

Типовые материалы для проектирования
407-0-1/73.88

СХЕМЫ И НИЗКОВОЛЬТНЫЕ КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА
РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И ЛИНЕЙНОЙ АВТОМАТИКИ
ВН 500-750 кВ

Альбом I

Пояснительная записка

Уч. 25.10.88. Подпись и дата. Изменения №2	
740414-71	

Типовые материалы для проектирования

407-0-1/3.88

СХЕМЫ И НИЗКОВОЛЬТНЫЕ КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА
РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И ЛИНЕЙНОЙ АВТОМАТИКИ
ВН 500-750 кВ

Альбом I

ПЕРЕЧЕНЬ АЛЬБОМОВ

- | | |
|----------|--------------------------------------|
| Альбом 1 | Пояснительная записка |
| Альбом 2 | Схемы принципиальные |
| Альбом 3 | Схемы полные |
| Альбом 4 | Низковольтные комплектные устройства |

Разработаны институтом
"Энергосетьпроект"
Минэнерго СССР

Утверждены и введены в
действие Минэнерго СССР
Протокол от 21.03.88 г.
№ 23

Зам.главного инженера
Главный инженер проекта

С.Я.Петров
В.Н.Красева

С.Я.Петров
В.Н.Красева

Инв. № подл. Подпись и дата. Взам. инв. №
74047-71

74047-71

Ал.1.

СОДЕРЖАНИЕ АЛЬБОМА

	Стр.
1. ВВЕДЕНИЕ	3
2. Рекомендации для обеспечения полноценного ближнего резер- вирования	5
3. Мероприятия для ограничения коммутационных перенапряжений на ВЛ 500-750 кВ	9
4. Панель трехфазного автоматического повторного включения	10
4.1. Ускоренное трехфазное АПВ (УТАПВ)	12
4.2. Трехфазное АПВ с контролем отсутствия напряжения (ТАПВ-ОН)	17
4.3. Трехфазное АПВ с контролем синхронизма (ТАПВ-КС) . .	18
4.4. Ускорение резервных защит	20
4.5. Сигнализация и непрерывный контроль исправности ус- тройства	21
5. Функциональные связи комплекса защит серии ЦДЭ 2000 с па- нелью трехфазного АПВ типа ЦДЭ 2004.02.	22

740474-71

740474-71 л. 2.

I. ВВЕДЕНИЕ

Электропромышленностью освоен новый комплекс устройств релейной защиты и линейной автоматики для электропередач 500+750 кВ серии ЦДЭ 2000 с применением микроэлектроники, отвечающий повышенным требованиям, предъявляемым к электропередачам 500+750 кВ.

Эти требования сводятся в основном к следующему:

- повышению быстродействия, чувствительности и надежности функционирования;
- уменьшению потребления в цепях переменного тока и напряжения.

Новый комплекс имеет существенно лучшие технические характеристики по сравнению с характеристиками выпускавшихся электропромышленностью устройств РЗЛА на электромеханических реле.

Время срабатывания защит снижены в 2+3 раза, чувствительность повышена более, чем в 2 раза, потребление в цепях переменного тока и напряжения уменьшено на порядок. В устройствах выполнена эффективная система непрерывного контроля основных элементов и полуавтоматической быстрой проверки.

В 1986 г. введены в действие разработанные институтом "Энергосетьпроект" типовые проектные решения 407-03-377.86 "Схемы и низковольтные комплектные устройства защиты и линейной автоматики линий 500+750 кВ с применением микросхем серии ЦДЭ 2000".

Эти схемы были разработаны для линий 500+750 кВ при использовании на них в качестве устройств линейной автоматики ОАПВ и ТАПВ.

В указанной работе не рассматривалась релейная защита и линейная автоматика линий без ОАПВ, так как электропромышленность позднее начала серийный выпуск устройства ТАПВ на микроэлектронике без ОАПВ типа ЦДЭ 2004.02.

Целью настоящей работы является разработка схем РЗЛА для линий 500+750 кВ при использовании на них ТАПВ.

407-0-173.88

Пояснительная
записка

Страниц	Лист	Листов
Р	1	23
Энергосетьпроект		
г. Москва 1988г		

Шифр № подл. Подпись и дата (виза) № доп. 700171-71

Н.инж.р. Красева	1988
Н.инж.р. Красева	1988
Н.спец. Четвериков	1988
Н.инж. Жерякина	1988
Н.инж. Рожкова	1988

В комплекс РЗА серии ЦЭ 2000 входят следующие устройства, позволяющие создать надежную систему релейной защиты и линейной автоматики ВЛ 500-750 кВ:

- в качестве основной защиты от всех видов к.з. - направленная дифференциально-фазная высокочастотная защита типа ЦЭ 2003;
- в качестве резервных защит - трехступенчатая дистанционная защита от многофазных к.з. типа ЦЭ 2001, ступенчатая токовая направленная защита нулевой последовательности от к.з. на землю и токовая отсечка от многофазных к.з. типа ЦЭ 2002;
- устройство АПВ, позволяющее осуществить трехфазное АПВ с контролем синхронизма или отсутствия напряжения и трехфазное ускоренное АПВ типа ЦЭ 2004.02;
- устройство резервирования при отказе выключателей типа ЦЭ 2005.

Подробное описание схем панелей всего комплекса ЦЭ 2000 приводится в заводском техническом описании на каждую панель в отдельности.

В работе выполнены дополнительные мероприятия, обеспечивающие повышение надежности всей системы релейной защиты и линейной автоматики электропередач сверхвысоких напряжений.

К ним относится, в первую очередь, создание полноценного ближнего резервирования, включающего выполнение двух быстродействующих защит ВЛ (основной в.ч. защиты и резервных, ускоренных с помощью передачи по линии в.ч. сигналов) с разделением их по цепям переменного тока и напряжения, по цепям постоянного тока и цепям отключения выключателей.

В работе даны схемы пуска в.ч. передатчика и приема в.ч. сигналов аппаратуры АНКА-АВПА, используемые для ускорения резервных защит и управления трехфазным АПВ.

Даются также рекомендации по выполнению мероприятий, требующих по условиям ограничения коммутационных перенапряжений на некоторых линиях 750 кВ при уменьшенном против проектного количества групп или фаз шунтирующих реакторов.

Исполнитель: [подпись] и дата: 13.04.88
7404/м-1

407-0-173.88

Ал.1 Разработаны функциональные связи всех предусмотренных для ВЛ 500-750 кВ устройств релейной защиты типа ЦДЭ 2001-ЦДЭ 2003 и ЦДЭ 2005 с вновь разработанной электропромышленностью панелей трехфазного АПВ типа ЦДЭ 2004.02, включающей три комплекта АПВ для трех выключателей.

Схемы функциональных связей разработаны для схем электрических соединений подстанций 500-750 кВ с выключателями, общими для двух ВЛ, для ВЛ и автотрансформатора (шин), для двух автотрансформаторов (шин).

2. РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛНОЦЕННОГО БЛИЖНЕГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ

Основные принципы обеспечения ближнего резервирования остаются в основном теми же, что были выполнены в указанных выше типовых проектных решениях 407-03-377.86.

Эти принципы сводятся к следующему:

- наличие двух быстродействующих защит;
- разделение питания основных и резервных защит по цепям переменного и постоянного тока, по цепям напряжения, позволяющее сохранить в работе часть защит при неисправностях в этих цепях.

В качестве двух быстродействующих защит на линиях используются направленная дифференциально-фазная высокочастотная защита типа ЦДЭ 2003 и резервные защиты с передачей в.ч. сигналов с целью их ускорения типа ЦДЭ 2001 и ЦДЭ 2002.

Разделение по цепям переменного тока предполагает питание основной и резервной защит от разных сердечников трансформаторов тока. Повреждения в трансформаторах тока, приводящие к отказу защит, включенных на разные сердечники, встречаются крайне редко.

Как показала практика проектирования и эксплуатации линий 750 кВ питание по цепям напряжения основных и резервных защит осуществляется от двух трансформаторов напряжения, устанавливаемых на линии. Это вызвано высокой ответственностью электропередач 750 кВ, большей частью предназначенных для выдачи мощности от атомных электростанций. Это решение будет отражено в новой редакции ЦУЭ.

Поэтому в настоящей работе принято решение: питание по цепям напряжения основной и резервных защит осуществлять от разных трансформаторов напряжения, устанавливаемых на линии 750 кВ.

Циф. № подл. Подпись и дата (взгл. инж. м.)
740411-71

407-0-173.88

Л.с.м.

3

На ВЛ 500 кВ питание релейной защиты по цепям напряжения осуществляется от одного ТН на линии. Питание по цепям напряжения резервируется от ТН шин или другой линии. На особо ответственных ВЛ 500 кВ (например, линиях, отходящих от шин атомных станций) предусматриваются, как на ВЛ 750 кВ, по два трансформатора напряжения линии. Питание по цепям напряжения основной и резервных защит осуществляется от разных трансформаторов напряжения, устанавливаемых на линии 500 кВ.

Разделение по цепям постоянного тока и цепям управления выключателями достигается подключением основных и резервных защит к разным аккумуляторным батареям (или при отсутствии двух батарей — к сборкам, питающимся от разных головных автоматов) и действием их соответственно через разные соленоиды отключения выключателей (при наличии двух соленоидов отключения).

Рекомендуемое распределение устройств релейной защиты автоматики и цепей управления выключателями для линии (автотрансформатора) при наличии двух соленоидов отключения следующее.

От аккумуляторной батареи (сборки) № 1 питаются цепи постоянного оперативного тока основной защиты ВЛ (первого комплекта защиты ошиновки высшего и среднего напряжения и первой группы выходных реле защиты автотрансформатора), цепи постоянного оперативного тока АПВ, цепи управления соленоидом отключения № 1 и включения выключателей ВЛ (автотрансформатора).

Действие на отключение от указанных защит осуществляется воздействием на соленоиды отключения № 1.

От аккумуляторной батареи (сборки) № 2 питаются цепи постоянного оперативного тока резервных защит ВЛ и устройства РЗА (второго комплекта защиты ошиновки высшего и среднего напряжения и второй группы выходных реле защиты автотрансформатора), УРОВ и цепи управления соленоидом отключения № 2.

Действие на отключение от указанных защит и УРОВ по цепи "действия на себя" осуществляется воздействием на соленоиды отключения № 2.

При таком разделении питания по цепям постоянного тока имеется полноценное близкое резервирование тракта основной защиты резервными.

Создание двух автономных по постоянному току систем релейной защиты позволяет ограничить объем отключений даже при отказе,

Экз. № подл. Подпись и дата. Взаминд. № 740477-71

Ал.І

но грозящем тяжелыми последствиями к.з. с отключением одного из головных автоматов.

Однако, использование защит линий с передачей блокирующих в.ч. сигналов снижает эту возможность, т.к. подкомплекты высокочастотных защит, подключенных к обесточенной основной сборке, не будут посылать блокирующие сигналы, следствием чего явится отключение указанных линий с противоположных сторон. В этом случае срабатывание защит, не получивших блокирующие сигналы с противоположных концов линий, будет происходить при любых внешних коротких замыканиях в пределах чувствительности их пусковых отключающих органов. Несколько ограничить количество отключений возможно путем распределения питания основных защит линий между разными основными сборками постоянного тока.

На подстанциях с выключателями, имеющими один-единственный отключения, требуется осуществлять полноценное дальнее резервирование, действующее при всех видах повреждений. Последнее связано со значительными объемами отключений неповрежденных элементов, большими временами отключений коротких замыканий и трудностями в выполнении защит, чувствительных к удаленным точкам к.з. При этом на крупных подстанциях и особенно электростанциях обеспечивается только каскадное действие защит, осуществляющих дальнее резервирование, т.е. после отключения части присоединений обычно в больших токах коротких замыканий.

В связи с изложенным, а также с продолжающимся укрупнением электростанций и подстанций, возрастанием транзитов мощностей по линиям электропередач потребовалась разработка специальных мероприятий при отказах в отключении поврежденного элемента, позволяющих уменьшить объемы отключений и по возможности их времени.

В качестве таких мероприятий могут быть рассмотрены:

- повышение эффективности ближнего резервирования путем уменьшения объема и времени отключений, достигаемое оптимальным выполнением системы питания постоянным током устройств релейной защиты и управления выключателями;
- повышение эффективности дальнего резервирования путем ограничения объемов отключений защитами дальнего резервирования и улучшения условий чувствительности последних, достигаемое оптимальным делением секций и параллельно работающих систем шин в

407-0-173.88

Лист

5

Инв. № подл. Подпись и дата. Взам. инв. №
7404м-71

Ал.І

особо энергоемких объектах. При недостаточной эффективности деления или невозможности его осуществления (например, деление с отключением большого количества выключателей) следует на данном объекте предусматривать дополнительные резервные защиты на линии, при повреждении которой не обеспечивается дальнейшее резервирование. Объем дополнительных резервных защит (включение обеих панелей ЦДЗ 2001 и ЦДЗ 2002 или одной из них) определяется видами коротких замыканий на линии, к которым не обеспечивается дальнейшее резервирование.

Питание по цепям постоянного тока дополнительных резервных защит должно осуществляться от аккумуляторной батареи, к которой подключена основная защита, или от третьей аккумуляторной батареи при ее наличии.

Для реализации первого мероприятия к каждой из сборок постоянного тока подключаются основные защиты одной части линий и резервные защиты другой для ограничения количества отключенных линий из-за рассмотренной выше возможности излишнего срабатывания защит с блокирующими сигналами в случаях отсутствия постоянного тока на одном из полуконтактов.

Автоматы цепей управления выключателями распределяются между сборками, исходя из условий минимально возможных объемов отключений, значимости отключаемых элементов и результирующего времени отключения повреждения, осуществляемого действиями УРОВ. Для этого количество последовательно включенных выключателей, управление которыми питается от одной сборки постоянного тока, должно быть минимальным.

Автоматы УРОВ обязательно подключаются к другой сборке по отношению к управлению соответствующим выключателем, во избежание отказа не только выключателя, но и его УРОВ.

Структурные схемы питания цепей постоянного тока устройств релейной защиты, автоматики и цепей управления выключателями от двух аккумуляторных батарей (сборок) для вариантов "полуторного" присоединения двух линий или линии и автотрансформатора через выключатели, имеющие один или два соленоиды отключения, приведены на листах 42+45.

407-0-173.88

Лист

6

Инд. № подл. Подпись и дата
Взам. инд. №
290477-71

А.А.І

3. МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ ОГРАНИЧЕНИЯ КОММУТАЦИОННЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ НА ВЛ 500-750 кВ.

По условиям ограничения коммутационных перенапряжений НИИ ТЭИ института "Энергосетьпроект" выдвинуты технические требования к типовым решениям по релейной защите и АПВ линий.

По этим условиям разновременность трехфазного отключения обеих сторон проектируемой линии не должна превышать 0,04-0,05 с. Это означает, что учитывая разновременность выключателей по концам линии, разновременность действия защит при различных кратностях по току и напряжению по концам линии не должна превышать 0,01+0,015 с. Это условие выполнимо при времени действия основной защиты не более 0,02+0,025 с.

В любых режимах работы электропередачи при действии устройств релейной защиты линии предусматривается автоматическое без выдержки времени включение реакторов.

По условиям обеспечения снижения перенапряжений при успешном УТАПВ необходимо выполнять определенную последовательность включения выключателей, задерживая включение одного конца линии на 0,2-0,3 с при УТАПВ. Это требование выполняется выдержкой времени 0,15 с в устройстве проверки синхронизма панели ЦДЗ 2004.02.

Для ограничения величины и времени воздействия повышенных напряжений на электропередаче при ее работе с уменьшенным против проектного количеством фаз или групп шунтирующих реакторов необходимо:

1. Если расчетные установившиеся перенапряжения при отключении несимметричных к.з. не превышают $1,4U_{\phi}$, то все виды трехфазного АПВ остаются в работе, и должно быть обеспечено трехфазное отключение линии по концам после неуспешных АПВ основными защитами.

2. Если расчетные установившиеся перенапряжения превышают $1,4U_{\phi}$, то все виды трехфазного АПВ выводятся из работы и обеспечивается трехфазное отключение линии.

Для осуществления этого требования цепи АПВ на включение в этом режиме размыкаются.

3. Оперативное включение линии должно осуществляться следующим образом: от ключа управления включается выключатель одного

407-0-173.88

Лист

7

740474-71 Л.3

Инв. № подл. Подпись и дата. Взам инв. № 740474-71

Ал.Т

конца линии, а другой конец линии включается по наличию напряжения и синхронизма.

Такое полуавтоматическое включение линии предлагается осуществлять, используя цепи включения от трехфазного АПВ с контролем синхронизма.

Для этого на панели управления выключателем должен устанавливаться специальный режимный ключ, контакты которого используют в схеме управления выключателем, создавая условия для такого включения устройством АПВ. До включения линии необходимо подключить все группы шунтирующих реакторов данной линии. Кроме того, целесообразно подключить шунтирующие реакторы других ВЛ, установленные на подстанции, с которой производится включение данной линии.

4.. Для обеспечения разновременности отключения выключателей по концам ВЛ не более $0,04+0,05\text{с}$ при получении сигнала от ключа управления на отключение линии необходимо передавать в.ч. сигнал на отключение выключателя противоположного конца линии с запретом ТАПВ. Для этого может использоваться в.ч. сигнал $I: I$, если на приемном конце не предусмотрен контроль от измерительных органов резервных защит.

4. ПАНЕЛЬ ТРЕХФАЗНОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОВТОРНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ

Вновь разработанная и выпускаемая серийно панель ЦЭ 2004.02 содержит три одинаковых устройства трехфазного автоматического повторного включения (ТАПВ), каждое из которых обеспечивает после аварийного отключения выключателя тремя фазами - его однократное трехфазное автоматическое повторное включение.

Для каждого из двух примыкающих к выключателю элементов сети предусмотрена возможность осуществления:

- ТАПВ с контролем отсутствия напряжения на одном элементе и наличия симметричного напряжения на другом элементе (ТАПВ-ОН);
- ТАПВ с контролем наличия симметричного напряжения на обоих элементах и синхронизма этих напряжений (ТАПВ-КС), которое может производиться с задержкой, определяемой очередностью включения данного выключателя, общего для шин и линии (или шин и автотрансформатора, или двух систем шин), после успешного ТАПВ-ОН данной

Изд. № подл. Подпись и дата Взам.инв. №

2004-02

407-0-173.88

Лист

8

Ал. I

системы шин выключателем другого питающего присоединения;

- ускоренного ТАПВ линии, если она является примыкающим к данному выключателю элементом сети с контролем наличия симметричного напряжения на смежном элементе сети и однократной фиксацией срабатывания всех защит и действия на отключение в.ч. защиты линии (УТАПВ), либо без контроля напряжения (УТАПВ - БК), либо с контролем отсутствия напряжения на линии (УТАПВ - ОН);

- запрета УТАПВ и ТАПВ-ОН (или только УТАПВ) примыкающих к данному выключателю линий (I или II) при близких тяжелых к.з. на них и пуска в.ч. сигнала "Разрешение АПВ" на удаленном конце соответствующей линии;

- УТАПВ или ТАПВ-ОН при появлении в.ч. сигнала "Разрешение АПВ", посылаемого с близкого к месту к.з. конца линии I или II;

- запрета АПВ смежных выключателей при неуспешном АПВ данного выключателя.

В состав каждого устройства ТАПВ входят:

- логика ТАПВ;
- орган контроля синхронизма;
- орган контроля наличия и отсутствия напряжения на примыкающих к выключателю I и II элементах сети;
- устройство контроля исправности и тестовой проверки.

Питание каждого устройства осуществляется от источника постоянного оперативного тока 220 В через преобразовательный модуль питания, установленный в панели.

Устройство содержит схемы однократного срабатывания (СОС), которые удовлетворяют следующим требованиям:

а) время готовности к повторному действию составляет:

- 10 с для СОС разрешения пуска УТАПВ;
- 15 с для СОС включения как при УТАПВ, ТАПВ-ОН, так и при ТАПВ-КС;

б) время снятия готовности СОС включения после отключения выключателя составляет 50 с.

Контроль наличия и отсутствия напряжения на линии и на примыкающих к выключателю первом (I) и втором (II) элементах сети в устройствах ТАПВ выполняются при помощи реле напряжения обратной последовательности, реле напряжения нулевой последовательности, реле напряжения прямой последовательности.

407-0-173.88

Лист

9

Иск. № подл. Подпись и дата. Взам. инв. № 740474-71

В устройствах ТАПВ предусмотрены органы контроля синхронизма. Орган контроля синхронизма включает в себя два реле сдвига фаз и элементы задержки на срабатывание для контроля скольжения. Пуск органа контроля синхронизма осуществляется при несоответствии положений выключателя и реле фиксации команды (последней) от ключа управления и наличии симметричного напряжения на принимающих к выключателю I и II элементах сети.

Ниже рассматривается действие устройства АПВ панели ПДЭ 2004.02 и его отдельных элементов как после аварийного отключения выключателя, так и при его оперативном отключении (включении).

4.1. Ускоренное трехфазное АПВ (УТАПВ)

УТАПВ применяется только на ВЛ, оснащенных высокочастотными защитами (основная - типа ПДЭ 2003, резервная - типов ПДЭ 2001, ПДЭ 2002 в сочетании с аппаратурой АНКА), когда поврежденная линия отключается с двух сторон практически одновременно, что позволяет осуществлять ТАПВ с минимальной бестоковой паузой.

Рассмотрим действие устройства, когда одним или обоими элементами сети является линия.

При возникновении повреждения на линии (элемент I), срабатывании ее защит и, следовательно, реле IK1 и IK3, происходит пуск первой схемы однократного срабатывания (СОСИ). Через замыкающий контакт IK1, диод IVД38 сигнал "0" поступает на вход инвертора ИД6.4. При прохождении сигнала через элементы ИД6.4, ИД7.4, ИД7.3 на выходе последнего появляется "1" и конденсатор IC38 через резисторы IPI6 и IPI7 начинает заряжаться.

По истечении $t = 5 \cdot 10 \text{мс}$ срабатывает микросхема ИД7.1, в результате чего на ее выходе появляется сигнал "0", который поступает на второй вход микросхемы ИД7.3 и через диод IVД29 сигнал поступает на вход I4 элемента задержки ИДТ1, который возвращается в

Изд. № подл. Подпись и дата
2401/11-11

Аз.1

исходное положение, и на его выходе I2 появляется сигнал "0".

Схема остается в таком положении и после возврата защиты и, соответственно, реле IK1 вследствие отключения выключателя.

Сигнал "0" с выхода микросхемы ИД7.1 через инвертор ИД7.2 поступает на вход 7 элемента задержки ИДТ2, который срабатывает через время разрешения УТАПВ, на его выходе 4 появляется сигнал "0", что приводит к разряду конденсатора IC38 через резистор IK17 и диод ИВБ1, в результате чего на выходе микросхемы ИД7.1 появляется сигнал "1". Происходит возврат микросхем ИД7.1, ИД7.2 и элемента задержки ИДТ2 и пуск ИДТ1. Срабатывание элемента ИДТ1 приводит к возврату микросхем ИД7.4, ИД7.3 и всей схемы в целом, т.е. СОС-I готова к следующему действию. До истечения выдержек времени ИДТ1 и ИДТ2 повторное срабатывание реле IK1 не изменяет состояния рассмотренной схемы.

Основная и резервная в.ч. защиты линий имеют отдельные выходы для воздействия на реле IK1 и IK3.

После срабатывания реле IK1 через время $t=5+10\text{мс}$ (отстройка от помех) на выходе микросхемы ИД7.2 появляется сигнал "1", который существует до момента срабатывания элемента ИДТ2.

При замыкании контакта IK3 на втором входе микросхемы ИД6.2 появляется сигнал "0", а на первом входе микросхемы ИД6.1 сигнал "1", который после инвертирования одновременно поступает на первый вход микросхемы ИД6.2 и через элемент ИД9.4 на второй вход микросхемы ИД9.3. В таком состоянии микросхемы ИД6.2, ИД6.1 и ИД9.4 будут находиться до момента срабатывания элемента задержки ИДТ2, после чего снимается разрешение УТАПВ.

Пуск УТАПВ при аварийном отключении выключателя осуществляется при срабатывании реле - повторителя IK3 по "цепи несоответствия" с контролем уровня давления, срабатывании реле IK3 от быстродействующих защит линий и при условии срабатывания схемы разрешения пуска УТАПВ.

Если элементом II сети является линия, то при возникновении повреждения на ней срабатывают реле IK2 и IK3, что приводит к пуску СОС-I (разрешение УТАПВ). Остальная часть схемы, связанная с пуском УТАПВ, действует так же, как описано выше для случая, когда элементом I сети является линия.

407-0-173.88

Ил.см

11

Изд. № подл. Подпись и дата. Взам инд. № 740414-14

Рассмотрим действительные схемы при осуществлении УТАПЗ линии, соответствующей элементу I сети. Вид контроля при УТАПВ в этом случае определяется положением переключки 2XB3. Для второго элемента сети используется переключки 2XB4.

При отсутствии напряжения на отключенной с двух сторон линии, что соответствует сигналам "I" на выходах КОН-I и КНСН-I (или же при снятой переключке 2XB3) и при наличии симметричного напряжения на элементе II (сигнал "I" на выходе 2Д2.2) на первом входе микросхемы 2Д1.4 устанавливается сигнал "I". После срабатывания элемента времени 2ДТ1 на втором входе микросхемы 2Д1.4 также появляется сигнал "I", в результате чего последний срабатывает и через замкнутую переключку 2XB5 (пол. I-2), диод 2VD50 и инвертор 2Д7.3 на первый вход микросхемы 2Д7.4 ССС-2 поступает сигнал "I". А так как на втором входе микросхемы 2Д7.4 уже имеется сигнал "I", она сработает и сигнал "0" с ее выхода через диод 2VD71 поступит на первый вход микросхемы 2Д8.2, на выходе которой установится сигнал "I", что приведет к заряду конденсатора 2С9 через резисторы 2R46 и 2R45. Через 5-10 мс напряжение на 2С9 будет достаточным для срабатывания микросхемы 2Д8.3. Сигнал "0" с выхода этой микросхемы поступит на второй вход 2Д8.2, в результате чего дальнейшая работа схемы не будет зависеть от выходного сигнала ССС2. Сигнал "0" с выхода микросхемы 2Д8.3 через диод 2VD70 поступает к элементу задержки 2ДТ5, вследствие чего он возвращается, чем снимает готовность ССС2. Кроме того, выходной сигнал "0" 2Д8.3 через инвертор 2Д8.4 поступает на элемент задержки 2ДТ7, на вторые входы триггеров-усилителей 2ТУ1+2ТУ5, а также через инвертор 2Д13.4 к обмотке реле 2К7. Замыкание контакта 2К7.1 приводит к срабатыванию выходных включающих реле 2К10 и 2К11. Поскольку на первом входе 2ТУ1 сигнал "0" имеется с выхода 2Д1.4 через 2XB5 (I-2) и диод 2VD49, триггер-усилитель опрокидывается, в результате чего срабатывает реле 2К1, контакты которого используются в схемах сигнализации (УТАПВ) и ускорения защит элемента I. Возврат микросхем 2Д8.3, 2Д8.4, 2Д13.4, триггера-усилителя 2ТУ1, а следовательно, и реле 2К1, 2К7, происходит после срабатывания элемента задержки 2ДТ7, срабатывание этого элемента приводит также к разряду конденсатора 2С9.

Инв. № подл. Подпись и дата. Взам. инв. №
7404 м-71

ДЛ.1

Таким образом, обеспечивается однократная посылка сигналов на включение выключателя и искоренение зашит. Длительность этих сигналов определяется уставкой (0,25 или 0,5с) элемента 2ДТ7 и выбирается с учетом собственного времени включения выключателя.

Вернемся к работе схемы однократного срабатывания СОС-2.

При отключенном выключателе контакт КК1 разомкнут, вследствие чего на втором входе элемента 2Д5.4 будет сигнал "1". С элемента 2Д8.3 сигнал "0" поступит через диод 2ВД70 на элемент 2ДТ5, в результате чего произойдет его возврат и на выходе 4 появится сигнал "1". Таким образом на оба входа элемента 2Д5.4 поступят одинаковые сигналы, что приведет к срабатыванию последнего, и на входе элемента задержки 2ДТ5 появится сигнал "0".

При успешном включении выключателя контакт КК1 замыкается и элемент 2Д5.4 срабатывает.

После исчезновения сигнала "0" с выхода 2Д8.3 на входе элемента 2ДТ5 остается сигнал "1" и этот элемент начинает набирать выдержку времени. После срабатывания элемента задержки 2ДТ5 схема СОС2 приходит в состояние готовности.

Одновременно с посылкой команды на отключение выключателя запускается устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ). От пускового сигнала УРОВ срабатывает реле К6 и подает сигнал "0" на выход элемента задержки 2ДТ1, чем осуществляется кратковременный запрет УТАПВ ("подрыв от УРОВ'a"). После нормального отключения выключателя реле К6 возвращается и "подрыв от УРОВ" снимается. Если выдержка времени УТАПВ превосходит выдержку времени УРОВ, то рассмотренный выше "подрыв" не нужен, поскольку при отказе выключателя УРОВ успевает подействовать до истечения выдержки времени УТАПВ и полностью запрашивает все виды АПВ.

При действии УРОВ или других внешних устройств, запрещающих АПВ, срабатывает реле К8. Сигнал "0" поступает через диоды 1ВД50 и 2ВД37 на вход I4 элемента времени 2ДТ6, чем снимает готовность схемы однократного срабатывания СОС3, с помощью которой осуществляется ТАПВ-КС, а через диод 1ВД50, микросхемы 1Д5.4. 1Д5.3 и диод 2ВД34 подает сигнал "0" ко входу 7 элемента 2ДТ5, чем снимает готовность схемы СОС2, через которую осуществляется УТАПВ и ТАПВ-ОН.

Исх. № подл. Подпись и дата. Взам. инв. № 74077-71

407-0-173.88

Лист

13

А.л. I

От контакта IK8 через диод IVД49 и микросхемы ID4.4 и ID5.2 срабатывает реле IK17, что приводит к срабатыванию реле 6KB5 и, соответственно, подаче сигнала "Запрет АПВ".

Запрет УТАПВ при срабатывании резервных защит типа ЦДЭ2001, ЦДЭ2002 осуществляется с помощью реле IK7, замыкание контакта которого приводит к появлению сигнала "0" на элементах ЦДТ1 и ЦДТ2, чем снимается готовность схемы СОС-1.

Запрет всех видов АПВ при управлении выключателем от ключа осуществляется с помощью реле IK9, контакт которого подобно контакту IK8 снимает готовность со схем СОС2 и СОС3.

При близких к.з. на линии из-за значительного снижения U_1 срабатывает реле 4KV1.2, что приведет к изменению сигналов на выходах микросхем 4Д5.1 и 4Д5.2 и на втором входе 4Д5.3. На первый вход этого элемента сигнал "1" поступит через контакт IK1 и микросхему 4Д5.4. Далее сработает микросхема 4Д5.3 и будет удерживаться в таком положении за счет связи ее выхода со вторым входом 4Д5.2 до возврата защиты (IK1) и восстановления нормального напряжения на элементе сети П.

С выхода микросхемы 4Д5.3 сигнал "0" поступает через усилитель 4УЛЗ и реле 4KB к устройству противоаварийной автоматики, где используется контакт этого реле.

Через элемент 4Д8.4 сигнал "0" поступает к реле 4KB, замыкание контакта которого вызывает работу сигнализации "Запрет по U_1 ". Кроме этого сигнал "0" с выхода микросхемы 4Д5.3 через 4XB2 (пол. I-2), 4VD28, IXB2 (пол. I-2) и IVД28 поступает на вход элемента ЦДТ1, чем снимается готовность схемы СОС1, т.е. осуществляется запрет УТАПВ.

Если перемычка IXB2 в рассматриваемом случае находится в положении I-3, то запрет УТАПВ осуществляется через элементы ID5.4, ID5.1, IVД28, а через ID5.3 и 2VD34 снимается готовность схемы СОС2, т.е. осуществляется запрет УТАПВ и ТАПВ-ОН.

При использовании в.ч. сигнала № 5, поступающего с противоположного конца линии, перемычка 2XB5 устанавливается в положение I-3 и сигнал к схеме СОС2 может пройти только при наличии "1" на первом входе 2Д1.2 (т.е. при приеме в.ч. сигнала № 5).

Запрет УТАПВ при близких к.з. на линии (элемент П) осуществляется при работе реле напряжения 3KV1.2 элемента сети Iу при

Идентификация, дата, подпись и дата

7404-11

407-0-173.88

Иуст

14

Ал.І

действия защит элемента П.

Если для какого-либо элемента сети УТАПВ не используется, например, в вариантах линий-шины или шины-линия, то перемычка 2XB5 (или 2XB6 для второго варианта) снимается, а накладка 3XI остается в пол. 1-2 (введено). Она переводится в положение "Выведено" в том случае, когда УТАПВ не используется, например, в варианте шины-шины.

При действии устройства на включение выключателя сигнал "0" с выхода микросхемы ^{244.3} через ЦД1.3, ЦД1.4 и IVД2.3 поступает на элемент задержки ЦДТ1, чем снимается готовность схемы СОС1 и осуществляется запрет повторного УТАПВ.

Кроме того, сигнал "0" с выхода 2Д13.3 поступает на вход 3Д6.1 и 4Д6.1. При неуспешном АПВ в сторону элемента I(П) повторно сработают защиты, а, следовательно, и реле ІК1 (ІК2), что вызовет появление сигнала "І" на выходе 3Д7.2 (4Д7.2). Дальнейшая работа микросхем 3Д7.2, 3Д6.2 (или 4Д7.2, 4Д6.2) приведет к срабатыванию реле 3К2 (4К2), контакты которых используются для запрета ТАПВ смежных выключателей при неуспешном АПВ данного выключателя.

4.2. Трехфазное АПВ с контролем отсутствия напряжения (ТАПВ-ОН)

В том случае, когда УТАПВ по каким-либо причинам запрещено или не используется, на линии осуществляется ТАПВ-ОН на том ее конце, который включается первым. Устройство также используется и для шин, если данный выключатель предназначен для их опробования.

Пуск ТАПВ при аварийном отключении выключателя осуществляется при срабатывании реле ІК12 по "цепи несоответствия" с контролем нижнего уровня давления воздуха.

Сигнал "0" от замкнувшегося контакта ІК12 через микросхему 2Д6.1 придет на элемент задержки 2ДТ2, в результате срабатывания которого сигнал "І" поступит на второй вход микросхемы 2А4.4, а на ее первом входе уже имеется сигнал "І" от микросхем 2Д2.2 и 3Д3.2, контролирующих наличие напряжения на элементе П и отсутствие напряжения на элементе І.

Микросхема 2А4.4. работает и сигнал "0" с ее выхода, пройдя через 2XB7, 2К8, 2V458 и 2А7.3, поступит на вход схемы СОС2.

Инв. № подл. Подпись и дата. Взам. инв. № 740474-71

407-0-173.88

Исчм

15

Дальнейшая работа схемы происходит также, как и при УТАПВ, с той лишь разницей, что для ускорения и сигнализации используется триггер-усилитель 2ТУ3 и реле 2К3.

Аналогичным образом осуществляется ТАПВ-ОН элемента II сети. При этом сигнал в СОС2 формируется при помощи микросхем 2Д4.3, 2Д4.2, 2Д4.1 и 2К9, переключателя 2Х8 находится в положении I-3. Для ускорения и сигнализации используется триггер-усилитель 2ТУ4 и реле 2К4.

4.3. Трехфазное АПВ с контролем синхронизма (ТАПВ-КС)

Для восстановления двохвостовой схемы сети или после успешного УТАПВ или ТАПВ-ОН другого конца линии, а также после успешного опробования шин предусматривается использование трехфазного АПВ с контролем наличия симметричного напряжения на каждом из примыкающих к рассматриваемому выключателю элементу и синхронизма этих напряжений.

Рассмотрим действие устройства, когда элементами I и II сети являются линии, при этом переключатель 2ХВ2 выведена из действия.

Обязательным условием осуществления ТАПВ-КС является наличие "цепи несоответствия" и симметричного напряжения на элементах I и II.

После срабатывания реле ИК12 на выходе микросхемы 2Д6.1 появляется сигнал "I".

Наличие симметричного напряжения на элементах I и II контролируется микросхемами 2Д2.1 и 2Д2.2, с выхода которых сигнал "I" поступает на элемент 2Д6.2, срабатывание последнего приводит к пуску органа контроля синхронизма (ОКС).

Срабатывание ОКС приведет к появлению сигнала "I" на выходе микросхемы 2Д6.3 и на первом входе 2Д8.1, при этом сработает схема СОС3. Поскольку схемы СОС2 и СОС3 идентичны, дальнейшее действие устройства будет происходить так же, как при УТАПВ, как уже было описано выше. При этом сработают 2ТУ5 и 2К5, что приведет к срабатыванию реле 6КН3 и появлению сигнала "ТАПВ-КС".

Рассмотрим действие ТАПВ-КС, когда элементами I и II являются системы или секции шин. При этом переключатель 2ХВ2 находится в положении 3-1. Устройство действует аналогично описанному выше варианту. Только в этом случае одновременно с пуском ОКС запуска-

Ал. I

ется элемент задержки 2ДТ4, имеющий на выходе сигнал "0" и определяющий очередность включения данного выключателя.

В том случае, когда одним из элементов является линия, а другим шина, перемычка 2ХВ2 устанавливается в пол. I-2, а перемычка 2ХВ9 - в зависимости от того, каким из элементов сети является шина. Если шина - элемент I, 2ХВ9 устанавливается в пол. I-2, если элемент II - в пол. I-3.

Особенностью рассматриваемых вариантов применения устройства является то, что после восстановления напряжения на шинах ТАПВ-КС данного выключателя должно осуществляться с задержкой, определенной очередностью его включения (2ДТ4), а после успешного АПВ на другом конце линии и восстановления напряжения на ней ТАПВ-КС должно осуществляться без замедления.

Запрет действия СОСЗ при длительном отсутствии напряжения на шинах (на входе 2Д1. I сигнал "I") осуществляется действием микросхем 2Д1. I, 2Д5. 2, 2Д5. I и 2Д5. 3.

Возврат микросхемы 2Д5. 3 осуществится после срабатывания элементов задержки 2ДТ3, 2ДТ4, которое произойдет при замыкании контакта ИК12. Если к этому моменту ОКС находится в положении после срабатывания и на выходе инвертора 2Д6. 3 имеется сигнал "I", то произойдет пуск СОСЗ и схема будет действовать как было рассмотрено выше.

При к.з. на линии после ее отключения напряжение на шинах восстанавливается быстро, в этом случае устройство будет действовать на включение выключателя без дополнительного замедления, создаваемого элементом 2ДТ4.

После отключения выключателя происходит возврат реле ИК11, в результате чего на выходе элемента задержки времени на возврат 2ДТ8 по истечении $t=50с$ устанавливается сигнал "0", который поступает через диод 2УД68 на СОС2 и через перемычку 2ХВ10 (в пол. I-2) на СОСЗ, запрещая их действие. При отключенной перемычке 2ХВ10 готовность к действию схемы СОСЗ будет сохраняться длительно. При отсутствии готовности схем СОСЗ и СОСЗ сигнал "Готовность" (светодиод 2УД86) отсутствует.

В состоянии готовности схема приходит следующим образом. После включения выключателя срабатывает реле ИК11 и на входы элементов 2ДТ8, 2Д5. 4 и 2Д6. 4 подается сигнал "0", на выходе 2ДТ8

407-0-173.88

Лист

17

Число подл. Подпись и дата (Замининг)

740174-11

Ал.І

мгновенно устанавливается сигнал "І", в результате чего со входов 2Д7.І, 2ДТ5 и 2ДТ6 снимается сигнал "0". Элементы задержки на срабатывание 2ДТ5 и 2ДТ6 запускаются и после их срабатывания и отсутствия сигналов "0" запрета АПВ, поступающих от реле запрета ІК8, ІК9 через диоды ІVД50, 2VД34 и 2VД37. На вторых входах микросхем 2Д7.4 и 2Д8.І и на первом входе 2Д7.І остается сигнал "І". Таким образом, схемы СОС2 и СОС3 приходят в состояние готовности. На светодиоде 2VД86 будет сигнал "Готовность".

Посредством микросхемы 2Д7.2 осуществляется непрерывный контроль состояния элемента выдержки времени на возврат 2ДТ8 и микросхемы 2Д7.І.

Применение двух схем СОС - второй и третьей - позволяет осуществлять независимый запрет УТАПВ, ТАПВ-ОН и ТАПВ-КС, что существенно расширяет функциональные возможности устройства.

4.4. Ускорение резервных защит

В устройстве предусматривается возможность осуществления ускорения резервных защит каждого элемента сети при всех видах ТАПВ, кроме ТАПВ-КС, а также при опробовании элементов І и П. Предусмотрена возможность длительного ускорения резервных защит.

Применительно к линии это относится к токовой защите от замыканий на землю (ТЗ) и к дистанционной защите от междуфазных к.з. (ДЗ).

Выходные цепи ускорения могут использоваться также для повышения чувствительности соответствующих защит при АПВ шин.

Ускорение ТЗ первого элемента при всех видах ТАПВ и опробовании линии осуществляется с помощью реле 5К7, которое управляется контактами 2КІ.2, 2КЗ.2 и 5КІ.

Ускорение ДЗ осуществляется при помощи двух реле 5К5, 5К6, управляемых теми же контактами. Перемичик 5ХВЗ предусмотрена для изменения режима работы ускорения ДЗ при УТАПВ. Это связано с тем, что ускорение ДЗ может оказаться недопустимым в том случае, когда на обоих концах линии предусматривается осуществление УТАПВ-БК (БАПВ) и возможно неправильное действие измерительных органов ДЗ при больших углах между ЭДС по концам линии. Во всех других случаях, когда осуществление УТАПВ любого вида предусматривается только на одном конце линии, ускорение ДЗ может применяться без ограничения.

407-0-173.88

Лист

18

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

740474-77

Ал. I

Аналогично выполнена схема ускорения для второго элемента сети (реле 5КВ - для ТЗ, 5К9, 5К10 и переключателя 5ХВ4 - для ДЗ).

Для длительного ввода ускорения резервных защит предусмотрено накладка 5Х5. Режим длительного ускорения сигнализируется светодиодом 5ВД58.

Ускорение резервных защит соответствующего элемента сети при его опробовании разрешается, если после срабатывания реле КСС (РКВ) и его повторителя КК10 отсутствует сигнал "0" на выходе КНСН данного элемента, т.е. когда не срабатывает реле КВ1.1 или когда срабатывают реле КВ0, КВ2 (независимо от состояния КВ1.1). Схема обеспечивает (после возврата КСС и КК10) ускорение еще в течение времени, согласованного с собственным временем включения выключателя.

Рассмотрим действие схемы ускорения при опробовании элемента сети I.

Если перед опробованием напряжение на линии отсутствует, то на первых входах 5Д4.1, 5Д4.3 и на выходе 5Д4.3 будет сигнал "1".

При замыкании контакта КК10 появляется сигнал "0" на втором входе 5Д4.1 и исчезает "0" со второго входа 5Д4.3. На выходе 5Д4.3 появляется сигнал "0", вызывающий срабатывание реле 5К1. В таком состоянии схема находится до момента срабатывания элемента 5ДТ10, пуск которого происходит после размыкания контакта КК10.

Если перед опробованием элемента I на линии имеется напряжение, то сигналы на входах и выходах элементов 5Д4.1, 5Д4.2, 5Д4.3 будут такими, как показано на чертеже, и замыкание контакта КК10 не приводит к изменению состояния схемы, т.е. и вводу ускорения.

4.5. Сигнализация и непрерывный контроль исправности устройства.

В устройстве предусмотрены три вида сигнализации - соответствия отдельных элементов схемы, действия устройства, неисправности модулей.

Сигнализация состояния отдельных элементов схемы устройства осуществляется при помощи светодиодов, размещенных на лицевых платах соответствующих модулей.

Сигнализация действия осуществляется при помощи двухпозиционных 6КН1+6КН7 реле в сочетании со светодиодами 6ВД60+6ВД66.

Ал... Сигнализация неисправностей модулей ВДНБ осуществляется при помощи двухпозиционных реле 6ВД8-6ВД12 в сочетании со светодиодами 6ВД67-6ВД71.

Эта сигнализация является составной частью непрерывного контроля исправности устройства, который охватывает бесконтактные выходы всех измерительных органов и элементов выдержки времени, а также некоторых логических элементов.

Тестовая проверка правильности функционирования устройства позволяет проконтролировать правильность функционирования устройства путем имитации 11-ти наиболее характерных режимов его работы.

5. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВЯЗИ КОМПЛЕКСА ЗАЩИТ СЕРИИ ЦДЭ 2000 С ПАНЕЛЬЮ ТРЕХФАЗНОГО АПВ ТИПА ЦДЭ 2004.02

Комплекс релейной защиты серии ЦДЭ 2000 был разработан для совместной работы с панелью линейной автоматики типа ЦДЭ 2004.01, включающую как устройство ОАПВ, так и два устройства ТАПВ для двух выключателей линии.

Все цепи постоянного тока панели на 24 В питались от одного преобразовательного блока питания. Для управления цепями пуска, запрета и т.д. ТАПВ двух выключателей необходимо было иметь на каждой панели один контакт, соответствующий определенной функциональной связи.

На разработанной позднее панели трехфазного АПВ типа ЦДЭ 2004.02 размещены три независимых устройства трехфазного АПВ для трех выключателей, питание по цепям постоянного тока которых осуществляется от индивидуальных преобразовательных блоков. Поэтому от защит линии требуется удвоенное количество связей для управления цепями АПВ каждого выключателя, что требует установки дополнительной аппаратуры или на панелях защит, или на панели АПВ.

В процессе выполнения работы на стадии проекта были рассмотрены два варианта функциональных связей между комплексом защиты и УРОВ линии и панелью ЦДЭ 2004.02.

По I варианту управление устройствами ТАПВ двух выключателей от комплекса защит и УРОВ линии осуществляется через реле-повторители, устанавливаемые дополнительно на панели ЦДЭ 2004.02.

По II варианту дополнительные реле для удвоения выходных цепей защиты линии для управления устройствами АПВ двух выключателей линии должны быть установлены на панелях ЦДЭ 2001, 2002, 2003 и 2005.

Число, № подл. Подпись и дата Взам.инж. № 74017-1

А.А.І

Оба этих варианта практически равноценны, но по условиям эксплуатации, как отмечалось в заключении по проекту ЦДЭ ЕЭС СССР, предпочтительнее второй вариант. Но в связи с тем, что ЧЭАЗ отказался вносить необходимые изменения как в панели ЦДЭ 2001+2003, ЦДЭ 2005, так и в панели ЦДЭ 2004.02, в настоящем проекте принят вариант размещения реле-повторителей для управления устройствами АПВ от комплекса защит в отдельном блоке.

В качестве реле-повторителей использованы промежуточные реле типа РЛ-17-5.

Напряжение постоянного тока 220В к реле-повторителям подается через общий автомат, через который осуществляется питание 220В преобразовательных блоков питания устройств АПВ выключателей линии, размещенных на панели ЦДЭ 2004.02.

Напряжение 220В к включающим цепям каждого устройства АПВ подводится через автомат в цепях постоянного тока управления своим выключателем.

Такая организация питания по цепям постоянного тока вызвана тем, что реле - повторители выходных цепей защит управляют цепями АПВ двух выключателей. Повреждение в цепях постоянного тока одного реле-повторителя не позволяет оставлять в работе устройства АПВ обоих выключателей линии, т.к. в противном случае это может привести к потере цепей запрета АПВ на одном из выключателей, что недопустимо.

На листах 18,19 дана схема подключения реле-повторителей блока и выходные цепи блока для варианта с "полупотным" присоединением двух линий, а на листах 20,21 - линии и автотрансформатора. На листах 25, 26, 27 даны схемы входных и выходных цепей устройства АПВ соответственно для выключателя, общего для двух линий, выключателя, общего для линии и автотрансформатора и для выключателя, общего для двух автотрансформаторов (шин).

В последнем варианте, когда выключатель не связан с линией, и, следовательно, его устройство АПВ - с блоком реле-повторителей, напряжение 220В к цепям постоянного тока устройства АПВ этого выключателя подводится через автомат в цепях постоянного тока управления того же выключателя, что обеспечивает независимость работы его устройства АПВ от блока реле-повторителей и от других устройств АПВ этой же панели.

Число листов 7404-м-11

Подпись и дата

407-0-173.88

Лист
21

