов. Указанное необходимо в целях повышения надежности возврата схемы УРОВ при отключении повреждения без отказа выключателя автотрансформатора (трансформатора), учитывая, что пусковой сигнал от защиты последнего сохраняется после отключения выключателя, поскольку типовыми решениями института в схемах защиты автотрансформатора (трансформатора) выполнено самоудерживание его выходных реле на заданное время.

Установка одного или двух реле тока на линии зависит от времени возврата защиты. Поскольку в большинстве случаев в качестве выходного органа 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 ШДЭ-2800 в схеме УРОВ используется одно реле тока, выполненное на

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

ал.I

ИМС и установленное на этой панели.

На ПС со сборными шинами в цепях ОВ и ШСВ предусматривается установка двух реле тока, так как ОВ может заменять выключатель трансформатора, в цепи которого должно устанавливаться два реле тока. Установка двух реле тока в цепи ШСВ обусловлена ответственностью этой цепи и необходимостью исключить излишнее срабатывание УРОВ на отключение системы (секции) шин. Так, например, при КЗ на смежной системе (секции) шин, сопровождающемся отказом выключателя любого присоединения, и невозврате единственного реле тока в цепи ШСВ, могло бы иметь место излишнее срабатывание УРОВ на отключение данной системы (секции) шин.

На ПС с двумя рабочими секционированными выключателями системами шин в цепи каждого секционного выключателя предусматривается установка четырех реле тока – по два на устройство резервирования для каждой секции шин.

Ток срабатывания реле тока УРОВ практически может быть выбран соответствующим минимальному току срабатывания реле тока РТ-40/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 ($t_{с.р.}$) 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 защиты присоединений. Последнее при объединении пусковых цепей присоединений одним реле времени может привести к излишнему действию УРОВ, что недопустимо.

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

ал.I

Схемы с тремя реле времени обеспечивают устранение обходных связей между защитами элементов через устройство и срабатывание УРОВ при двух и более последовательных отказах выключателей.

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 РП-23.

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. Схемы УРОВ выполнены в предположении, что линии оборудованы высокочастотной защитой. При коротком замыкании на шинах, сопровождающемся отказом выключателя одной из линий, УРОВ действует на остановку высокочастотного передатчика защиты линии, обеспечивая её отключение с противоположного конца.

При наличии на ПС устройства для передачи отключающего сигнала цепи УРОВ, предназначенные для действия на остановку в.ч. передатчика, используются для передачи отключающего сигнала на противоположный конец линии. При отсутствии на линиях высокочастотных защит указанные цепи не используются.

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

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.

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

ал.I

Указанное устройство контроля содержит одно реле времени, выдержка времени которого выбирается с учетом возможности действия УРОВ как при отказе выключателя после срабатывания защит, так и при последующих отказах выключателей, а также кратковременного исчезновения оперативного тока (например, при отыскании "земли" в цепях оперативного тока).

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

Схемы УРОВ содержат сигнализацию исчезновения оперативного постоянного тока, а также сигнализацию срабатывания устройства контроля.

2.I.I8. Для уменьшения вероятности излишнего срабатывания устройства резервирования, выполненного по схеме с автоматической проверкой исправности выключателя, целесообразно использование одного переключателя с двумя одновременно управляемыми цепями, одна из которых используется для пуска УРОВ от защиты, а другая для действия защиты на отключение выключателей.

В современных панелях защит линий II0-220 кВ (типа ПДЭ-2800 или ШДЭ-2800) переключатели в вышеуказанных цепях отсутствуют, но обеспечено 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 реле типа РЭУ II-30, которые помимо традиционно используемых в цепях сигнализации двух замыкающих контактов без самовозврата имеют дополнительно один замыкающий контакт с самовозвратом.

2.I.2I. В схемах УРОВ с целью сохранения селективности его действия в случае изменения фиксации распределения элементов по

вл.I

системам шин предусматривается возможность переключения (на ряде зажимов панели) пусковых цепей от защиты элементов, присоединенных к I и II системам шин.

Указанная селективность обеспечивается при коротком замыкании на элементе (линии, автотрансформаторе) с отказом его выключателя. В целях упрощения схемы не предусматриваются специальные меры для обеспечения действия УРОВ в режиме с измененной фиксацией при КЗ на шинах, сопровождающемся отказом в действии выключателя элемента с измененной фиксацией.

При этом учитывается, что указанное изменение фиксации производится на непродолжительное время.

2.I.22. В режиме с нарушенной фиксацией, когда все элементы переведены на одну систему шин, обеспечивается правильное функционирование УРОВ благодаря выполняемым в этом режиме переключениям в схеме защиты шин (шунтирование в цепях оперативного постоянного тока контактов избирательных органов защиты шин, параллельное соединение выходных промежуточных реле избирательных органов).

2.I.23. В соответствии с противоаварийным циркуляром № Ц-I0-87 (3) 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 220В, в случае параллельного соединения двух и более реле параметры шунтирующего резистора выбираются исходя из необходимости обеспечить результирующее сопротивление не более 4 кОм при напряжении 220В.

Принципиальная схема УРОВ для ПС с двумя рабочими секционированными выключателями системами шин II0-220 кВ (с использованием реле положения "включено", приведенная на листах 39-42, выполнена с использованием типовой панели ПАII5-74 с заменой промежуточных реле РП-23 на реле РПI6, обмотки которых в необходимых случаях в соответствии с п.2.I.23 шунтированы резисторами.

Указанная панель является унифицированной и рассчитана для применения на подстанциях с двумя рабочими секционированными выключателями системами шин II0-220 кВ и с двумя рабочими системами шин II0-220 кВ. При этом для подстанции со схемой первичных соединений две рабочие секционированные выключателями системы шин II0-220 кВ используются две панели ПА II5-74, а для подстанции

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

ал.I

со схемой две рабочие системы шин 110-220 кВ используется одна панель ПА 115-74.

2.2. Особенности выполнения схем

2.2.1. Принципиальная схема УРОВ для ПС с двумя рабочими секционированными выключателями системами шин 110-220 кВ (с автоматической проверкой исправности выключателя) приведена на листах 31-34.

Схема устройства резервирования дана применительно к I секции первой и второй систем шин.

Схема устройства резервирования для второй секции отличается от данной применением в цепях, фиксирующих отказ секционных выключателей QI6, QI7, вместо реле тока КА35, КА36 и КА39, КА40 реле КА37, КА38 и КА4I, КА42, соответственно.

2.2.1.1. 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 I - KL 6, KL 8, KL I5 - KL I9, пускаемые защитами линий. Цепи пуска реле KL 9, KL I0, KL 2I, KL 22 от защит автотрансформаторов контролируются реле тока в цепи выключателей автотрансформаторов. Последнее предотвращает выведение из действия УРОВ устройством контроля исправности схемы в случае невозврата газового реле на отключенном трансформаторе.

Промежуточные реле KL 26, KL 27, KL 28 и KL 38, KL 39, KL 40, пускаемые от избирательных органов соответственно I и II систем шин, действуют без выдержки времени на отключение одновременно выключателей: шиносоединительного QI5 и соответственно секционных QI6 или QI7, а также выключателей автотрансформаторов TI или T2 соответствующей системы шин. В целях упрощения схемы эти реле не действуют на отключение выключателей линий. Указанное является допустимым, так как вызванное ложным пусковым сигналом от

ал.I

защиты шин действие УРОВ на остановку высокочастотных передатчиков защит линий не приводит к неправильным отключениям.

2.2.I.2. В цепях выключателей автотрансформаторов TI, T2, шиносоединительного и обходного предусмотрено по два реле тока.

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

КТI – для действия УРОВ при пуске от защиты шин при коротком замыкании на I с.ш. ;

КТ2 – для действия УРОВ при пуске от защиты шин при коротком замыкании на II с.ш. и КТ3 – для действия при пуске от защит элементов, присоединенных к I и II системам 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 автотрансформаторов при коротком замыкании на шинах в схеме предусмотрены промежуточные реле KL TI (KL I2) и соответственно KL 23 (KL 24).

Реле KL I4 служит для выбора адреса действия на отключение I или II системы при коротком замыкании на смежной системе шин и отказе шиносоединительного выключателя.

Реле KL 5I и KL 52 служат для выбора адреса действия на отключение первой или второй системы шин II секции при коротком замыкании соответственно на первой или второй системе шин I секции и отказе соответствующего секционного выключателя.

Пуск реле KL II, KL I2, KL 23, KL 24, KL I4, KL 5I, KL 52 осуществляется реле-повторителями выходных реле избирательных органов I и II систем шин. Помимо этого, пусковые цепи указанных реле контролируются контактами реле тока KAI5, KAI6, KA29, KA30, KA33, KA34, KA35, KA36, KA39, KA40 в цепях выключателей автотрансформаторов, шиносоединительного и секционных выключателей.

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

ал.I

от I и II систем шин, действует одно реле времени КТ3, для выбора адреса действия УРОВ на отключения I или II системы шин предусмотрены промежуточные реле KL I3, KL 25, которые делят схему на две части, соответствующие системам шин. Указанные реле пускаются защитами элементов, присоединенных соответственно к I и II системам шин, и контролируются поэлементно контактами реле тока.

2.2.I.4.2. Пуск реле времени КТ3 осуществляется цепями, состоящими из последовательно включенных двух групп реле: KL I – KL 6, KL 8, KL I5 – KL I9, KL 29 и KL I3, 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, реле KL 3 после пуска схемы УРОВ при коротком замыкании (без отказа выключателя) на линии 5 привел бы к срабатыванию реле КТ3 и его выходного реле KL 30. Далее после АПВ линии 5 сработали бы реле тока КА5, КА6 и реле KL I3, что вызвало бы отключение I системы шин.

Использование для пуска КТ3 только реле KL I3, KL 25 привело бы к ложному срабатыванию УРОВ при ложном действии любого из реле KL I3, KL 25 ("земля" в оперативных цепях) и отсутствии пускового сигнала от защиты.

Реле времени КТI, КТ2 пускаются непосредственно выходными реле избирательных органов I и II систем шин.

2.2.I.4.3. Пуск реле KL I3 и KL 25 блокируется соответственно контактами I2–I4 реле KL 25 и KL I3. 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 системам шин).

2.2.I.4.4. Реле тока КА15, КА16 и КА29, КА30, контролирующие ток в цепи выключателей автотрансформаторов TI, T2, включаются до испытательного блока SG I дифференциальной защиты автотрансформатора таким образом, чтобы при замене выключателя автотрансформатора обходным (QI4) и переводе токовых цепей дифференциальной защиты на трансформаторы тока в цепи выключателя

ал.I

QI4, указанные реле тока могли бы исключаться из работы схемы, а вместо них к пусковым цепям УРОВ подводится реле тока KA3I, KA32 обходного выключателя. Соответствующие переключения осуществляются промежуточными реле KL 35, KL 47, управляемыми испытательными блоками SG1 и SG2, используемыми в защите автотрансформаторов.

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 SG6, SG7, предусмотренных в схеме защиты шин.

2.2.I.4.6. В схеме предусмотрены цепи, действующие на запрещение АПВ соответствующей системы 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 Q7 пуск реле запрещения АПВ I системы шин осуществляется при срабатывании реле KL 30, KL 29, KL I3. Аналогично при повреждении T2 и отказе выключателя QI3 пуск реле запрещения АПВ II системы шин осуществляется при действии реле KL 30, KL 29, KL 25.

2.2.I.4.7. С целью сохранения селективности действия УРОВ при коротком замыкании на элементе с отказом выключателя в режиме с измененной фиксацией предусмотрена возможность перевода пусковых цепей защиты элементов, присоединенных к I с.ш., с реле KL I3 на реле KL 25 и наоборот.

Для осуществления указанного предусмотрены зажимы на ряде зажимов панели.

В целях упрощения схемы не предусматриваются специальные меры для обеспечения действия УРОВ при коротком замыкании на шинах, сопровождающемся отказом выключателя элемента с измененной фиксацией. Однако при этом, для предотвращения излишнего действия УРОВ (остановка высокочастотного передатчика защиты линии с измененной фиксацией) при коротком замыкании на смежной системе шин,

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

ал.I

необходимо вывести вручную (с помощью зажима на панели) цепи остановки высокочастотного передатчика защиты линии с изменением фиксацией.

Помимо указанного, предусмотрена возможность выведения (с помощью зажима на панели) от промежуточных реле KL 27, KL 39 цепей отключения выключателей Q7 и Q13 автотрансформаторов T1 и T2 и обходного, когда он заменяет один из указанных выключателей Q7 или Q13. Это необходимо для предотвращения излишнего действия УРОВ на отключение вышеназванных выключателей (при изменении их фиксации) в случае короткого замыкания на смежной системе шин.

2.2.I.4.8. 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 41, KL 42, KL 43, KT4, KL 50.

В схеме предусмотрена сигнализация исчезновения оперативного тока, выполненная на контактах реле KL 41, KL 42, KL 43. При этом исключается ее излишнее срабатывание при неисправности отдельных реле схемы.

2.2.I.4.9. 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 двумя рабочими системами шин IIO-220 кВ (с автоматической проверкой исправности выключателя) приведена на листах 35-38.

2.2.2.I. Схема выполнена с автоматической проверкой исправности выключателей.

2.2.2.2. Отличия данной схемы от приведенной на листах 3I-34 определяются большим числом отходящих от I и II систем шин линий и отсутствием секционных выключателей, в связи с этим на панели дополнительно устанавливаются реле KL 7 и KL 20 и отсутствуют реле KL 28, KL 40, KL 51, KL 52.

Во всем остальном схема аналогична приведенной на листах 3I-34 (см. описание п.п. 2.2.I).

ал.I

2.2.3. Принципиальная схема УРОВ для ПС с двумя рабочими секционированными выключателями системами шин IIO-220 кВ (с использованием реле положения "включено") приведена на листах 39-42.

Схема устройства резервирования дана применительно к I секции первой и второй систем шин. Схема устройства резервирования для второй секции отличается от данной применением в цепях, фиксирующих отказ секционных выключателей QI6, QI7, вместо реле тока КА35, КА36 и КА39, КА40 реле КА37, КА38 и КА4I, КА42, соответственно.

2.2.3.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 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.

2.2.3.2. В соответствии с п.2.I.II в цепях выключателей автотрансформаторов TI и T2 предусмотрено по два реле тока. В цепях выносоединительного, обходного и секционных выключателей, присоединенных к I и II системам шин, также предусмотрено по два реле тока.

2.2.3.3. Схема выполнена, как указано в п.2.I.I2, с тремя реле времени: KTI - для действия УРОВ при пуске от защиты шин при коротком замыкании на I с.ш., KT2 - для действия при пуске от защиты шин при коротком замыкании на II с.ш. и KT3 - для действия УРОВ при пуске от защит элементов, присоединенных к I и II системам шин. Применением трех реле времени в схеме обеспечивается устранение обходных связей между защитами элементов через

ал.I

устройство и срабатывание УРОВ при двух и более последовательных отказах выключателей. Ниже на примере показано, как обеспечивается повторность действия УРОВ при двух и более последовательных отказах выключателей. При коротком замыкании на линии I с отказом выключателя QI работает защита линии I, которая действует на отключение выключателя QI ; последнее приводит к шунтированию обмотки реле положения "включено" KQCI в схеме управления выключателем и замыканию размыкающего контакта реле KQCI в пусковой цепи УРОВ.

Поскольку выключатель QI отказал, контакты реле тока в цепи последнего (KAI 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 отключению I о.ш. через выходные реле избирательных органов I с.ш., что, в свою очередь, приводит к пуску реле времени KTI. Если в процессе отключения I с.ш. отказывает, например, выключатель Q7 автотрансформатора TI, срабатывает реле времени KTI. У реле тока KA I5 и KA I6 в цепи выключателя Q7 контакты замкнуты. Срабатывает реле KQC7 (в результате действия УРОВ на отключение I системы шин), после чего срабатывает реле KL I ; последнее действует последовательно с контактом (2-4) KL I7 на отключение автотрансформатора TI с других питающих сторон.

2.2.3.4. Предусмотренные в схеме промежуточные реле KL I, KL 2, KL 3, KL 4, KL 5, KL 6, KL 7, KL 8, KL9 фиксируют отказы выключателей, соответственно, автотрансформаторов, обходного, шиносоединительного, секционных и любого выключателя линии. 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 системы шин предусмотрены по два реле соответственно KL II, KL I3 и KL I2, KL I4, которые делят схему на две части, соответствующие

ал.I

системам шин. Указанные реле пускаются защитами присоединений I и II систем шин и контролируются по присоединениям контактами реле тока своих выключателей.

2.2.3.5. 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 системы шин при КЗ на одной из двух параллельных линий, присоединенных к разным системам шин, с отказом выключателя одной из них и переходе КЗ с одной из линий на другую, причем выключатель последней нормально отключает КЗ и не отказывает.

2.2.3.6. Реле тока, контролирующие ток в цепях выключателей автотрансформаторов T1 и T2 (KA15, KA16 и KA29, KA30), 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 ОВ.

2.2.3.7. 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 KA31, KA32 ОВ.

2.2.3.8. 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 высокочастотных передатчиков. Таким образом, при КЗ на шинах с отказом выключателя одной из линий, имеет место остановка высокочастотных передатчиков всех линий. Такое действие является допустимым, т.к. оно не приводит к неправильным отключениям.

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

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

ал.I

2.2.3.9.I. С целью сохранения селективности действия УРОВ при КЗ на присоединении с отказом выключателя в режиме с измененной фиксацией предусмотрена возможность перевода вручную пусковых цепей защиты присоединений I (II) с.ш. с реле KL.II, KL.I3 (KL.I2, KL.I4) на реле KL.I2, KL.I4 (KL.II, KL.I3).

В данном случае для переключений используются зажимы панели (см. также п.2.I.2I).

В целях упрощения не предусматриваются специальные меры для обеспечения действия УРОВ при КЗ на шинах, сопровождающемся отказом выключателя присоединения с измененной фиксацией.

Однако для предотвращения излишнего действия УРОВ (остановка высокочастотного передатчика защиты линии с измененной фиксацией) при коротком замыкании на смежной системе шин, необходимо вывести вручную (с помощью зажима на панели) цепи остановки высокочастотного передатчика защиты линии с измененной фиксацией.

2.2.3.9.2. 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.30, KL.3I, KT4 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 реле KL.29 - KL.3I снимается напряжение и последнее своим размыкающим контактом подает напряжение на обмотку реле времени KT4. По истечении выдержки времени KT4 действует реле KL.I0, 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 автотрансформа-

ал.I

торов, поскольку пусковая цепь последних контролируется помимо реле тока контактами реле положены "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 30 и KL 31. При этом 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 24 В. При напряжении оперативного постоянного тока 220В достаточно применение трех промежуточных реле (KL 29, KL 30, KL 31).

2.2.3.9.3. Данная схема применима также и для шин 110 кВ, среднего напряжения ПС.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.

С этой целью контакт одного из реле KL I, KL 2, KL 3, KL 4 в цепях запрещения АПВ шин выводится с помощью зажимов панели УРОВ, а вместо него включается контакт защиты автотрансформатора.

2.2.3.9.4. Для осуществления УРОВ по рассматриваемой схеме применяются две типовые панели ПА 115-74.

gost.e-ecolog.ru