Типовые проектные решения

407-03-345.83

10879 тм-Т4

Принципиальные схемы релейной защиты линий 35-220 кВ на постоянном оперативном токе.

Альбом I

Пояснительная записка

Инв.№ 594-01

gost.e-ecolog.ru

Типовые проектные решения

Принципиальные схемы релейной защиты линий 35-220 кВ на постоянном оперативном токе

Альбом I

Состав проектных материалов

Альбом I	Пояснительная записка
Альбом II	Чертежи

Разработаны институтом "Энергосетьпроект"

Утверждены и введены в действие Минэнерго СССР
Протокол № 2 от 10.02.[illegible]

Заместитель главного инженера — С.Я.Петров

Главный инженер проекта — В.А.Рубинчик

СФ594-01

сф 594-01

107-03-345 83 ал.I

Содержание

	Стр.
I. Аннотация	3
2. Глава первая. Принципиальные схемы релейной защиты линий II0–220 кВ . . .	5
3. Глава вторая. Принципиальные схемы релейной защиты линий 35 кВ	38

Аннотация.

Настоящая работа выполнена в соответствии с планом типового проектирования Госстроя СССР на 1981-1982 гг. на основании задания, утвержденного Главниипроектом. Работа является корректировкой типовых решений 407-0-048 "Принципиальные схемы релейной защиты линий 35-220 кВ на постоянном оперативном токе".

Пересмотр этих типовых решений требуется в связи:

с разработкой и выпуском новых типовых панелей защит линий 35-220 кВ и

с необходимостью выполнения последних требований по осуществлению ближнего резервирования защит линий 110-220 кВ.

В отличие от предыдущей работы, в настоящей работе даны:

указания по применению и принципиальные схемы защит линий 110-220 кВ с двусторонним питанием, выполненные с использованием типовых панелей в виде законченных комплексов (а не отдельных защит) с учетом требований ближнего резервирования;

новые указания по применению типовых панелей для защит линий 110-220 кВ с односторонним питанием с учетом повышения чувствительности и эффективности ближнего резервирования;

указания по применению типовых панелей защит линий 35 кВ и принципиальная схема дистанционной защиты линии 35 кВ типа ПЗ-4, обладающей, по сравнению с другими защитами, более высокой чувствительностью.

Работа выполнена с использованием новых типовых панелей защиты линий 110-220 кВ: типов ЭПЗ-1636-67 и ЭПЗ-1644-78, обеспечивающих ближнее резервирование защит без использования дополнительной аппаратуры, и типа ДФЗ-201, модернизированной для возможности ее работы с приемопередатчиком типа АВЗК-80; последнее обеспечивает резкое снижение вероятности ложных и излишних срабатываний высокочастотной защиты.

В работе приведены только типовые принципиальные схемы защит линий 35-220 кВ, отсутствующие в других работах, действующих в настоящее время. В связи с этим, наряду с данной работой, при проектировании защит линий 35-220 кВ необходимо также пользоваться следующими работами:

сф554-01

03-345.83 ал.I

"Схемы ступенчатых дистанционной и токовой направленной нулевой последовательности защит с в.ч. блокировкой для линий II0-220 кВ, типовые проектные решения № 407-03-261; "Принципиальные схемы защит линий II0-220 кВ для подстанций с упрощенными главными схемами электрических соединений", типовые проектные решения № 407-03-276; "Полные схемы и панели упрощенных основных и резервных защит линий II0-220 кВ с односторонним и двусторонним питанием", инв. № 9712 ТМ1 и П; "Панели защиты тупиковых линий II0-220 кВ с односторонним питанием", инв. № 502Iтм-т3, редакция I978 г.; "Панели защиты головных участков линий II0-220 кВ с односторонним питанием", инв.№ 502Iтм-т4, редакция I978 г.; "Полные схемы и типовые НКУ управления, автоматики и защиты линий 35 кВ подстанций II0 кВ и выше на постоянном оперативном токе", инв. № 9592тм-Т1,Т2.

Работа предназначена для использования при проектировании. С выпуском настоящей работы типовые решения 407-0-048 могут быть аннулированы.

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

Главный инженер проекта В.А.Рубинчик

ал.I

Глава первая.

Принципиальные схемы релейной защиты линий 110-220 кВ.

В данной главе рассмотрены принципиальные схемы релейной защиты одиночных и параллельных линий 110-220 кВ с двусторонним и односторонним питанием, выполняемые на оперативном постоянном токе.

I.I. Защита линий 110-220 кВ с дву- и многосторонним питанием. Общие положения.

I.I.I. На линиях 110-220 кВ с дву- и многосторонним питанием могут применяться следующие основные варианты защиты, выполненные с использованием существующих типовых панелей.

I.I.I.I. Дифференциально-фазная высокочастотная защита в качестве основной (панель типа ДФЗ-201, в отдельных случаях - типа ДФЗ-504), ступенчатая защита от всех видов повреждений, выполняемая с использованием модернизированной типовой панели ЭПЗ-1636-67, в качестве резервной.

I.I.I.2. То же, что и I.I.I.I; но в качестве основной - продольная дифференциальная токовая защита с соединительными проводами, выполняемая с использованием типовой панели ЭПЗ-1638-73 (ЭПЗ-1639-73).

I.I.I.3. Дистанционная и токовая нулевой последовательности направленные защиты с высокочастотной блокировкой и ступенчатая защита от всех видов повреждений, выполняемые как сочетание двух модернизированных типовых панелей: в.ч. блокировки типа ЭПЗ-1643-69 и ступенчатых защит - типа ЭПЗ-1636-67.

I.I.I.4. Два отдельных комплекта ступенчатых защит от всех видов повреждений, выполняемые с использованием одной модернизированной панели типа ЭПЗ-1636-67.

I.I.2. Вариант выполнения защиты определяется в конкретном проекте с учетом требований быстродействия, чувствительности, обеспечения ближнего резервирования и др. При выборе варианта

ф 534-01

следует учитывать следующее.

Вариант по I.I.I.I. должен использоваться, в первую очередь, на линиях IIO-220 кВ (на линиях 220 кВ - преимущественно), входящих в системообразующие и межсистемные связи или примыкающих к этим связям, или отходящих от шин весьма ответственных объектов (например, мощных станций), а также на других линиях 220 кВ с двусторонним питанием, если при этом не требуется значительного усложнения защиты и увеличения числа используемых панелей (как это может быть, например, на линиях с ответвлениями). Следует отметить, что целесообразность широкого использования данного варианта защиты определяется его большим быстродействием и надежностью срабатывания при полноценном ближнем резервировании (по сравнению, например, с вариантом I.I.I.3).

Вариант по п.I.I.I.2. может использоваться на коротких линиях (длиной до 20 км), если применение продольной дифференциальной защиты более целесообразно экономически или технически, чем высокочастотной защиты (например, если не требуется прокладка специально для защиты кабеля связи и обеспечивается достаточная надежность соединительных проводов).

Вариант по п.I.I.I.3. может использоваться на линиях IIO-I54 кВ, а также в ряде случаев на линиях 220 кВ, когда варианты по п.I.I.I.I. и I.I.I.2. применить невозможно или менее целесообразно по условиям чувствительности или простоты выполнения (например, на линиях с многосторонним питанием, линиях с ответвлениями, на подстанциях с одним выключателем в перемычке, на линиях с большим уровнем естественной несимметрии и др.) - если это допустимо по условию быстроты отключения. Необходимо отметить, что при использовании данного варианта защиты обеспечивается полноценное ближнее резервирование защиты при к.з. на землю, а при ускорении с помощью в.ч. блокировки III ступени дистанционной защиты - и при междуфазных к.з.; при ускорении II ступени дистанционной защиты при междуфазных к.з. обеспечивается условно ближнее резервирование.

Вариант по п.I.I.I.4. должен использоваться на линиях IIO-I54 кВ (в отдельных случаях - на менее ответственных линиях 220 кВ), когда применение быстродействующей защиты по условию быстроты отключения не требуется.

407-08-345.83 ал.I

I.I.3. При применении рассматриваемых вариантов защиты должны осуществляться мероприятия по осуществлению ближнего резервирования защит. С этой целью предусматривается:

I.I.3.I. Питание цепей переменного тока каждой из защит (в защите по п.I.I.I.4. - каждого из комплектов) от разных вторичных обмоток трансформаторов тока;

I.I.3.2. Питание цепей постоянного тока каждой из защит (комплектов) осуществляется через разные автоматы постоянного тока, причем на подстанциях с одним выключателем на присоединение резервная защита питается через тот же автомат, что и цепи управления выключателя;

I.I.3.3. Дублирование цепей отключения выключателей и цепей пуска УРОВ.

Для повышения эффективности ближнего резервирования защит автоматы через которые питаются цепи оперативного постоянного тока каждой из защит в соответствии с п.I.I.3.2., должны подключаться к разным секциям (головным автоматам) постоянного тока подстанции.

Принятое (в соответствии с указанием п.I.I.3.2.) для подстанций с одним выключателем на присоединение питание цепей постоянного оперативного тока резервной защиты через автомат цепей управления (а не через отдельный автомат) целесообразно для некоторого упрощения цепей защиты. При этом в случае совпадения к.з. на защищаемой линии с повреждением в оперативных цепях (питающих автоматы цепей управления),которое приводит к срабатыванию этого автомата, к.з. будет ликвидироваться действием УРОВ, пускаемого без замедления основной защитой.

Выделение цепей управления на отдельный автомат позволило бы обеспечить ликвидацию к.з. на защищаемой линии, совпадающего с повреждением в оперативных цепях резервной защиты, селективно, без срабатывания УРОВ, действием основной защиты на отключение выключателя линии. Учитывая, что вероятность такого совпадения весьма мала (на несколько порядков меньше вероятности отказа выключателя), рассматриваемое питание цепей управления и резервной защиты от одного автомата можно считать допустимым.

СФ591-01

03-345.83 ал.I

В случаях, когда при к.з. на линиях II0-I54 кВ дальнее резервирование обеспечивается, может рассматриваться вопрос о некотором облегчении требований к полноте ближнего резервирования защит этих линий (например, на реконструируемых подстанциях не выполнять требование по п.I.I.3.2. и I.I.3.3., если они требуют значительного расхода аппаратуры, панелей или кабеля).

Следует отметить, что на подстанциях со схемой электрических соединений "две рабочие и обходная системы шин", на которых цепи напряжения к защитам подаются через реле повторители положения шинных разъединителей (РПР), при срабатывании автомата постоянного тока, через который питаются эти реле, снимаются цепи напряжения, как с основной, так и с резервной защит. Поэтому для исключения одновременного вывода из действия обеих защит при повреждении в оперативных цепях резервной защиты, совпадающей с к.з. на защищаемой линии, РПР могут подключаться через автомат цепей управления выключателей только, если основная защита по принципу действия не может отказать в срабатывании при отсутствии цепей напряжения (например, дифференциально-фазная защита типа ДФЗ-20I с характеристикой реле сопротивления IРС, охватывающей начало координат). В случаях, когда основная защита может отказать в срабатывании при потере цепей напряжения (например, защита типа ДФЗ-20I с контролем отключающей цепи реле направления мощности нулевой последовательности - см.рис.2), реле РПР должны питаться от отдельного автомата (который может питать несколько групп РПР).

Более подробно вопросы обеспечения ближнего резервирования изложены в работе "Дальнее и ближнее разервирование в сетях II0-330 кВ" инв.№ 9367тм-ТI, I977 г.

I.I.4. В данной главе приведены следующие схемы:

I.I.4.I. Принципиальная схема релейной защиты линии II0-220 кВ с двусторонним питанием, выполненной с использованием панели типа ДФЗ-20I и модернизированной панели типа ЭПЗ-I636-67 при одном выключателе в цепи линии - рис.I;

I.I.4.2. Принципиальная схема полукомплекта дифференциально-фазной высокочастотной защиты, выполненного с использованием панели типа ДФЗ-20I, для питающего конца линии II0-220кВ

с ответвлениями при отсутствии на одном или нескольких концах полукомплектов высокочастотной защиты - рис.2;

I.I.4.3. Принципиальная схема релейной защиты линии 220 кВ с двусторонним питанием, выполненной с использованием панели типа ДФЗ-201 и модернизированной панели типа ЭПЗ-1636-67 при двух выключателях в цепи линии (схема "четырехугольника") рис.3;

I.I.4.4. Принципиальная схема релейной защиты линии II0-220 кВ с двусторонним питанием, выполненной с использованием панели типа ЭПЗ-1638-73 и модернизированной панели типа ЭПЗ-1636-67; при одном выключателе в цепи линии - рис.4.

I.I.4.5. В данной главе также дана принципиальная схема релейной защиты двух параллельных линий II0-220 кВ, выполненной с использованием панели типа ЭПЗ-1637-73, при одном выключателе в цепи линии - рис.5.

Схема дана для приемного конца двух линий с односторонним питанием и может быть использована в некоторых случаях и в качестве основной или дополнительной защиты параллельных линий с двусторонним питанием, если это целесообразно по условиям ускорения отключения повреждений или улучшения ближнего резервирования.

I.I.4.6. Принципиальные схемы релейной защиты линии II0-220 кВ п.I.I.I.I., I.I.I.3, I.I.I.4. для подстанций со схемой электрических соединений "мостик с выключателем в перемычке и отделителями в цепях трансформаторов (автотрансформаторов)" и "два блока линия-трансформатор (автотрансформатор) с неавтоматической перемычкой" приведены в работе "Принципиальные схемы защит линий II0-220 кВ для подстанций с упрощенными главными схемами электрических соединений", типовые проектные решения № 407-03-276.

Принципиальные схемы релейной защиты линий II0-220 кВ по п.I.I.I.3. и I.I.I.4. для подстанций со сборными шинами (одним выключателем в цепи линии), а также для подстанций 220 кВ со схемой "четырехугольника" приведены в работах "Схемы ступенчатых дистанционной и токовой направленной нулевой последовательности защит с в.ч. блокировкой для линий II0-220 кВ" типовые проектные решения № 407-03-261 и "Полные" схемы и типовые панели ступенчатых дистанционной и токовой направленной нулевой после-

77-03-345.83 ал.I

довательности защит с в.ч. блокировкой" для ВЛ 110-220 кВ инв. № 10221тм-Т1,Т2,Т3.

В связи с этим в необходимых случаях при проектировании наряду с настоящей работой следует также пользоваться и перечисленными выше работами.

I.I.5. Приведенные в настоящей работе схемы по рис.I-5 содержат привязки типовых панелей защиты к внешним цепям (переменного тока и напряжения, оперативного постоянного тока, отключения выключателей и сигнализации), а также цепи связей между панелями релейной защиты и другими устройствами.

Для возможности пользования этими схемами в работах приведены схемы типовых панелей: модернизированной типа ЭПЗ-1636-67 (рис.7), типа ЭПЗ-1638-73 (рис.8), типа ЭПЗ-1639-73 (рис.9), типа ЭПЗ-1637-73 (рис.10) и типа ДФЗ-201 (рис.11).

I.I.6. Используемая в схемах по рис.I-3 панель дифференциально-фазной высокочастотной защиты типа ДФЗ-201, по сравнению с выпускаемой до последнего времени панелью ДФЗ-201, модернизирована с целью обеспечения возможности ее использования как с в.ч. приемопередатчиком типа УПЗ-70, так и с новым приемопередатчиком типа АВЗК-80; наличие в комплекте последнего устройства контроля исправности высокочастотного канала существенно повышает надежность несрабатывания защиты. Кроме того, в защите индукционное реле сопротивления заменено на полупроводниковое, выполненное с использованием схемы сравнения абсолютных значений электрических величин, в качестве реагирующего органа применен полупроводниковый нуль-индикатор.

I.I.7. Используемая в схемах по рис.I-4 для осуществления резервной защиты модернизированная панель типа ЭПЗ-1636-67 выполнена без разделения на 2 комплекта; при этом она представляет собой трехступенчатую дистанционную защиту и токовую отсечку от многофазных к.з. и четырехступенчатую токовую направленную защиту нулевой последовательности от замыканий на землю. В схеме панели предусмотрены ускорение дистанционной и токовой нулевой последовательности защит при включении выключателя линии, а для параллельных линий - также и ускорения III ступени токовой направленной защиты нулевой последовательности с контролем направления мощности в параллельной линии.

407-03-345.83 ал.I

I.I.8. Схемы защиты по рис.I-5 выполнены с учетом перевода на обходной выключатель (в случае ремонта выключателя линии) основной быстродействующей защиты – дифференциально-фазной высокочастотной (панели ДФЗ-201), продольной дифференциальной (панелей ЭПЗ-1638-73 или ЭПЗ-1639-73), а также поперечной дифференциальной направленной защиты (панели ЭПЗ-1637-73). Это осуществляется с помощью испытательных блоков, устанавливаемых на указанных панелях, а также на блоке (панели) перевода. Схемы перевода цепей переменного тока защит приведены на рис. П2 и П3.

I.I.9. В схемах по рис.I-3 предусматривается останов в.ч. передатчика дифференциально-фазной высокочастотной защиты при действии УРОВ в случае короткого замыкания на шинах (в схемах по рис. I и 2) или на ошиновке, либо в автотрансформаторе (в схеме по рис.3).

I.2. Принципиальные схемы защиты линий 110-220 кВ с дву- и многосторонним питанием.

I.2.1. Принципиальная схема релейной защиты линии 110--220 кВ с двусторонним питанием, выполненной с использованием панели типа ДФЗ-201 и модернизированной панели типа ЭПЗ-1636-67 при одном выключателе в цепи линии – рис.I.

I.2.I.I. Данное выполнение защиты может применяться на линиях 110-220 кВ, отходящих от сборных шин подстанций со следующими схемами электрических соединений:

- две рабочие и обходная системы шин;
- две рабочие, секционированные выключателем, и обходная системы шин;
- одна рабочая, секционированная выключателем, и обходная системы шин.

I.2.I.2. Данное выполнение защиты может применяться при отсутствии ОАПВ на линии для случаев, когда применение других быстродействующих защит невозможно или менее целесообразно, чем дифференциально-фазной высокочастотной защиты.

I.2.I.3. Схема дана для одиночной линии или одной из параллельных линий с двусторонним питанием и может быть использована в ряде случаев при наличии питания с нескольких концов.

03-345.83 ал.I

I.2.I.4. На рассматриваемой схеме даны цепи связи используемых панелей с другими устройствами. Принципиальные схемы панелей типа ДФ8-20I и модернизированной панели типа ЭПЗ-1636-67 даны на рис. II и 7, соответственно.

I.2.I.5. Приведенная на рис.II новая схема панели типа ДФЗ-20I отличается от схемы панели, выпускаемой до последнего времени, тем, что она предназначена для работы как с в.ч. приемопередатчиком типа УПЗ-70, так и с новым в.ч. приемопередатчиком типа АВ8К-80. Кроме того, в защите индукционное реле сопротивления заменено на полупроводниковое, выполненное с использованием схемы сравнения абсолютных значений электрических величин; в качестве реагирующего органа применен полупроводниковый нуль-индикатор, выполненный на операционных усилителях.

По имеющимся данным, эта панель намечается к выпуску взамен существующей с четвертого квартала I982 г. Схема панели может быть уточнена после выпуска окончательной информации завода. Принципиально описание данной схемы защиты не отличается от приведенного в Руководящих указаниях по релейной защите, вып.9.

I.2.I.6. Приведенная на данном рисунке схема панели типа ДФЗ-20I дана для случая, когда не требуется выравнивания вторичных токов в цепях защиты на противоположных концах линии (например, когда коэффициенты трансформации трансформаторов тока на концах линии одинаковы).

В случае, когда такое выравнивание необходимо, на одном или нескольких концах линии (последнее - на многоконцевой линии) должны устанавливаться промежуточные трансформаторы тока (поставляемые совместно с панелью ДФЗ-20I), которые включаются между зажимами цепей переменного тока панели 45-46, 50-52, 55-56 и 58-59.

I.2.I.7. Модернизированная панель типа ЭПЗ-1636-67 используется для осуществления резервной защиты и содержит 2 комплекта ступенчатых защит от всех видов повреждений. В данном случае схема защиты выполнена без разделения на 2 отдельных комплекта и представляет собой 3-х ступенчатую дистанционную защиту и токовую отсечку от многофазных к.з. и 4-х ступенчатую токовую направленную защиту нулевой последовательности от замыканий на землю. Описание принципиальной схемы панели защиты приведено в работе "Схемы ступенчатых дистанционной и токовой направленной

нулевой последовательности защит с в.ч. блокировкой для линий 110-220 кВ" инв. № 10250тм-ТI.

I.2.I.8. Исходя из требований ближнего резервирования, каждая из панелей защит подключается к разным вторичным обмоткам трансформатора тока ТА1: панель ДФЗ-20I к одним обмоткам ТА1 через зажимы 35,37,39,4I, панель ЭПЗ-I636-67 - к другим обмоткам ТА1 через зажимы I,2,3,4. Цепи оперативного постоянного тока подключаются к разным автоматам постоянного тока: панель ДФЗ-20I - к автомату защиты SF1 через зажимы 3,6, панель ЭПЗ-I636-67 - к автомату управления SF2 через зажимы 96,I30.

I.2.I.9. Цепи напряжения основной и резервной защит подключаются к трансформатору напряжения, установленному на шинах, через контакты теле-повторителей положения шинных разъединителей линии: панель ДФЗ-20I - через зажимы 3I,33, панель ЭПЗ-I636-67 через зажимы 248,250,252,254,256,258,260.

I.2.I.I0. В схеме предусмотрено действие основной и резервной защит на отключение выключателя Q I: панели ДФЗ-20I - через зажим I4 ("+" от автомата управления SF2 подключается к зажимам I,7,8); панели ЭПЗ-I636-67 - через зажимы I2I, I22, I23 ("+" от автомата управления SF2 подключается к зажимам 97,98).

I.2.I.II. В схеме защиты предусмотрена связь контактов выходных промежуточных реле обеих панелей защиты, а также реле тока УРОВ (установленных на панели ЭПЗ-I636-67) со схемой УРОВ:

- панели ДФЗ-20I - через зажимы II,20
- панели ЭПЗ-I636-67 - через зажимы I08,II5,II8.

I.2.I.I2. В схеме панели ДФЗ-20I предусмотрена остановка в.ч. передатчика при действии УРОВ при к.з. на шинах и отказе выключателя защищаемой линии, это приводит к отключению выключателя противоположного конца линии. Контакт УРОВ подключается к зажимам 2 и 25 панели ДФЗ-20I.

I.2.I.I3. В схеме защиты предусмотрена возможность ускорения резервной защиты (панель типа ЭПЗ-I636-67) при включении выключателя. Для этого в цепь пуска реле ускорения панели КL3, КL4 (зажимы 95,I04) включен контакт реле положения "отключено". KQTI выключателя линии QI, шунтированный контактом промежуточного реле КLI (в схеме управления выключателя), контролирующе-

го неперекключение фаз выключателя (в случае выключателя с пофазным приводом). Предусмотрена возможность выполнения цепи ускорения с контролем напряжения на линии. С этой целью в цепь реле ускорения (зажимы I07,I06) включается контакт реле повторителя контроля отсутствия напряжения на линии K⁄V I, установленного в устройстве АПВ выключателя. Если ускорение с контролем напряжения на линии используется только для дистанционной, либо только для токовой защиты нулевой последовательности, то контакт K⁄V I подключается к зажимам панели ЭПЗ-I636-67 - 4I,42 или I76 (I78,I79), I77, соответственно.

I.2.I.I4. Для случая использования защиты на одной из параллельных линий в схеме токовой направленной защиты нулевой последовательности панели ЭПЗ-I636-67 предусмотрена возможность ускорения третьей ступени с контролем направления мощности по параллельной линии; контроль направления мощности осуществляется контактом реле-повторителя блокирующего реле направления мощности K⁄2 (зажимы 206,207) аналогичной защиты от замыканий на землю, установленной на другой параллельной линии; контакт подключается к зажимам панели I69,I7I.

Для выведения ускоряемой цепи защиты при отключении выключателей параллельной линии или шиносоединительного (секционного) в схеме защиты предусмотрены контакты реле положения "включено" KQC1 (зажимы I7I и I72) и KQC2 (зажимы I74,I75) указанных выключателей. Это необходимо для предотвращения излишнего срабатывания защиты данной линии при повреждении на параллельной линии в зоне между выносным трансформатором тока, к которому подключена защита, и выключателем этой линии при отключении последнего.

I.2.I.I5. Для исключения ложного срабатывания дистанционной защиты панели ЭПЗ-I636-67 при обесточении реле-повторителей разъединителей или разрегулировке блок-контактов разъединителей (в случае питания цепей напряжения защиты через реле-повторители разъединителей) предусмотрена возможность использования контактов реле повторителей положения разъединителей выключателя линии в цепи подведения "плюса" к панели через зажимы 28,35 и I54,I58.

'07-03-345.83 ал.I

Ср594.01

I.2.I.I6. Схема защиты выполнена с учетом перевода на обходной выключатель (при ремонте линейного выключателя) основной защиты линии-панели ДФЗ-20I.

Перевод на обходной выключатель панели ДФЗ-20I осуществляется с помощью испытательных блоков, установленных на панели защиты (рис.II), а также на панели (блоке) перевода (рис.I2). В нормальном режиме, когда защита подключается к трансформаторам тока линии, в испытательные блоки 7БИ, 8БИ, 9БИ должны быть вставлены рабочие крышки, в блок IIБИ-модернизированная крышка, а в блоки I2БИ, I3БИ - холостые крышки (все контакты испытательных блоков IIБИ-I3БИ разомкнуты); рабочая крышка также вставлена в испытательный блок SG I(рис.I2), установленный вне панели защиты на панели перевода. При переводе защиты на обходной выключатель снимаются рабочие крышки с испытательных блоков 8БИ и 9БИ и в них вставляются холостые крышки (все контакты испытательных блоков 8БИ и 9БИ разомкнуты), снимается модернизированная крышка с блока IIБИ и холостые крышки с блоков I2БИ, I3БИ, и в блоки IIБИ÷I3БИ устанавливаются рабочие крышки; снимается рабочая крышка с испытательного блока SG I панели перевода (рис.I2) и вставляется модернизированная крышка (все контакты испытательного блока SG I разомкнуты); после чего снимается рабочая крышка с испытательного блока 7БИ и устанавливается вместо нее холостая крышка. При этом трансформаторы тока в цепи выключателя линии закорочены контактами испытательного блока 7БИ, а защита подключена к трансформаторам тока в цепи обходного выключателя через зажимы панели ДФЗ-20I I2I,I22,I23,I24, к трансформатору напряжения через контакты реле повторителей положения разъединителей обходного выключателя и зажимы панели II7,II9, к цепям отключения обходного выключателя через зажим панели I09 ("+" от автомата управления SF 3 подключается к зажиму I0I) к цепям пуска УРОВ через зажимы III-II3.

I.2.2. Принципиальная схема полукомплекта дифференциально-фазной высокочастотной защиты, выполненного с использованием панели типа ДФЗ-20I для питающего конца линии II0-220кВ с ответвлениями при отсутствии на одном или нескольких концах полукомплектов высокочастотной защиты - рис.2.

I.2.2.I. Данный полукомплект может применяться для выпол-

С6594-01

нения дифференциально-фазной высокочастотной защиты на питающих концах линии с ответвлениями при наличии питания с двух и более сторон. Схема может использоваться, когда отключающие органы полукомплекте защиты типа ДФЗ-201 на данном конце при отстройке их от к.з. за трансформаторами подстанции на ответвлении не удовлетворяют требованиям чувствительности при к.з. на защищаемой линии.

I.2.2.2. Схема полукомплекта выполнена с использованием панели типа ДФЗ-201 и дополнительных отключающих органов, предназначенных для отстройки защиты от к.з. за трансформаторами на ответвлениях, а также в питающей сети. Дополнительные отключающие органы устанавливаются на отдельной панели.

I.2.2.3. На данной схеме приведены особенности выполнения дифференциально-фазной высокочастотной защиты в связи с использованием дополнительных отключающих органов. В остальном выполнение основной и резервной защиты не рассматривается, т.к. оно аналогично приведенному на рис.I.

I.2.2.4. В качестве дополнительных отключающих органов используются:

– для действия при многофазных замыканиях три реле сопротивления комплекта АКZI типа КРС2,

– для действия при замыканиях на землю реле направления мощности KWI типа РБМ-177 или РБМ-178, включенные на токи и напряжение нулевой последовательности и реле тока КАI типа РНТ-565 или РНТ-566, включенное на ток нулевой последовательности. Контакты указанных реле включены в цепь отключения панели защиты типа ДФЗ-201 (последовательно с контактом I-ПР2 рис. ПI) через зажимы 99 и I00 (перемычка между зажимами 38-40 комплекта I рис.ПI должна быть снята). При этом параллельно контакту реле сопротивления (зажимы 44,48 комплекта АКZI) включены соединенные последовательно контакты реле направления мощности нулевой последовательности KWI и реле тока нулевой последовательности КАI.

I.2.2.4.I. Для отстройки от к.з. за трансформаторами конца линии, на котором не установлен полукомплект защиты, а также по условию отстройки от повреждений в питающей системе, характеристики срабатывания реле сопротивления комплекта АКZI и реле направления мощности KWI, а также реле сопротивления I-РС

основной панели ДФЗ-20I должны выполняться направленными в сторону защищаемой линии. В соответствии с этим характеристики реле сопротивления АКZ I и I-РС должны выполняться в виде окружности, проходящей через начало координат; сопротивление срабатывания этих реле выбирается по условию отстройки от к.з. за трансформаторами конца линии, на котором не установлен полукомплект защиты.

I.2.2.4.2. Реле тока КАI предусмотрено для обеспечения действия защиты при однофазных замыканиях на землю на рассматриваемой линии, ток срабатывания реле выбирается по условию отстройки от тока небаланса при трехфазном к.з. за трансформатором конца линии, на котором не установлен полукомплект, и от броска тока намагничивания трансформаторов, включаемых под напряжение при включении линии.

I.2.2.4.3. Реле направления мощности KWI может быть исключено из схемы полукомплекта в.ч. защиты в тех случаях, когда это допустимо по условию чувствительности (например, при разземленных нейтралях трансформаторов на концах без питания).

I.2.2.5. Цепи тока комплекта АКZI, реле КАI и KWI подключаются к обмоткам трансформатора тока ТАI в цепи выключателя линии последовательно с цепями тока панели ДФЗ-20I через зажимы 45-46, 50-5I, 55-56, 58-59.

I.2.2.6. Цепи напряжения панели ДФЗ-20I, комплекта АКZ I и реле KWI подключаются к трансформатору напряжения, установленному на шинах, через контакты реле-повторителей положения шинных разъединителей линии, причем АКZ I и KWI подключаются через испытательные блоки SG1 и SG2 дополнительной панели.

I.2.2.7. Цепи оперативного постоянного тока панели ДФЗ-20I и дополнительной панели подключаются к автомату защиты SF1, причем цепи дополнительной панели-через испытательные блоки SG1 и SG2, установленные на этой панели.

I.2.2.8. В схеме полукомплекта предусмотрено действие на отключение выключателя линии панели ДФЗ-20I через зажим панели I4 ("+" от автомата управления SF2 подключается к зажимам I,7,8).

I.2.2.9. В схеме полукомплекта предусмотрено действие вы-

ходного реле панели ДФ3-201 на пуск УРОВ через зажимы панели II, 20.

I.2.2.I0. Схема полукомплекта выполнена с учетом возможности перевода на обходной выключатель при ремонте линейного выключателя. Перевод полукомплекта осуществляется аналогично указаниям п.I.2.I.I6 с помощью испытательных блоков в цепях тока, установленных на панели ДФ3-201 (рис.II) и на панели перевода (поясняющая схема перевода цепей тока защиты дана на рис.I2), а также с помощью дополнительных испытательных блоков *SG1 - SG4*, установленных в цепях дополнительных отключающих органов AKZ I и KW I.

В нормальном режиме, когда защита подключена к трансформаторам напряжения на шинах через контакты реле-повторителей положения шинных разъединителей, в испытательные блоки *SG1* и *SG2* вставлены рабочие крышки, а в испытательные блоки *SG3* и *SG4* - холостые крышки (все контакты разомкнуты).

При переводе защиты на обходной выключатель в испытательные блоки *SG1* и *SG2* вставляются холостые крышки, а в *SG3* и *SG4* - рабочие крышки.

I.2.3. Принципиальная схема релейной защиты линии 220 кВ с двусторонним питанием, выполненной с использованием панели типа ДФ3-201 и модернизированной панели типа ЭПЗ-I636-67, при двух выключателях в цепи линии (схема "четырехугольника") - рис.3.

I.2.3.I. Данное выполнение защиты может применяться на линиях 220 кВ, отходящих от подстанций со схемой электрических соединений "четырехугольник".

I.2.3.2. Схема дана для одиночной линии с двусторонним питанием и может быть использована в ряде случаев при наличии питания с нескольких концов.

I.2.3.3. На рассматриваемой схеме рис.3 даны цепи связи используемых панелей с другими устройствами.

I.2.3.4. Быстродействующая защита линии с использованием панели ДФ3-201 выполнена аналогично приведенной на схеме рис.I (см.описание этой схемы, п.I.2.I.5, I.2.I.6). В отличие от схемы рис.I, в данной схеме отсутствуют цепи, обусловленные

407-03-345.83 ал.I.

наличием обходного выключателя на подстанции.

I.2.3.5. Резервная защита линии, выполненная с использованием ступенчатых защит модернизированной панели типа ЭПВ-I636-67, имеет ряд отличий от приведенной на рис.I, связанных с особенностью схемы электрических соединений подстанции:

I.2.3.5.I. В цепи пуска реле ускорения при включении выключателей КЛ3, КЛ4 (рис.7) последовательно включены контакты реле положения "отключено" KQT1(зажимы 95-I04) выключателя QI и реле положения "отключено" KQT2 (зажимы I04,I07) выключателя Q2. Каждый из этих контактов шунтирован контактом реле контроля непереключение фаз (в схеме управления каждого выключателя) КЛ I и КЛ2, соответственно.

В случае, если цепь ускорения выполняется с контролем напряжения на линии, к зажимам I06 и I07 подключаются параллельно соединенные контакты реле-повторителей, реле контроля отсутствия напряжения КЛV I и КЛV2, установленные, соответственно, в устройстве АПВ выключателей QI и Q2.

I.2.3.5.2. В схеме защиты предусмотрено шунтирование контактами выходного промежуточного реле КЛ4 комплекта АК2 и реле ускорения КЛ4 контакта реле направления мощности KWI комплекта АК2. Указанное необходимо в связи с установкой трансформатора напряжения на линии с целью исключения направленности защиты для обеспечения действия УРОВ или отключения линии, при неполнофазном отключении к.з. или неполнофазном включении на короткое замыкание, соответственно. Для этого устанавливаются на зажимах панели перемычки I80-I8I-I82.

I.2.3.5.3. В схеме защиты предусмотрена возможность использования выходных реле КЛ4 комплекта АКZ2 модернизированной панели ЭПВ-I636-67 для отключения выключателей линии QI и Q2 при действии УРОВ в случае к.з. в автотрансформаторе или на ошиновке и отказе одного из выключателей автотрансформатора. Для этого выходной контакт УРОВ должен подключаться к зажиму I27 панели ЭПВ-I636-67 ст.127

Подключение выходного реле КЛ4 (АКZ2) к зажиму I27 должно осуществляться на месте монтажа панели (до выполнения этой цепи на заводе).

I.2.3.6. Каждая из панелей защит должна быть включена на

сумму токов трансформаторов тока TAI и TA2. Исходя из требований ближнего резервирования панель ДФ8-201 подключается к одним вторичным обмоткам TAI и TA2 через зажимы 35,37,39,41, а панель ЭПЗ-1636-67 - к другим обмоткам TAI и TA2 через зажимы 1,2,3,4 и 8,10,14. Каждое из реле тока УРОВ KAI и KA2, установленных на панели, включается на ток одного из выключателей QI и Q2, соответственно.

I.2.3.7. Цепи напряжения основной и резервной защит подключаются к трансформатору напряжения, установленному на линии: панель ДФ8-201 - через зажимы 31,33, панель ЭПЗ-1636-67- через зажимы 248,250, 252, 254, 256, 258, 260.

I.2.3.8. Цепи оперативного постоянного тока подключаются к разным автоматам постоянного тока: панель ДФ8-201 - к одному автомату защиты *SF1* , а панель ЭПЗ-1636-67 - к другому автомату защиты *SF2* . Цепи управления каждого выключателя включаются на отдельные автоматы *SF3* , *SF4* .

I.2.3.9. В схеме предусмотрено действие основной и резервной защит на отключение обоих выключателей линии:

- выходное реле панели ДФ8-201 - через зажим I4 на отключение QI ("+" от автомата управления *SF3* подключается к зажимам I,7,8) и на отключение Q2 через зажим I7 ("+" от автомата управления *SF4* подключается к зажиму 9); выходные реле панели ЭПЗ-1636-67 на отключение QI через зажимы I2I, I22, I23 ("+" от автомата управления *SF3* подключается к зажимам 97, 98), на отключение Q2 через зажимы I24, I25, I26 ("+" от автомата управления *SF4* подключается к зажимам I00, I0I).

I.2.3.I0. В схеме защиты предусмотрена связь контактов выходных промежуточных реле обеих панелей защиты, а также реле тока УРОВ (установленных на панели ЭПЗ-1636-67) со схемой УРОВ: панели ДФ8-201 - через зажимы II,20; панели ЭПЗ-1636-67 - через зажимы I08, I09, II0, III, II4, II8.

407-03-345.83 сд 594.01

ан.I

I.2.4. Принципиальная схема релейной защиты линии 110-220 кВ с двусторонним питанием, выполненной с использованием панели типа ЭПЗ-1638-73 и модернизированной панели типа ЭПЗ-1636-67 при одном выключателе в цепи линии - рис.4.

I.2.4.1. Данное выполнение защиты может применяться на линиях 110-220 кВ, отходящих от сборных шин подстанций со следующими схемами электрических соединений:

- две рабочие и обходная система шин;
- две рабочие, секционированные выключателем, и обходная система шин;
- одна рабочая, секционированная выключателем, и обходная система шин.

I.2.4.2. Данное выполнение защиты может применяться на линиях небольшой длины (не более 20 км), когда использование продольной дифференциальной защиты экономически и технически более целесообразно, чем высокочастотной защиты.

I.2.4.3. Схема дана применительно к одиночной линии с двусторонним питанием.

В части выполнения основной защиты(панель ЭПЗ-1638-73) схема может использоваться без изменений также и для других типов линий (параллельных, с односторонним питанием); при этом соответственно может изменяться схема подключения резервной защиты (например, для параллельных линий - в соответствии с рис.I) или устанавливаться другой тип резервной защиты (например, на линиях с односторонним питанием).

При применении на линиях с ответвлениями продольная дифференциальная токовая защита должна выполняться в соответствии с работой Украинского отделения Энергосетьпроекта "Исследование, разработка и лабораторные испытания схем защиты линий с ответвлениями, оборудованных диффазной высокочастотной или продольной защитой", инв. № 1353тм-Т3, 1967 г.

Для выполнения резервной защиты используется модернизированная панель типа ЭПЗ-1636-67.

I.2.4.4. На рассматриваемой схеме даны цепи связи используемых панелей с другими устройствами.

ал.I

I.2.4.5. Схема дана для полукомплекта продольной дифференциальной токовой защиты, содержащего устройство питания цепей контроля и измерения изоляции вспомогательных проводов типа УК-I (типовая панель ЭПЗ-I638-73). При этом на противоположном конце линии установлен полукомплект данной защиты без устройства контроля (типовая панель ЭПЗ-I639-73). Принципиальные схемы панелей типа ЭПЗ-I636-67, ЭПЗ-I638-73 и ЭПЗ-I639-73 даны на рис. 7,8,9, соответственно.

I.2.4.5.I. Панель типа ЭПЗ-I638-73 (рис.8) содержит устройство типа ДЗИ-2 (комплект АКI), устройство питания цепей контроля и измерения изоляции вспомогательных проводов типа УК-I (комплект АК-2), изолирующий трансформатор (комплект АК3), промежуточное реле KLI типа РП-23, накладки SXI-SX3 и испытательные блоки SG1 - SG7 .

I.2.4.5.I.I. Комплект АКI (устройство типа ДЗИ) состоит из:

- комбинированного фильтра тока (TAZ I, RI, R2), с помощью которого трехфазная система токов преобразуется в однофазную. Фильтр присоединяется к трансформаторам тока защищаемой линии;

- промежуточного трансформатора TLI, предназначенного для согласования низкоомного сопротивления вторичной цепи фильтра с остальной частью защиты и повышения напряжения, подводимого к газонаполненным стабилизаторам напряжения VD1 и VD2. Последние служат в защите для ограничения напряжения, подводимого к дифференциальному реле и вспомогательным проводам;

- дифференциального реле KI и выпрямительных мостов VS1 и VS2 . Реле имеет две обмотки - рабочую и тормозную, каждая обмотка включена через свой выпрямительный мост. Выпрямительный мост VS1 и тормозная обмотка реле KI включены на ток, пропорциональный току циркуляции во вспомогательных проводах. Рабочая обмотка реле включена через выпрямительный мост VS2 параллельно обмотке трансформатора TL I(АК3) на напряжение, пропорциональное напряжению вспомогательных проводов.

В качестве дифференциального реле KI используется двухобмоточное поляризованное реле типа РП-7;

- конденсаторов CI и C5.

Конденсатор CI, включенный параллельно рабочей обмотке реле KI , служит для снижения переменной составляющей тока в рабочей

ал.I

обмотке реле. При наличии конденсатора практически устраняется вибрация контактов реле в момент срабатывания, улучшаются тормозные характеристики защиты и несколько увеличивается время действия реле КЛ, благодаря чему в большинстве случаев исключается замыкание цепи выходного реле защиты или уменьшается время ее замкнутого состояния при обрыве вспомогательных проводов.

Конденсатор С5 замедляет время срабатывания указательного реле КНЗ, обеспечивая его срабатывание только при обрыве или металлическом замыкании вспомогательных проводов. При отсутствии указанного конденсатора из-за переходных процессов, возникающих во вспомогательных проводах, реле КНЗ может срабатывать при кратковременном возврате реле контроля соединительных проводов KS 4 в начале или конце внешнего короткого замыкания.

Кратковременное замыкание контактов реле KS I в цепи КНЗ может происходить также из-за вибрации контактов при больших токах внешнего короткого замыкания;

- выходного реле КЛ I. Реле имеет две шунтовые обмотки (рабочую и тормозную), включенные разнополярно через добавочное сопротивление R6, и две сериесные обмотки, удерживающие реле в сработавшем состоянии до отключения выключателя защищаемой линии.

При отключенной тормозной обмотке время срабатывания реле составляет 20-25 мсек. Реле действует, если продолжительность импульса постоянного тока, поданного на рабочую обмотку, составляет не менее 7 мсек.

Время действия реле КЛ I должно быть увеличено до 50 мсек, что достигается включением тормозной обмотки реле последовательно с конденсатором С4 с помощью перемычки 29-27 на зажимах комплекта ДЗЛ. В последнем случае на рабочую обмотку реле могут подаваться импульсы длительностью до 40 мсек, которые не должны вызывать срабатывания выходного промежуточного реле.

Увеличение времени действия реле КЛ I до 50 мсек обеспечивает надежное блокирование защиты контактом реле KS I при обрыве соединительных проводов, а также отстройку от действия трубчатых разрядников в случае установки последних на линии. В тех случаях, когда в выходном реле используются рабочая и тормозная обмотки, обе удерживающие обмотки должны быть исключены. Последнее обусловлено тем, что в этом случае невозможно согласовать полярность рабочей и тормозной с удерживающими обмотками.

ал.I

Вывод из действия удерживающих обмоток осуществляется на зажимах комплекта ДЗЛ;

- реле тока КАI, включенного на ток нулевой последовательности. Необходимость установки реле тока была обусловлена тем, что реле КI имеет медленный возврат (25-36 мсек) и поэтому не обеспечивает отстройку защиты от многократного действия разрядников.

При междуфазных коротких замыканиях реле КАI не действует, при этом оперативный ток на выходное промежуточное реле КЛI подается через размыкающий контакт реле тока; при замыканиях на землю, когда реле КАI срабатывает, оперативный ток на реле КЛI подается через замыкающий контакт реле тока.

При многократной работе разрядников реле КАI срабатывало бы при каждом действии разрядника и быстро (через 8-10 мсек) возвращалось при каждом его погасании, что вызывает перезарядку конденсаторов С4 и препятствует накоплению магнитной энергии в реле КЛI. Однако учитывая, что в настоящее время на линиях редко устанавливаются трубчатые разрядники, реле тока КАI практически можно не использовать; при этом накладкой SXI (АКI) отключается размыкающий контакт КАI и шунтируется замыкающий контакт этого реле;

- реле контроля KSI в цепи устройства автоматического контроля вспомогательных проводов, выполненного на принципе постоянной циркуляции выпрямленного тока, наложенного на переменный ток вспомогательных проводов. В качестве реле контроля KSI использовано трехобмоточное поляризованное реле типа РП-7.

Выпрямленный ток от устройства питания цепей контроля АК2 проходит по цепи, состоящей из последовательно включенных рабочих обмоток реле контроля KSI и вспомогательных проводов. Под действием этого тока реле находится в сработавшем состоянии и через его замыкающий контакт подается плюс оперативного постоянного тока на контакт дифференциального реле КI.

При металлическом замыкании между вспомогательными проводами реле KSI, установленное со стороны защищаемой линии, где отсутствует устройство питания, действует на сигнал.

При обрыве вспомогательных проводов разрывается цепь обмотки реле KSI, и последнее быстро размыкает замыкающий кон-

такт в цепи выходного реле KI I и тем самым не дает последнему сработать, несмотря на то, что реле KI в этом случае под действием тока нагрузки срабатывает и замыкает свой контакт в той же цепи. Одновременно реле KSI замыкает размыкающий контакт в цепи указательного реле KH3 (комплекта AKI), которое сигнализирует об обрыве вспомогательных проводов.

Обрыв вспомогательных проводов не вызывает немедленного прекращения тока в рабочей обмотке реле. В этом режиме во вспомогательных проводах защиты со стороны, где установлено устройство питания, в течение некоторого времени по рабочей обмотке реле KSI проходит ток переходного процесса, обусловленный подзарядом конденсатора CI (комплекта AK3) до напряжения источника питания. На другом конце защищаемой линии, где устройство питания отсутствует, при обрыве вспомогательных проводов происходит разряд аналогичного конденсатора на рабочую обмотку реле контроля. Для ускорения возврата реле KSI (AKI) при обрыве вспомогательных проводов используется вторая-тормозная обмотка реле, которая включена через резистор R8 на напряжение оперативного постоянного тока. Тормозная обмотка повышает в I,5 раза коэффициент возврата реле. Третья обмотка реле - компенсационная - включена последовательно с тормозной обмоткой дифференциального реле KI (AKI). По этой обмотке проходит выпрямленный ток, значение которого пропорционально переменному току, проходящему по вспомогательным проводам. Магнитный поток компенсационной обмотки реле действует согласно с потоком рабочей обмотки реле - в сторону срабатывания. Компенсационная обмотка реле служит для устранения вибраций и отброса контактов реле при коротких замыканиях в зоне действия защиты. Вибрацию контактов реле KSI (AKI) вызывает переменный ток в рабочей обмотке реле, значение которого пропорционально падению напряжения на конденсаторе CI (комплект AK3) при прохождении по нему переменного тока вспомогательных проводов. Вибрация контактов возникает, если амплитуда переменного тока в рабочей обмотке реле превышает разность номинального тока контроля и тока возврата реле. Увеличение тока контроля устранило бы вибрацию контактов, но это привело бы одновременно и к недопустимому увеличению времени возврата реле при обрыве проводов.

3-345.83 ал.I

В схеме предусмотрена возможность шунтирования замыкающего контакта реле KSI накладкой SX3, установленной на панели (что допустимо в случае, когда защита надежно отстроена от тока в реле KI при обрыве соединительных проводов в максимальном нагрузочном режиме);

- указательные реле для сигнализации:

действия защиты на отключение (KH1 и KH2);

обрыва вспомогательных проводов (KH3) (в полукомплекте защиты, в котором отсутствует устройство питания цепей контроля, это реле сигнализирует также и металлическое замыкание между вспомогательными проводами);

снижения изоляции вспомогательных проводов относительно земли до значения меньше 20000 Ом (KH4).

I.2.4.5.I.2. Устройство питания цепей контроля и измерения изоляции вспомогательных проводов относительно земли типа УК-I (комплект АК2) предусматривается только в одном полукомплекте защиты. К устройству подается напряжение от трансформатора напряжения. Устройство состоит из:

- понижающего трехобмоточного трансформатора TV1, одна из вторичных обмоток которого питает цепь контроля исправности вспомогательных проводов, а вторая - цепь измерения изоляции вспомогательных проводов;

- потенциометра R4 для точной установки тока контроля;

- выпрямительного моста VS I;

- конденсатора C2, который при коротком замыкании на линии, сопровождающемся значительным снижением напряжения, разряжаясь на цепь, состоящую из рабочих обмоток реле KSI (АК1) и вспомогательных проводов, задерживает на 1-3 сек размыкание контакта реле KSI, обеспечивая надежное отключение выключателя;

- микроамперметра с кнопками SB1 и SB2 для периодического измерения сопротивления изоляции вспомогательных проводов относительно земли, а также для измерения значения тока контроля;

- поляризованного реле KSI типа РП-7, с помощью которого производится автоматический контроль сопротивления изоляции вспомогательных проводов;

- конденсатора C3, служащего для сглаживания пульсации выпрямленного напряжения;

ф59401

407-03-345.83 ал.I

– дросселя ДФ1, ограничивающего напряжения на вспомогательных проводах относительно земли при появлении значительных потенциалов на заземляющем контуре подстанции.

I.2.4.5.I.3. Комплект АКЗ состоит из изолирующего трансформатора ТФ1, разделительных конденсаторов С1 и С2.

Трансформатор электрически изолирует вспомогательные провода от остальной части устройств защиты и согласовывает входное сопротивление вспомогательных проводов с полным сопротивлением полукомплекта защиты.

Конденсатор С1 разделяет цепи переменного тока защиты и наложенного выпрямленного тока контроля исправности вспомогательных проводов.

Конденсатор С2, включенный параллельно первичной обмотке изолирующего трансформатора ТФ1, повышает чувствительность и улучшает тормозные характеристики защиты при малой емкости вспомогательных проводов.

I.2.4.5.2. В схеме защиты дополнительно предусмотрено реле КФ2 типа РПГ-4, срабатывающее при действии УРОВ при к.з. на шинах. Контактом реле КФ2 разрывается цепь тормозной обмотки дифференциального реле, что приводит в случае отказа выключателя QI к срабатыванию обоих полукомплектов защиты и отключению выключателя противоположного конца линии, этим в рассматриваемом случае ликвидируется к.з. без дополнительного замедления. Обмотка реле должна подключаться к схеме УРОВ через зажимы панели 25–24; размыкающий контакт реле КФ2 должен быть включен между зажимом 6 комплекта АК2 и зажимом 3 комплекта АКЗ (рис. 8,9).

Данная схема может быть окончательно рекомендована после проведения испытаний на помехоустойчивость. В дальнейшем предполагается устанавливать указанное реле на панели непосредственно на заводе.

I.2.4.6. Панель ЭПЗ-1639-73 содержит те же цепи, что и панель ЭПЗ-1638-73 за исключением устройства питания цепей контроля вспомогательных проводов и измерения изоляции. Связь панели ЭПЗ-1639-73 с другими устройствами выполняется аналогично данной схеме.

I.2.4.7. Резервная защита линии, выполненная с использованием ступенчатых защит модернизированной панели типа ЭПЗ-1636-67, аналогична представленной на рис.1.

I.2.4.8. Исходя из требований ближнего резервирования каждая из защит подключается к разным обмоткам трансформатора тока ТА1: панель ЭПЗ-I638-73 подключается к одним обмоткам ТА1 через зажимы 80,82,84,87;

панель ЭПЗ-I636-67 подключается к другим обмоткам ТА1 через зажимы I,2,3,5. Цепи оперативного постоянного тока подключаются к разным автоматам постоянного тока: панель ЭПЗ-I638-73 к автомату защиты SF 1 через зажимы 2,27; панель ЭПЗ-I636-67 к автомату управления SF 2 через зажимы 96 и I30 (см.рис.4).

I.2.4.9. Цепи напряжения основной и резервной защит подключаются к трансформатору напряжения, установленному на шинах, через контакты реле-повторителей положения шинных разъединителей линии:

панель ЭПЗ-I638-73 - через зажимы 72,74;

панель ЭПЗ-I636-67 - через зажимы 248,250,252,254,258,256, 260.

I.2.4.I0. В схеме предусмотрено действие основной и резервной защит на отключение выключателя QI: выходное реле панели ЭПЗ-I638-73 через зажим 29 ("+" от автомата управления SF 2 подключается к зажиму 4); выходные реле панели ЭПЗ-I636-67 через зажимы I2I,I22,I23 ("+" от автомата управления SF2 подключается к зажимам 97,98).

I.2.4.II. В схеме защиты предусмотрена связь контактов выходных промежуточных реле обеих панелей защиты, а также реле тока УРОВ (установленных на панели ЭПЗ-I636-67) со схемой УРОВ:

панели ЭПЗ-I638-73 - через зажимы 45,47,48;

панели ЭПЗ-I636-67 - через зажимы I08,II5,II8.

I.2.4.I2. В схеме панели ЭПЗ-I638-73 предусмотрена возможность подведения "плюса" оперативного постоянного тока через замыкающий контакт реле ускорения КL3 резервной защиты ЭПЗ-I636-67 после включения выключателя (цепь между зажимами I0,I4 панели ЭПЗ-I638-73 и 87,88 панели ЭПЗ-I636-67).

Указанное необходимо для предотвращения отказа срабатывания защиты в случае, если при АПВ или опробовании линии трансформатор напряжения, питающий устройство контроля, окажется без напряжения (например, в случае установки защиты линии в

кольцевой сети с одной точкой питания, работающей в режиме разомкнутого кольца).

I.2.4.I3. Схема защиты выполнена с учетом перевода на обходной выключатель (при ремонте выключателя линии) основной защиты линии - панели ЭПЗ-I638-73. Перевод на обходной выключатель осуществляется с помощью испытательных блоков, установленных на панели защиты (рис.8), а также на панели (блоке) перевода (рис.П.2). В нормальном режиме работы, когда обходной выключатель не заменяет выключатель защищаемой линии, в испытательные блоки панели защиты SG I, SG 3, SG 4, SG 6 должны быть вставлены рабочие крышки, в испытательные блоки SG 5, SG 7 - холостые крышки, а в блок SG 2 - модернизированная крышка (все контакты испытательных блоков SG 2, SG 5, SG 7 разомкнуты); рабочая крышка должна быть вставлена в испытательный блок SG I (рис.П.2), установленный вне панели защиты, в блоке (на панели) перевода.

При переводе защиты на обходной выключатель снимаются рабочие крышки с испытательных блоков панели защиты SG 3, SG 4, SG 6 и в них вставляются холостые крышки (все контакты испытательных блоков разомкнуты), снимается модернизированная крышка с испытательного блока SG 2 и холостые крышки с испытательных блоков SG 5, SG7 и в SG 2, SG 5, SG 7 устанавливаются рабочие крышки; снимается рабочая крышка с испытательного блока SG I (рис.П.2) блока перевода и вставляется в него модернизированная крышка (все контакты испытательного блока разомкнуты), после чего снимается рабочая крышка с испытательного блока панели защиты SG I (рис.8) и устанавливается вместо нее холостая крышка. При этом трансформаторы тока в цепи выключатели линии закорочены контактами испытательного блока SG I, а защита подключена к трансформаторам тока в цепи обходного выключателя через зажимы панели ЭПЗ-I638-73 (89,90,9I,92), к трансформатору напряжения через контакты реле-повторителей положения разъединителей обходного выключателя и зажимы 73,74, к цепям отключения обходного выключателя через зажим 35 ("+" от автомата управления SF 3 подключается к зажиму 32), к цепям УРОВ через зажим 48. Кроме того, при этом через зажимы I0,I4 панели ЭПЗ-I638-73 устанавливается цепь связи с контактом реле

-03-345.83

ал.I

ФЭ534-01

ускорения КЛ3 при включении выключателя резервной защиты ЭПЗ-I636-67 (п.I.2.4.I2).

I.2.5. Принципиальная схема релейной защиты двух параллельных линий II0-220 кВ, выполненной с использованием панели типа ЭПЗ-I637-73, при одном выключателе в цепи линии - рис.5.

I.2.5.I. Рассматриваемое выполнение защиты может предусматриваться для установки в первую очередь:

- двух параллельных линий II0-220 кВ с односторонним питанием; с приемного конца; защита может предусматриваться и на питающем конце в дополнение к ступенчатым защитам типа ЭПЗ-I636-67, если это целесообразно для ускорения отключения к.з. на всем протяжении защищаемой линии;

- на двух параллельных линиях II0 кВ с двусторонним питанием, если это необходимо по условию ускорения отключения повреждения.

I.2.5.2. Схема дана для случая установки панели поперечной дифференциальной токовой направленной защиты типа ЭПЗ-I637-73 на приемном конце двух параллельных линий.

I.2.5.3. На рассматриваемой схеме даны цепи связи используемой панели с другими устройствами. Принципиальная схема панели ЭПЗ-I637-73 дана на рис.I0.

I.2.5.4. Панель ЭПЗ-I637-73 содержит поперечную дифференциальную токовую направленную защиту, выполненную с использованием двух комплектов:

- комплекта АКI типа КЗ-6 для действия при замыканиях между фазами;

- комплекта АК2 типа КЗ-7 для действия при замыканиях на землю.

I.2.5.4.I. В качестве пускового органа комплекта АКI использованы реле тока КАI и КА2, включенные на разность токов одноименных фаз защищаемых линий. В качестве пускового органа комплекта АК2 использовано реле тока КАI, включенное на разность токов 3Io защищаемых линий, и реле напряжения КУI, включенное на утроенное напряжение нулевой последовательности.

I.2.5.4.2. В качестве органов направления мощности в комплектах АКI и АК2 использованы реле направления мощности двустороннего действия. Реле KWI и KW2 комплекта АКI включены на фазные токи и междуфазное напряжение по "90°" схеме. Реле KWI комплекта АК2 включено на ток нулевой последовательности 3Iо и напряжение нулевой последовательности 3Uо.

I.2.5.4.3. В цепи пуска комплекта АКI предусмотрены параллельно включенные контакты реле КАI и KVI комплекта АК2. Указанное необходимо для выведения комплекта АКI из действия в связи с тем, что комплект АКI может сработать и отключить неповрежденную линию из-за протекания токов в неповрежденных фазах (от токов неповрежденной линии) при каскадном отключении к.з. на землю на поврежденной линии со стороны, противоположной месту установки защиты. Использование размыкающего контакта реле КАI комплекта АК2 в цепи пуска комплекта АКI предотвращает выведение комплекта АКI при двухфазных замыканиях на землю и недостаточной чувствительности реле КАI этого комплекта.

I.2.5.4.4. В цепи пуска комплекта АКI предусмотрен размыкающий контакт выходного промежуточного реле KLI комплекта АК2. Он предназначен для разрыва пуска выходного промежуточного реле неповрежденной линии по обходной цепи через контакты реле тока и реле направления мощности комплекта АКI.

Эта обходная цепь появляется в комплекте АКI при каскадном отключении замыкания на землю на конце, противоположном месту установки защиты, в одной из фаз, в которых установлена защита от междуфазных к.з. В этом случае в цепи выходного промежуточного реле (АКI) поврежденной линии будут замкнуты контакты реле тока и реле направления мощности поврежденной фазы, а в цепи выходного промежуточного реле (АКI) неповрежденной линии могут быть замкнуты контакты реле тока и реле направления мощности неповрежденной фазы; указанное могло бы привести к отключению неповрежденной линии.

I.2.5.4.5. Для предотвращения излишнего срабатывания защиты при каскадном отключении повреждения, а также при внешних к.з. в случае работы одной линии в схеме защиты предусмотрено выведение защиты из действия при отключении выключателя одной

-03-345.83 ал.I

из защищаемых линий, что осуществляется разрывом цепи оперативного постоянного тока контактами реле положения "включено" выключателя линии. Для этого в цепь обмотки каждого из выходных реле КЛ-I и КЛ2 (АКІ) включаются контакты реле положения выключателя "включено" КQСІ и КQС2: в цепь обмотки выходного реле КЛ I, действующего на отключение выключателя QI, через зажимы панели I5 и 36 подключен контакт КQС2, а в цепь выходного реле КЛ2, действующего на отключение выключателя Q2, через зажимы 26,3I подключен контакт КQСІ. В случае использования поперечной дифференциальной-токовой направленной защиты на приемном конце параллельных линий с односторонним питанием указанное выведение защиты из действия при отключении выключателя одной из защищаемых линий может не предусматриваться, если в этом случае защита не может действовать неправильно от тока, проходящего в неповрежденной линии со стороны приемной подстанции. При этом должны быть установлены перемычки между зажимами I7-34 и 33-24 панели защиты.

I.2.5.4.6. Для предотвращения излишнего срабатывания защиты при внешних к.з. в режиме работы с отключенным секционным (шиносоединительным) выключателем в схеме защиты предусмотрено выведение защиты из действия при отключении секционного (шиносоединительного) выключателя. Для этого в цепи подведения "плюса" оперативного постоянного тока через зажимы панели 8 и I0 включен контакт реле положения "включено" КQС3 секционного (шиносоединительного) выключателя. При переводе обеих параллельных линий на одну систему шин (для подстанции с двумя системами шин) цепь выведения поперечной защиты линии в случае отключения шиносоединительного выключателя (зажимы 8-I0) должна быть шунтирована накладкой S X5, установленной на панели.

I.2.5.5. Панель защиты подключается к трансформаторам тока цепи параллельных линий

- через зажимы I05, I07, I09, III к обмоткам трансформатора тока ТАІ, установленного в цепи выключателя QI,

- через зажимы II4,II6,II8,I20 к обмоткам трансформатора тока ТА2, установленного в цепи выключателя Q2.

I.2.5.6. Цепи напряжения панели ЭПВ-I637-73 подключаются к трансформатору напряжения, установленному на I секции шин через

сф 594-01

407-03-345.83 ал.I

зажимы панели 82,84,85,87,88,90.

I.2.5.7. Цепи оперативного постоянного тока подключаются к автомату постоянного тока SFI схемы управления выключателем QI через зажимы панели I и 46. В случае использования поперечной дифференциальной токовой направленной защиты в качестве основной быстродействующей (при наличии ступенчатой резервной защиты) на питающем конце линий с односторонним питанием или на линиях с двусторонним питанием цепи оперативного постоянного тока должны подключаться к отдельному автомату защиты.

I.2.5.8. В схеме защиты предусмотрено действие выходных реле защиты на отключение выключателей обеих линий: выключателя QI линии I через зажим 48 ("+" от автомата управления SF I подключается к зажиму 5), выключателя Q2 через зажим 54, линии 2 ("+" от автомата управления SF 2 подключается к зажиму 52).

I.2.5.9. В схеме защиты предусмотрено действие контактов выходных промежуточных реле на пуск УРОВ через зажимы I32, I36 и I39, I43. Следует отметить, что в связи с отсутствием на данной линии ступенчатых резервных защит, на которых предусмотрены реле тока УРОВ, последние должны устанавливаться дополнительно.

I.2.5.I0. Схема защиты выполнена с учетом перевода на обходной выключатель (при ремонте выключателей QI или Q2). Перевод на обходной выключатель панели ЭПЗ-I637-73 осуществляется с помощью испытательных блоков, установленных на панели защиты (рис.I0), а также в блоке (панели) перевода (рис.П.3). В нормальном режиме работы, когда защита подключена к трансформаторам тока в цепи выключателей линии I и линии 2, в испытательные блоки панели защит SG I, SG 2, SG 5, SG 6, SG 8 и SG I0, а также в испытательные блоки SG I и SG 2 блока перевода должны быть вставлены рабочие крышки; в испытательные блоки панели защиты SG 3 и SG 4 - модернизированные крышки; в испытательные блоки SG 7, SG 9, SG II - холостые крышки. При вставленной модернизированной и холостой крышках все контакты испытательных блоков разомкнуты. При ремонте выключателя линии I QI (линии 2 Q2) и замене его обходным снимаются рабочие крышки с испытательных блоков панели SG 6, SG 8, SG I0 и в них вставляются холостые крышки (все контакты разомкнуты), снимаются модернизированные крышки с испытательных блоков SG 3

Сф 594-01

03-345.83 ал.I

(SG4) и холостые крышки с испытательных блоков SG7, SG 9, SG II, после чего в испытательные блоки SG 3 (SG4), SG7, SG9, SG II устанавливаются рабочие крышки (рис.I0). Снимаются рабочие крышки в блоке перевода испытательного блока SG I (SG2) (рис.П8) и устанавливаются в этот блок модернизированная крышка (все контакты разомкнуты). После этого снимается рабочая крышка с испытательного блока SG I (SG 2) панели защиты (рис.I0) и устанавливается холостая крышка. При этом трансформаторы тока в цепи выключателя QI (Q2) закорочены контактами испытательного блока SG I (SG 2) панели защиты, защита подключена к трансформаторам тока в цепи обходного выключателя через зажимы панели I23, I24, I25, I26 (I28, I29, I30, I3I), к трансформатору напряжения через контакты реле повторителей положения разъединителей обходного выключателя и зажимы 93, 95, 96, 97, 99, I0I панели защиты, к цепям отключения обходного выключателя через зажим 60 ("+" автомата управления SF3 подключается к зажиму 58), к цепи пуска УРОВ через зажимы I37, I44.

Кроме того, контакт реле положения "включено" КQС4 обходного выключателя Q4 оказывается включенным через зажимы панели 43, 44 в цепь выходного промежуточного реле КL I (КL 2) комплекта защиты АКI.

I.3. Защита линий II0-220 кВ с односторонним питанием.

В настоящее время для осуществления релейной защиты линий II0-220 кВ с односторонним питанием применяются, в основном, следующие технические решения, реализуемые на типовых панелях.

I.3.I. Двухступенчатая защита от многофазных к.з., выполненная в виде отсечки по току и напряжению и максимальной токовой защиты, и двухступенчатая токовая направленная защита нулевой последовательности от замыканий на землю. Защита выполнена с использованием типовой панели ЭПЗ-I640-73 и предназначена для применения на тупиковых линиях, для которых не предусматривается возможность перевода в длительный режим работы двумя фазами.

I.3.2. Двухступенчатая защита от многофазных к.з., выполненная в виде токовой отсечки и максимальной токовой защиты, и

трехступенчатая токовая направленная защита нулевой последовательности от замыканий на землю. Защита выполнена с использованием типовой панели ЭПЗ-I64I-73 и предназначена для применения на тупиковых линиях, для которых предусмотрена возможность перевода в длительный режим работы двумя фазами в случае устойчивого замыкания на землю одной фазы.

I.3.3. Трехступенчатая токовая защита от многофазных к.з. и трехступенчатая токовая направленная защита нулевой последовательности от замыканий на землю. Защита выполнена с использованием типовой панели ЭПЗ-I642-73 и предназначена для применения на нетупиковых линиях, на которых:

- не предусматривается возможность длительного неполнофазного режима работы или

- предусматривается возможность работы в длительном неполнофазном режиме при переводе защищаемой или предыдущей линии в режим работы двумя фазами в случае устойчивого замыкания на землю одной фазы; при этом предполагается, что защищаемая линия оборудована поочередным АПВ в сочетании с двукратным АПВ или только двукратным АПВ. Принципиальные схемы защит линий с использованием технических решений по п.I.3.I-I.3.3 даны в работах "Панели защиты тупиковых линий II0-220 кВ с односторонним питанием" инв. № 502Iтм-Т3 редакция I978 г. и "Панели защиты головных участков линий II0-220 кВ с односторонним питанием" инв. № 502Iтм-Т4 редакция I978 г. и поэтому в данной работе не приводятся.

I.3.4. Одноступенчатая дистанционная защита и двухступенчатая токовая защита от многофазных к.з. и двухступенчатая токовая направленная защита нулевой последовательности от замыканий на землю, выполненная с использованием типовой панели ЭПЗ-I644-78.

I.3.4.I. Защита предназначена для применения, в основном, в следующих случаях:

- на тупиковых сильнонагруженных линиях, для которых длительный режим работы двумя фазами не предусматривается, в частности, на тупиковых линиях с ответвлениями в случаях, когда простые токовые защиты не удовлетворяют требованиям чувствительности;

- на линиях кольцевой сети с одним источником питания, примыкающих к этому источнику со стороны приемных подстанций;
- на нетупиковых линиях с односторонним питанием.

I.3.4.2. В защите предусмотрена возможность повышения эффективности ближнего резервирования путем разделения схемы на две группы.

I группа - одноступенчатая дистанционная защита от многофазных к.з. и вторая (чувствительная) ступень токовой направленной защиты нулевой последовательности от замыканий на землю;

II группа - двухступенчатая токовая защита от многофазных к.з. и первая ступень токовой направленной защиты нулевой последовательности от замыканий на землю.

Цепи переменного тока защит каждой группы выполнены с возможностью питания от отдельных сердечников трансформаторов тока, а цепи оперативного постоянного тока - от разных автоматов.

I.3.4.3. С помощью рассматриваемой панели могут быть выполнены следующие варианты защиты от многофазных к.з.:

I.3.4.3.I. Трехступенчатая защита с токовой отсечкой (I ступень), максимальной токовой защитой или отсечкой с выдержкой времени (II ступень), дистанционной защитой (III ступень); этот вариант может использоваться на тупиковых линиях с ответвлениями, причем дистанционная защита - для дальнего резервирования при к.з. на стороне треугольника питаемого трансформатора.

I.3.4.3.2. Трехступенчатая защита с токовой отсечкой (I ступень), дистанционной защитой (II ступень), максимальной токовой защитой (III ступень); этот вариант может использоваться на нетупиковых линиях с односторонним питанием в случаях (достаточно редких), когда это требуется по условию чувствительности и допустимо по условию быстроты отключения.

I.3.4.3.3. Двухступенчатая защита с дистанционной (I) ступенью без выдержки или с выдержкой времени, максимальной токовой защитой с выдержкой времени (II ступень), токовой отсечкой как дополнительной защитой; этот вариант может использоваться на нетупиковых линиях с односторонним питанием, когда это требуется по условию чувствительности и быстроты отключения (дистан-

ционная защита без выдержки времени, или на линиях в кольцевой сети с одним источником питания (дистанционная защита - с выдержкой или без выдержки времени).

I.3.4.3.4. Панель ЭПЗ-1644-78 выполнена с возможностью ее использования также для осуществления защиты на шиносоединительном (секционном) выключателе II0-220 кВ.

I.3.4.4. Вариант использования панели по п.I.3.4.3.I. является основным из рассмотренных в п.п. I.3.4.3.I - I.3.4.3.3. По сравнению с защитой по п.I.3.I панель защиты типа ЭПЗ-1644-78 имеет следующие преимущества:

I.3.4.4.I. обеспечивает (благодаря наличию дистанционной ступени) большую чувствительность при к.з. за питаемым трансформатором;

I.3.4.4.2. обеспечивает ближнее резервирование защит.

По указанным причинам эту панель следует использовать на тупиковых линиях, имеющих ответвления, при этом с целью осуществления ближнего резервирования защита должна выполняться в виде двух отдельных групп (комплектов) в соответствии с п.I.3.4.2. С этой целью может оказаться необходимым ее использовать вместо защиты по п.I.3.I. и на тупиковых линиях без ответвлений (например, когда при к.з. на этих линиях дальнее резервирование либо не обеспечивается, либо является недостаточно эффективным).

I.3.4.5. Принципиальные схемы и варианты выполнения защиты линий с использованием типовой панели ЭПЗ-1644-78 рассмотрены в работе Киевского ОКП института "Энергосетьпроект" "Полные схемы и панели упрощенных основных и резервных защит линий II0-220 кВ с односторонним и двусторонним питанием", инв. № 9712тм I и II, 1977 г.; поэтому указанные принципиальные схемы в данной работе не приводятся.

ср 594-01

Глава вторая

2. Принципиальные схемы релейной защиты линий 35 кВ.

2.I. В настоящее время для осуществления релейной защиты линий 35 кВ применяются следующие основные типовые технические решения, реализуемые на типовых панелях.

2.I.I. Принципиальная схема релейной защиты линий 35 кВ, выполненной с использованием панели типа ЭПЗ-I65I/I-78. Панель содержит:

- токовую отсечку без выдержки времени - I ступень;
- токовую отсечку с выдержкой времени - II ступень;
- максимальную токовую защиту - III ступень.

Данное выполнение защиты предназначено для применения на головных участках одиночных линий с односторонним питанием, а также на питающем конце головных участков одиночных линий кольцевой сети с одной точкой питания.

При этом предполагается, что защищаемая линия оборудована поочередным АПВ в сочетании с двукратным АПВ или только двукратным АПВ.

2.I.2. Принципиальная схема релейной защиты линии 35 кВ, выполненной с использованием панели типа ЭПЗ-I652/I-78. Панель содержит:

- токовую отсечку без выдержки времени или с выдержкой времени - I ступень,
- максимальную токовую защиту с пуском по напряжению - II ступень.

Данное выполнение защиты предназначено для применения на неголовных и тупиковых участках одиночных линий с односторонним питанием, а также на неголовных участках одиночных линий кольцевой сети с одной точкой питания. При этом предполагается, что защищаемая линия оборудована двукратным АПВ.

2.I.3. Принципиальная схема релейной защиты линии 35 кВ, выполненная с использованием панели ЭПЗ-I653/I-78.

Панель содержит:

- отсечку по току и напряжению без выдержки или с выдерж-

407-03-345.83 ал.I

кой времени – I ступень;

– максимальную токовую защиту с пуском по напряжению – – II ступень.

Защита может применяться на таких же линиях, что и защита по п.2.I.2., но в случаях, когда в качестве первой ступени защиты требуется отсечка по току и напряжению.

Схема защиты выполнена с возможностью ее использования совместно с поочередным АПВ.

2.I.4. Принципиальная схема релейной защиты линии 35 кВ, выполненной с использованием панели ЭПЗ-I655/I-78.

Панель содержит:

– токовую направленную отсечку с выдержкой времени – –I ступень;

– максимальную токовую направленную защиту – II ступень.

Данное выполнение защиты предназначено для применения на одиночных и параллельных линиях с двусторонним питанием и на неголовных участках одиночных и параллельных линий кольцевой сети с одной точкой питания.

При этом предполагается, что защищаемая линия оборудована *однократным АПВ с контролем напряжения на линии.*

Схемы и панели защит линий 35 кВ по п.2.I.I.-2.I.4. приведены в работе "Полные схемы и типовые НКУ управления, автоматики и защиты линий 35 кВ подстанций II0 кВ и выше на постоянном оперативном токе", инв. № 9592тм-TI,T2, I978 г. (выполненной на основе работы ОРГЭЭУМ "Принципиальные схемы релейной защиты линий 35-220 кВ на постоянном оперативном токе", инв. № 5072тм-TI, I968 г.) и поэтому в данной работе не рассматриваются. Не рассматриваются также и другие низковольтные комплектные устройства, разработанные в указанной выше работе инв. № 9592тм-TI,T2, но получившие весьма ограниченное применение. (ЭПЗ-I654-78, ЭПЗ-I656-78, ЭПЗ-I658-78 и БЗ-285-78).

2.I.5. Защиты линий 35 кВ могут выполняться также с использованием панелей защит типа ПЗ-3/I, ПЗ-3/2 и ПЗ-4/I, ПЗ-4/2, которые в работе инв. № 9592тм-TI,T2 не приведены.

2.I.5.I. Панель типа ПЗ-3/I содержит

– трехступенчатую направленную защиту с I и II

дистанционными ступенями с пуском по току, используемым также для осуществления третьей ступени;

- токовую отсечку.

Панели типа П3-3/I и П3-3/2 отличаются тем, что на первой установлена аппаратура релейной защиты одной линии, на второй - двух линий. Данное выполнение защиты может применяться на одиночных и параллельных линиях с двусторонним и односторонним питанием, а также на линиях кольцевой сети с одной точкой питания (в двух последних случаях - при установке ее на питающем конце головного участка).

2.I.5.2. Панель типа П3-4/I содержит трехступенчатую дистанционную направленную защиту и токовую отсечку.

Панели типа П3-4/I и П3-4/2 отличаются тем, что на первой установлена аппаратура релейной защиты одной линии, на второй - двух линий.

Данное выполнение защиты может применяться на одиночных и параллельных линиях с двусторонним питанием и односторонним питанием, а также на линиях кольцевой сети, как и защита по п. 2.I.5.I, но в тех случаях, когда последняя не может быть использована по условиям чувствительности.

Учитывая, что благодаря большей чувствительности панель типа П3-4 является более универсальной и применяется более широко, чем панель типа П3-3, в данной работе рассмотрена принципиальная схема защиты линии 35 кВ, выполненной с использованием панели типа П3-4/I.

2.2. Принципиальная схема релейной защиты линии 35 кВ, выполненной с использованием панели типа П3-4/I - рис.6.

2.2.I. Данное выполнение защиты может применяться на одиночных и параллельных линиях 35 кВ с дву- и односторонним питанием, а также на линиях кольцевой сети с одной точкой питания (в двух последних случаях - при установке ее на питающем конце головного участка), когда использование панели типа П3-3 невозможно по условию чувствительности.

2.2.2. Схема дана для одиночной или одной из параллельных линий с двусторонним питанием и может быть использована для линий с односторонним питанием, а также для линий кольцевой сети с одной точкой питания; схема дана применительно к подстанции со схемой соединений на стороне 35 кВ "одна рабочая, секционированная выключателем, система шин".

2.2.3. На рассматриваемой схеме даны цепи связи используемой панели с другими устройствами.

Принципиальная схема панели типа ПЗ-4/I дана на рис.II.

2.2.4. Панель содержит:

- трехступенчатую дистанционную направленную защиту, действующую при всех видах многофазных к.з.,
- токовую отсечку,
- устройство автономного питания.

2.2.4.I. Трехступенчатая дистанционная защита содержит два комплекта:

пусковой АКZ2 (2КДЗ) и основной АКZ1 (1КДЗ) (рис.II).

2.2.4.I.I. Пусковой комплект АКZ2 (2КДЗ) содержит три реле полного сопротивления КZI - КZ3, устройство блокировки при неисправности цепей напряжения и реле тока нулевой последовательности КАI с торможением от фазных токов.

Реле сопротивления КZI-КZ3 являются пусковым органом защиты; оно также обеспечивает действие защиты по III ступени. Реле сопротивления пускового органа в нормальном режиме и при междуфазных к.з. включаются на линейное напряжение и фазный ток. При двойных замыканиях на землю и наличии тока нулевой последовательности реле сопротивления фаз А и С пускового органа переключаются на фазное напряжение. Переключение выполняется при срабатывании реле тока нулевой последовательности КАI с помощью его реле-повторителя КL3.

2.2.4.I.2. Основной комплект АКZI содержит односистемный дистанционный орган КZI, односистемный орган направления мощности КWI. Дистанционный орган КZI обеспечивает действие защиты по I и II ступени; при междуфазных к.з. он включается на междуфазное напряжение и разность фазных токов; при двойных замыканиях на землю и наличии тока нулевой последовательности

дистанционный орган переключается на фазное напряжение и фазный ток с компенсацией от тока нулевой последовательности.

Переключение в цепях дистанционного органа в зависимости от вида повреждения осуществляется при действии реле сопротивления пускового органа KZ1-KZ3 и реле тока KA1 комплекта AKZ2, а также с помощью промежуточных реле KL3 (AKZ2) и KL1, KL2 комплекта AKZ1.

Переключение цепей основного комплекта дистанционной защиты с уставок I на уставки II ступени выполняется с помощью промежуточного реле KL3 комплекта AKZ1 при срабатывании пускового органа защиты.

Односистемный орган направления мощности типа I обеспечивает направленность действия дистанционной защиты.

Орган направления мощности во всех аварийных режимах включается по 90^0 схеме и в зависимости от вида повреждения к нему подводятся ток поврежденной фазы и соответствующее напряжение.

Переключение в цепях органа направления мощности в зависимости от вида междуфазного к.з. осуществляется с помощью промежуточных реле, осуществляющих переключения в цепях дистанционного органа комплекта AKZ1.

2.2.4.I.3. Токовая отсечка (комплект AK1) осуществляется двумя реле тока KA1 и KA2, включенными на токи фаз A и C, соответственно, и действующими на выходное промежуточное реле комплекта AK1.

2.2.4.I.4. Орган выдержки времени KT1 обеспечивает срабатывание II и III ступеней защиты с выдержкой времени, а также I ступени с выдержкой времени.

В качестве органа выдержки времени использовано реле времени переменного тока, включенное через насыщающиеся трансформаторы тока TA1 и TA2 (AK Z I) в цепь тока фаз A и C.

2.2.4.I.5. Устройство автономного питания UG1 обеспечивает работу защиты на подстанции с переменным оперативным током.

Цепи тока UG1 включаются на токи фаз A и B; цепи напряжения подключаются к трансформатору напряжения на шинах на напряжение U_{AB} и U_{BC}

При наличии на подстанции оперативного постоянного тока устройство UG 1 отключается от трансформатора напряжения; цепи тока закорачиваются на зажимах I8-20-22-24 и 26-28-30-32 устройства UG 1. В этом случае оперативный постоянный ток подводится к защите через испытательный блок SG 3.

На панели защиты предусмотрена возможность подключения к оперативному постоянному току напряжением либо II0 В, либо 220 В. Это осуществляется выбором соответствующего положения переключающего устройства панели защиты S X2.

2.2.4.2. В схеме защиты предусмотрена возможность ускорения II или III ступени дистанционной защиты при включении выключателя. Для этого в цепь пуска реле ускорения K Z 6 комплекта AK Z1 через зажимы панели 7 и 9 включен контакт реле положения "отключено" KQT1 выключателя линии Q1.

Предусмотрена возможность выполнения цепи ускорения с контролем наличия напряжения на линии. С этой целью в цепь реле ускорения через зажимы панели I0 и II подключается контакт реле контроля напряжения на линии K Z V1, установленного в устройстве АПВ выключателя.

В случае ускорения II ступени дистанционной защиты устанавливается перемычка между зажимами панели I2 и I3; в случае ускорения III ступени дистанционной защиты устанавливается перемычка между зажимами I3 и I4.

Связи панели с KQT1 и АПВ выключателя показаны на рис.6.

2.2.6. На рис.6 показаны также цепи связи панели защиты с другими внешними устройствами.

2.2.6.1. Панель защиты подключается к обмоткам трансформатора тока TA1 в цепи выключателя линии через зажимы I08, II0, II2, II5.

2.2.6.2. Цепи напряжения защиты подключаются к трансформатору напряжения, установленному на I или II секции шин, через зажимы панели 86, 88, 89, 91, 93, 94, 95.

2.2.6.3. Цепи оперативного постоянного тока защиты подключаются к автомату постоянного тока цепей управления SF 1 через зажимы панели I и 30.

2.2.6.4. В схеме защиты предусмотрено действие выходных промежуточных реле на отключение выключателя QI через зажим 23 ("+" подключается к автомату управления SF1 через зажим 3).

gost.e-ecolog.ru