ФИРМА ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ ОРГРЭС

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ НАПРАВЛЕННОЙ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ЗАЩИТЫ ПДЭ 2802

СПО
ОРГРЭС
МОСКВА 1993

gost.e-ecolog.ru

ФИРМА ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ ОРГРЭС

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ НАПРАВЛЕННОЙ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ЗАЩИТЫ ПДЭ 2802

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ОРГРЭС

Москва 1993

Р А З Р А Б О Т А Н О ЛьвовОРГРЭС и наладочными управлениями Специализированного строительного объединения "Электромонтаж"

И С П О Л Н И Т Е Л И Б.С.ГЕЛЬМАН, С.П.ПУДИКОВ (ЛьвовОРГРЭС), В.С.БАНДУРА, А.Б.ТАРАСЕНКО, Б.Ф.ХРАПКО (ССО "Электромонтаж")

У Т В Е Р Ж Д Е Н О фирмой ОРГРЭС 06.07.92 г.

Заместитель главного инженера Ф.Л.КОГАН

© СПО ОРГРЭС, 1993

УДК 621.316.925.004.1 (083.96)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ НАПРАВЛЕННОЙ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ЗАЩИТЫ ПДЭ 2802

Срок действия установлен
с 01.11.93 г.
до 01.11.99 г.

В настоящих Методических указаниях приведены объем, последовательность и методика проверки релейной части направленной высокочастотной защиты ПДЭ 2802 при новом включении и профилактических проверках, рекомендации по видам и срокам проведения технического обслуживания, отдельные указания о порядке оперативного обслуживания и краткие сведения о принципе действия защиты.

Для проверки высокочастотной части защиты (АВЗК 80 и АК 80) необходимо пользоваться книгой Штемпеля Е.П. "Полупроводниковый приемопередатчик высокочастотной защиты АВЗК 80" (М.: Энергоатомиздат, 1987).

Методические указания составлены на основе технического описания и инструкции по эксплуатации Чебоксарского электроаппаратного завода с учетом опыта проведения пусконаладочных работ фирмой ОРГРЭС и ССО "Электромонтаж" и опыта эксплуатации защиты в энергосистемах.

Методические указания составлены в соответствии с требованиями "Правил технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110-750 кВ" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1989) и "Типовой инструкции по организации и производству работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики электростанций и подстанций" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1991).

Методические указания предназначены для инженерно-технических работников и служащих, занимающихся техническим обслуживанием панели ПДЭ 2802.

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Панель предназначена для использования в качестве основной защиты двухконцевых и многоконцевых воздушных линий электропередачи напряжением 110-330 кВ, не оборудованных устройством однофазного автоматического повторного включения (ОАПВ), при условии, что основная гармоническая составляющая емкостного тока обратной последовательности при включении линии под напряжение не превышает 40% тока срабатывания защиты. Панель предназначена для установки на концах линии электропередачи, связанных с источниками питания, или на ответвлениях от нее.

Защита действует при всех видах коротких замыканий (КЗ) на защищаемой линии на отключение высоковольтных выключателей. При КЗ вне защищаемой зоны линии защита посылает с помощью аппаратуры АВЗК 80 сплошные неманипулированные высокочастотные сигналы блокировки на противоположные концы линии, препятствующие действию защиты на отключение.

По принципу действия защита является фильтровой направленной высокочастотной с ускоренным пуском высокочастотного (ВЧ) передатчика от чувствительных органов, реагирующих на ток и напряжение обратной последовательности, с последующим остановом ВЧ передатчика по сигналу от реле мощности отключающего при КЗ в защищаемой зоне. Причем чувствительность реле мощности отключающего определяется теми же органами тока и напряжения (блокирующими пусковыми), которые пускают ВЧ передатчик. Схемы защиты приведены на рис.1,2 (см.вклейку).

Защита ПДЭ 2802 выполнена на базе интегральных микросхем (ИМС), имеет расширенные функциональные возможности, большую надежность, быстродействие, удобство эксплуатации и меньшее потребление по сравнению с защитами на электромеханической элементной базе.

Защита снабжена устройством автоматической проверки ВЧ канала защиты АК 80, благодаря которому оперативный персонал освобождается от ежедневного обмена ВЧ сигналами в целях проверки исправности ВЧ канала.

В защите имеются устройство непрерывного контроля, сигнализирующее о неисправности отдельных элементов и узлов, и устройство тестового контроля, позволяющее с минимальной затратой времени провести проверку функционирования защиты без переключений и отсоединений на рядах зажимов панели.

Принцип выполнения и устройство защиты приведены в приложении I, а виды, периодичность и объемы работ по техническому обслуживанию - в разд.4.

2. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

2.I. Работы по техническому обслуживанию панели защиты необходимо производить в соответствии с требованиями "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок" (М.: Энергоатомиздат, I987) и "Правил техники безопасности при производстве электромонтажных работ" (М.: ХОЗУ Минэнерго СССР, I984).

2.2. Перед началом наладочных работ проверить заземление металлоконструкций панели, блоков, проверочных устройств и приборов. Работы в цепях, находящихся под напряжением, производить инструментом с изолированными рукоятками.

2.3. При работе в токовых цепях эти цепи должны быть надежно закорочены. Токовые разъемы, осуществляющие связь блоков защиты через втычные контакты с кассетой панели, ненадежны и иногда не обеспечивают закорачивания токовых цепей при вынутом блоке, поэтому запрещается при вынутых блоках вставлять рабочие крышки испытательных блоков токовых цепей. Во избежание повреждения устройства установку и выемку отдельных блоков из кассеты защиты разрешается производить при снятом с защиты напряжении питания и отключении входных напряжений и токов с помощью испытательных блоков.

3. ПРОВЕРКА ПРИ НОВОМ ВКЛЮЧЕНИИ

3.I. Подготовительные работы

3.I.I. Подготовить необходимую для проведения работы доку-

а) исполнительные принципиальные схемы, согласованные со службой РЗА той ступени управления, к которой относится данная защита;

б) инструкции или методические указания по техническому обслуживанию (наладке) защиты;

в) техническое описание и инструкцию по эксплуатации (заводская документация) на данную защиту;

г) паспорт защиты и бланк протокола для внесения в них результатов проверки;

д) рабочие тетради для текущих записей:

е) уставки защит, выданные службой РЗА;

ж) письма СРЗА, циркуляры и т.п. по изменению схем.

3.I.2. Произвести проверку принципиальных схем и схем электрических соединений, при которой проверить соответствие:

а) номинальных данных панели соответствующему оборудованию и аппаратуре;

б) заданных уставок возможностям их выставления на панели;

в) технических требований, предъявляемых к схеме (взаимодействие и последовательность операций, достаточность коммутационной аппаратуры в выходных цепях), проектной принципиальной схеме с учетом рекомендаций по улучшению технического обслуживания защиты (приложение 2).

3.I.3. Произвести анализ правильности работы схемы по отдельным цепям (переменного тока и напряжения, оперативным цепям, цепям сигнализации и т.п.).

3.I.4. Подготовить проверочные устройства, измерительные приборы (приложение 3), инструмент, приспособления, соединительные провода, запасные части, дополнительные светильники (при недостаточной освещенности рабочего места).

3.I.5. Провести допуск бригады к работе. При подготовке рабочего места для безопасного проведения работ следует отключить жилы всех кабелей, подключенных к панели.

3.2. Внешний и внутренний осмотры, проверка механической части аппаратуры и напряжения срабатывания реле постоянного тока

3.2.1. При осмотре следует проверить:

отсутствие механических повреждений и внешних дефектов панели, испытательных блоков, переключателей, кнопок, ряда зажимов и других элементов;

отсутствие дефектов деталей и элементов, входящих в блоки, надежность крепления этих деталей;

отсутствие перекорачивания контактов разъемов блоков со стороны накрутки провода;

правильность установки и надежность фиксации контактных соединений блоков и кассеты. Особое внимание следует обратить на токовый разъем блока ДІ09. При недостаточной глубине захода подвижной части разъема блока в неподвижную, установленную в кассете, не происходит полного размыкания самозакорачивающихся контактов в неподвижной части разъема и, как следствие, эти неразомкнувшиеся контакты полностью или частично шунтируют рабочую цепь тока. Глубину захода контактов можно увеличить, отодвинув неподвижную часть разъема от стенки кассеты, подкладывая гетинаксовые шайбы в местах винтовых соединений разъема и стенки кассеты;

качество пайки и состояние печатного монтажа. Печатный монтаж не должен иметь видимых повреждений в виде отслаивающихся проводников и заусенцев, излишних перемычек между дорожками печатной схемы и выводами элементов;

наличие закорачивающих перемычек в токовых испытательных блоках, их отсутствие в блоках, установленных в цепях напряжения;

надежность замыкания контактов (достаточность совместного хода подвижных и неподвижных контактов) переключателей уставок. Эта проверка выполняется с помощью омметра;

наличие и соответствие надписей на элементах панели защиты их функциональному назначению, правильность маркировки кабелей, жил кабелей и проводов.

3.2.2. При монтаже ВЧ аппаратуры рекомендуется ВЧ приемо-

передатчик АВЗК 80 располагать над аппаратурой контроля АК 80 для улучшения условий охлаждения.

3.2.3. Осмотреть и при необходимости отрегулировать механическую часть промежуточных выходных реле КЛ1, КЛ2. Контакты реле регулируются согласно методике, приведенной в техническом описании и инструкции по эксплуатации реле РП16-РП18.

Для удобства регулировки контактов необходимо снять толкатель и ослабить винт, крепящий контактный блок. Следует помнить, что контактный блок неразборный и возможность регулировки соосности контактов за счет естественных люфтов очень ограничена. Контакты и ход якоря должны быть отрегулированы таким образом, чтобы зазор между разомкнутыми контактами составлял не менее 1 мм, а совместный ход не менее 0,3 мм. Регулировать контакты следует при нажатии на якорь реле, прижимая его к сердечнику с помощью отвертки или другого инструмента. Переводить якорь реле в сработанное положение путем нажатия на конец якоря со стороны толкателя нельзя, так как это может привести к неправильной регулировке контактов.

После регулировки механической части реле проверить напряжение срабатывания и возврата. Напряжение срабатывания должно быть не более 0,65 $U_{ном}$. В заводском исполнении реле имеют обычно напряжение срабатывания около (0,4-0,45) $U_{ном}$ и время срабатывания до 10 мс. Увеличение напряжения срабатывания до 0,65 $U_{ном}$ приводит к увеличению времени срабатывания на 2-3 мс, что вполне допустимо.

Напряжение срабатывания регулируется изменением давления плоской возвратной пружины с помощью регулировочного винта, расположенного на контактном блоке.

Напряжение возврата должно быть не менее 0,05 $U_{ном}$.

Проверить время срабатывания реле КЛ1, КЛ2.

Проверить напряжение срабатывания сигнальных реле КЛ3, КЛ4, которое должно быть не более 0,7 $U_{ном}$.

3.3. Проверка изоляции панели

Проверку изоляции панели производить в следующей последовательности:

3.3.I. Со стороны приемопередатчика АВЗК 80 и аппаратуры контроля АК 80 отсоединить и заизолировать связи релейной части с устройствами АВЗК 80 и АК 80.

Снять перемычку между зажимами панели XI54 и XI55.

Объединить с помощью перемычек контрольные гнезда блока питания 24 В, +I5 В, -I5 В с гнездом ОВ. Включить переключатель *SA* блока питания. Переключатель *SA3* установить в положение РАБОТА, переключатель *SAI* - в любое положение. При проверке цепей линейного выключателя переключатель *SA2* установить в положение ЛИНЕЙНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ и вставить блок *SG*I, а при проверке цепей обходного выключателя (номера зажимов указаны в скобках) переключатель *SA2* установить в положение ОБХОДНОЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ и вставить блок *SG2*.

В испытательные блоки *SG3*, *SG4*, вставить рабочие крышки.

Объединить зажимы панели в соответствии с табл.I.

Таблица I

Наименование цепи	Объединенные зажимы панели
I. Цепи переменного тока	XI-X8 (XI9-X22)
2. Цепи напряжения "звезды"	X24-X27 (X32-X35)
3. Цепи напряжения "разомкнутого треугольника"	X28-X30 (X36-X38)
4. Цепи постоянного тока	X5I-X90, XI76, XI77
5. Цепи отключения	X92-XI02
6. Выходные цепи	XI04-XII5, XI73, XI74
7. Цепи пуска УРОВ	XII6-XI23
8. Цепи сигнализации	XI24-XI34
9. Цепи регистрации	XI36-XI47
I0. Цепи питания АК 80	XI58-XI59
II. Цепи ВЧ кабеля	XI6I-XI62
I2. Цепи дополнительные	XI64-XI7I
I3. Цепи напряжения до 24 В	XI50-XI54

3.3.2. Измерить сопротивление изоляции цепей с номинальным напряжением до 24 В (группа I3) по отношению к корпусу мегаомметром на номинальное напряжение I00 В или проверить отсутствие замыканий на землю с помощью омметра.

Сопротивление изоляции должно быть не менее I0 МОм. Восстановить заземление цепей до 24 В, установив перемычку XI54-XI55.

Мегаомметром на номинальное напряжение 500 или I000 В измерить сопротивление изоляции всех групп цепей за исключением группы I3 относительно корпуса и между собой. Измерение производить сначала при вынутых из кассет блоках, кроме DI09 и PI06, а затем при всех вставленных блоках. В случае дефектов изоляции это позволит сократить объем возможных повреждений микросхем.

Для ускорения проверку рекомендуется производить следующим образом: группы цепей (за исключением группы I3) соединить между собой с помощью вспомогательной шинки (можно изготовить из гибкого оголенного проводника). Заземлить вспомогательную шинку и, поочередно отключая от нее каждую группу, измерить значение сопротивления изоляции этой группы относительно всех остальных групп, объединенных между собой и заземленных. Сопротивление изоляции должно быть не менее I0 МОм.

3.3.3. Измерить сопротивление изоляции между фазами токовых цепей мегаомметром на номинальное напряжение 500 или I000 В, временно сняв перемычку между зажимами 2, 4, 6, 7 разъема AI-X9. Сопротивление изоляции должно быть не менее I0 МОм.

3.3.4. Проверить электрическую прочность изоляции всех объединенных групп цепей, за исключением группы I3, относительно корпуса панели напряжением переменного тока I000 В частоты 50 Гц в течение I мин. Проверку электрической прочности изоляции производить сначала при вынутых блоках, кроме DI09 и PI06, а затем при всех вставленных блоках.

3.3.5. Повторно измерить сопротивление изоляции всех групп цепей (кроме группы I3) относительно корпуса панели.

Изоляция панели считается выдержавшей испытание, если значения ее сопротивлений, измеренные до и после испытания по п.3.3.4, будут одинаковыми. После окончания повторной проверки сопротивления изоляции необходимо снять все временные перемычки, устанавливаемые в соответствии с табл.I.

3.4. Проверка блока питания

3.4.I. Проверку блоков питания желательно производить от рабочих источников оперативного постоянного напряжения (аккумуляторной батареи, выпрямительных устройств), регулируя напряжение с помощью потенциометра.

В случае отсутствия в момент проверки рабочих источников оперативного напряжения проверку блока питания можно производить от других источников постоянного (выпрямленного) напряжения, амплитуда пульсаций которого не должна превышать 6% при токе нагрузки до 0,2 А. В качестве такого источника может быть использовано проверочное устройство У5053 при емкости сглаживающего конденсатора I000 мкФ.

3.4.2. Вставить в кассеты все блоки.

3.4.3. Проверить полярность оперативного постоянного напряжения, подведенного к панели. "Плюс" оперативного напряжения должен быть подключен к зажиму 5I, "минус" - к зажиму 54.

3.4.4. Осмотреть и в случае необходимости отрегулировать механическую часть реле КL I. Реле регулируется аналогично выходным с той лишь разницей, что межконтактный зазор должен быть не менее 0,8 мм.

При неудовлетворительном состоянии механической части реле проверить напряжения срабатывания и возврата реле. Напряжение срабатывания реле должно быть в пределах I2-I5 В, возврата - не менее I В. Проверка производится путем подачи регулируемого постоянного напряжения в гнезда контрольного разъема XS :I(+), XS :2(-) блока питания. Необходимо убедиться в отсутствии застревания якоря реле после срабатывания.

3.4.5. Включить блок питания переключателем SA. Блок должен включиться, о чем свидетельствует свечение светодиодов +24 В и +I5 В. Установить входное напряжение 220 В.

Вольтметром класса точности не ниже 0,5 измерить в контрольных гнездах выходные напряжения ±I5 В и установить их равными номинальному значению с помощью резисторов, установленных на лицевой плате RII "+I5 В" и RI4 "-I5 В" блока П02II (при профилактических проверках допустимые значения напряжений I5 ±0,I5 В). Измерить выходное напряжение +24 В. Значение этого напряжения должно нахо-

диться в пределах 24,5 ±I,5 В.

3.4.6. Снять характеристики зависимости выходных напряжений от входного напряжения при изменении последнего в пределах $0,8 \div I,I U_{ном}$.

Во всем диапазоне изменения входного напряжения напряжение выхода +24 В должно находиться в пределах I8,2÷29,0 В, а выходов ±I5 В в пределах I4,55÷I5,45 В.

3.4.7. Проверить работу защиты блока П02II.

Проверку осуществлять, поочередно замыкая цепи питания через резистор сопротивлением 4-5 Ом в гнездах контрольного разъема ОВ и +I5 В, ОВ и -I5 В. При этом происходит срыв инвентирования блока питания и гаснут светодиоды +24 В и +I5 В. Повторный запуск блока питания осуществляется переключателем SAI, который нужно сначала отключить, а затем, спустя I-2 с, включить.

3.5. Проверка исправности логической части

3.5.I. Подключить жгут гибкой связи (ГЛЩИ.685.625.0IICБ), поставляемый в комплекте запасных частей панели, к контрольному разъему блока логики (при отключенном блоке питания).

3.5.2. Проверить напряжение питания +9 В блока логики. Включить блок питания. Вольтметром постоянного тока, подключенным к гнездам разъема гибкой связи X:2C(+) и X:2A(-), измерить напряжение. Значение этого напряжения должно быть в пределах 8,6÷9,5 В. При напряжении, меньшем 8,6 В, необходимо разомкнуть перемычку XN2 (XN3) блока логики Л106, а при большем 9,5 В - замкнуть.

3.5.3. Снять потенциальную диаграмму блока логики.

Измерение напряжений необходимо производить вольтметром магнитоэлектрической системы с внутренним сопротивлением не менее 20 кОм/В в гнездах гибкой связи, соответствующих гнездам контрольного разъема XS1 блока логики Л106. Снятие потенциальной диаграммы проводить при нахождении переключателя SA3 в положении РАБОТА. Вывод "-" вольтметра соединить с гнездом X:2A или "ОВ" блока питания.

Результаты измерений должны соответствовать данным табл.2.

Таблица 2

Вывод	2А	4А	6А	8А	IOА	I2А	I4А
Напряжение, В	0	> 6	> 6	> 6	> 6	> 6	> 6

Вывод	I6А	I8А	20А	22А	24А	26А	28А
Напряжение, В	> 6	> 6	> 6	> 6	> 6	> 6	> 6*

Вывод	2В	4В	6В	8В	I2В
Напряжение, В	I4,7-I5,3	> 6	> 6	> 6	8,0-9,5

Вывод	I4В	I6В	I8В	20В	22В
Напряжение, В	> 3	> 2,5**	> I	> 0,8	> 3,0***

Вывод	2С	4С	6С	8С	I2С
Напряжение, В	8,6-9,5	I,0-I,6	I,0-I,6	I,0-I,6	> 0,5

Вывод	I4С	I6С	I8С	20С	22С
Напряжение, В	8,0-9,3	8,3-9,5	8,0-9,3	8,0-9,3	8,0-9,3

*Значение напряжения при установке перемычки XN1 в положение "I-2", при установке ее в положение "I-3" напряжение равно 0.

**Значение напряжения при установке переключателя XB3 в гнездо XS3 (t = 3,0 с), в другом положении переключателя напряжение может быть меньше.

***Значение напряжения, когда перемычка XN4 замкнута, в разомкнутом положении перемычки напряжение может быть меньше.

3.5.4. Измерить выдержки времени элементов задержки и временной памяти.

Измерение выдержки времени производится с помощью вспомогательного блока ЭI06 миллисекундомером Ф209 (Ф29I).

При отключении блока питания к контрольному разъему блока логики подключить вспомогательный блок ЭI06. Подключить миллисекундомер Ф209 (Ф29I) к зажимам блока ЭI06: зажимы I-2 (5-6) миллисекундомера к ХТI-ХТ2 блока, зажимы 7-8 (3-4) - к ХТ3-ХТ4. Режим работы миллисекундомера: I и РАЗНОСТЬ. Переключатель *SA*I блока ЭI06 - в крайнем левом положении, *SA*2 - в положении "*I*", переключатели *SB*3 - *SB*I5 - отключены.

Включить блок питания.

Перевести переключатель *SA*I блока ЭI06 в положение ДТ2, нажать кнопку СБРОС на блоке ЭI06, а затем на миллисекундомере. Нажать кнопку ПУСК блока. Зафиксировать показания миллисекундомера. С помощью указанных действий измерить выдержки времени всех элементов задержки и временной памяти.

Измеренные выдержки времени должны соответствовать данным табл.3 с точностью ±I5%.

3.5.5. Проверить работоспособность схемы функционального контроля измерительных органов.

Переключатель *SA*I блока ЭI06 установить в крайнее левое положение. Поочередно замыкая каждый из переключателей *SB*3- *SB*I5 блока и нажимая кнопку ПУСК на время более I2 с, убедиться в появлении светового сигнала НЕИСПРАВНОСТЬ ОРГ. на блоке УI0I, сохраняющегося после размыкания кнопки ПУСК и исчезающего при нажатии кнопки СЪЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ в блоке УI0I или на панели.

Кроме указанного сигнала при нажатии кнопки ПУСК при замкнутых переключателях *SB*3 ($Z_{бл}$), *SB*4 ($I_{2бл}$) и *SB*I2 ($Z_{от}$) появляется сигнал НЕИСПРАВНОСТЬ, а при нажатии *SB*9 ($I^{т}_{2от}$) - НЕИСПРАВНОСТЬ ОСН., запускается передатчик (если он смонтирован) и появляется сигнал ВЫЗОВ.

Отключить блок питания и блок ЭI06.

3.5.6. Произвести тестовый контроль защиты.

Включить блок питания. Переключатель *SA*3 перевести сначала в положение ВЫВОД, а затем ПРОВЕРКА. В обоих положениях переклю-

Таблица 3

Положение переключателя SAI блока 3I06	ДТ2	ДТ1		ДТ3	ДТ4	ДS3	ДS1				ДS4		ДS2	ДS5	
Функциональное назначение элемента	Время ввода РС от БК	Время задержки пуска ПРД		Время задержки основного канала	Время контроля	Время продления пуска ПРД	Время возврата схемы БК				Время ввода цепи отключения при включении		Время продления пуска ПРД от РКО, РКВ	Время продления сигнала в цепи ТО	
Обозначение СУ по принципиальной схеме блока 3I06	AI	A2		A4	AI0	A3	A5				A6		A7	A8	
Уставка, с	0,04	0,2	0,4	0,005	I0	0,025	3	6	9	I2	0,75	I,5	0,25	0,05	0,I
Переключатель изменения выдержки времени элемента	-	XBI		-	-	-	XB2				XN6		-	XN4	
Положение переключателя изменения выдержки времени элемента	-	XS3	XS2	-	-	-	XS4	XS5	XS6	XS7	Разомкнут	Замкнут	-	Замкнут	Разомкнут

чателя должен осуществляться пуск ВЧ передатчика.

Отсутствие передатчика не препятствует тестовому контролю. Кратковременно нажать кнопку СБЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ. Все сигналы должны исчезнуть. Нажать кнопку ТЕСТ на блоке ИІОЗ или аналогичную кнопку SB2 на передней нижней плите панели. При этом начинает светиться светодиод ТЕСТ № I и светодиод НЕИСПРАВНОСТЬ в блоке ИІОЗ. Кроме того, на остальных блоках должен появиться ряд сигналов (кратковременных или сохраняющихся при нажатом положении кнопки ТЕСТ), комбинация которых должна соответствовать указанной для теста № I в табл.4. Если защита исправна, то после отпускания кнопки ТЕСТ должен погаснуть светодиод НЕИСПРАВНОСТЬ и начать светиться светодиод ИСПРАВНОСТЬ.

Нажать кнопку ТЕСТ второй раз. При этом светодиоды ТЕСТ № I и ИСПРАВНОСТЬ должны погаснуть и начать светиться светодиоды ТЕСТ № 2 и НЕИСПРАВНОСТЬ. В остальном проверка по тесту № 2 и последующим тестам не отличается от проверки по тесту № I.

При переходе к проверке от теста № 3 к тесту № 4 время между отпусканием кнопки ТЕСТ в тесте № 3 и ее нажатием в тесте № 4 должно быть больше времени, заданного переключателем ХВ2 в блоке ЭІ06 (3-I2 с), в противном случае будет получен сигнал НЕИСПРАВНОСТЬ.

При проверке защиты по тесту № 7 требуемая комбинация сигналов появляется лишь через I0-I2 с после отпускания кнопки ТЕСТ. В течение этого интервала должен светиться светодиод НЕИСПРАВНОСТЬ, а по истечении указанного времени его должен сменить сигнал ИСПРАВНОСТЬ.

Таблица 4

Номер теста	Сигналы			
	при нажатой кнопке ТЕСТ		после отпускания кнопки ТЕСТ	при срабатывании указательных реле
	Длительные	Кратковременные		
I	$Z^{AB}_{доп}$ $Z_{бл}$ ПУСК ТО	$U_{2\,бл}$ $U_{2\,от}$ $I_{2\,бл}$.	ПУСК ТО ОТКЛ. ПУСК БЛОК	 ОТКЛ.

Продолжение таблицы 4

Номер теста	Сигналы			
	при нажатой кнопке ТЕСТ		после отпускания кнопки ТЕСТ	при срабатывании указательных реле
	Длительные	Кратковременные		
I	ОТКЛ. ПУСК БЛОК ПУСК ОТКЛ.	$I_{2от}$ $I^{т}_{2пуск}$ $M_{2от}$	ПУСК ОТКЛ.	
2	$Z^{ВС}_{доп}$ $Z_{бл}$ $I^{т}_{2от}$ ПУСК ТО ОТКЛ. ПУСК БЛОК ПУСК ОТКЛ.	–	ПУСК ТО ПУСК БЛОК. ПУСК ОТКЛ. ОТКЛ.	ОТКЛ.
3	ПУСК БЛОК Возможно появление сигналов: ПУСК ОТКЛ. ОТКЛ. ПУСК ТО ПУСК БЛОК	$U_{2бл}$ $U_{2от}$ $I_{2от}$ $I^{т}_{2пуск}$	ПУСК БЛОК Возможно появление сигналов: ПУСК ОТКЛ. ПУСК ТО ПУСК БЛОК	ОТКЛ. (возможно срабатывание реле)
4	$Z_{от}$ $Z_{бл}$ ПУСК ТО		ПУСК ТО ОТКЛ. ПУСК ОТКЛ.	

Окончание таблицы 4

Номер теста	Сигналы			
	при нажатой кнопке ТЕСТ		после отпускания кнопки ТЕСТ	при срабатывании указательных реле
	Длительные	Кратковременные		
	ОТКЛ. ПУСК ОТКЛ. Возможно появление сигнала: ПУСК БЛОК	$I_{2\,бл}$ $I_{2\,от}$ $I^{т}_{2\,пуск}$	Возможно появление сигнала: ПУСК БЛОК	ОТКЛ.
5	$Z^{АВ}$ $Z_{доп}$ $Z_{бл}$ ПУСК БЛОК	-	ПУСК БЛОК	-
6	$Z_{бл}$ КИН ПУСК ТО ОТКЛ. ОТКЛ.ОПРОБ. ПУСК БЛОК	I_0	ПУСК ТО ОТКЛ. ОТКЛ.ОПРОБ. ПУСК БЛОК	ОТКЛ.
7	$Z_{от}$ КИН	-	НЕИСПРАВН. $U_{\sim}$ НЕИСПРАВН.ДОП. НЕИСПРАВН.ОРГ.	НЕИСПР.

3.6. Проверка электрических характеристик измерительных органов

Проверка измерительных органов производится при положении переключателя SA3 РАБОТА.

3.6.1. Проверить балансировку операционных усилителей блоков TI05, HI05, TI06.

При отключенном блоке питания подключить соответствующий блок через гибкую связь. Включить блок питания.

Милливольтметром постоянного тока измерить напряжение в гнездах разъема XI:28B блока TI05, XI:20B блока HI05 и на выходе ОУА2 (точка XP1) блока TI06.

Напряжение не должно превышать +5 мВ (измерения производятся относительно шинки ОВ). При необходимости значение напряжения регулируется резистором RI4 блока TI05, RI2 блока HI05 и R9 блока TI06.

3.6.2. Проверить реле тока обратной последовательности $I_{2от}$ и $I_{2бл}$ (блок TI05).

Подключить цепи тока панели к проверочному устройству:

фаза А - X3, фаза В - X5, фаза С - X7, нулевой провод N- XI.

На лицевой плате блока выставить заданные уставки, руководствуясь следующими формулами:

$$I_{2бл} = (0{,}025 + \Sigma\theta)\, I_{ном};$$

$$I_{2от} = (0{,}05 + \Sigma\theta)\, I_{ном},$$

где $\Sigma\theta$ - сумма чисел у переключателей, кнопка которых выдвинута.

Подавая различные сочетания токов AN, BN, CN, определить токи срабатывания реле (момент срабатывания контролируется по соответствующему светодиоду).

Определить степень настройки фильтра I_2 по формуле

$$\delta_{I\,нб} = \frac{I_{ср.макс} - I_{ср.мин}}{I_{ср.мин}} 100\%\ ,$$

где $I_{ср.макс}$ и $I_{ср.мин}$ - максимальный и минимальный токи срабатывания.

Расстройка не должна превышать 7%. При большей расстройке необходимо настроить фильтр. Настройка производится в следующей последовательности:

определить ток срабатывания $I_{ср.CN}$;

подать ток I_{AN} и резистором $R1$ на лицевой панели блока ДІ09 отрегулировать такое же значение тока срабатывания, как при подаче тока I_{CN} ;

подать ток I_{BN} и резистором $R13$ блока ДІ09 отрегулировать такое же значение тока срабатывания, как и при подаче токов I_{CN} и I_{AN} .

Снова подать ток I_{AN} и повторить регулировку резистором $R1$. Затем подать ток I_{BN} и повторить регулировку резистором $R13$. Для настройки фильтра обычно хватает двух повторных регулировок.

Определить токи срабатывания реле $I_{2бл}$ и $I_{2от}$ при поочередной подаче всех фазных токов. Определить ток и коэффициент возврата при подаче одного из фазных токов.

Ток срабатывания по составляющей обратной последовательности $I_{2ср}$ определяется по формуле

$$I_{2ср} = \frac{I_{ср}}{3} .$$

Ток срабатывания реле не должен отличаться от заданной уставки более чем на $\pm$10% и в случае необходимости может быть подрегулирован резистором $R1$ в блоке ТІ05, общим для обоих реле.

Коэффициент возврата реле должен быть не менее 0,9.

3.6.3. Проверить реле напряжения обратной последовательности отключающего $U_{2от}$ и блокирующего $U_{2бл}$ (блок НІ05).

Проверить положение перемычек в цепях напряжения в блоке ДІ06.

При питании защиты от ТН 110/330 кВ должны быть установлены следующие перемычки: 19-20, 27-28, 21-26, 24-25, 22-23, 17-18.

При питании защиты от ТН со стороны низкого напряжения силового трансформатора 6-10 кВ перемычки устанавливаются следующим образом: 20-21-22, 18-19, 23-24, 26-27.

При таком соединении уставки реле напряжения не изменяются, изменяется уставка реле сопротивления и угол максимальной чувствительности реле мощности.

Подключить цепи напряжения панели к испытательному устройству (переключатель SA2 панели в положении ЛИНЕЙНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ):

фаза А - Х24, фаза В - Х25, фаза С - Х26.

На лицевой плате блока НІ05 выставить заданные уставки, руководствуясь следующими формулами:

$$U_{2бл} = 1 + \Sigma\theta\ B;$$

$$U_{2от} = 1{,}5 + \Sigma\theta\ B.$$

Подавая различные сочетания напряжения А-В,С (фазы В и С - закорочены) В-С,А; С-А,В по значению напряжения срабатывания (контролируются по светодиоду) оценить степень расстройки фильтра U_2

$$\delta_{U2нб} = \frac{U_{ср.макс} - U_{ср.мин}}{U_{ср.мин}} 100\%.$$

Расстройка не должна превышать 4%. При необходимости настроить фильтр в следующей последовательности:

определить напряжение срабатывания при подаче напряжения С-А,В;

подать напряжение А-В,С и резистором $R1$ в блоке ДІ06 (должна быть снята задняя крышка кассеты или блок должен быть подключен к кассете через гибкую связь) отрегулировать такое же значение срабатывания;

подать напряжение В-С,А и резистором $R3$ отрегулировать такое же значение напряжения срабатывания, как и при подаче напряжений С-А,В и А-В,С.

Регулируя указанные резисторы в той же последовательности, настроить фильтр аналогично фильтрам в цепях тока (см. п.3.5.2). При питании защиты от ТН 6-10 кВ порядок подачи напряжений при настройке фильтра следующий:

B-C,A; C-A,B; A-B,C.

Определить параметры срабатывания и возврата реле $U_{2бл}$ и $U_{2от}$ при подаче напряжения $U_{B-C,A}$.

Напряжение срабатывания $U_{2ср}$ определяется по формуле

$$U_{2ср} = \frac{U_{ср.B-CA}}{3}$$

и не должно отличаться от заданной уставки более чем на ±10%. При необходимости напряжение срабатывания регулируется резистором R1 в блоке НІ05.

Вычислить коэффициент возврата реле, который должен быть не менее 0,9.

3.6.4. Проверить реле направления мощности обратной последовательности отключающего $РМ_{2от}$ (блок МІ03).

Подать на панель ток $I_{BN} = 9I^{бл}_{2уст} / I^{бл}_{2уст}$ - уставка по I_2 реле $I_{2бл}$ и регулируемое напряжение $U_{B-C,A}$, угол между векторами которых равен 250° (индуктивных). Регулируя напряжение, добиться срабатывания реле (фиксируется по светодиоду в блоке МІ03). Напряжение срабатывания реле $РМ_{2от}$ должно быть равно напряжению срабатывания реле $U_{2бл}$ (см.п.3.6.3). Подать на панель напряжение $U_{B-C,A} = 9U^{бл}_{2уст}$ ($U^{бл}_{2уст}$ - уставка по U_2 реле $U_{2бл}$) и регулируемый ток I_{BN}, угол между векторами которых равен 250° (индуктивных). Регулируя ток, добиться срабатывания реле. Ток срабатывания реле $РМ_{2от}$ должен быть равен току срабатывания реле $I_{2бл}$ (см. п.3.6.2).

Подать на панель ток $I_{BN} = 9I^{бл}_{2уст}$ и напряжение $U_{B-C,A} = 9U^{бл}_{2уст}$.

Изменяя угол между током и напряжением, определить значения углов φ_1 и φ_2 , соответствующие моменту срабатывания реле мощности (контролируется по светодиоду). Углы φ_1 и φ_2 определяются

при вхождении в зону срабатывания реле.

Определить угол максимальной чувствительности

$$\varphi_{м.ч} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2},$$

$\varphi_{м.ч}$ должен быть в пределах 245-255° при питании от ТН 110/330 кВ и 215-225° при питании от ТН 6/10 кВ, а ширина зоны 160-180°. Угол максимальной чувствительности регулируется резистором R7 в блоке НП05.

Если в процессе определения угла максимальной чувствительности производилась его регулировка резистором R7, необходимо повторно проверить и при необходимости подрегулировать уставки реле $U_{2бл}$ и $U_{2от}$.

Снять вольт-амперную характеристику реле мощности $I_{ср} = f(U_{ср})$ при $\varphi = \varphi_{м.ч}$ и изменении значений тока и напряжения от минимального до номинального.

3.6.5. Проверить реле сопротивления отключающего $Z_{от}^{СА}$, блокирующего $Z_{бл}^{СА}$, дополнительных $Z_{доп}^{АВ}$, $Z_{доп}^{ВС}$.

Формулы для расчета приведены в табл.5.

Таблица 5

Расчетный параметр	Формулы для цепей напряжения и защиты, подключенных	
	к ТН 110-330 кВ	к ТН 6-10 кВ
Вторичное сопротивление срабатывания $Z_{ср.2}$	$\frac{Z_1 n_т}{n_н}$	$\frac{Z_1 n_т}{\sqrt{3}\, n_н\, n_{с.тр}}$
Количество витков датчика напряжения ДП06 N, %	$\frac{Z_{уст.мин}}{Z_{ср.2}} 100\%$	$\frac{Z_{уст.мин}}{2 Z_{ср.2}} 100\%$

Окончание таблицы 5

Расчетный параметр	Формулы для цепей напряжения и защиты, подключенных	
	к ТН 110-330 кВ	к ТН 6-10 кВ
Сопротивление срабатывания при проверке $Z_{ср}$	$\frac{U}{2I}$	$\frac{U^*}{4I}$

*В связи с тем, что первичные обмотки трансформаторов напряжения TV1-TV3 соединены в звезду без нулевого провода отсутствует возможность подачи фазного напряжения от поверочного устройства. Поэтому необходимо подать линейное напряжение. При этом на проверяемое реле будет подаваться половина измеряемого напряжения.

Примечание. Z_1 - первичное сопротивление срабатывания;

$n_т$ - коэффициент трансформации трансформаторов тока;

$n_н$ - коэффициент трансформации трансформатора напряжения;

$n_{с.тр}$ - коэффициент трансформации силового трансформатора;

$Z_{уст.мин}$ - минимальное сопротивление срабатывания, равное

3,0(15) Ом для $Z_{бл}^{CA}$ и 1,5(7,5) Ом для $Z_{от}^{CA}$ и $Z_{доп}^{AB}$;

U - напряжение проверки;

I - ток проверки.

При проверке необходимо подать:

ток I_{AB} и напряжение $U_{A-B,C}$ для реле $Z_{доп}^{AB}$;

ток I_{BC} и напряжение $U_{B-C,A}$ для реле $Z_{доп}^{BC}$;

ток I_{CA} и напряжение $U_{C-A,B}$ для реле $Z_{от}^{CA}$ и $Z_{бл}^{CA}$.

3.6.5.1. Выставить заданную уставку по сопротивлению срабатывания.

Для этого на панель подать номинальный ток и напряжение, угол между векторами которых равен углу максимальной чувствительности (выставляется на лицевой панели блока ДЦ09).

Уменьшить напряжение до значения, соответствующего расчетному

сопротивлению срабатывания. Резистором R7 на лицевой панели блока ДЦ06 отрегулировать заданную уставку.

3.6.5.2. Регулируя угол между векторами тока и напряжения при напряжении, соответствующем (0,7-0,8) $\dot{Z}_{уст}$, определить углы φ_1 и φ_2, при которых происходит срабатывание реле. Углы φ_1 и φ_2 определяются при вхождении в зону срабатывания реле.

Вычислить угол максимальной чувствительности по формуле

$$\varphi_{м.ч} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} .$$

Значение угла $\varphi_{м.ч}$ не должно отличаться от заданного более чем на $\pm 5^0$.

3.6.5.3. Снять характеристику зависимости сопротивления срабатывания от угла между векторами тока и напряжения $Z_{ср} = f(\varphi)$.

Характеристика снимается при номинальном токе. По результатам измерений построить характеристику в координатах R, jX и определить длину малой оси характеристики. Она должна составлять 0,7 длины большой оси ($Z_{уст} \pm Z_{см}$) с точностью до ±10%.

3.6.5.4. Проверить значение сопротивления смещения.

Сопротивление смещения проверяется при угле между векторами тока и напряжения, равном $\varphi_р = \varphi_{м.ч} + 180^0$ для $Z^{СА}_{бл}$, $Z^{АВ}_{доп}$ и $Z^{ВС}_{доп}$. Значение сопротивления смещения для реле $Z^{СА}_{бл}$ регулируется резистором R7 на лицевой плите модуля СП03 в пределах (0,1-0,2) $Z_{уст}$. Для реле $Z^{АВ}_{доп}$ и $Z^{ВС}_{доп}$ значение сопротивления смещения не регулируется и составляет не более 0,1 $Z_{уст}$.

Сопротивление смещения для реле $Z^{СА}_{от}$ проверяется при $\varphi_{м.ч}$ увеличением напряжения от нуля. Значение $Z_{см}$ для реле $Z^{СА}_{от}$ не регламентируется, а из опыта наладки составляет (0,3-1)% $Z_{уст}$.

3.6.5.5. Снять характеристику $Z_{ср} = f(I)$.

При угле максимальной чувствительности определить $Z_{ср}$ реле при уменьшении тока от номинального до минимального значения, при котором еще возможна работа реле. По характеристике определить значение тока, при котором $Z_{ср}$ оказывается на 10% ниже уставки,

т.е. ток точной работы. Его значение не должно превышать значения $0,1 I_{ном}$ для $Z_{бл}^{сз}$ и $0,2 I_{ном}$ для $Z_{от}^{сз}$ и $Z_{доп}$

3.6.6. Проверить реле тока нулевой последовательности I_0 (блок ТІ09).

Установить заданную уставку по току срабатывания основного канала по формуле

$$I_{ср} = (1 + \Sigma\theta)\, к\, I_{уст.мин},$$

где $\Sigma\theta$ – сумма чисел у переключателей, кнопка которых выдвинута;

$к$ – кратность тока срабатывания, определяемая положением переключателя ХВІ;

$I_{уст.мин}$ – минимальное значение тока срабатывания реле, равное $0,05\, I_{ном}$.

Затем проверить токи срабатывания и возврата основного канала реле по свечению светодиода I_0 на лицевой плате блока ТІ09. При необходимости ток срабатывания подрегулировать резистором R33. Коэффициент возврата должен быть не менее 0,9.

Проверить ток срабатывания блокирующего канала реле по изменению напряжения в контрольной точке ХР4, который должен быть равен 0,9 тока срабатывания основного канала и при необходимости может быть подрегулирован резистором R3.

Проверить действие блокирующего органа имитации однополярных бросков тока. Через диод, последовательно включенный в токовую цепь установки У5053 (блок К5І3), подать на панель ток I_{AN}. В блоке К5І3 должен быть включен добавочный резистор 20 Ом*. Плавно увеличивая ток, добиться срабатывания чувствительного органа (контроль ведется по изменению напряжения в контрольной точке ХР9). Убедиться, что дальнейшее увеличение тока не приводит к срабатыванию реле (контроль по светодиоду I_0).

---

*При отсутствии последовательно включенного резистора форма кривой зависимости тока резко отличается от расчетной, и ток срабатывания может увеличиться в 30–40 раз по сравнению с током срабатывания при правильном проведении испытаний.

Вывести из работы чувствительный и блокирующий органы подачей потенциала "ОВ" на зажим XI:I4В блока (перемычку XN3). Определить параметры срабатывания и возврата органа отсечки по светодиоду. Ток срабатывания должен быть равен $7I_{ном}$ с точностью ±7,5% и может быть подрегулирован резистором R48. Коэффициент возврата должен быть не менее 0,9.

3.6.7. Проверить пусковое токовое реле ΔI (блок TI06).

Поскольку реле ΔI не имеет органов световой сигнализации и при срабатывании сигнал на его выходе появляется кратковременно, контроль срабатывания можно вести либо по осциллографу, подключенному к зажиму XI:I0в блока TI06, либо с помощью устройства, фиксирующего кратковременное срабатывание реле, например с помощью триггера блока ЭI06, подключенного к контрольному разъему блока логики, либо с использованием устройства блокировки при качаниях защиты.

Для контроля с помощью блока ЭI06 необходимо к зажимам XTI-XT2 этого блока подключить индикатор срабатывания, замкнуть переключатель SBI0 ($\Delta I_{пуск}$), а переключатели SAI и SA2 разомкнуть, т.е. установить SAI в крайнее левое положение, SA2 - в положение I.

Контроль с помощью устройства блокировки при качаниях производится по срабатыванию выходной цепи защиты, т.е. по светодиоду ОТКЛ. в блоке УIOI0. Отключение должно происходить по каналу $РС_{от}$ + БК. При этом следует исключить создание других каналов отключения, для чего с помощью установки У5053 имитируются трехфазные КЗ (чтобы не сработало $U_{2от}$) с подачей тока $I_{АС}$; отпаивается провод XI:I6в на переходной колодке гибкой связи, которой блок TI06 соединяется с панелью (чтобы не сработало реле $I^{T}_{2п}$). При отсутствии ВЧ передатчика переключатель SA3 устанавливается в положение ВЫВОД или ПРОВЕРКА для исключения сигнала ВЫЗОВ, при котором происходит блокирование защиты.

Запуск РС и ΔI производится одновременно включением переключателя трехфазного КЗ установки У5053 с подачей тока $I_{СА}$. Последний способ имеет то преимущество, что при проверке срабатывания реле ΔI проверяется также исправность логических цепей защиты. При этом способе повторное измерение следует производить через время, большее времени возврата БК.

Заводом нормируются значения токов срабатывания при приращении $0{,}6I_{ном}$ по отношению к трехфазному номинальному току, протекающему через панель. Такая схема громоздкая и, поскольку реле не имеет регулирования тока срабатывания, можно ограничиться упрощенной проверкой работоспособности при подаче толчком двухфазного тока от установки У5053. При этой замене эквивалентные значения тока срабатывания при двухфазном питании, соответствующие току срабатывания при трехфазном питании, определяются по формуле

$$I_{ср}^{2ф} = \frac{\sqrt{3} I_{ср}^{3ф}}{2} .$$

При подаче толчком различных значений двухфазного тока определяется минимальное значение тока, при котором реле надежно срабатывает. Значение этого тока обычно не превышает 0,3 А.

3.6.8. Проверить реле тока обратной последовательности с торможением отключающего $I_{2от}^{т}$ и пускового $I_{2п}^{т}$ (блок ТІ06).

На лицевой плате блока выставить заданные уставки по току срабатывания, руководствуясь следующими формулами:

$$I_{2от}^{т} = (0{,}05 + \Sigma\theta)\, I_{ном} ;$$

$$I_{2п}^{т} = (0{,}025 + \Sigma\theta)\, I_{ном} .$$

Требуемый коэффициент торможения устанавливается с помощью перемычки X*N* I. При $К_т$ = 7,5% X*N* I устанавливается в положение 2-3, при $К_т$ = I0% – в положение I-2, при $К_т$ = I5% не устанавливается.

Кроме того, на блоке ДІ09 перемычка ХВ2 должна быть установлена в гнездо X S 3 ($К_т$ = I).

Определить параметры срабатывания и возврата реле при подаче тока I_{BN} (перемычка ХВ2 установлена в гнезде X S 4, т.е. $К_т$ = 0).

Ток срабатывания $I_{2ср}$ определяется по формуле $I_{2ср} = \frac{I_{ср}}{3}$ и не должен отличаться от заданного более чем на ±I0%.

При необходимости ток срабатывания может быть подрегулирован резистором R26 в блоке ТІ06, общим для обоих реле. Коэффициент возврата реле не менее 0,9.

Определить значение коэффициента торможения $K_т$.

Завод-изготовитель задает коэффициент торможения в предположении, что тормозная цепь реле питается трехфазным током. Схема торможения выделяет наибольшую разность фазных токов.

Учитывая вышесказанное, для определения $K_т$ при питании тормозной цепи однофазным током необходимо определить коэффициент, учитывающий технологический разброс трансреакторов по значению выходного напряжения.

Для этого необходимо:

подключить к гнездам X S 3 и X S 5 (перемычки вставлены) или зажимам XI:2A и XI:I2B блока ДІ09 конденсатор емкостью не менее 0,I мкФ и вольтметр постоянного тока с внутренним сопротивлением не менее 20 кОм/В;

подать ток I_{AB} , равный (2-3)$I_{ном}$;

измерить напряжение в гнездах X S 3 и X S 5;

подать ток I_{BC} , затем I_{CA} такого значения, чтобы напряжение в X S 3 и X S 5 было таким же, как и при подаче тока I_{AB};

определить коэффициент m по формуле

$$m = \frac{I_{CA}}{I_{мин}} ,$$

где $I_{мин}$ - минимальный из трех токов (если минимальный будет ток I_{CA} , то $m = I$).

Отключить вольтметр (конденсатор должен остаться подключенным).

Вынуть блок ДІ09 из кассеты и подключить его к кассете через гибкую связь только разъемом XI.

Значение однофазного тормозного тока $I_{тсо}^{1ф}$, соответствующего по уровню тормозного сигнала трехфазному току $I_т^{3ф}$, определяется по формуле

$$I_т^{3ф} = \sqrt{3}\, m\, I_{тсо}^{1ф} .$$

Зажимы X2:2 и X3:I (X3 – колодка внутри блока) подключить к источнику тормозного тока. На зажимы блока X2:3 и X2:4 от другой установки У5053 (или от блока К5I5 через реостат и амперметр, если ток до 2 А) подать регулируемый рабочий ток. Плавно увеличивая этот ток, определить $I_{2ср.1}$ и $I_{2ср.2}$ при тормозных токах соответственно $I_{T1} = 2 \cdot \sqrt{3}\, m I_{ном}$ и $I_{T2} = 4 \cdot \sqrt{3}\, m I_{ном}$.

Измерения необходимо производить по возможности быстро.

Коэффициент торможения рассчитывается по формуле

$$K_T = \frac{I_{ср.2} - I_{ср.1}}{4 I_{ном} - 2 I_{ном}} \cdot 100\%.$$

Полученный коэффициент торможения не должен отличаться от заданного более чем на ±I,5% и в случае необходимости регулируется резистором R4I в блоке TI06.

3.6.9. Проверить устройство контроля исправности цепей напряжения (КИН).

На зажимы панели X29(Н) и X28(К) подать напряжение с зажимов блока К5I5 ФАЗОМЕТР установки У5053 (провод с зажима X29 панели подключить к зажиму ✳ ФАЗОМЕТР). Измерить поданное напряжение. Это напряжение равно максимальному напряжению, которое можно снять с установки. Обозначим его U_1.

Замкнуть между собой цепи напряжения панели А, В, С (зажимы X24, X25, X26), затем на эти зажимы и на зажим X27 (N) подать напряжение U_{A0}, равное $U_1/4\sqrt{3}$.

Милливольтметром постоянного тока измерить напряжение небаланса на зажимах XI:2А и XI:22В блока ДI06, которое не должно превышать 50 мВ и регулируется резистором R27.

Произвести аналогичные измерения при подаче напряжения с зажимов ФАЗОМЕТР на зажимы X29(Н) и X30(И) панели.

Напряжение небаланса регулируется резистором R29. Снижая напряжение U_{A-0}, проверить работу устройства КИН. Устройство контроля исправности цепей напряжения должно работать при уменьшении напряжения U_{A0} не более чем в 2 раза, т.е. до $\frac{U_1}{2 \cdot 4 \cdot \sqrt{3}}$.

В момент срабатывания устройства измерить напряжение на зажимах XI:2A и XI:22B блока ДЮ6.

При питании защиты от ТН 6-10 кВ и включении ее по типовой схеме, принятой для панели ПЭ2105, в схеме устройства КИН необходимо резистор R28 сопротивлением 43 кОм заменить резистором сопротивлением 20-24 кОм и поменять местами резисторы R23 и R24. При проверке балансировки ампер-витков при подаче напряжения Н, К и А, В, С-О последнее должно быть равно $U_1/4$.

Цепи напряжения подключаются следующим образом: Н-Х28, К-Х29, И-Х30.

Если на момент проверки есть возможность подключить панель к вторичным цепям работающего трансформатора напряжения, то вместо проверки по п.3.6.9 можно выполнить проверку по п.3.10.3.

3.7. Проверка взаимодействия элементов устройства защиты

Для проведения полноценной проверки необходимо, чтобы был налажен и смонтирован приемопередатчик АВЗК 80. Если к моменту проведения проверки приемопередатчик не смонтирован, желательно изготовить имитатор. В качестве имитатора может быть применен любой инвертор, выполненный на транзисторе или микросхеме (приложение 2).

К выходным цепям панели и цепям выходов на регистратор подключить индикаторы срабатывания. На зажимы XI24-XI34 цепей сигнализации подать постоянное напряжение 220 (110) В.

3.7.1. Проверить действие реле-повторителей внешних цепей.

Переключатель SA3 установить в положение РАБОТА, а к контрольному разъему блока логики подключить блок ЭЮ6 и установить его переключатель SA1 в положение О.

Проверка действия реле-повторителей производится путем замыкания зажимов панели в соответствии с табл.6.

Таблица 6

Цепь включения реле	При одном выключателе на линии		При двух выключателях на линиях	
	Положение переключателя SA2	Замкнуты зажимы	Положение переключателя SA1	Замкнуты зажимы
E5-KL1	1 - ЛИНЕЙНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ	X60 и X75	1 - B1 В РЕМОНТЕ	X65 и X77
	3 - ОБХОДНОЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ	X81 и X82	2 - B1 и B2 В РАБОТЕ	X64 и X76 или X65 и X77
			3 - B2 В РЕМОНТЕ	X64 и X76
E5-KL2	1 - ЛИНЕЙНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ	X60 и X68	1 - B1 В РЕМОНТЕ	X65 и X69 X74 и X84
	3 - ОБХОДНОЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ	X81 и X83	2 - B1 и B2 В РАБОТЕ	X64 и X69 или X65 и X84
			3 - B2 В РЕМОНТЕ	X69 и X86
E5-KL3	-	X62 и X88	-	X67 и X88
E5-KL4	-	X64 и X90	-	X62 и X90
E5-KL5 E5-KL6	-	X64 и XI77	-	X62 и XI77

Измерить напряжение стабилизации в блоке PII9. Напряжение должно находиться в пределах 2I-26 В.

Замкнуть зажимы панели цепи включения реле E5-KL I. При этом должен появиться сигнал пуска передатчика, а через I0 с - сигнал ВЫЗОВ на блоке УI0I.

Не размыкая зажимы цепи включения реле E5-KL I, замкнуть зажимы цепи включения реле E5-KL 4. Высокочастотный передатчик должен остановиться.

Разомкнуть цепь включения реле E5-KL 4. Передатчик вновь должен запуститься.

Замкнуть цепь реле Е5-К$L$2, переключатель SBI2 ($Z_{от}$) на блоке ЭI06 и нажать кнопку ПУСК. Защита должна сработать на отключение, при этом отсутствует (запрещается) пуск передатчика, а на блоке УIOI должен появиться сигнал ОТКЛ.ОПРБ, ОТКЛ., ПУСК ТО и сработать выходные реле.

Разомкнуть зажимы цепи включения реле Е5-К$L$2, SBI2 на блоке ЭI06 и сбросить световые сигналы кнопкой СЪЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ. Все сигналы, кроме сигнала ВЫЗОВ, должны исчезнуть.

Замкнуть зажимы цепи включения реле Е5-К$L$3. При этом должен запретиться пуск передатчика и появиться сигнал ПУСК ТО на блоке УIOI. При нажатии кнопки СЪЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ сигнал ВЫЗОВ должен исчезнуть.

Разомкнуть зажимы цепей включения реле Е5-КLI и Е5-К$L$3. Замкнуть цепь включения реле Е5-К$L$5, К$L$6. При этом должны сработать выходные реле. Убедиться, что выходные реле остаются подтянутыми в любом положении переключателя SA3.

Указанные проверки произвести во всех положениях переключателей SA2 и SAI. Разомкнуть цепи всех реле-повторителей.

3.7.2. Проверить цепи пуска ВЧ передатчика.

Проверить цепи пуска передатчика при:

нажатии кнопки SB3 ПУСК АВЗК на панели;

подаче потенциала ОВ на зажим кассеты ХТ4:34 (ХТ24);

переводе переключателя SA3 в положение ВЫВОД и ПРОВЕРКА (при этом контакты 7-8 SA3 должны быть замкнуты внешней перемычкой);

неисправности цепей переменного напряжения (от устройства КИН). Для проведения этой проверки необходимо подать на панель напряжение, например $U_{ДО}$. Пуск передатчика происходит через приблизительно I2 с. Указанная цепь пуска ВЧ передатчика может быть выведена размыканием перемычки ХВI в блоке УIOI;

срабатывании реле $I_{2бл}$ и $U_{2бл}$ или $Z_{бл}$ (имитируется с помощью блока ЭI06);

неисправности основного канала (проверяется запуском реле $I_{2от}, U_{2от}, \rho M_{2от}$ от блока ЭI06);

разрыве цепи +24 В устройством АК 80 (зажимы панели XI52-XI53). В последних выпусках панели в связи с включением в схему реле Е6-К$L$4 при разрыве указанной цепи пуска ВЧ передатчи-

ка не происходит. Для устранения этого недостатка необходимо в цепь обмотки реле Е6-К*L*4 установить диод аналогично диоду VD1 в цепи реле Е6-К*L*3. Если это реле не используется, то можно отключить его обмотку, сняв перемычку Е6-XI:2В-Е4-XI:8А.

Цепь пуска ВЧ передатчика при срабатывании реле Е5-К*L*1 проверяется по п.3.7.1.

Убедиться, что передатчик, запущенный кнопкой или подачей потенциала ОВ на зажим XT4:34, останавливается при работе дополнительного канала (на блоке ЭI06 замкнуть переключатель *SB*I2 ($Z_{от}$) или переключатель *SB*4 ($I_{2бл}$) и нажать кнопку ПУСК), а потенциалом +I5 В на зажиме XT4:36 блокируется работа АК.

3.7.3. Проверить работу логической части защиты с помощью блока ЭI06.

Замыкая согласно табл.7 переключатели *SB*3 - *SB*I5 на блоке ЭI06 с последующим нажатием кнопки ПУСК, необходимо проверить:

работу сигнализации в блоке УI0I;

замыкание контактов выходных реле;

выходы на регистратор;

цепи сигнализации панели.

Переключатель *SA*3 установить в положение РАБОТА.

Время нажатия кнопки ПУСК блока ЭI06 не должно превышать I0 с. Перед каждой последующей проверкой необходимо сквитировать все световые сигналы и поднять флажок указательного реле К*L*3.

Проверить замыкания контактов выходных реле защиты. Предварительно убедиться, что контакты выходных реле разомкнуты при любом положении переключателя. Проверка срабатывания реле производится согласно табл.8.

Проверить замыкание контактов реле Е7-К*L*5 (XI38, XI39) и срабатывание указательного реле К*L*4 при работе устройства КИН.

Проверить замыкание контактов реле Е7-К*L*6 (XI40, XI4I) и срабатывание указательного реле К*L*4 при работе функционального контроля.

Проверить состояние контактов реле Е7-К*L*3 (XI36, XI37) при включении и отключении блока питания.

Проверить замыкание контактов реле К*L*3, К*L*4, EI5-К*L*I и переключателей *SA*2 и *SA*3 в цепях сигнализации согласно принципиальной схеме. При проверке обратить внимание на правильность включения

Таблица 7

Проверяемая цепь	Замкнуты переключатели блока ЭI06	Положение XNI в ЭI06	Сигнал на блоке УIOI	Сигнал на фасаде панели	Срабатывают выходные реле	
					Наименование реле	Зажимы реле, к которым подключен омметр
Канал пуска передатчика	$I_{2бл}+U_{2бл}$ или $Z_{бл}$	–	ВЫЗОВ	НЕИСПРАВНОСТЬ (сигнальное реле), НЕИСПРАВНОСТЬ (лампа)*	Е6-К L 4	XI73, XI74
Запрет пуска передатчика от $РМ_{от}$ при пуске от $I_{2бл}+U_{2бл}$	$I_{2бл}+U_{2бл}+M_{2от}$	–	–	–	–	–
Отсутствие запрета пуска передатчика от $РМ_{от}$ при пуске от $Z_{бл}$	$Z_{бл}+M_{2от}$	–	ВЫЗОВ	НЕИСПРАВНОСТЬ (сигнальное реле), НЕИСПРАВНОСТЬ (лампа)	Е6-К L 4	XI73, XI74
Отсутствие запрета пуска передатчика: от срабатывания $I_{2от}+U_{2от}$; без срабатывания $РМ_{от}$	$Z_{бл}+I_{2от}+U_{2от}$	–	–"–	То же	Е6-К L 4	XI73, XI74

Продолжение таблицы 7

Проверяемая цепь	Замкнуты переключатели блока ЭI06	Положение XNI в ЛI06	Сигнал на блоке УI0I	Сигнал на фасаде панели	Срабатывают выходные реле	
					Наименование реле	Зажимы реле, к которым подключен омметр
Отсутствие действия защиты на отключение при срабатывании только основного канала	$Z_{бл}+I_{2от}+U_{2от}+$ $+M_{2от}$	I-2	ПУСК ОТКЛ.	–	E7-KLI	XI42, XI43
Действие защиты на отключение при срабатывании основного и дополнительного каналов	$Z_{бл}+I_{2от}+U_{2от}$ $+M_{2от}+Z^{AB}_{доп}$ $(Z^{BC}_{доп}, I_0)$	I-2	ПУСК ОТКЛ., ОТКЛ., ПУСК ТО	СРАБАТЫВАНИЕ (сигнальное реле), СРАБАТЫВАНИЕ (лампа)	E7-KLI E7-KL2 E7-KL3 KLI-KL3	XI42, XI43 XI46, XI47 XI44, XI45 XII4, XII5
Действие защиты на отключение при КЗ на ВЛ без ответвления	$Z_{бл}+I_{2от}+U_{2от}+M_{2от}$	I-3	ПУСК ОТКЛ., ОТКЛ., ПУСК ТО	То же	E7-KLI E7-KL2 E7-KL4 E6-KL3 KLI-KL3	XI42, XI43 XI46, XI47 XI44, XI45 XII4, XII5
Действие защиты на отключение выключателя от работы $I_{2от}$	$I^{T}_{2от}+I_{2бл}$	–	То же	-"-	То же	То же
Отсутствие запрета пуска передатчика от $I_{2от}$ и $Z_{от}$	$I^{T}_{2от}+I_{2бл}$	–	ВЫЗОВ	Сигнальное реле, НЕИСПРАВНОСТЬ (лампа), НЕИСПРАВНОСТЬ	E6-KL4	XI73, XI74
Действие защиты на отключение при нечувствительности $РМ_{от}$ на линии без ответвления	$I^{T}_{2от}+I_{2бл}$	I-3	ПУСК ОТКЛ., ОТКЛ., ПУСК ТО	СРАБАТЫВАНИЕ (сигнальное реле), СРАБАТЫВАНИЕ (лампа)	E7-KLI E7-KL2 E7-KL4 E6-KL3, KLI-KL3	XI42, XI43 XI46, XI47 XI44, XI45 XII4, XII5
Действие защиты на отключение при нечувствительности $РМ_{от}$ на линии с ответвлением	$I^{T}_{2от}+I_{2бл}+Z^{AB}_{доп}$ $(Z^{BC}_{доп}, I_0)$	I-2	То же	То же	То же	То же
Действие защиты на отключение выключателя при трехфазных КЗ	$Z_{от}+\Delta I+Z_{бл}$	–	ОТКЛ., ПУСК ТО	-"-	E7-KL2 E7-KL4 E6-KL3 KLI-KL3	XI42, XI43 XI46, XI47 XI44, XI45 XII4, XII5
	$Z_{от}+I^{T}_{2п}+Z_{бл}$	–	То же	-"-	То же	То же
	$I_{2от}+U_{2от}+Z_{бл}$	–	-"-	-"-	-"-	-"-

Окончание таблицы 7

Проверяемая цепь	Замкнуты переключатели блока ЭI06	Положение ХЛ1 в ЛI06	Сигнал на блоке УIOI	Сигнал на фасаде панели	Срабатывают выходные реле	
					Наименование реле	Зажимы реле, к которым подключен омметр
Проверка отказа повторного действия блокировки при качаниях через время, большее уставки элемента ДТI	$I_{2бл}+U_{2бл}+\Delta I+Z_{от}$ (включать через I-2с после нажатия кнопки ПУСК блока ЭI06)	–	ВЫЗОВ	НЕИСПРАВНОСТЬ (сигнальное реле), НЕИСПРАВНОСТЬ (лампа)	Е6-КL4	XI73, XI74
Отключение при опробовании. При этом на ряде зажимов панели замкнуть зажимы 6I и 7I между собой (имитация срабатывания реле положения ОТКЛЮЧЕНО)	$Z_{бл}$	I-3	ОТКЛ., ПУСК ТО	СРАБАТЫВАНИЕ (сигнальное реле), СРАБАТЫВАНИЕ (лампа)	Е7-КL2 Е7-КL4 Е6-КL3 КLI-КL3	XI42, XI43 XI46, XI47 XI44, XI45 XII4, XII5
	$I_{2бл}+I_{2от}$	I-3	То же	То же	То же	То же

*Сигнал НЕИСПРАВНОСТЬ появляется с выдержкой IO с.

**Срабатывание реле КL I-КL 3 определяется визуально.

Таблица 8

Режим срабатывания	Положение переключателя $SA2$	Контакты выходных реле	Зажимы панели, к которым подключен омметр
Замкнуть переключатели блока ЭI06 $Z_{от}+I^{т}_{2п}$	I	К$L$2:I К$L$2:2	X98, XI00 XII7, XI22
и нажать кнопку ПУСК в блоке ЭI06	3	К$L$2:I К$L$2:2	X96, XI0I XI20, XI23
		К$L$2:3 К$L$2:4 КLI:I КLI:2 КLI:3 КLI:4	XI08, XI09 XI04, XI05 X97, XI02 XII0, XIII XI06, XI07 XII2, XII3

диодов, значения сопротивлений добавочных резисторов и исправность ламп, установленных в цепях сигнализации.

Проверить отсутствие ложных срабатываний выходных и указательных реле при подаче и снятии напряжения питания.

3.8. Проверка временных характеристик защиты при различных видах КЗ

Время действия защиты измеряется электронным миллисекундомером Ф209 (Ф29I) на контактах выходных реле КLI или К$L$2. Пуск миллисекундомера осуществляется от блока К5I3 установки У5053 (зажимы XI5, XI6, ПУСК МС, перемычка SI4 снята). Режим работы секундомера: РЕЖИМ I, РАЗНОСТЬ.

3.8.I. Измерить время действия защиты при несимметричных КЗ.

Для того, чтобы устройство КИН излишним срабатыванием не мешало проведению измерений, необходимо отключить от проверочной установки провод, идущий к зажиму X27 (N) панели.

Несимметричные КЗ по цепям напряжения имитируются от установки У5053 снижением линейного напряжения U при поданной третьей фазе напряжения (переключатель $S$29 ФАЗА С, N блока К5I5 установки У5053 включен). При этом значение снижения линейного напряжения ΔU определяется по формуле

$$\Delta U = 3\sqrt{3}\, U_{2\phi}$$

Временная характеристика снимается при кратности напряжения обратной последовательности по отношению к уставке реле мощности отключающего, равной трем, поэтому на установке У5053 следует отрегулировать параметры аварийного режима

$$U_{CA} = U_1 - 3\Delta U = U_1 - 9\sqrt{3}\, U_{2\,от}^{уст},$$

где U_1 – максимальное линейное напряжение, получаемое с установки К5I5 (переключатель $S29$ ФАЗА С,N блока К5I5 установки У5053 включен).

$I_{BO} = 9I_{2от}^{уст}$, но не менее $I{,}3I_0^{уст}$, если перемычка XNI в блоке ЛI06 установлена в положение I-2.

Угол между вектором напряжения $\dot{U}_{CA}$ и вектором тока $\dot{I}_{BO}$ установить равным I60° (I30° при подключении защиты к ТН 6/I0 кВ). Такое значение этого угла объясняется тем, что при указанной имитации угол между векторами напряжения и тока обратной последовательности одноименных фаз должен быть равен углу максимальной чувствительности реле мощности обратной последовательности отключающего.

Как следует из рис.3, при угле между векторами $\dot{U}_{CA}$ и $\dot{I}_{BO}$, равном I60° (этот угол измеряется фазометром установки У5053), угол между векторами $\dot{U}_{B2}$ и $\dot{I}_{BO}$ будет равен 250°, т.е. углу максимальной чувствительности реле. Сочетание фаз тока и напряжения должно быть таким, чтобы не срабатывало отключающее реле сопротивления.

Перевести переключатель S3I установки К5I5 в положение НОРМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ. Сквитировать все сигналы на панели и миллисекундомере. Произвести имитацию двухфазного КЗ. Зафиксировать показания миллисекундомера. Максимальное время срабатывания панели из десяти измерений не должно превышать 0,04 с (0,05 с при использовании реле I_0). Убедиться, что при угле между векторами тока и напряжения, равном 340° (3I0° при подключении защиты к ТН 6/I0 кВ), защита не работает, а происходит только пуск ВЧ передатчика.

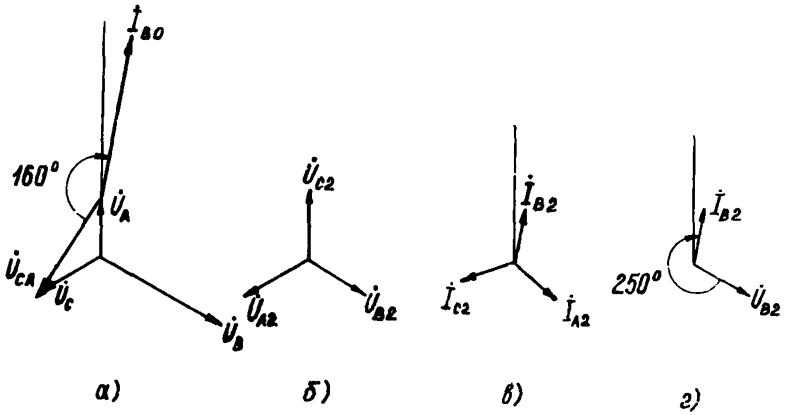


Рис.3. Векторные диаграммы отключающего реле мощности обратной последовательности при имитации несимметричных КЗ:
а - векторная диаграмма подводимых напряжений и токов от установки У5053; *б* - векторная диаграмма составляющих напряжений обратной последовательности; *в* - векторная диаграмма составляющих токов обратной последовательности; *г* - векторная диаграмма для определения угла между векторами напряжения и тока одноименных фаз

3.8.2. Измерить время действия защиты при симметричных КЗ.

При имитации симметричных КЗ проверяется цепь отключения от $РС_{от}^{СА}$. Чтобы исключить при этом действие отключающей цепи от $РМ_{2\,от}$, необходимо на время этой проверки выдвинуть из кассеты модуль Е16, М103 ($РМ_2^{от}$), а для исключения "подхвата" отключающей цепи от $Z_{бл}^{СА}$ и $I_{2бл}$ через элементы ДW8, ДХ13 (см.рис.2) выдвинуть из кассеты модули Е11, С103 ($Z_{бл}^{СА}$) и Е18, Т105($I_2^{бл}$)

Подать на панель ток $I_{СА}$ (больший $3I_{т.р}$) и напряжение $U_{СА}$ таких значений, чтобы обеспечить сопротивление на зажимах реле $Z_{от}^{СА}$, равное 0,6 $Z_{от}^{уст}$ (угол между векторами тока и напряжения равен $\varphi_{м.ч}$). Провести имитацию двухфазного КЗ между фазами С и А. Измерить время действия защиты. Оно должно быть не более 40 мс.

Интервал времени между измерениями должен быть не менее времени возврата блокировки при качаниях (t_2 в блоке ТІ06).

При нескольких значениях тока от $3I_{т.р}$ до максимальных токов при КЗ на шинах произвести имитацию близких трехфазных КЗ (при подаче аварийных параметров фаз С,А) и измерить время срабатывания. Оно также не должно превышать 40 мс.

Измерить время замкнутого состояния контактов выходных реле при этих проверках. Время замкнутого состояния контактов при трехфазных КЗ должно быть не менее 30 мс.

В случае, если это время меньше указанного значения, необходимо проверить настройку блоков "памяти" модулей СІ04. Настройка производится одним из следующих способов:

а) блок СІ04 подключить к панели через удлинитель. Подключить осциллограф к контрольной точке ХРЗ и общей точке ХІ:2А. Подать на панель напряжение $U_{СА}$ = 100 В. Регулируя резистор $R$33, найти такое положение движка, при котором длительность провалов в сплошном выходном сигнале будет минимальна;

б) на вход $У$ осциллографа подать напряжение с зажима ХІ:18В, а на вход Х - с ХІ:22В. Осциллограф должен быть в режиме развертки луча по оси Х внешним сигналом. Подать на панель соответствующее напряжение 50-100 В. На экране осциллографа должен быть отрезок прямой. Если блок "памяти" расстроен, то на экране осциллографа будет эллипс. Настройка производится резистором $R$33;

в) перевести реле сопротивления $Z_{ОТ}^{СА}$ в режим реле направления мощности. Для этого вынуть ХВ3 в блоке Д106 и замкнуть зажим ХІ:2А с ХІ:30В $Z_{ОТ}^{СА}$ блока СІ04. Подать на панель напряжение $U_{СА}$ = 100 В и ток $I_{СА}$ = 5 А. Регулируя угол между током и напряжением, определить углы φ_1 и φ_2, при которых происходит срабатывание реле. Вычислить угол максимальной чувствительности в режиме направления мощности по формуле

$$\varphi_{м.ч.рм} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} - 180^0.$$

Значение угла $\varphi_{м.ч.рм}$ не должно отличаться от $\varphi_{м.ч}$ в режиме реле сопротивления более чем на $\pm 5^0$. Подрегулировка осуществляется резистором R 33 в блоке СІ04.

Изменить угол между током и напряжением на 180° и произвести имитацию близких трехфазных КЗ на шинах при тех же значениях тока, что и при КЗ в зоне. Защита не должна срабатывать.

Установить в кассету модуль EII, CI03 ($Z_{бл}^{CA}$) и провести имитацию близких трехфазных КЗ в зоне, как было указано выше. При этом выходные реле защиты должны быть в состоянии срабатывания, т.е. пока существует аварийный режим.

3.8.3. Измерить время действия защиты при включении на КЗ.

Вынуть из кассеты блоки EI6, MI03 ($M_2^{от}$) и EI7, TI06 ($I_{2т}$). Замкнуть цепи обмоток реле E5-KLI (пуск ВЧП) и E5-KL2 (повтор РПО) согласно табл.6. Без подачи напряжения подать ток однофазного КЗ, например ВО или ВС (двухфазное КЗ), соответствующий трехкратному току срабатывания реле $I_{2от}$ (при однофазном КЗ ток должен быть не менее $1{,}3I_0^{уст}$), и измерить время действия защиты. Оно не должно превышать 40 мс.

Установить в кассету вынутые блоки.

Провести тестовую проверку защиты (см.п.3.5.6). Если реле не используется (в блоке LI06 снята перемычка XN5), то тест № 2 проходить не будет.

3.9. Проверка взаимодействия защиты с другими устройствами РЗА и действия на отключение выключателей

3.9.I. К зажимам панели подсоединить жилы всех контрольных кабелей, связывающих защиту ПДЭ 2802 с другими устройствами РЗА: цепи отключения выключателей, УРОВ, ПА, АПВ, пуска осциллографа сигнализации, выходы на регистратор, цепи трансформаторов тока, напряжения, оперативного напряжения.

Если это не было сделано ранее, необходимо "прозвонить" и проверить сопротивление изоляции жил контрольных кабелей.

3.9.2. Проверить взаимодействие защиты с другими устройствами РЗА согласно проектной схеме.

Коммутацию контактов выходной группы реле можно осуществить нажатием непосредственно на выходные реле KLI, KL2, имитацией срабатывания защиты или неисправности с помощью дополнительного

блока ЭI06 (см. п.3.7.3). Если проверки по п.3.7.3 не вызывают сомнений, коммутацию выходных цепей можно выполнить непосредственно на ряде выводов панели.

Опробовать действие защиты непосредственно на отключение выключателей.

В случае, если защита ПДО 2802 подключается к устройствам РЗА, находящимся в работе, проверку взаимодействия следует осуществлять в порядке, указанном в "Типовой инструкции по организации и производству работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики электростанций и подстанций".

3.I0. Проверка защиты рабочим током и напряжением

При этих проверках необходимо исключить возможность действия защиты на отключение, пуски УРОВ, УПА, ТО и осциллографа.

Переключатели SAI, SA2 установить в рабочее положение, переключатель SA3 - в положение "Проверка".

3.I0.I. Проверить правильность подключения к защите цепей напряжения путем фазировки их с заранее известными фазами цепей напряжения или снятием потенциальной диаграммы.

3.I0.2. Проверить правильность подключения цепей тока. Для этого снимаются векторные диаграммы токов. Правильность векторных диаграмм проверяется сопоставлением их с действительным направлением первичной мощности, которое определяется по показаниям щитовых приборов и данным диспетчера.

3.I0.3. Проверить правильность включения устройства КИН.

Для этого измеряется напряжение небаланса на зажимах XI:2A и XI:33B блока ДI06 (для проведения измерений снимается задняя крышка кассеты) в нормальном режиме, а для защит, включенных на ТН II0 330 кВ, и при имитации однофазного КЗ. Напряжение небаланса должно быть не менее чем в три раза меньше напряжения, измеренного на тех же зажимах при срабатывании.

Схема имитации однофазного КЗ приведена на рис.4.

Проверить действие устройства при обрыве цепей напряжения. С этой целью поочередно снимаются с зажимов все провода от цепей

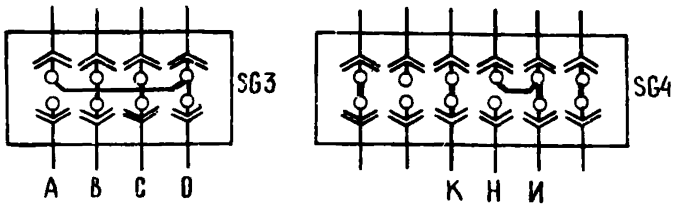


Рис.4. Схема имитации однофазного КЗ:
а - цепи напряжения "звезды"; *б* - цепи напряжения "разомкнутого треугольника"

напряжения "звезда" и "треугольник" трансформатора напряжения, а также блоки *SG3*, *SG4*. О срабатывании устройства судят по загоранию светодиода на лицевой плате блока МІ03.

3.10.4. Проверить напряжение небаланса и рабочее напряжение на выходах частотных фильтров цепей тока (XI:2A, XI:28B блока TI05) и цепей напряжения (XI:2A, XI:20B блока HI05) при прямом и обратном чередованиях фаз тока и напряжения. Восстанавливается задняя крышка кассеты.

3.10.5. Проверить правильность включения реле мощности (блок МІ03).

Правильность включения реле проверяется путем определения направленности характеристики отключающего реле мощности. Проверка направленности характеристики реле производится путем анализа поведения реле при подведении к нему обратного чередования фаз тока и напряжения.

Анализ поведения реле производится по взаимному расположению векторов тока и напряжения обратной последовательности одноименных фаз, например, подведенных к зажиму I испытательных блоков *SG1*, *SG3* ($\varphi_{м.ч}$ = 250° или 220°). Порядок подачи тока и напряжения и векторные диаграммы, по которым определяется поведение реле, приведены на рис.5.

При рассматриваемых имитациях составляющие напряжений и то-

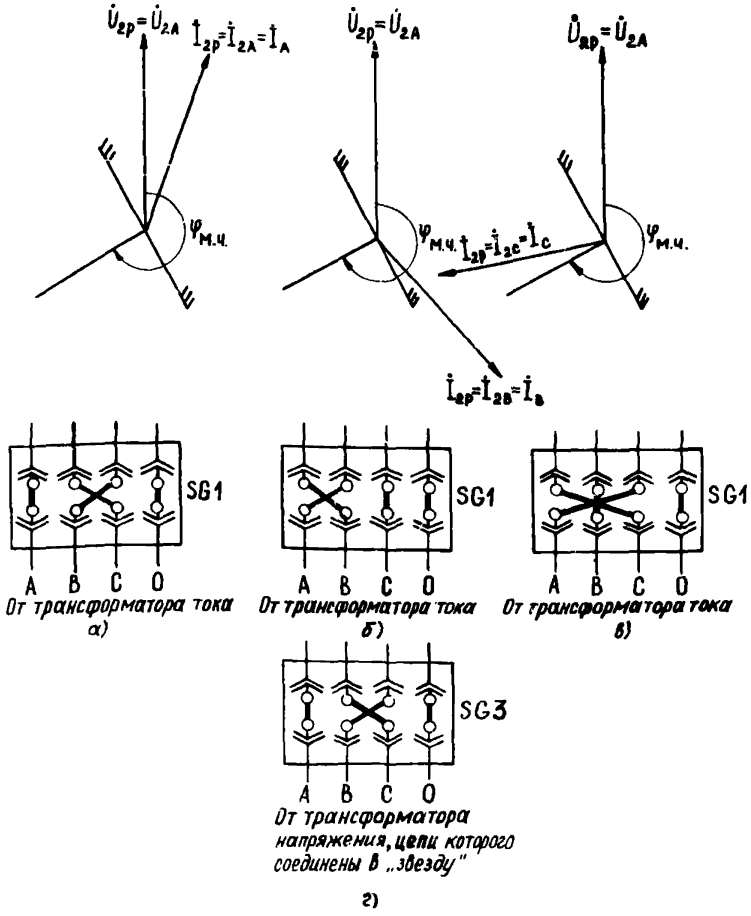


Рис.5. Схема проверки под нагрузкой и векторные диаграммы отключающего реле мощности обратной последовательности:

а – к реле подведена система напряжений АСВО и система токов АСВО, реле не работает; *б* – к реле подведена система напряжений АСВО и система токов ВАСО, реле не работает; *в* – к реле подведена система напряжений АСВО и система токов СВАО, реле работает; *г* – переключения в цепях напряжения для подвода напряжений АСВО

ков обратной последовательности фаз А (внутрипанельное обозначение) совпадают с направлением векторов напряжения и тока, подведенных к зажимам I блоков SGI, SG3.

Фиксация срабатывания реле ведется по светодиоду $М_{2\,отк}$ на лицевой плате блока МІОЗО. Кроме того, следует фиксировать по светодиодам срабатывание реле $U_{2бл}$, $U_{2от}$, $I_{2бл}$, $I_{2от}$, $I_{2\,пуск}$ и $I_{2от}$ (в последнем случае, если достаточен ток нагрузки).

Поскольку реле сопротивления включены на те же датчики тока и напряжения, что и реле мощности, а их проверка производилась при подаче тока и напряжения на одни и те же зажимы, проверка направленности реле сопротивления не требуется.

3.10.6. Проверить прием ВЧ сигнала при работе передатчика противоположного конца. При приеме ВЧ сигнала на лицевой плате блока УІОІ должен загореться светодиод ВЫЗОВ.

3.11. Подготовка защиты к включению в работу

3.11.1. Провести повторный осмотр панели. Особое внимание обратить на те блоки, где производились какие-либо действия, необходимые при проверке защиты рабочим током и напряжением.

3.11.2. Установить снятые ранее крышки.

3.11.3. Провести инструктаж дежурного персонала по вводимой в работу защите. Оформить протокол проверки защиты.

4. УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ

4.1. Виды технического обслуживания

Установлены следующие виды технического обслуживания:

проверка (наладка) при новом включении - Н;
первый профилактический контроль - КІ;
профилактическое восстановление - В;
профилактический контроль - К;
опробование (тестовый контроль) - О;
послеаварийная проверка.

4.2. Периодичность технического обслуживания

Рекомендуемый цикл технического обслуживания защиты ПДЭ 2802 шесть лет.

Периодичность технического обслуживания приведена в табл.9.

Таблица 9

Количество лет эксплуатации	0	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
Вид технического обслуживания	Н	КI	-	К	-	-	В	-	-	К	-	-	В

Тестовый контроль проводится каждые полгода.

4.3. Объем работ по техническому обслуживанию

Объем работ по каждому виду технического обслуживания приведен в табл.I0.

Таблица I0

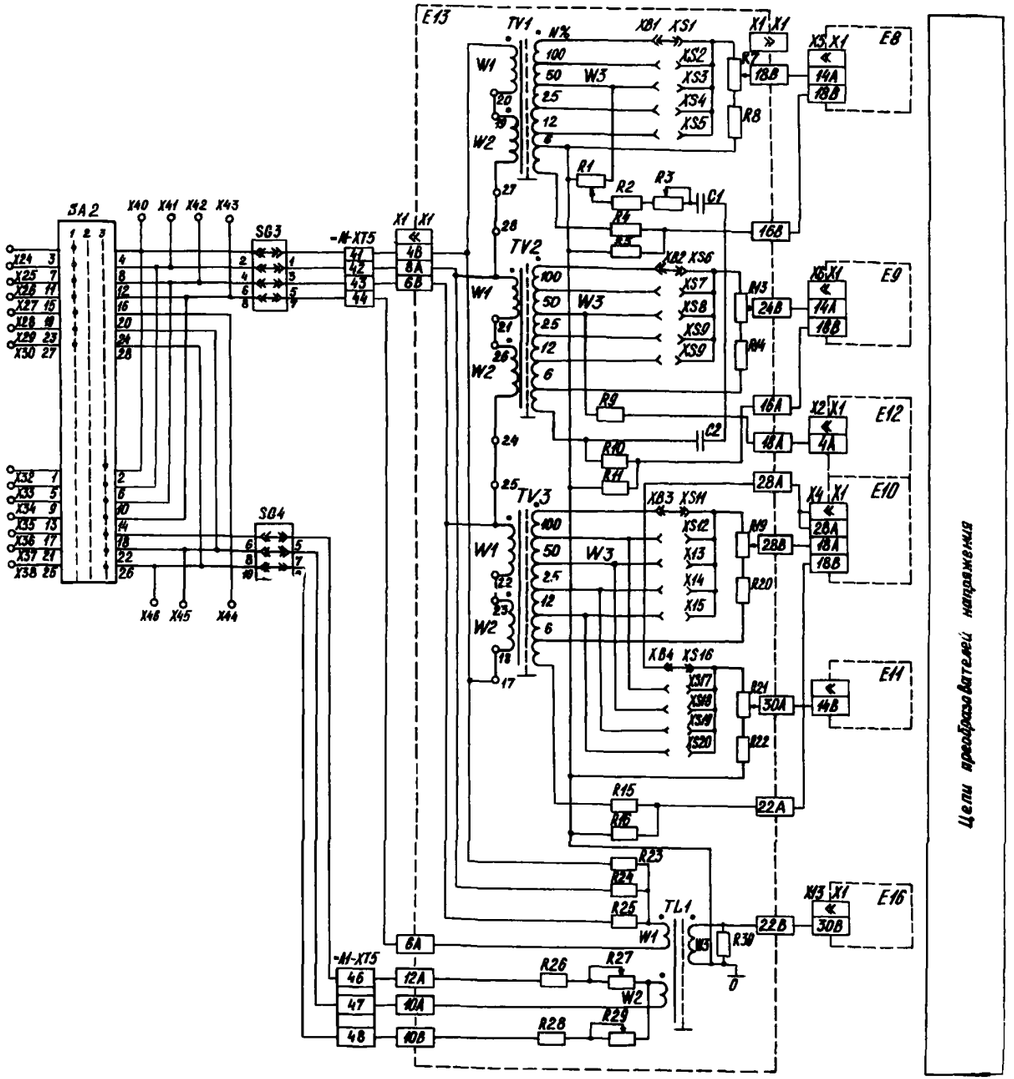
Вид технического обслуживания	Наименование работы	Пункт данных Методических указаний
	Проверка релейной части защиты	
Н,В	Внешний и внутренний осмотры, проверка механической части аппаратуры и напряжения срабатывания реле постоянного тока	3.2
Н,В	Проверка изоляции панели	3.3
Н,КI,В	Проверка блока питания	3.4

Продолжение таблицы 10

Вид технического обслуживания	Наименование работы	Пункт данных Методических указаний
Н,КI,В	Проверка значений выходных напряжений	3.4.5
Н,КI,В	Снятие характеристики зависимости выходных напряжений от входного напряжения при изменении последнего в пределах $0{,}8 \div 1{,}1\ U_{ном}$	3.4.6
Н,В	Проверка работы защиты блока П02II	3.4.7
Н,В	Проверка исправности логической части	3.5
Н,В	Проверка напряжения питания +9 В блока логики	3.5.2
Н	Снятие потенциальной диаграммы блока логики	3.5.3
Н,КI,В	Измерение выдержек времени элементов задержки и временной памяти	3.5.4
Н,КI,В	Тестовый контроль защиты	3.5.6
	Проверка электрических характеристик измерительных органов	3.6
Н	Проверка балансировки операционных усилителей блоков ТI05 НI05, ТI06	3.6.1
	Проверка реле тока обратной последовательности от $I_{2от}$ и $I_{2бл}$	3.6.2
Н	Проверка фильтра тока обратной последовательности	3.6.2
Н,КI,В	Проверка токов срабатывания и возврата	3.6.2

Продолжение таблицы IO

Вид технического обслуживания	Наименование работы	Пункт данных методических указаний
	Проверка реле напряжения обратной последовательности отключающего $U_{2от}$ и блокирующего $U_{2бл}$ (блок HI05)	3.6.3
Н	Проверка фильтра напряжения обратной последовательности	3.6.3
Н,КI,В	Проверка напряжения срабатывания и возврата	3.6.3
	Проверка реле направления мощности обратной последовательности отключающего $РМ_{2от}$ (блок MI03)	3.6.4
Н,КI,В	Проверка угла максимальной чувствительности	3.6.4
Н,В	Проверка напряжения и тока срабатывания	3.6.4
Н,КI,В	Проверка зоны срабатывания	3.6.4
Н,В	Проверка вольт-амперной характеристики	3.6.4
Н,КI,В	Проверка реле сопротивления отключающего $Z_{от}^{CA}$, блокирующего $Z_{бл}^{CA}$ и дополнительных $Z_{доп}^{AB}$, $Z_{доп}^{BC}$	
	Проверка заданной уставки	3.6.5.I
Н,КI,В	Проверка угла максимальной чувствительности реле	3.6.5.2
Н,В	Проверка характеристики $Z_{ср}=f(\varphi)$	3.6.5.3
Н	Проверка характеристики $Z_{ср}=f(I)$	3.6.5.5
Н,КI,В	Проверка реле тока нулевой последовательности I_0 (блок TI09)	3.6.6



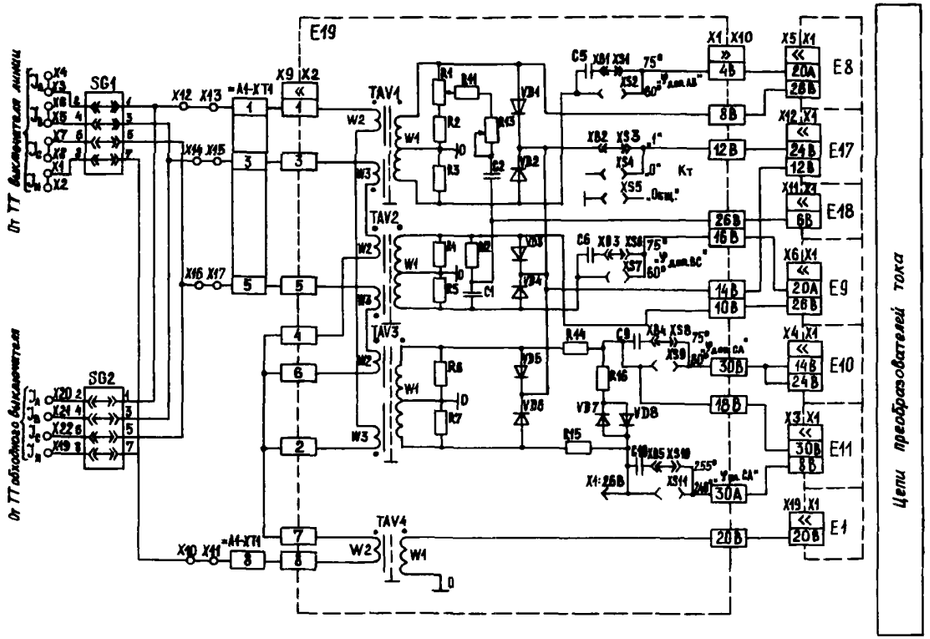


Рис.I. Схема цепей переменного тока и напряжения защиты

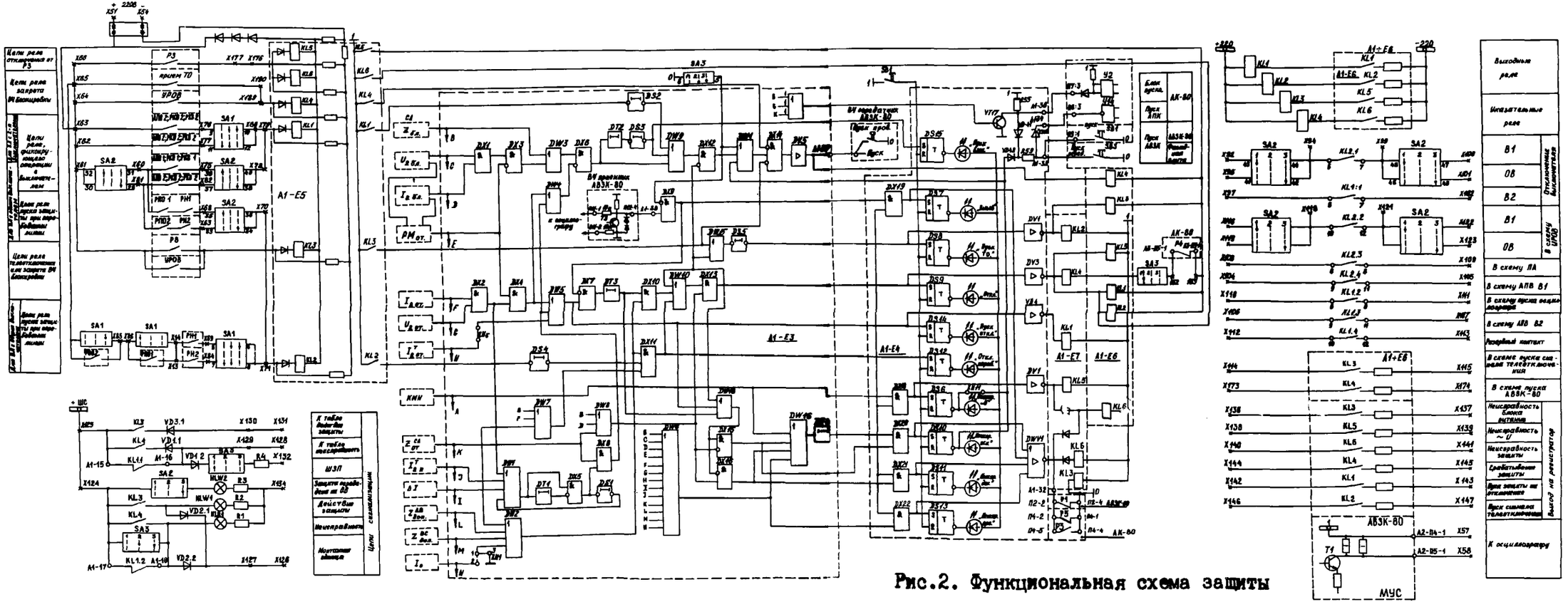


Рис.2. Функциональная схема защиты

Продолжение таблицы I0

Вид технического обслуживания	Наименование работы	Пункт данных Методических указаний
Н,КI,В	Проверка пускового токового реле ΔI (блок Т106)	3.6.7
Н,КI,В	Проверка реле тока обратной последовательности с торможением	3.6.8
Н,КI,В	Проверка токов срабатывания и возврата при отсутствии торможения	
Н,КI,В	Проверка коэффициента торможения	3.6.8
Н	Проверка устройства контроля исправности цепей напряжения (КИН)	3.6.9
Н	Проверка балансировки ампервитков трансформаторов	
Н,КI,В	Проверка правильности включения устройства КИН	3.I0.3
Н,КI,В	Проверка взаимодействия элементов устройства защиты	3.7
Н,КI,В	Проверка действия реле-повторителей внешних цепей	3.7.I
Н,КI,В	Проверка цепей пуска ВЧ передатчика	3.7.2
Н,КI,В	Проверка работы логической части защиты с помощью блока Э106	3.7.3
Н,КI,В	Проверка замыкания контактов выходных цепей	3.7.3
Н,КI,В,К	Проверка временных характеристик защиты при различных видах КЗ	3.8

Окончание таблицы 10

Вид технического обслуживания	Наименование работы	Пункт данных Методических указаний
Н,КI,В	Проверка взаимодействия защиты с другими устройствами РЗА и действия на отключение выключателей	3.9
	Проверка защиты рабочим током и напряжением	3.10
Н,КI,В,К	Проверка правильности подключения цепей тока и напряжения	3.10.1; 3.10.2
Н,КI,В	Проверка правильности включения устройства КИН	3.10.3
Н,КI,В	Проверка фильтров ФТОП и ФНОП	3.10.4
Н,КI,В	Проверка правильности включения реле мощности (блок МI03)	3.10.5

Результаты проверки при новом включении панели заносятся в протокол (приложение 4).

4.4. Указания оперативному персоналу

4.4.1. Порядок ввода защиты в работу

Для ввода защиты в работу необходимо:

переключатели *SA3* РЕЖИМ РАБОТЫ ЗАЩИТЫ установить в положение ВЫВОД, *SA2* ЦЕПИ НАПРЯЖЕНИЯ, ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ЦЕПИ - в положение ОТКЛЮЧЕНО (если в схеме два выключателя на линию, переключатель *SA2* не используется), *SAI* - РЕЖИМ РАБОТЫ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ установить в одно из трех положений, соответствующих текущему режиму: ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ В1 В РЕМОНТЕ, ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ В1 И В2 В РАБОТЕ, ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ В2 В РЕМОНТЕ (если в схеме один выключатель на линию, переключатель *SAI* не используется);

подать на панель оперативное напряжение, для чего включить автоматические выключатели постоянного и переменного оперативного напряжения, предусмотренные для питания защиты. Проверить включенное положение переключателя ВКЛ. в блоке ПО 110 в релейной части защиты (кассета А1), включить переключатель ВКЛ.= 220 В в аппаратуре АВЗК 80 и переключатель ~220 В ВКЛ. в аппаратуре АК 80. При поданных напряжениях должны светиться зеленые светодиоды в блоках ПО 211, ПО 110, красный светодиод = 220 В в аппаратуре АВЗК 80, красный светодиод 220 В ВКЛ. в аппаратуре АК 80 (через приблизительно 1 с после включения вместо непрерывного свечения должен начать светиться мигающим светом), кроме того должен запуститься передатчик, светиться красная лампа HLR 1 НЕИСПРАВНОСТЬ, а также некоторые светодиоды в блоке У 1010;

подать на панель цепи напряжение и подключить входные и выходные цепи переводом переключателя SA2 ЦЕПИ НАПРЯЖЕНИЯ, ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ЦЕПИ в положение ЛИН.ВЫКЛ. или ОБХ.ВЫКЛ. в зависимости от схемы включения ВЛ;

произвести квитирование световых сигналов в блоке У 1010 нажатием кнопки SB1 СЪЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ и сигналов в аппаратуре АК 80 нажатием кнопки СБРОС. Произвести односторонний контроль ВЧ канала измерением тока выхода запущенного передатчика и напряжения на выходе приемника. Показания прибора должны соответствовать нормальным значениям. Для установления периодичности автоматической проверки ВЧ канала защиты необходимо на обоих концах ВЛ приблизительно в один и тот же момент времени произвести отключение переключателя ~220 В ВКЛ. в аппаратуре АК 80 и через несколько секунд обратное его включение;

ввести защиту в работу переводом переключателя SA3 РЕЖИМ РАБОТЫ ЗАЩИТЫ в положение РАБОТА. После этого должен произойти останов собственного ВЧ передатчика, в чем следует убедиться по миллиамперметру, расположенному в аппаратуре АВЗК 80, с помощью которого измеряется ток выхода передатчика (для выполнения измерений необходимо нажать любую из клавиш ВЫХ.1 или ВЫХ.2);

после перевода переключателя SA3 РЕЖИМ РАБОТЫ ЗАЩИТЫ в положение РАБОТА с противоположного конца ВЛ напряжение на выходе приемника (определяется по вольтметру в блоке ПРМ 600 и красному

светодиоду, расположенному над вольтметром) уменьшается до нуля. Убедившись в этом, необходимо произвести квитирование устройств сигнализации нажатием кнопки SBI СЪЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ и возвратом сигнальных реле. Все сигналы должны сняться, за исключением четырех светодиодов, сигнализирующих о наличии оперативных напряжений и белой лампы HLW2 ОБХОДНОЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ, если ВЛ включена или включается через обходной выключатель;

проверить ВЧ канал защиты, дважды нажав клавишу ПУСК АПК. При этом при исправном состоянии ВЧ канала (не должна действовать сигнализация и не должны светиться светодиоды автоконтроля) защита остается в работе, а при неисправном - работает сигнализация неисправности в АК 80 и внешняя сигнализация - она автоматически выводится из работы путем снятия напряжений с выходных реле и посылкой ВЧ сигнала, блокирующего защиту противоположного конца ВЛ. Повторный ввод защиты в работу происходит только после нажатия кнопки СБРОС в аппаратуре АК 80. При неисправности ВЧ канала срабатывает устройство внутренней и внешней сигнализации неисправности (светодиоды в аппаратуре АК 80, лампа HLWI и сигнальное реле KL4 НЕИСПРАВНОСТЬ, светятся табло неисправности на щите управления).

4.4.2. Порядок вывода защиты из работы

4.4.2.I. Кратковременный вывод защиты из работы по оперативным условиям производится путем перевода переключателя SA3 РЕЖИМ РАБОТЫ ЗАЩИТЫ в положение ВЫВОД. При этом начинает светиться красная лампа HLR I НЕИСПРАВНОСТЬ, срабатывает сигнальное реле KL4 НЕИСПРАВНОСТЬ, начинают светиться табло неисправности защиты ПДЭ 2802 на щите управления, запускается ВЧ передатчик и через I0 с появляется сигнал ВЫЗОВ в блоке У I0I0. При таком выводе защиты снимается напряжение с обмоток выходных реле защиты и с помощью ВЧ сигнала блокируется полукомплект противоположного конца ВЛ.

4.4.2.2. Длительный вывод защиты из работы по оперативным условиям производится в порядке, указанном в п.4.4.2.I. После выполнения указанных в этом пункте операций с обоих концов ВЛ по указанию диспетчера необходимо отключить переключатель ВКЛ. ≈220 В

в аппаратуре АВЗК 80. При этом с приемопередатчика АВЗК 80 снимается оперативное постоянное напряжение и устраняется излишний длительный запуск ВЧ передатчика.

4.4.2.3. В случае длительного вывода защиты из работы для проверок, связанных с подачей переменного тока и напряжения от постороннего источника, или для ремонта, связанного с выемкой блоков из кассет, необходимо, кроме вывода защиты оперативным персоналом согласно п.4.4.2.2, дополнительно произвести отключение защиты по цепям оперативного напряжения, цепям тока и напряжения и выходным цепям. Для этого персонал РЗА после оперативного вывода защиты дежурным (см.п.4.4.2.2) должен:

установить переключатель SA2 ЦЕПИ НАПРЯЖЕНИЯ, ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ЦЕПИ в положение ОТКЛЮЧЕНО;

отключить два переключателя питания оперативным напряжением в релейной части защиты и в аппаратуре АК 80, убедиться в отключенном положении переключателя оперативного напряжения в аппаратуре АВЗК 80;

снять рабочие крышки с трех испытательных блоков, расположенных на нижней плите панели;

отключить автоматические выключатели постоянного и переменного оперативного напряжения, питающие защиту.

4.4.2.4. Для вывода защиты из работы при появлении явных неисправностей, сопровождающихся появлением дыма, огня, искрения и т.п., необходимо выполнить все операции согласно пп.4.4.2.I-4.4.2.3. При этом необходимо в кратчайший срок (во избежание неселективного действия защиты при внешних КЗ) сообщить диспетчеру о производимых операциях по выводу защиты одного из полукомплектов для вывода из работы полукомплекта защиты на противоположном конце ВЛ.

4.4.3. Порядок перевода защиты с линейного на обходной выключатель

Эти операции следует производить в следующем порядке:

перед включением обходного выключателя вывести защиту из работы с обеих сторон ВЛ переводом переключателя SA3 РЕЖИМ РАБОТЫ ЗАЩИТЫ в положение ВЫВОД (см.п.4.4.2.I);

переключатель *SA2* ЦЕПИ НАПРЯЖЕНИЯ, ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ЦЕПИ перевести в положение ОБХОДН.ВЫКЛ.;

после включения обходного и отключения линейного выключателя ВЛ снять рабочую крышку с испытательного блока *SG1* ЦЕПИ ТОКА ВВ и установить ее в испытательный блок *SG2* ЦЕПИ ТОКА ОВВ. Подключить токовые цепи защиты ПДЭ 2802 к цепям трансформатора тока обходного выключателя на панели обходного выключателя;

произвести односторонний контроль ВЧ канала измерением тока выхода запущенного передатчика и напряжения на выходе приемника. Показания приборов должны соответствовать значениям, приведенным в табл.II;

Таблица II

Параметр	При запущенном "своем" передатчике		При запущенном "чужом" передатчике		При запущенных обоих передатчиках	
	В(А)	Дел.	В(А)	Дел.	В(А)	Дел.
Напряжение на выходе приемника	I4-I7	56-68	I4-I7	56-68	I4-I7	56-68
Ток усилителя мощности передатчика	0,53-0,7I*	53-7I	-	-	0,53-0,7I*	53-7I

*Зависит от параметров ВЧ канала и уточняется при наладке.

при исправном состоянии ВЧ канала переключатель *SA3* РЕЖИМ РАБОТЫ ЗАЩИТЫ установить в положение РАБОТА;

квитировать устройства сигнализации и проверить исправность ВЧ канала, нажав кнопку СБРОС, а затем дважды ПУСК АПК. При исправном состоянии ВЧ канала защиты сигнализация неисправности в АК 80 и внешняя сигнализация работать не должны и защита остается в работе, а при неисправном - работает сигнализация неисправности.

4.4.4. Порядок проверки ВЧ канала

4.4.4.I. Проверка исправности ВЧ канала защиты производится автоматически с помощью аппаратуры АК 80 или вручную.

4.4.4.2. Проверку исправности ВЧ канала при выводе из работы аппаратуры АК 80 следует производить согласно инструкции по проверке ВЧ каналов.

4.4.4.3. Кроме ежедневного обмена ВЧ сигналами, проверка ВЧ канала производится также в следующих случаях:

перед вводом защиты в работу (односторонний контроль ВЧ канала);

после окончания работ на линии и аппаратуре присоединения и обработки;

после включения ВЛ под нагрузку, в том числе и при успешном АПВ;

перед включением ВЛ под нагрузку после неуспешного АПВ;

после неправильного или неясного действия защиты.

4.4.4.4. Проверка исправности ВЧ канала вручную при введенной в работу аппаратуре АК 80 производится нажатием дважды кнопки ПУСК АПК в аппаратуре АК 80. При исправном состоянии канала сигнализация не работает, при неисправном - работает сигнализация неисправности. Расшифровка в последнем случае производится согласно табл.12.

4.4.4.5. Проверка исправности ВЧ канала вручную при выведенной из работы аппаратуре АК 80 производится путем нажатия на кнопку SB3 ПУСК АВЗК, расположенную на верхней плите панели защиты. Измерение тока выхода передатчика и напряжения на выходе приемника при запуске своего ВЧ передатчика, ВЧ передатчика на противоположном конце ВЛ и одновременном запуске обоих ВЧ передатчиков производится по приборам, расположенным на лицевой части аппаратуры АВЗК 80.

Показания приборов должны соответствовать значениям, приведенным в табл.II.

При одновременно запущенных передатчиках не должно быть перерывов в свечении светодиода, расположенного в блоке ПРм 600 (наличие перерывов свидетельствует о недопустимо большом уровне биений).

4.4.5. Действия оперативного персонала при срабатывании защиты

При срабатывании защиты дежурный персонал должен определить и зафиксировать в оперативном журнале, по какому каналу произошло срабатывание защиты. Для этого необходимо зафиксировать состояние всех сигнальных ламп и указательных реле на верхней плите панели, на блоках релейной части защиты, в аппаратуре АК 80 и АВЗК 80.

Работу устройств сигнализации следует фиксировать на специальном бланке (приложение 5) путем перечеркивания всех светящихся светодиодов, ламп и находящихся в сработанном состоянии указательных реле. После этого нажатием кнопок СБРОС в аппаратуре АК 80, SB1 СЪЕМ СИГНАЛИЗ. и с помощью указательных реле произвести возврат устройств сигнализации в исходное состояние. Только после возврата устройств сигнализации в исходное состояние разрешается повторное включение ВЛ. При успешном включении ВЛ после АПВ также производится запись состояния и квитирование устройств сигнализации.

Затем согласно табл.I2 производится расшифровка работы защиты и запись в оперативном журнале.

4.4.6. Действие оперативного персонала при неисправностях защиты

При появлении сигнала о неисправности защиты на щите управления дежурный должен по работе устройств сигнализации на самой защите определить, какие именно неисправности возникли, зафиксировать это на бланке (см.приложение 5)и в дальнейшем перенести в оперативный журнал, при необходимости выполнив также расшифровку сигналов с помощью табл.I2.

Таблица I2

Наименование устройства	Наименование блока, в котором расположен светодиод	Обозначение светодиода	Фиксируемое событие	Примечание
		ВЫХОДНЫЕ ЦЕПИ		
Релейная часть защиты, кассета А1	У1010	ПУСК ТО	Пуск сигнала телеотключения ВЛ с противоположной стороны	-
		ОТКЛ.	Срабатывание выходных реле защиты на отключение выключателя ВЛ	-
		ОТКЛ. ОПРОБ.	Действие защиты на отключение при опробовании ВЛ напряжением	-
		ВЫЗОВ	Прием высокочастотного сигнала	Сигнал появляется с выдержкой времени I0 с
		ПУСК ОТКЛ.	Срабатывание измерительных органов защиты на отключение	тключение может не произойти при наличии блокирующего ВЧ сигнала или несрабатывании дополнительного канала отключения
		ПУСК БЛОК.	Срабатывание измерительных органов защиты на блокировку (запуск ВЧ передатчика)	-

Продолжение таблицы I2

Наименование устройства	Наименование блока, в котором расположен светодиод	Обозначение светодиода	Фиксируемое событие	Примечание
Релейная часть защиты, кассета A1		НЕИСПР.	Неисправность цепей напряжения трансформатора напряжения	Сигнал появляется с выдержкой времени I0 с
		НЕИСПР. ОСНОВ.	Неисправность основного канала отключения (появление отключающего сигнала в основном канале отключения без появления его в дополнительном канале отключения)	То же
		НЕИСПР. ДОП.	Неисправность дополнительного канала отключения (появление отключающего сигнала в дополнительном канале отключения без появления его в основном канале отключения)	-"-
		НЕИСПР. ОРГ.	Неисправность измерительных органов защиты (срабатывание хотя бы одного из них)	-"-
		ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНЫ		
	TI09I	I_0	Срабатывание реле тока нулевой последовательности	Используется только на ВЛ (с отпайкой)
	CI04I, E8	Z	Срабатывание реле сопротивления дополнительного	Реле сопротивления $Z^{вс}_{доп}$

Продолжение таблицы I2

Наименование устройства	Наименование блока, в котором расположен светодиод	Обозначение светодиода	Фиксируемое событие	Примечание
Релейная часть защиты, кассета AI	CI04I, E9	Z	Срабатывание реле сопротивления дополнительного	Реле сопротивления $Z_{доп}^{AB}$
	CI04I, EI0	Z	Срабатывание реле сопротивления отключающего	Реле сопротивления $Z_{от}^{CA}$
	CI030, EII	Z	Срабатывание реле сопротивления блокирующего	Реле сопротивления $Z_{бл}^{CA}$
	HI05I	$U_{2бл}$	Срабатывание реле напряжения обратной последовательности блокирующего	-
	HI05I	$U_{2от}$	Срабатывание реле напряжения обратной последовательности отключающего	-
	MI030	$M_{2от}$	Срабатывание реле направления мощности отключающего	-
	MI030	КИН	Срабатывание устройства контроля исправности цепей напряжения ТН	-
	TI060	$I_{2п}^{т}$	Срабатывание пускового органа блокировки при качаниях с торможением, реагирующего на ток обратной последовательности	-

Продолжение таблицы 12

Наименование устройства	Наименование блока, в котором расположен светодиод	Обозначение светодиода	Фиксируемое событие	Примечание
Релейная часть защиты, кассета А1	ТІ060	$I^{т}_{2от}$	Срабатывание реле тока обратной последовательности с торможением отключающего	-
	ТІ05І	$I_{2бл}$	Срабатывание реле тока обратной последовательности блокирующего	-
	ТІ05І	$I_{2от}$	Срабатывание реле тока обратной последовательности отключающего	-
		ДРУГИЕ СИГНАЛЫ		
	П02ІІ	Зеленого цвета	Нормально светится. При возникновении неисправности в блоке стабилизатора напряжения П02ІІ перестает светиться	-
	П0ІІ0	Зеленого цвета	Нормально светится. При возникновении неисправности в блоке питания П0ІІ0 перестает светиться	
	ИІ030	Все светодиоды блока	Используются только в процессе тестового опробования с указанием номера теста и результата тестового опробования (ИСПР,НЕИСПР)	

Продолжение таблицы 12

Наименование устройства	Наименование блока, в котором расположен светодиод	Обозначение светодиода	Фиксируемое событие	Примечание
Высокочастотная часть защиты, аппаратура автоматического контроля ВЧ канала АК 80, кассета А3	—	~220 В ВКЛ.	Нормально светится (мигающим светом). При исчезновении напряжения ~220 В, неисправности электрических часов или исчезновении напряжения на выходе стабилизатора 1,5 В светиться перестает	При включении напряжения ~220 В светится непрерывно в течение 1 с, затем светится мигающим светом
		НЕИСПР. 1	Появление неисправности ВЧ канала с одного конца ВЛ	Расшифровка: ОТСУТС.ОТВ.1, 2,3 или УВЕЛ. ЗАТУХ.1,2,3
		НЕИСПР. 2	Появление неисправности ВЧ канала с другого конца ВЛ	То же
		НЕИСПР. 3	Появление неисправности ВЧ канала со стороны ответвления ВЛ	-"-
		СИГНАЛИЗ. ПРЕДУПР.	Срабатывание устройства предупредительной сигнализации из-за: неисправности приемопередатчика своего конца ВЧ канала, выявленной в цикле работы аппаратуры АК 80; неисправности электрических часов; наличия помехи в канале связи	Расшифровка производится по трем сигналам

Продолжение таблицы 12

Наименование устройства	Наименование блока, в котором расположен светодиод	Обозначение светодиода	Фиксируемое событие	Примечание
Высокочастотная часть защиты, аппаратура автоматического контроля ВЧ канала АК 80, кассета А3	За дверцами аппаратуры АК 80	ПОМЕХА	Появление помехи в ВЧ канале связи (на уровне срабатывания основного приемника)	Дополнительная расшифровка сигнала СИГНАЛИЗ.ПРЕДУПР.
		НЕИСПР. ПРМД	Неисправность приемопередатчика своего конца ВЧ канала, выявленная в цикле работы аппаратуры АК 80	То же
		НЕИСПР. ЧАСОВ	Неисправность часов приемопередатчика своего конца ВЧ канала	-"-
		ОТСУТ. ОТВ. I,2,3	Отсутствие ответа с противоположного конца ВЛ (уровень принимаемого сигнала ниже уровня срабатывания основного приемника)	Дополнительная расшифровка сигнала НЕИСПР. I,2,3
		УВЕЛ. ЗАТУХ. I,2,3	Отсутствует запас по затуханию при приеме сигнала с противоположного конца ВЛ (уровень принимаемого сигнала ниже уровня срабатывания приемника контроля)	То же
Высокочастотная часть защиты, ВЧ приемопе-		=220 В ВКЛ.	Нормально светится при наличии оперативного напряжения = 220 В. Перестает светиться при его исчезновении	-"-

Окончание таблицы I2

Наименование устройства	Наименование блока, в котором расположен светодиод	Обозначение светодиода	Фиксируемое событие	Примечание
редатчик АВЗК 80	–	Красный светодиод в блоке ПРМ600	Начинает светиться при срабатывании приемника контроля (более грубого)	Осуществляет визуальный контроль сигнала ВЫЗОВ
		Вольтметр в блоке ПРМ600	Измеряет напряжение на выходе основного приемника	–
		Миллиамперметр	Измеряет ток выхода передатчика при нажатии на одну из кнопок Вых.I, Вых.2	–

При этом также необходимо определить по приборам приемопередатчика и зафиксировать на бланке, запущен ли передатчик и существует ли напряжение на выходе приемника.

Затем нажатием кнопки СБРОС в аппаратуре АК 80 и SBI СЪЕМ СИГНАЛИЗ. попытаться вернуть в исходное состояние устройства сигнализации. Если устройства сигнализации вернулись в исходное состояние, оставить защиту включенной в работу, доложив персоналу РЗА о работе сигнализации.

Если устройства сигнализации не возвращаются в исходное состояние, необходимо определить вид возможной неисправности согласно табл.I2 и в дальнейшем действовать в зависимости от вида неисправностей:

при неисправностях в системе оперативного постоянного напряжения с разрешения диспетчера вывести защиту, установив переключатель SA3 РЕЖИМ РАБОТЫ ЗАЩИТЫ в положение ВЫВОД, и принять меры по восстановлению этого напряжения включением соответствующих

автоматических выключателей. Если напряжение восстановилось, доложить диспетчеру и с его разрешения осуществить ввод защиты в работу согласно п.3.II. При неуспешной попытке защита остается выведенной из работы, о чем необходимо сообщить персоналу РЗА;

при нарушениях оперативного переменного напряжения принять меры по восстановлению этого напряжения включением соответствующих автоматических выключателей. Если напряжение удалось восстановить, защита остается в работе, квитируется устройство сигнализации, проверяется исправность ВЧ канала (дважды нажимая кнопку ПУСК АПК). Об имевшем место случае сообщается диспетчеру и персоналу РЗА. При неуспешности попытки восстановления напряжения защита также остается в работе, но по указанию диспетчера следует вывести аппаратуру контроля АК 80 из работы установкой переключателя SA1 РЕЖИМ РАБОТЫ АК в положение ВЫВОД и перейти на ручную проверку исправности ВЧ канала;

при неисправностях, связанных с неисправностью цепей трансформатора напряжения, принять меры по восстановлению этих цепей, после чего произвести квитирование устройств сигнализации. Если восстановить напряжение не удается и установлено, что это вызвано неисправностями внутри панели, необходимо доложить диспетчеру и по его указанию осуществить вывод и обесточение защиты. Проинформировать об этом персонал РЗА;

если появление сигнала о неисправности связано с получением сигнала ВЫЗОВ, произвести (если это требуется по графику) очередную проверку ВЧ сигнала. В других случаях проверить состояние собственного передатчика (не запущен ли), доложить диспетчеру и далее действовать по его указанию;

при неисправностях внутри релейной части защиты по указанию диспетчера осуществить вывод защиты из работы, проинформировать персонал РЗА;

при неисправностях ВЧ канала, открыв дверь аппаратуры АК 80, определить, какие еще светодиоды светятся и произвести расшифровку этих сигналов с помощью табл.I2.

Доложить диспетчеру и дальше действовать по его указанию. Например, свечение светодиода СИГНАЛИЗ.ПРЕДУПРЕД. не требует немедленного вывода защиты из работы, достаточно убедиться в исправности ВЧ канала и перейти на ручную проверку ВЧ канала; при появ-

лении сигналов НЕИСПР.I,2 и УВЕЛ.ЗАТУХ.I,2 достаточно уменьшить период проверки ВЧ канала; при появлении же сигнала ОСУТ.ОТВ.I,2 следует провести вручную проверку ВЧ канала и только при неудовлетворительных результатах вывести защиту из работы и т.п. Во всех случаях следует проинформировать персонал РЗА;

при возникновении явных неисправностей в защите (появление дыма, огня, искрения и т.п.) необходимо произвести вывод защиты из работы и ее обесточение.

Приложение I

ПРИНЦИП ВЫПОЛНЕНИЯ И УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ

Состав защиты

Защита содержит релейную и высокочастотную части.

В состав релейной части защиты входят измерительные органы, логические цепи, выходные цепи и цепи сигнализации. Общий вид панели защиты с указанием устройств сигнализации и переключающих устройств показаны на рис.6.

В состав высокочастотной части защиты входит приемопередатчик АВЗК 80 и аппаратура контроля ВЧ канала АК 80.

Защита выполнена в виде отдельных функциональных блоков, назначение которых приведено в табл.I3.

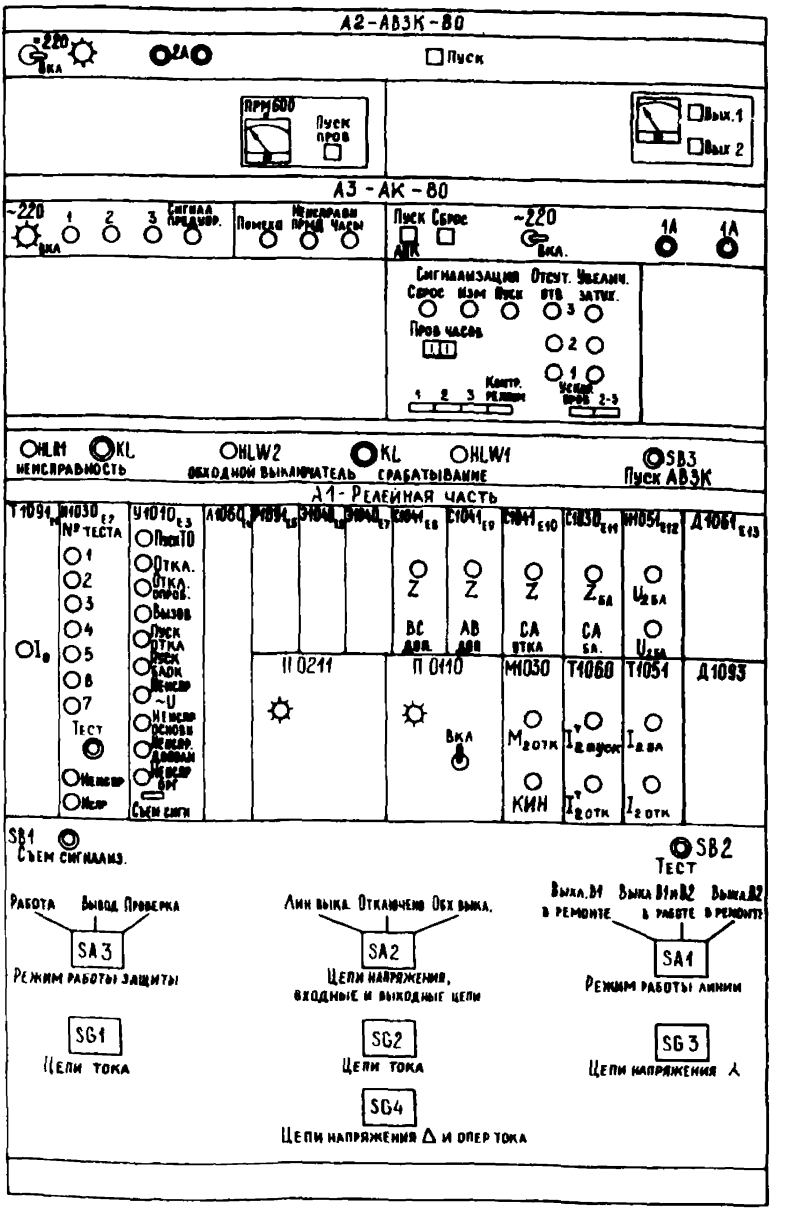


Рис.6. Общий вид панели с указанием устройств сигнализации и переключающих устройств

Таблица I3

Кассета	Позиционное обозначение	Тип блока	Наименование	Функциональное назначение	Примечание
A2	-	АВЗК 80	Высокочастотный приемопередатчик	Передача и прием блокирующих ВЧ сигналов	-
A3	-	А3 80	Аппаратура контроля ВЧ канала	Автоматический контроль исправности ВЧ канала, образованного по ВЛ	-
A1	E1	ТI09	Блок реле тока нулевой последовательности	Контроль цепи отключения при однофазном КЗ	-
	E2	ИI03	Блок тестового контроля	Быстрый контроль исправности измерительных органов и логической части защиты	-
	E3	УI0I	Блок сигнализации	Запоминание и световая индикация сигналов логической части защиты	-
	E4	АI06	Блок логики	Организация логических цепей защиты	-
	E5	РII9	Блок приемных реле	Прием сигналов от других устройств РЗА	-
	E6	ЭI04	Блок промежуточных реле	Промежуточные реле защиты	-
	E7	ЭI04	То же	То же	-
	E8	СI04	Блок реле сопротивления $Z_{доп}^{вс}$	Контроль цепи отключения при симметричных КЗ в защищаемой зоне	Включено на ток и напряжение ВС

Продолжение таблицы I3

Касета	Позиционное обозначение	Тип блока	Наименование	Функциональное назначение	Примечание
	E9	CI04	Блок реле сопротивления $Z^{AB}_{доп}$	То же	Включено на ток и напряжение АВ
AI	EI0	CI04	Блок реле сопротивления $Z^{CA}_{от}$	Отключение при симметричных КЗ в защищаемой зоне и запрет пуска передатчика от $Z^{CA}_{бл}$	Включено на ток и напряжение СА
	EII	CI03	Блок реле сопротивления $Z^{CA}_{бл}$	Пуск передатчика при симметричных КЗ	Включено на ток и напряжение СА
	EI2	HI05	Блок реле напряжения обратной последовательности (отключающее и блокирующее реле)	I. Контроль цепи отключения (отключающее реле) 2. Контроль цепи пуска передатчика и ввод в работу реле мощности (блокирующее реле)	-
	EI3	ДI06	Блок преобразователей напряжения	Преобразование напряжения для измерительных органов	-
	EI4	П02II	Блок стабилизатора напряжения	Питание измерительных и логических цепей	-
	EI5	П0II0	Блок питания преобразовательный	То же	-

Окончание таблицы 13

Кассета	Позиционное обозначение	Тип блока	Наименование	Функциональное назначение	Примечание
А1	Е16	МЛ03	Блок реле мощности	1. Контроль цепи отключения (отключающее реле направления мощности обратной последовательности) 2. Контроль исправности цепей напряжения ТН (КИН)	-
	Е17	ТЛ06	Блок реле тока с торможением	1. Пуск БК (реле тока обратной последовательности отключающее $I_{2от}$) 2. Контроль цепи отключения (реле тока обратной последовательности отключающее $I_{2от}$) 3. Пуск БК (дополнительное пусковое реле ΔI)	-
	Е18	ТЛ05	Блок реле тока	1. Пуск передатчика и ввод реле мощности (реле тока обратной последовательности блокирующее $I_{2бл}$) 2. Контроль цепи отключения (реле тока обратной последовательности отключающее $I_{2от}$)	-
	Е19	ДЛ09	Блок преобразователей тока	Преобразование токов для измерительных органов	-

Принцип действия

По принципу действия защита ПДЭ 2802 - это направленная защита с ВЧ блокировкой (при ускоренном пуске ВЧ передатчика). Пуск передатчика происходят от ненаправленных чувствительных органов, реагирующих на ток и напряжение обратной последовательности ($I_{2бл}$ и $U_{2бл}$) при любых несимметричных режимах (в том числе и КЗ), а последующий останов ВЧ передатчика - по сигналу от реле мощности обратной последовательности отключающего $РМ_{2от}$ - только при направлении мощности обратной последовательности от линии к шинам.

Защита обладает абсолютной селективностью и действует на отключение только при КЗ на защищаемой ВЛ.

Принцип действия основан на том, что только при КЗ на защищаемой ВЛ мощность обратной последовательности будет на обоих концах ВЛ направлена одинаково (рис.7,*а*) от места КЗ, т.е. от линии к шинам, а при КЗ в прилегающей сети, внешнем КЗ (рис.7, *б*) по разному: на ПС1 - от линии к шинам, а на ПС2 - от шин к линии.

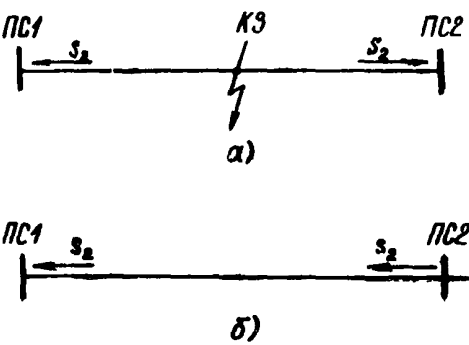


Рис.7. Направление мощности обратной последовательности при:
а - КЗ в зоне; *б* - внешнем КЗ

При любых КЗ происходит запуск ВЧ передатчиков на обоих ПС. Затем, если КЗ произошло на защищаемой ВЛ, срабатывает $РМ_{2от}$ обоих полукомплектов, которые производят останов ВЧ передатчиков и вызывают срабатывание защит на отключение. Если КЗ внешнее, то

срабатывает $РМ_{2от}$ только на дальнем от места КЗ конце (ПС1) и останавливает "свой" передатчик. Однако срабатывания защиты ПС1 на отключение не произойдет, так как ВЧ передатчик ПС2, не будучи остановленным ($РМ_{2от}$ ПС2 не сработало), придет на ПС1 блокирующий ВЧ сигнал.

Из изложенного следует, что правильное действие одного полукомплекта защиты зависит от действия другого полукомплекта релейной и ВЧ частей защиты, поэтому важным условием правильной эксплуатации защиты является поддержание в исправном состоянии обоих полукомплектов защиты и ВЧ канала. При неисправности хотя бы одного из указанных элементов защита должна выводиться из работы с обоих концов ВЛ.

В логической части защиты (см.рис.2) можно выделить следующие несколько каналов и устройств, функционально связанных между собой, с измерительными органами и приемопередатчиком:

основной канал отключения, предназначенный для воздействия на выходные цепи защиты;

дополнительный канал отключения, контролирующий основной канал;

канал пуска блокирующего ВЧ сигнала;

канал приема ВЧ сигнала;

канал пуска телеотключения;

канал отключения при опробовании линии;

выходные цепи защиты.

На вход основного канала отключения по схеме "И" подаются сигналы от реле тока, напряжения и мощности обратной последовательности. При этом ввод в действие реле мощности происходит одновременно с пуском ВЧ передатчика сигналом от чувствительных пусковых органов, а контроль цепи отключения осуществляется измерительными (более грубыми) органами.

Для обеспечения действия защиты, установленной на ВЛ отходящей от шин мощной подстанции, когда напряжение обратной последовательности может оказаться недостаточным для действия реле мощности, в схему защиты введено дополнительное реле тока обратной последовательности с торможением от максимальной разности фазных токов. Торможение необходимо для отстройки от небалансов токов при качаниях.

Правильное действие защиты при симметричных КЗ обеспечивается наличием блокирующего и отключающего реле сопротивления. Отключающее реле сопротивления вводится для действия на отключение с помощью устройства блокировки от качаний на ограниченное время.

Пуск устройства блокировки от качаний происходит от реле, реагирующих на составляющие обратной последовательности, либо от реле, реагирующего на скачкообразное приращение тока.

Запрет действия защиты при внешних КЗ осуществляется путем подачи в основной канал отключения блокирующего сигнала с выхода ВЧ приемника.

Дополнительный канал отключения введен для уменьшения вероятности ложного срабатывания защиты.

На вход дополнительного канала подаются сигналы от отключающего и блокирующего реле сопротивления, а также от реле тока обратной последовательности.

Основной и дополнительный каналы через схему "И" действуют на выходные реле. При несоответствии сигналов в основном и дополнительном каналах срабатывает схема сигнализации неисправности соответствующего канала. При неисправности основного канала отключения во избежание неправильного действия защиты производится пуск блокирующего ВЧ сигнала, который посылается на второй полукомплект защиты.

Пуск ВЧ передатчика производится при срабатывании чувствительных реле тока и напряжения обратной последовательности, включенных по схеме "И", а при симметричных КЗ от блокирующего реле сопротивления. Кроме того, пуск передатчика производится при всех операциях с выключателями, при неисправности в цепях переменного напряжения, при переводе защиты в режим "Вывод" и "Проверка" и, как было указано выше, при неисправности основного канала.

Останов ВЧ передатчика осуществляется от реле мощности, отключающего реле сопротивления, устройств релейной защиты, УРОВ, а также при приеме сигнала телеотключения.

Действие защиты при включении на КЗ, когда защита оказывается блокированной запущенным передатчиком, осуществляется по вспомогательной цепи (цепь ускорения при опробовании) от реле тока обратной последовательности либо от реле сопротивления от-

ключающего или блокирующего.

В схеме защиты предусмотрено два дополнительных реле сопротивления и реле тока нулевой последовательности, которые совместно с отключающими реле сопротивления позволяют отстроить защиту от КЗ за трансформатором отпайки. При необходимости указанная блокирующая цепь может быть выведена.

Приложение 2

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УЛУЧШЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗАЩИТЫ

Режим работы АК 80

При возникновении неисправности АК 80 защита автоматически выводится из работы. Так как защита может работать и без АК 80, необходимо немедленно вывести его из работы. Эта операция производится путем отключения части проводов, связывающих АК 80 с АВЗК 80 и релейной частью защиты. Эту работу может провести релейный персонал, но на нее требуется определенное время.

Для устранения данного недостатка рекомендуется установить на панели переключатель, с помощью которого дежурный персонал может немедленно вслед за появлением неисправности в АК 80 вывести его из работы.

Схема подключения переключателя приведена на рис.8.

Дополнительно необходимо снять перемычки А3-П6:3-А1-ХТ4:36 и А3-П4:2-А2-П2:2.

Переключатель имеет три положения: РАБОТА, СИГНАЛ, ВЫВОД.

Положение РАБОТА соответствует нормальной работе исправного АК 80.

Положение ВЫВОД соответствует состоянию, когда АК 80 выведен из работы для ремонта, профилактики и др., а положение СИГНАЛ соответствует состоянию, когда АК 80 находится в работе, но при возникновении в нем неисправности не выводит защиту из работы, а подает сигнал о его неисправности. Этот режим предусматривается на тот случай, когда нет полной уверенности в надежности работы АК 80, и необходимо некоторое время на его проверку.

Если линия работает через один выключатель для этой цели может быть использован переключатель SAI, который в данном случае не нужен.

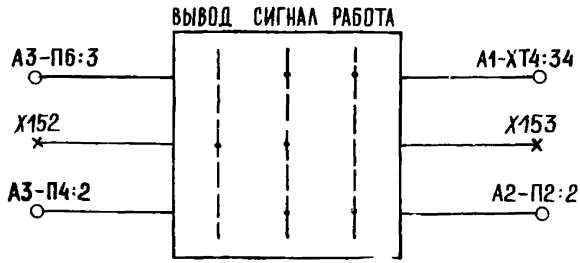


Рис.8. Схема подключения переключателя
РЕЖИМ РАБОТЫ АК 80

Имитатор работы приемопередатчика АК 80

Схема имитатора работы приемопередатчика АК 80 приведена на рис.9. Простейший имитатор можно выполнить с использованием реле

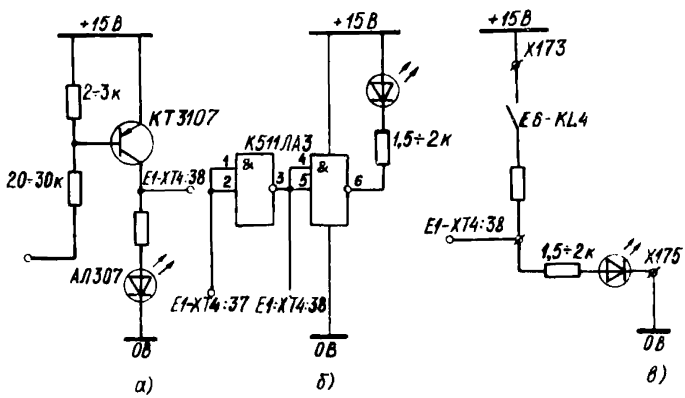


Рис.9. Схема имитатора работы приемопередатчика АК 80, выполненная на базе:
а - транзистора; *б* - микросхемы; *в* - реле фиксации пуска передатчика

Е6-КЛ4, фиксирующим пуск передатчика (рис.9,*б*). Однако такой имитатор имеет недостаток, он "не пускается" при переводе защиты в режим "Проверка" и при разрыве цепи +24 В устройством АК 80 (зажимы Х152, Х153), так как в этих случаях напряжение +24 В снимается и с реле Е6-КЛ4. Однако с этим недостатком можно мириться, учитывая, что проверки пуска передатчика должны быть повторены после установки АВЗК 80.

Имитаторы, выполненные по рис.9,*а* и *б*, запускаются во всех случаях, предусмотренных для приемопередатчика.

Приложение 3

ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И ОБОРУДОВАНИЯ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ НАЛАДКИ ЗАЩИТЫ

1. Комплектное устройство У5053.
2. Электронный миллисекундомер Ф209 или Ф291.
3. Вольтметр В3-38.
4. Электронный осциллограф С1-49, С1-83 и др.
5. Комбинированный прибор Ц4317.
6. Мегаомметры на напряжение 1000, 500 и 100 В.
7. Амперметры 0,5-1 А и 5-10 А.
8. Реостаты РСП 160 Ом - 3 шт.
9. Диод Д242, Д243, Д247 и др. - 1 шт.
10. Конденсатор емкостью 0,1 мкФ.

Указанный перечень является ориентировочным и минимальным. При наладке могут использоваться и другие типы приборов.

Приложение 4

Министерство топлива
и энергетики Российской
Федерации

_____
(предприятие, объект)

_____
(присоединение)

_____
(организация, выполняющая проверку)

"___" _____ 199__ г.

ПРОТОКОЛ ПРОВЕРКИ
ПРИ НОВОМ ВКЛЮЧЕНИИ ПАНЕЛИ
НАПРАВЛЕННОЙ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ЗАЩИТЫ ПДЭ 2802

I. Паспортные данные панели

Заводской номер	Номинальный переменный ток, А	Напряжение постоянного оперативного тока, В	Дата выпуска

2. Характеристика оборудования

ВЛ	Напряжение, кВ	Количество выключателей на линии	Трансформаторы тока		Трансформаторы напряжения	
			Тип	n_{TT}	Тип	$n_{T.H}$

3. Уставки заданы _____
(кем, когда, номер документа)

3.1. Органы тока и напряжения

Параметры срабатывания		Органы напряжения		Органы тока				
		$U_{2бл}$	$U_{2от}$	$I_{2бл}$	$I_{2от}$	$I^{т}_{2п}$	$I^{т}_{2от}$	I_{0}
Напряжение (ток) срабатывания, В (А)	первичное							
	вторичное							
Коэффициент торможения Кт, %								

3.2. Дистанционные органы

Параметр	Реле сопротивления		
	$Z_{бл}$	$Z_{от}$	$Z^{АВ}_{доп}, Z^{ВС}_{доп}$
Сопротивление срабатывания первичное, Ом/фазу			
Сопротивление срабатывания вторичное, Ом/фазу			
Угол максимальной чувствительности, эл.град			

Характеристика реле сопротивления $Z_{бл}$ смещена в _____ _____ квадрант, $Z_{см}$ = _____ .

3.3. Выдержка времени

Выдержка времени	Обозначение органа выдержки времени на функциональной схеме	t с
Время ввода в работу реле $Z_{от}$	ДТ1	
Длительность запрета повторного ввода реле $Z_{от}$	ДЗ1	

Выдержка времени	Обозначение органа выдержки времени на функциональной схеме	t с
Время ввода ускорения при включении выключателя	ДS4	
Время продления сигнала "Пуск телеотключения"	ДS5	

3.4. Указания по выполнению логической части защиты

3.4.I. Реле $3I_0$, $Z_{доп}^{АВ}$, $Z_{доп}^{ВС}$ _____

используется, не используется

3.4.2. Контроль напряжения на ВЛ при опробовании

_____

используется, не используется

3.4.3. Контроль исправности цепей напряжения используется на _____

сигнал, пуск передатчика

3.4.4. Реле тока обратной последовательности с торможением, отключающее $I_{2от}^{т}$ _____

введено, выведено

3.5. Дополнительные сведения

_____

_____

_____

4. Проверка общего состояния панели

4.I. Произведен внешний осмотр панели, проверены механическая исправность аппаратуры, качество монтажа и пайки.

Состояние панели удовлетворительное.

4.2. Недостатки _____

4.3. Выполнены изменения в схеме шкафа

5. Проверка изоляции панели

5.I. Все независимые цепи собраны в группы.

Установлены закорачивающие перемычки.

Сопротивление изоляции цепей до 24 В относительно корпуса, измеренное мегаомметром на напряжение I00 В, составляет _____МОм.

Сопротивление изоляции всех независимых цепей относительно корпуса и между собой, измеренное мегаомметром _____В, составляет не менее _____МОм.

Сопротивление изоляции между фазами токовых цепей _____МОм.

5.2. Проверена электрическая прочность изоляции относительно корпуса панели напряжением I000 В, 50 Гц в течение I мин.

53. Повторно произведено измерение сопротивления изоляции согласно п.5.I.

Значения сопротивлений остались без изменений.

6. Проверка выходных промежуточных реле и указательных реле

Обозначение на схеме	Тип	Напряжение, В		Время срабатывания, с
		срабатывания	возврата	
KL1	РПI7			
KL2	РПI7			
KL3	РЭУ-II			
KL4	РЭУ-II			

7. Проверка блока питания

7.I. Измерено напряжение на контрольных гнездах блока питания и стабилизатора при номинальном напряжении на входе U = 220 В.

Контрольные гнезда	Напряжение, В
ОВ, +24 В	
ОВ, +I5 В	
ОВ, -I5 В	

7.2. Проверена зависимость выходных напряжений от входного

Напряжение питания, В		0,8 $U_{ном}$	$U_{ном}$	I,I $U_{ном}$
Выходное напряжение, В	+24 В +I5 В -I5 В			

7.3. Проверена защита от коротких замыканий на выходах ±I5 В стабилизатора ПО2II.

8. Проверка исправности логической части

8.I. Измерено напряжение питания блока логики (ЛI06):

= _____ В.

8.2. Снята потенциальная диаграмма

Вывод	4А	6А	8А	I0А	I2А	I4А	I6А	I8А	20А	22А	24А
U В											
Вывод	26А	28А	2В	4В	6В	8В	I2В	I4В	I6В	I8В	20В
U В											
Вывод	22В	2С	4С	6С	8С	I2С	I4С	I6С	I8С	20С	22С
U В											

8.3. Измерены выдержки времени элементов задержки и временной памяти

Элемент	ДТ1	ДТ2	ДТ3	ДТ4	ДS1	ДS2	ДS3	ДS4	ДS5
Уставка, с									
Измерено, с									

8.4. Проверена работоспособность схемы функционального контроля измерительных органов.

Приведен тестовый контроль по семи программам.

Логическая часть панели работает нормально.

9. Проверка электрических характеристик измерительных органов

9.1. Проверка балансировки операционных усилителей блоков ТІ05, НІ05 и ТІ06.

9.2. Проверка реле тока обратной последсвательности (ТІ05) и настройка ФТОП

Реле	Положение переключателя уставок	Уставка по I_2, А	Параметр	Подан ток, А			$I_{ср}$ А	$I_2=\frac{I_{ср}}{3}$	$K_в$
				I_{AN}	I_{BN}	I_{CN}			
$I_{2бл}$			$I_{ср}$ А						
			$I_в$ А						
$I_{2от}$			$I_{ср}$ А						
			$I_в$ А						

$$\delta_{I_{нб}} = \frac{I_{ср.макс} - I_{ср.мин}}{I_{ср.мин}} 100\% = \_\_\_\_ \%.$$

9.3. Проверка реле напряжения обратной последовательности (НІО5) и настройка ФНОП

Реле	Положение переключателя уставок	Уставка по U_2 фазному, В	Параметр	Подано напряжение, В			$U_{ср}$ В	$U_2=\frac{U_{ср}}{3}$ В	$K_в$
				$U_{А-В,С}$	$U_{В-С,А}$	$U_{С-А,В}$			
$U_{2бл}$			$U_{ср}$ В						
			$U_в$ В						
$U_{2от}$			$U_{ср}$ В						
			$U_в$ В						

$$\delta_{U_{нб}} = \frac{U_{ср.макс} - U_{ср.мин}}{U_{ср.мин}} 100\% = \_\_\_\_\_ \%.$$

9.4. Проверка реле мощности (МІО3)

9.4.І. Проверена чувствительность реле мощности по току и напряжению при угле между ними, равном 250^0

На панель подано	Измеряемый параметр	
$I_{BN} = 9I^{бл}_{BN_{ср}} =$ А	$U_{В-СА ср} =$ В	$U_{2ф ср} = \frac{U_{В-СА ср}}{3} =$ В
$U_{В-СА} = 9U^{бл}_{В-СА ср} =$ В	$I_{BN\,ср} =$ А	$I_{2ср} = \frac{I_{BN\,ср}}{3} =$ А

9.4.2. Проверен угол максимальной чувствительности реле

φ_1 эл.град	φ_2 эл.град	$\varphi_{м.ч} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$ эл.град	Ширина зоны, эл.град

9.4.3. Проверена вольт-амперная характеристика реле

На панель подано	U_{B-CA} В					I_{BN} А					
	$U_{2\varphi}=\frac{U_{B-CA}}{3}$ В					$I_{2\varphi}=\frac{I_{BN}}{3}$ А					
Измеряемый параметр	I_{BN} А					U_{B-CA} В					
	$I_{2\varphi}=\frac{I_{BN}}{3}$ А					$U_{2\varphi}=\frac{U_{B-CA}}{3}$ В					

9.5. Проверка реле сопротивления

9.5.I. Настроено реле на заданную уставку

Реле	Напряжение, В	Ток, А	φ эл.град		$Z_{ср}$ Ом/фазу	$Z_{см}$ Ом/фазу	N %
			для $Z_{ср}$	для $Z_{см}$			
$Z_{бл}^{CA}$							
$Z_{от}^{CA}$							
$Z_{доп}^{AB}$							
$Z_{доп}^{BC}$							

9.5.2. Проверен угол максимальной чувствительности реле

Реле сопротивления	Зона работы, эл.град		Угол максимальной чувствительности $\varphi_{м.ч}=\frac{\varphi_1+\varphi_2}{2}$ эл.град
	φ_1	φ_2	
Отключающее $Z_{от}^{CA}$			

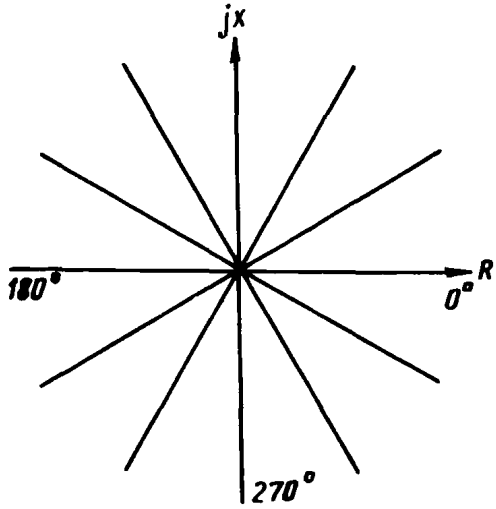
Реле сопротивления	Зона работы, эл.град		Угол максимальной чувствительности
	φ_1	φ_2	$\varphi_{м.ч} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$ эл.град
Дополнительное $Z^{AB}_{доп}$			
Дополнительное $Z^{BC}_{доп}$			
Блокирующее $Z^{CA}_{бл}$			

9.5.3. Проверены угловые характеристики реле

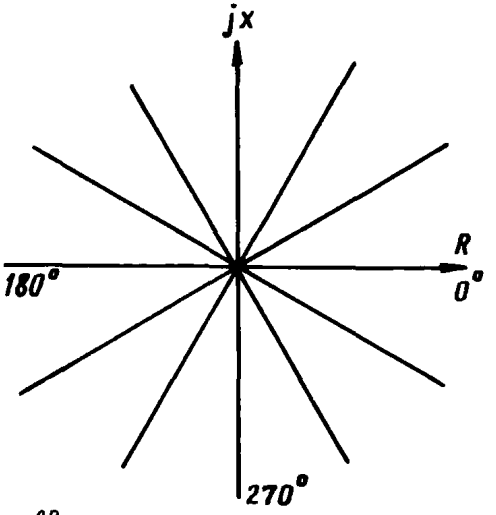
Ток проверки равен _____

Реле	φ эл.град	0	30	60	90	120	150	180	210	240	300	330
$Z^{CA}_{бл}$	U В											
	Z Ом/фазу											
$Z^{CA}_{от}$	U В											
	Z Ом/фазу											
$Z^{AB}_{доп}$	U В											
	Z Ом/фазу											
$Z^{BC}_{доп}$	U В											
	Z Ом/фазу											

Угловые характеристики реле



$Z_{от}^{СЯ}$ и $Z_{бя}^{СЯ}$



$Z_{доп}^{АВ}$ и $Z_{доп}^{ВС}$

9.5.4. Определены токи точной работы

Реле	Наименование параметра	Значение параметра						$0,9 Z_{уст}$	Ток точной работы, А	
									измеренный	согласно ТО
$Z_{от}^{СА}$	$U_{ср}$ В									
	$Z_{ср}$ Ом/фазу									
$Z_{доп}^{АВ}$	$U_{ср}$ В									
	$Z_{ср}$ Ом/фазу									
$Z_{доп}^{ВС}$	$U_{ср}$ В									
	$Z_{ср}$ Ом/фазу									
$Z_{бл}^{СА}$	$U_{ср}$ В									
	$Z_{ср}$ Ом/фазу									

9.6. Проверка реле тока нулевой последовательности (ТІ09)

Проверено взаимодействие основного и блокирующего каналов.

Проверена отстройка блокирующего органа при однополярных бросках тока.

Орган реле	Ток, А		$K_в$
	срабатывания	возврата	
Чувствительный			
Блокирующий			
Отсечка			

9.7. Проверка пускового токового реле ΔI (ТІ06).

Реле срабатывает при токе $I_{ср}$ = _____ А.

9.8. Проверка реле тока обратной последовательности с торможением $I^{т}_{2п}$, $I^{т}_{2от}$ (ТІ06)

9.8.I. Определен ток срабатывания реле при отсутствии торможения

Реле	$I_{ср}$ А		$I_{в}$ А		$K_{в}$	Положение переключателя уставок
$I^{т}_{2пуск}$						
$I^{т}_{2от}$						

9.8.2. Проверена тормозная характеристика:
Определяется коэффициент m

$U_{X1:2A, X1:12B}$ = _____ В Емкость конденсатора 0,I мкФ

I_{AB} А	I_{BC} А	I_{CA} А	$m = \frac{I_{CA}}{I_{мин}}$

Определяется $K_{т}$

Реле	Измеряемый параметр	Значение тормозного тока, поданного в обмотку, А		$K_{т}$ %	
		$\sqrt{3}\,m\,2I_{ном}$ =	$\sqrt{3}\,m\,4I_{ном}$ =	фактический	уставка
$I^{т}_{2пуск}$	$I_{BNср}$ А				
	$I_{2ср}=\frac{I_{BNср}}{3}$ А				
$I_{2от}$	$I_{BNср}$ А				
	$I_{2ср}=\frac{I_{BNср}}{3}$ А				

$$K_т = \frac{I_{2ср.макс} - I_{2ср.мин}}{4I_н - 2I_{ном}} 100\% = \_\_\_\_\_$$

9.9. Проверка устройства КИН

Напряжение U_1, В	Напряжение $U_{A,B,C-N} = \frac{U_1}{4\sqrt{3}}$, В	Напряжение небаланса на зажимах XI:2А, XI:22В ДИ06, мВ	Напряжение при срабатываний	
			На входе $U_{A,B,C-N}$, В	На зажимах XI:2А, XI:22В ДИ06, мВ
Н-К(К-Н)=				
Н-И(К-И)=				

IO. Проверка взаимодействия элементов устройства и временных характеристик защиты

IO.I. Проверено действие реле-повторителей внешних цепей. Напряжение стабилизации _____ В.

IO.2. Проверены цепи пуска ВЧ передатчика.

IO.3. Проверена работа логической части защиты с помощью блока ЭI06.

Проверено замыкание контактов выходных и указательных реле.

Проверено замыкание контактов реле, действующих на регистратор событий.

IO.4. Проверено отсутствие ложных срабатываний защиты при подаче и снятии напряжения питания.

IO.5. Измерено время действия панели на отключение.

Время действия:

при несимметричных КЗ _____ мс;

при симметричных КЗ _____ мс.

Время замкнутого состояния контактов выходных реле _____ мс.

II. Проверка защиты рабочим током и напряжением

II.I. Проверена правильность подведения к защите цепей напряжения.

II.2. Показания щитовых приборов.

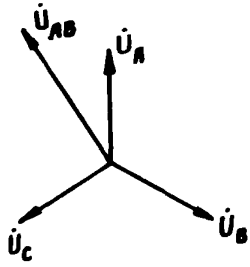
Ток нагрузки _____ А.

Активная мощность _____ МВт направлена _____

Реактивная мощность _____ Мвар направлена _____

II.3. Снята векторная диаграмма токов нагрузки

Фаза тока	Ток	
	Значение, А	Угол, эл.град
A		
B		
C		
N		



II.4. Проверена правильность включения устройства КИН

Режим	Нормальный	Однофазное КЗ
Напряжение небаланса (мВ) на выводах XI:2A, XI:22B ДИ06		

Проверено действие устройства при обрыве цепей напряжения

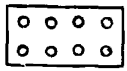
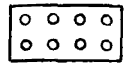
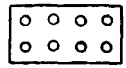
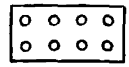
Режим	Цепи напряжения								
	A	B	C	N	H	K	И	Л	Δ
Напряжение небаланса, В									
Поведение реле*									

*"+" – работает, "–" – не работает.

II.5. Проверено напряжение небаланса ФТОП и ФНОП

Режим	Напряжение на зажимах, мВ	
	ФТОП (блок TI05) XI:2A, XI:28B	ФНОП (блок HI05) XI:2A, XI:20B
Прямое чередование фаз		
Обратное чередование фаз		

II.6. Проверена направленность реле мощности

Подано напряжение	Схема подачи напряжения *SG3*	Подан ток	Схема подачи тока *SG1*	Поведение реле
				
				
				

II.7. Произведен обмен ВЧ сигналами с противоположными концами линии.

I2. Установленное положение переключающих устройств

Блок	Переключающее устройство			Значение регулируемого параметра защиты, режим работы	Установлено
	Обозначение на схеме	Назначение	Положение		
ДЦ09	XB1	Регулирование уставки $Z^{AB}_{доп}$ по $\varphi_{м.ч}$	XS1 XS2	75^{0} 60^{0}	
	XB2	Ввод коэффициента торможения $I^{т}_{2пуск}$, $I^{т}_{2от}$	XS3 XS4, XS5	Введен Выведен	

Блок	Переключающее устройство				Значение регулируемого параметра защиты, режим работы	Установлено
	Обозначение на схеме	Назначение		Положение		
ДЦ09	XB3	Регулирование уставки по $\varphi_{м.ч}$ РС	$Z_{доп}^{BC}$	XS6 XS7	75^0 60^0	
	XB4		$Z_{от}$	XS8 XS9	75^0 60^0	
	XB5		$Z_{бл}$	XS10 XS11	255^0 240^0	
ДЦ06	XB1	Регулирование уставки РС в цепях напряжения	$Z_{доп}^{AB}$	XS1, XS2, XS3, XS4, XS5	100% витков, 50% витков, 25% витков, 12% витков, 6% витков	
	XB2		$Z_{доп}^{BC}$	XS6, XS7, XS8, XS9, XS10		
	XB3		$Z_{от}$	XS11, XS12, XS13, XS14, XS15		
	XB4		$Z_{бл}$	XS16, XS17, XS18, XS19, XS20		
ТЦ05	SB1, SB2, SB3	Регулирование уставки реле тока $I_{2бл}$		–	$I_{2бл} = (0{,}025 + \Sigma\theta) I_{ном}$	
	SB4, SB5, SB6	Регулирование уставки реле тока $I_{2от}$		–	$I_{2от} = (0{,}05 + \Sigma\theta) I_{ном}$	
ТЦ06	SB1, SB2, SB3, SB4	Регулирование уставки реле тока $I_{2пуск}^{т}$		–	$I_{2пуск}^{т} = (0{,}025 + \Sigma\theta) I_{ном}$	

Блок	Переключающее устройство			Значение регулируемого параметра защиты, режим работы	Установлено
	Обозначение на схеме	Назначение	Положение		
ТІ06	SB5, SB6, SB7, SB8	Регулирование уставки реле тока $I^{т}_{2от}$	–	$I^{т}_{2от} = (0{,}05 + \Sigma\theta) I_{ном}$	
	XN1	Изменение уставки коэффициента торможения реле $I^{т}_{2пуск}$, $I^{т}_{2от}$	2-3 1-2 –	7,5% 10% 15%	
ТІ09	XB1	Масштабное изменение уставки чувствительного органа реле I_0	XS1 XS2 XS3	$K = 1$ $K = 4$ $K = 16$	
	SB2, SB3, SB4, SB5, SB6	Регулирование уставки чувствительного органа реле I_0	–	$I_0 = (1+\Sigma\theta)K$ $K = 0{,}05 \cdot I_{ном}$	
	XN1	Вывод отсечки по I_0	–	–	
	XN2	Вывод блокирующего органа I_0	–	–	
НІ05	SB1, SB2	Регулирование уставки реле $U_{2бл}$	–	$U_{2бл} = 1 + \Sigma\theta$	
	SB3, SB4, SB5	Регулирование уставки реле $U_{2от}$	–	$U_{2от} = 1{,}5 + \Sigma\theta$	
СІ03	XN1	Смещение характеристики $Z_{бл}$ (I или III квадранты)	1-2 2-3	В I квадранте В III квадранте	
ЛІ06	XN1	Ввод в действие реле I_0, $Z^{AB}_{доп}$, $Z^{BC}_{доп}$	1-2 2-3	Введено Выведено	

Блок	Переключающее устройство			Значение регулируемого параметра защиты, режим работы	Установлено
	Обозначение на схеме	Назначение	Положение		
ДЗ06	XN2, XN3	Регулирование $U_{пит}$ = +9 В логики защиты	-	-	
	XN4	Выдержка времени на возврат в цепи продления пуска ТО (ДS5)	Замкнуто Разомкнуто	0,05 с 0,1 с	
	XN5	Ввод в действие реле $I^{T}_{2от}$	Замкнуто Разомкнуто	Введено Выведено	
	XN6	Время ввода защиты при опробовании линии (ДS4)	Замкнуто Разомкнуто	1,5 с 0,75 с	
	XB1	Ввод $Z_{от}$ от блокировки при качаниях (ДТ1)	XS2 XS3	0,4 с 0,2 с	
	XB2	Длительность запрета повторного ввода реле $Z_{от}$ от блокировки при качаниях (ДТ1)	XS4 XS5 XS6 XS7	3 с 6 с 9 с 12 с	
УП01	XN1	Пуск передатчика при неисправностях цепей переменного напряжения	Замкнуто Разомкнуто	Введено Выведено	

13. Заключение _____

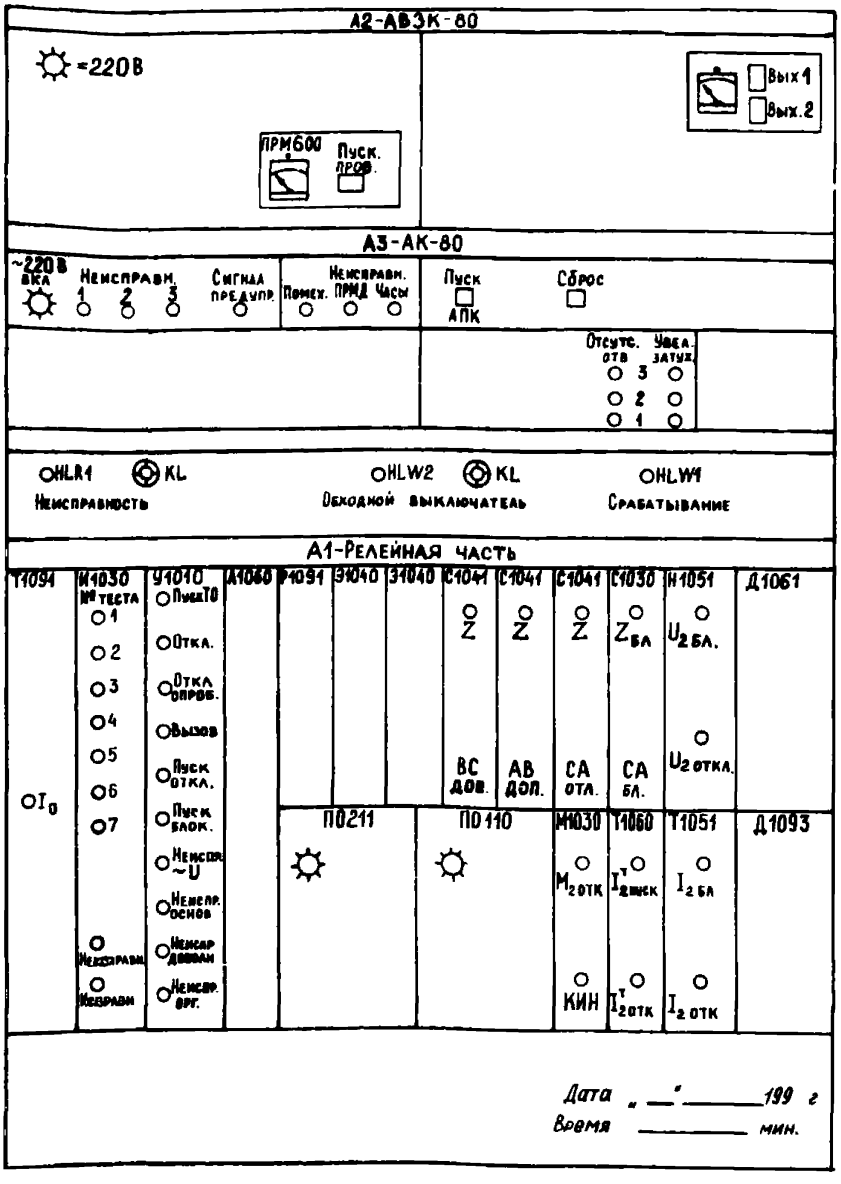
_____

_____

Проверку производили: _____

Приложение 5

БЛАНК ВРЕМЕННОЙ ФИКСАЦИИ РАБОТЫ УСТРОЙСТВ СИГНАЛИЗАЦИИ



О Г Л А В Л Е Н И Е

I. Общая часть 4
2. Указания мер безопасности 5
3. Проверка при новом включении 5
3.I. Подготовительные работы 5
3.2. Внешний и внутренний осмотры, проверка механической части аппаратуры и напряжения срабатывания реле постоянного тока 7
3.3. Проверка изоляции панели 9
3.4. Проверка блока питания II
3.5. Проверка исправности логической части I2
3.6. Проверка электрических характеристик измерительных органов I9
3.7. Проверка взаимодействия элементов устройства защиты 3I
3.8. Проверка временных характеристик защиты при различных видах КЗ 39
3.9. Проверка взаимодействия защиты с другими устройствами РЗА и действия на отключение выключателей 43
3.I0. Проверка защиты рабочим током и напряжением 44
3.II. Подготовка защиты к включению в работу 47
4. Указания по техническому обслуживанию 47
4.I. Виды технического обслуживания 47
4.2. Периодичность технического обслуживания ... 48
4.3. Объем работ по техническому обслуживанию .. 48
4.4. Указания оперативному персоналу 52

Приложение 1. Принцип выполнения и устройство защиты 67

Приложение 2. Рекомендации по улучшению технического обслуживания защиты 75

Приложение 3. Перечень контрольно-измерительных приборов и оборудования, необходимых для наладки защиты 77

Приложение 4. Протокол проверки при новом включении панели направленной высокочастотной защиты ПДЗ 2802 78

Приложение 5. Бланк временной фиксации работы устройств сигнализации 98

Подписано к печати 26.07.93 Формат 60x84 1/16
Печать офсетная Усл.печ.л. 6,01Уч.-изд.л. 5,8 Тираж 1320 экз.
Заказ № 109/93 Издат. № 93061

Производственная служба передового опыта эксплуатации энергопредприятий ОРГРЭС
105023, Москва, Семеновский пер., д.15

Участок оперативной полиграфии СПО ОРГРЭС
109432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д.29, строение 6

gost.e-ecolog.ru