

Содержание

1	Область применения	5
2	Нормативные ссылки	6
3	Термины и определения	6
4	Обозначения и сокращения	6
5	Технические мероприятия и методы производства работ по техническому обслуживанию	7
5.1	Подготовительные работы	7
5.2	Внешний осмотр	9
5.3	Внутренний осмотр и проверка механической части аппаратуры	12
5.4	Проверка схемы соединений устройства релейной защиты и автоматики	14
5.5	Проверка изоляции	16
5.6	Проверка электрических и временных характеристик элементов устройств релейной защиты и автоматики	22
5.7	Проверка электрических и временных характеристик элементов приводов и схем управления коммутационных аппаратов	28
5.8	Проверка взаимодействия элементов устройств релейной защиты и автоматики	34
5.9	Проверка временных характеристик устройств релейной защиты и автоматики в полной схеме	39
5.10	Проверка взаимодействия проверяемого устройства релейной защиты и автоматики с другими устройствами релейной защиты и автоматики и коммутационными аппаратами ..	40
5.11	Проверка правильности сборки токовых цепей и цепей напряжения вторичным током и напряжением	42
5.12	Проверка устройств релейной защиты и автоматики первичным током и напряжением	44
6	Объемы и последовательность работ при выполнении технического обслуживания	77
7	Объемы проверок электрических характеристик, комплексных проверок и проверок рабочим током и напряжением при техническом обслуживании отдельных устройств, узлов и элементов устройств релейной защиты и автоматики	77
7.1	Дистанционные защиты	77
7.1.1	Защиты ПЗ-2/1 и ПЗ-2/2	77
7.1.2	Панель защиты ЭПЗ-1636-67/1 и ЭПЗ-1636-67/2	78
7.1.3	Защита ПЗ-5/1, ПЗ-5/2, ПЭ2105А, ПЭ2105Б, ПЭ2105МА, ПЭ2105МБ	78
7.1.4	Защиты ШДЭ 2801, ШДЭ 2802, ШДЭ 2801.01, ШДЭ 2802.02	79
7.2	Дифференциально-фазные защиты	82
7.3	Продольно-дифференциальные защиты линий	85

7.3.1	Защита ДЗЛ-1	85
7.3.2	Защита ДЗЛ-2	86
7.4	Направленные защиты с высокочастотной блокировкой	87
7.5	Защиты трансформаторов	89
7.6	Дифференциальные защиты шин с торможением	90
7.7	Защиты от междофазных коротких замыканий	91
7.8	Защиты от однофазных коротких замыканий	92
7.9	Устройства комплектов реле блокировки	92
7.9.1	Устройства блокировки при качаниях	92
7.9.2	Устройства блокировки при неисправности цепей напряжения	94
7.10	Комплексы защит блока генератор-трансформатор и защит генератора	95
7.10.1	Взаиморезервируемые системы защит блока генератор-трансформатор (шкафы типов ШЭ1111 и ШЭ1112)	95
7.10.2	Комплекс защит генератора (шкаф типа ШЭ1113)	102
7.10.3	Комплекты защит генераторов (блоки БЭ1111, БЭ1112)	103
7.11	Реле, комплекты, блоки и аппараты защиты и автоматики	103
7.11.1	Реле непосредственного действия и электромагниты управления переменного тока	103
7.11.2	Реле тока и напряжения	104
7.11.3	Реле тока и напряжения обратной последовательности	107
7.11.4	Реле напряжения нулевой последовательности РНН-57	109
7.11.5	Реле контроля синхронизма РН-55, ЭН-535	110
7.11.6	Дифференциальные реле	110
7.11.7	Реле мощности	111
7.11.8	Сейсмостойкие реле	112
7.11.9	Реле сопротивления	112
7.11.10	Реле частоты	114
7.11.11	Реле мощности обратной последовательности РМОП-1, РМОП-2	115
7.11.12	Реле защиты однофазных замыканий на землю РТЗ-50, РТЗ-51	115
7.11.13	Защита генератора от перегрузки	116
7.11.14	Защиты от замыканий на землю в цепях возбуждения генератора	119
7.11.15	Защиты от однофазных замыканий обмотки статора генератора	121
7.11.16	Реле времени	123
7.11.17	Промежуточные и кодовые реле	125
7.11.18	Указательные реле ЭС-21, РУ-21, ЭС-41, БРУ-4, РУ-1, РУ-11	126

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 3 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

7.11.19	Реле повторного включения.....	127
7.11.20	Реле импульсной сигнализации РИС-Э2М, РИС-Э2М-0,2, РИС-Э3М, серии РТД11, РТД12	127
7.11.21	Газовые реле	128
7.11.22	Высокочастотные аппараты	129
7.11.23	Высокочастотные тракты	137
7.11.24	Высокочастотные каналы	139
7.11.25	Трансформаторы тока	140
7.11.26	Трансформаторы напряжения.....	140
7.11.27	Промежуточные трансформаторы и автотрансформаторы тока	141
7.11.28	Блоки питания БП, БПН, БПТ	141
7.11.29	Вторичные цепи и вспомогательная аппаратура	142
7.11.30	Элементы приводов коммутационных аппаратов	142
7.11.31	Автоматические выключатели в оперативных цепях и цепях трансформаторов напряжения.....	143
7.11.32	Фиксирующие приборы и индикаторы	143
7.11.33	Защиты, встроенные в коммутационные аппараты на напряжение 0,4 кВ.....	145
8	Ремонт печатных плат	148
9	Требования к испытательной аппаратуре	149
10	Записи.....	152
	Приложение А (рекомендуемое) Форма кабельного журнала	153
	Лист ознакомления	154
	Лист изменений	155

1 Область применения

1.1 Настоящая инструкция определяет технические мероприятия и методы производства работ по техническому обслуживанию устройств и комплексов релейной защиты и автоматики (далее – РЗА), а также функционально связанных с ними вторичных цепей и вспомогательной аппаратуры (реле, устройств, блоков питания), автоматических выключателей в цепях питания оперативным током и в цепях напряжения, микропроцессорных и электронных расцепителей автоматических выключателей напряжением до 0,4 кВ, измерительных трансформаторов тока и напряжения, элементов приводов коммутационных аппаратов, высокочастотных каналов и схем отбора напряжения (далее – вторичное оборудование), объемы и последовательность производства работ для каждого вида технического обслуживания, отдельных устройств РЗА и вторичного оборудования, установленных на электростанциях юридических лиц Группы Фортум (далее – Общества).

1.2 Требования настоящей инструкции распространяются на все виды технического обслуживания устройств РЗА и вторичного оборудования, выполняемые в процессе их эксплуатации и установленные в [И 6.3-161](#) (раздел 5).

1.3 Требования настоящей инструкции не распространяются на работы в устройствах и вспомогательных цепях управления, автоматики и сигнализации нагревательных, вентиляционных, осветительных, бытовых установок, устройств пожаротушения, охранной сигнализации и в других аналогичных цепях.

1.4 Настоящая инструкция подлежит применению персоналом Общества, осуществляющим техническое обслуживание устройств релейной защиты и автоматики.

1.5 Все подрядные организации, выполняющие техническое обслуживание устройств РЗА и вторичного оборудования на объектах Общества, должны руководствоваться и соблюдать требования настоящей инструкции. Данное требование должно быть включено в техническое задание на оказание соответствующих услуг/ выполнение работ.

1.6 Требования настоящей инструкции к выполнению работ по техническому обслуживанию устройств РЗА и вторичного оборудования являются дополнительными к требованиям, установленным в [И 6.3-161](#).

1.7 Владелец данного документа является служба релейной защиты и противоаварийной автоматики технического департамента ПАО «Фортум», которая несет ответственность за:

- сбор и анализ замечаний и предложений по документу, их учет при подготовке новой редакции документа;
- пересмотр и актуализацию документа по мере необходимости, верификацию документа не реже 1 раза в 3 года;
- обеспечение согласованности с действующими документами СМК.

1.8 Любой сотрудник, на которого распространяется область применения данного документа, или сотрудник, использующий результаты деятельности, осуществляемой в соответствии с данным документом, может инициировать внесение в него изменения по согласованию с его разработчиком. В случае разногласий с разработчиком документа, инициатор изменения может вынести изменение документа на согласование с протоколом разногласий на руководителя, утвердившего документ.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 5 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

2 Нормативные ссылки

В настоящей инструкции использованы ссылки на следующие нормативные документы:

[Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные приказом Минтруда России от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»](#)

[Правила технического обслуживания устройств и комплексов релейной защиты и автоматики, утвержденные приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 13.07.2020 г. № 555 «Об утверждении Правил технического обслуживания устройств и комплексов релейной защиты и автоматики и внесении изменений в требования к обеспечению надежности электроэнергетических систем, надежности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок «Правила организации технического обслуживания и ремонта объектов электроэнергетики», утвержденные приказом Минэнерго России от 25 октября 2017 г. № 1013»](#)

[Правила устройства электроустановок \(6-ое и 7-ое издания\) в действующей редакции](#)

[Правила по охране труда при работе с инструментом и приспособлениями, утвержденные Минтруда России от 27.11.2020 г. № 835н «Об утверждении Правил по охране труда при работе с инструментом и приспособлениями»](#)

[СО 34.35.311-2004 Методические указания по определению электромагнитных обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях](#)

[СО 34.45.627 Методические указания по проведению комплексных электрических испытаний блоков генератор-трансформатор и их устройств релейной защиты и автоматики](#)

[СО 153-34.03.603-2003 Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках](#)

[СО 153-34.20.501-2003 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации](#)

[РД 34.45-51.300-97 Объем и нормы испытаний электрооборудования](#)

[И 6.3-044-2022 Производство работ в цепях устройств РЗА при проверке взаимодействия их с другими устройствами РЗА и коммутационными аппаратами электротехнического оборудования](#)

[И 6.3-091-2022 Техническое обслуживание, ремонт и реконструкция основного и вспомогательного оборудования электростанций](#)

[И 6.3-161-2021 Техническое обслуживание устройств релейной защиты и автоматики](#)

[И 7.5-129-2019 Расчет и выбор параметров настройки \(уставок\), выдача и выполнение заданий по настройке устройств релейной защиты и автоматики](#)

3 Термины и определения

В настоящей инструкции применяются термины и определения в соответствии со [словарем терминов и определений](#).

4 Обозначения и сокращения

В настоящей инструкции использованы обозначения и сокращения в соответствии со [справочником сокращений](#) и заводской документацией устройств РЗА.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 6 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

5 Технические мероприятия и методы производства работ по техническому обслуживанию

5.1 Подготовительные работы

5.1.1 При новом включении или модернизации следует произвести проверку запроектированной аппаратуры РЗА, принципиальных и монтажных схем на предмет проектных ошибок, в особенности, в части стыковки вновь вводимой аппаратуры с действующими устройствами, на выполнение заданных технических требований, предъявляемых к устройству, на соответствие аппаратуры, поставляемой фирмами-изготовителями, проектным решениям и требованиям [ПУЭ](#) и [СО 153-34.20.501](#). Следует произвести анализ правильности работы схемы по отдельным цепям (переменного тока и напряжения, по оперативным цепям управления, блокировок, защиты, автоматики и т.п.) и всего устройства в целом. Целью анализа является устранение возможностей появления ложных цепей или неправильной работы схемы при повреждении в отдельных элементах схемы. Проверяется, в частности, следующее:

а) соответствие устанавливаемой аппаратуры РЗА первичному оборудованию, в частности, по коэффициентам трансформации трансформаторов тока и напряжения, по параметрам приводов коммутационных аппаратов и т.д.;

б) соответствие заданных уставок шкалам используемых реле или пределам регулирования уставок МП устройств;

в) соответствие источника оперативного напряжения условиям работы аппаратуры, в частности, по коэффициенту пульсаций выпрямленного напряжения, по допустимой длительности перерывов питания МП защит и т.д.;

г) правильность выбора помехозащищенности аппаратуры и цепей вторичной коммутации в заданной электромагнитной обстановке, определенной заранее, согласно рекомендациям [СО 34.35.311](#);

д) достаточность и надежность связей вновь вводимого или реконструируемого устройства РЗА с АСУ ТП, необходимость и достаточность объема информации, вводимой на каждое рабочее место АСУ ТП от анализируемого устройства РЗА;

е) выполнение требований директивных документов;

ж) правильность выполнения цепей переменного тока защит, схем соединений токовых цепей направленных и дифференциальных защит, правильность заземлений токовых цепей и т.п. В отдельных случаях (изменение проекта, реконструкция токовых цепей и т.п.) следует произвести проверку ТТ на допустимую погрешность;

з) правильность выполнения цепей ТН, в частности, правильность заземления вторичных обмоток, правильность выбора защиты от токов КЗ, соответствие работы ТН заданному классу точности и т.д.;

и) селективность автоматических выключателей и предохранителей, установленных в оперативных цепях; правильность работы схемы управления коммутационными аппаратами, в частности, блокировки от многократного включения выключателя на КЗ, блокировки от несинхронного включения генераторов и т.п.;

к) надежность работы контактных систем (по допустимому напряжению, по коммутационной способности и т.д.);

л) правильность подключения цепей указательных реле в цепях сигнализации, особенно при стыковке вновь вводимого устройства с действующей схемой центральной

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 7 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

сигнализации, правильность работы схемы при одновременном появлении максимально возможного количества сигналов;

м) правильность функционирования устройств РЗА при подаче и снятии оперативного напряжения;

н) соответствие монтажных схем принципиальным схемам.

Настоящий перечень не является исчерпывающим и может быть расширен, исходя из конкретных условий.

Для устройств на электромеханической элементной базе весь указанный выше анализ рекомендуется производить в процессе составления развернутых принципиально-монтажных схем. При использовании МП защит анализ производится с использованием логических схем отдельных терминалов и схем внешних соединений.

5.1.2 При необходимости следует разработать, согласовать со всеми заинтересованными сторонами и утвердить (типовую) рабочую программу вывода из работы (ввода в работу) устройства РЗА и (или) программу производства работ согласно [И 6.3-161](#) (раздел 7).

5.1.3 Непосредственно перед проведением работ по ТО следует подготовить необходимую документацию:

а) (типовую) рабочую программу вывода из работы (ввода в работу) устройства РЗА и (или) программу производства работ, или рабочие тетради;

б) техническую документацию, устанавливающую методики ТО: отраслевые инструкции/ методические указания по ТО (наладке) проверяемых устройств РЗА, или заводская документация (технические описания и инструкции по эксплуатации) на проверяемые устройства РЗА, или объемы и последовательность производства работ для отдельных устройств РЗА и вторичного оборудования, установленные настоящей инструкцией. При отсутствии технической документации, устанавливающей методики ТО, должны быть направлены запросы на заводы-изготовители устройств РЗА для ее получения;

в) актуальные задания по настройке устройств РЗА, выданные СРЗАиПА или персоналом РЗА (при необходимости);

г) исполнительные схемы (для находящихся в эксплуатации устройств РЗА);

д) протоколы ТО устройств РЗА;

е) при выполнении наладки – принципиальные и монтажные схемы устройств РЗА и вторичного оборудования, паспорта устройств РЗА и оборудования, данные заводских испытаний и, при наличии, бланки протоколов наладки для внесения в них результатов проверки;

ж) документы, являющиеся основанием для внесения изменений в исполнительные схемы (при необходимости);

з) рабочие журналы для текущих записей и сверки результатов с результатами предыдущего ТО.

Проводить какие-либо работы на устройствах РЗА без документации, указанной в перечислениях а), б), в), г), д), е) настоящего пункта, запрещается.

5.1.4 Следует подготовить испытательные устройства, измерительные приборы, инструмент, приспособления, проверив их исправное состояние, соответствие срока последней поверки или калибровки и испытаний (при наличии требований к их поверке, калибровке и испытаниям во внешних нормативных правовых актах), соединительные

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 8 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

провода и необходимые запасные части, дополнительные светильники (при недостаточной освещенности рабочего места).

Для МП устройств РЗА следует подготовить персональный компьютер/ ноутбук с необходимым для данных устройств программным обеспечением, необходимые кабели связи и преобразователи для подключения компьютера к МП терминалам. Для подключения ноутбука к разъему RS-232 лицевой платы терминалов типа БЭ2704 (100 серия) производства ООО НПП «ЭКРА» запрещается применение кабелей связи USB-RS232, не рекомендованных производителем и/или не входящих в комплект поставки.

5.2 Внешний осмотр

5.2.1 Внешнему осмотру подлежат все элементы проверяемого устройства РЗА и вторичного оборудования: релейная и коммутационная аппаратура; проводка и ряды зажимов на щитах управления, в релейных залах, в распределительных устройствах, в приводах выключателей и разъединителей, в шкафах сборок зажимов; кабельные каналы и лотки, контрольные кабели, их концевые разделки и соединительные муфты, трансформаторы тока и напряжения, высокочастотное оборудование и т.д.

5.2.2 При внешнем осмотре проверяется:

а) выполнение требований [ПУЭ](#), [СО 153-34.20.501](#) (подразделы 5.9, 5.10) и других директивных документов, относящихся к проверяемому устройству или к отдельным его узлам, а также соответствие проекту установленной аппаратуры и контрольных кабелей в пределах доступности для внешнего осмотра;

б) надежность крепления и правильность выполнения заземлений самой панели, ящиков, пультов с устройствами РЗА и установленной там аппаратуры;

в) отсутствие механических и коррозионных повреждений аппаратуры; отсутствие следов попадания на аппаратуру воды;

г) оценивается внешний вид состояния изоляции выводов реле и другой аппаратуры. На шпильки реле заднего присоединения старых типов должны быть надеты изоляционные трубки, а в случае переднего присоединения под выводы реле должны быть подложены изолирующие прокладки (за исключением разъемов типа СУРА);

д) состояние монтажа проводов на панелях, шкафах, ящиках и т.п. Должны отсутствовать неизолированные провода и жилы кабеля. В местах прохода проводов через отверстия не должно быть острых углов и заусенцев;

е) отсутствие на смежных зажимах цепей, случайное соединение которых может вызвать отключение и включение присоединения, КЗ в цепях постоянного или переменного тока;

ж) надежность и правильность выполнения ответвлений от шин управления и сигнализации (должна обеспечиваться возможность отсоединения и присоединения любого отходящего провода под напряжением и без нарушения разводки основной цепи);

з) соответствие марки и сечения кабелей проекту (отступление от проекта должно быть в установленном порядке согласовано с проектной организацией);

и) состояние кабелей по трассе прокладки (целостность брони или защитной оболочки и правильность их заземлений, окраска брони, очистка кабелей от джутового покрова); соответствие раскладки кабелей по трассе проекту; состояние конструкций для крепления кабелей; правильность выполнения защиты от механических повреждений; герметичность уплотнений труб, используемых для механической защиты кабелей наружной прокладки;

герметичность уплотнений в местах прохождения кабелей через стены и междуэтажные перекрытия; выполнение мер противопожарной безопасности в пределах существующих зон обслуживания; наличие и исправность кабельных вводов (сальников) в проходках через отверстия в металлических конструкциях, экранах, корпусах оборудования, шкафах. Данную проверку не обязательно совмещать с временем планового ТО. При отсутствии кабельных вводов (сальников) следует обеспечить их установку или иную дополнительную механическую защиту без потери герметичности ввода.

к) качество монтажа и подключения кабелей с алюминиевыми жилами. Изгибы алюминиевых жил кабелей должны выполняться с помощью шаблона, обеспечивающего трехкратный радиус изгиба по отношению к наружному диаметру жилы. Изгибы плоскогубцами и повторные перегибы не допускаются. Резервные алюминиевые жилы кабеля не следует скручивать в спираль. Их необходимо увязывать в жгут и закреплять за конструкцию панели (шкафа).

л) достаточность длины резервных жил, которая должна позволять подключение с запасом к наиболее удаленному зажиму. Концы резервных жил должны быть изолированы и на одной из жил должна быть надпись с указанием принадлежности к кабелю. Недопустимо объединять в один жгут резервные жилы разных кабелей. Подключенные рабочие жилы кабеля должны иметь нестирающуюся маркировку с указанием схемного обозначения жилы и принадлежности к конкретному кабелю.

м) правильность и качество выполнения концевых разделок кабелей, исключающих проникновение влаги, вытекание мастики и кабельной массы; наличие защиты резиновой изоляции жил кабеля от разделки до сборки зажимов, а для кабелей с бумажной изоляцией замена бумажной изоляции хлорвиниловыми трубками или лентой (хлорвиниловой или тафтяной) на лаке или эпоксидной смоле; надежность защиты кабельных разделок от дождя и снега; надежность выполнения кабельной связи и подключения газовых реле.

Подводка к газовым реле должна выполняться кабелями с маслостойкой изоляцией. Подключение кабелей непосредственно к газовым реле должно производиться через специальные коробки, которые обеспечивают необходимую герметичность.

н) герметичность уплотнений отверстий и крышек в шкафах, исправность замков, правильность и надежность крепления кабелей, уплотнений выводных отверстий для кабелей, наличие и соответствие проекту нагревательных элементов;

о) отсутствие течи масла у маслонаполненных трансформаторов тока и напряжения, отсутствие течи мастики, отсутствие трещин на выводных изоляторах вторичных обмоток, исправность и затяжка выводов, наличие маркировки;

п) наличие в цепях каждой группы гальванически связанных вторичных обмоток ТТ (или ТН) одного отдельного заземления в регламентированном месте. В схемах дифференциальной защиты, использующих две и более группы ТТ, заземление должно быть только в одной точке. После отделения одной из групп ТТ от общей схемы защиты должно быть обеспечено ее независимое заземление. Неиспользуемые вторичные обмотки ТТ должны быть закорочены и заземлены.

р) отсутствие закорачивающих перемычек в испытательных блоках цепей напряжения и оперативных цепей, правильность сборки перемычек в испытательных блоках токовых и других цепей, если это предусмотрено схемой. Цепи от трансформаторов тока, трансформаторов напряжения и источников оперативного напряжения должны подходить к

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 10 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

испытательным блокам снизу. При снятой крышке блоков, установленных в токовых цепях, их цепи должны закорачиваться и оставаться заземленными со стороны ТТ.

Если суммирование тока от разных комплектов ТТ производится на измерительных клеммах рядов зажимов панели, то соединение этих клемм должно производиться со стороны панели в соответствии с рисунком 1.

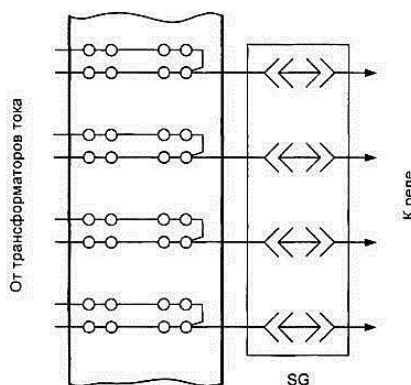


Рисунок 1 – Схема суммирования вторичных токов на клеммах панели

с) направление перевода накладок и ключей установки режима из положений, соответствующих основному рабочему режиму, в положения, соответствующие другим режимам (как правило должно быть справа налево);

т) состояние и правильность выполнения заземлений конденсаторов связи и фильтров присоединения высокочастотных каналов защиты и автоматики;

у) наличие на панелях надписей с обслуживаемых сторон, указывающих присоединение, к которому относится панель, ее назначение и порядковый номер, а на установленной на панелях аппаратуре - наличие надписей, указывающих ее наименование и назначение в соответствии с исполнительными схемами и оперативными наименованиями элементов первичной схемы. Таблички с надписями должны устанавливаться под аппаратурой, к которой они относятся. Если конструкция или заводское исполнение панели или шкафа не позволяет выполнить указанное требование (например, на панелях каркасно-реечного типа), допускается устанавливать таблички с надписями в другом месте, но как можно ближе к правому нижнему углу аппарата, к которому табличка относится. Надписи должны быть четкими и не допускать их различного толкования.

На панелях с аппаратурой, относящейся к разным присоединениям или разным устройствам РЗА одного присоединения, должны быть четкие разграничительные линии. Эти линии могут наноситься непосредственно на панели или на дополнительно устанавливаемые полосы из картона и подобного изоляционного материала (на панелях каркасно-реечного типа).

ф) правильность надписей на бирках и достаточность бирок, маркирующих кабели; правильность маркировки жил кабелей и проводов;

х) наличие маркировок крышек испытательных блоков и разъемов, если они выполнены по специальной схеме, отличной от стандартной (например, на панелях перевода присоединений на обходной выключатель);

ц) соответствие условий работы изделий состоянию окружающей среды. В частности, места установки панелей и шкафов устройств РЗА должны быть защищены от попадания брызг воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 11 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

5.3 Внутренний осмотр и проверка механической части аппаратуры

5.3.1 Настоящий раздел устанавливает общие требования по осмотру и проверке механической части аппаратуры. Особенности аппаратуры и проверки ее механической части установлены в специальных инструкциях или методических указаниях по отдельным типам реле и устройств. Внутренний осмотр терминалов МП устройств не производится, если иное не указано в заводском руководстве по эксплуатации.

5.3.2 При внутреннем осмотре необходимо проверить:

- а) целостность кожухов и стекол реле, комплектов и надежность их уплотнений в соответствии со степенью защиты, оговоренной в технической документации;
- б) наличие и целостность всех деталей аппаратуры;
- в) надежность креплений всех деталей аппаратуры: все жестко закрепленные (или скрепленные) детали не должны иметь люфта; крепящие винты, гайки и контргайки должны быть затянуты до отказа; выводные контактные винты и шпильки не должны проворачиваться;
- г) правильность установки подвижных систем, отсутствие препятствий для их перемещения в требуемых пределах при любой уставке реле, наличие и надежность упоров, наличие и надежность зазоров между вращающимися и неподвижными деталями, отсутствие искривлений осей, наличие необходимого продольного люфта и др.;
- д) целостность, правильность установки, надежность крепления противодействующих, возвратных, ведущих и других пружин; равномерность зазоров между витками спиральных пружин при любой их затяжке, возможной при изменении настройки или положения подвижной системы реле; правильность установки безмоментных контактных подвижных соединений;
- е) правильность установки механических передач, наличие свободного хода шестеренок и червячных пар, достаточность глубины их зацепления;
- ж) четкость хода часовых механизмов (проверяется без их разборки, на слух), надежность и равномерность вращения их подвижных частей при работе механизма;
- з) целостность и правильность установки подпятников и правильность заточки осей. Оценка состояния подпятников и концов осей производится по отсутствию затирааний без разборки реле. Только при наличии затирааний подпятник вывертывают и проверяют. Исправность агатовых подпятников (отсутствие трещин и выкрашиваний) проверяют, прощупывая кратер стальной иглой. Бронзовые подпятники и концы осей осматривают через лупу. Подпятники ни в коем случае не следует смазывать.
- и) правильность установки тормозных постоянных магнитов, равномерность зазоров, отсутствие затирааний в междуполюсном пространстве;
- к) целостность выводов и катушек реле, резисторов, отсутствие их механических повреждений, отсутствие следов термического разрушения изоляции;
- л) состояние и целостность изоляции соединительных проводов внутри аппаратуры. Применение в аппаратуре проводов в резиновой изоляции не допускается (резина выделяет серу, покрывающую серебряные контакты реле темным налетом).
- м) правильность регулировки, ход, нажим и чистоту контактов;
- н) надежность контактных соединений и паяк, которые можно проверить без разборки элементов. Все винты и гайки, прикрепляющие соединительные провода к контактам, выводным зажимам и другим элементам реле, должны быть надежно закреплены. Оконцеватели проводов, установленных под разные винты, не должны касаться один другого. Оконцеватели должны быть удалены от кожухов реле. Пайка должна иметь чистую

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 12 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

поверхность, достаточную механическую прочность и лаковое или иное покрытие, если оно предусмотрено техническими условиями на аппаратуру. Наличие антикоррозионного покрытия на выводах и контактных соединениях, установленных на открытом воздухе и в помещениях с агрессивной средой.

о) отсутствие грязи, пыли и посторонних предметов (металлических стружек и опилок) на деталях реле и зазорах;

п) состояние и правильность регулировки блок-контактов приводов выключателей, разъединителей, автоматических выключателей и другой аппаратуры (размеры люфтов, правильность регулировки рычажной передачи, надежность замыкания и размыкания контактов, их чистота), соответствие их положений принципиальной схеме, наличие незамерзающей смазки всех движущихся частей за исключением контактов;

р) прочность крепления гибких (многопроволочных) проводов или жил кабелей с обжимными наконечниками заводского монтажа.

5.3.3 Для аппаратуры и панелей РЗА, выполненных с применением полупроводниковых элементов, ИМС, для МП аппаратуры дополнительно проверяется:

а) надежность крепления направляющих планок для установки модулей и блоков в кассете, надежность крепления разъемов;

б) наличие свободного хода (около 2-3 мм) у пружин крепящих винтов (для розеток разъема РП14-30, обеспечивающих электрическое соединение модуля с кассетой);

в) качество пайки и целостность печатного монтажа. Печатный монтаж не должен иметь видимых повреждений в виде отслаивающихся проводников и заусенцев, перемычек между дорожками печатной схемы и выводами элементов, касаний крепящих винтов к дорожкам печатного монтажа, видимых нарушений металлизации монтажного отверстия и повреждения контактных площадок, нарушений лаковых покрытий.

г) надежность соединительных разъемов и качество пайки проводников, подходящих к разъемам, состояние контактных поверхностей. При выявлении неудовлетворительного механического состояния контактного соединения, выполненного навивом, перемонтаж можно осуществить пайкой. Выполнять навив без специальных приспособлений недопустимо ввиду ненадежности контакта.

5.3.4 Обнаруженные при внутреннем осмотре дефекты следует устранить, в том числе:

а) удалить пыль и грязь. Удаление пыли производится мягкой щеткой или пылесосом. Липкую грязь (лак, смазку и пр.) смывают соответствующим растворителем (спирт, спирто-бензиновая смесь). Металлические опилки или стружки из зазоров магнитов и магнитопроводов удаляют тонкой стальной пластинкой, деревянной палочкой из лиственных пород (несмолистой) или бумагой. Загрязненные подпятники прочищают заостренной деревянной несмолистой палочкой. Загрязненные или оплавленные контакты зачищают острым лезвием ножа или надфилем, промывают вышеуказанными растворителями и полируют воронилом. Применение для чистки контактов резины и абразивных материалов не допускается.

б) для реле прямого действия типов РТВ, РТМ, РНИ, РНВ в приводах выключателей, короткозамыкателей и отделителей присоединений на переменном оперативном токе произвести разборку, чистку и сборку механизмов электромагнитов включения и отключения. После сборки проверить четкость работы механизмов и отсутствие затираний сердечников и ударников с деталями привода и реле.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 13 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

- в) следует заменить поломанные или изношенные детали, детали крепежа (винты, гайки) с сорванной резьбой;
- г) заменить или дополнительно заизолировать провода с поврежденной изоляцией;
- д) произвести полную затяжку всех резьбовых соединений;
- е) устранить дефекты регулировки контактов;
- ж) выполнить ремонт печатных плат аппаратуры с использованием полупроводников и ИМС согласно требованиям раздела 8. Печатные платы МП устройств ремонту не подлежат и должны заменяться исправными.

5.4 Проверка схемы соединений устройства релейной защиты и автоматики

5.4.1 Проверку правильности выполненной схемы и маркировки жил и проводов следует произвести осмотром и проверкой наличия цепи, в том числе «прозвонкой». Следует проверить фактическое выполнение кабельных связей, соединений между отдельными элементами в панелях, шкафах, ящиках и т.п., а также цепи связи проверяемого устройства с другими устройствами РЗА, АСУ ТП и коммутационными аппаратами. В схемах, где не имеет особого значения способ разводки монтажа отдельных цепей внутри панели, шкафа и т.п., а важно только их принципиальное исполнение, фактическое выполнение схемы может быть проверено при проверке взаимодействия элементов проверяемого устройства РЗА в соответствии с требованиями 5.8 настоящей инструкции.

В случае выявления резервных цепей/ электрических связей, которые отсутствуют в проекте, необходимо выполнить анализ их назначения. Если эти цепи/ связи могут вызвать неправильное действие устройств РЗА, то их необходимо отключить и заизолировать, или демонтировать. Все изменения следует отразить в исполнительных схемах.

5.4.2 Осмотр можно применять в простых наглядных схемах, например, при однослойном плоском монтаже, когда все провода и места их присоединения хорошо видны. В этом случае осмотром проверяется правильность присоединения каждого провода от одного зажима к другому по монтажной и принципиальной или развернутой принципиально-монтажной схеме. Особое внимание должно быть обращено на наличие проводов, подключенных к зажимам и не учтенных в схемах. Эти провода должны быть отключены от зажимов и изолированы или демонтированы.

5.4.3 Проверку наличия цепи следует применять при скрытом монтаже (перфорации, в жгутах и при многослойном монтаже), а также при проверке кабельных связей.

5.4.3.1 При проверке наличия цепи («прозвонке») схемы на проверяемый провод подается напряжение от внешнего вспомогательного источника, присоединяемого между проверяемым и вспомогательным проводами по схеме согласно рисунку 2. На другом конце между проверяемым и вспомогательным проводами подключается любой указатель наличия тока или напряжения. Указатель дает показания при подключении к проверяемому проводу и не дает при подключении к другим проводам.

5.4.3.2 В качестве источников питания следует применять: сухие батареи, аккумуляторы. Во всех случаях должны быть выполнены требования [ПОТЭЭУ](#), [Правил по охране труда при работе с инструментом и приспособлениями](#), [СО 153-34.03.603](#). Указателем может быть лампа накаливания, светодиод, вольтметр, телефонные трубки, звонок, сигнальное реле и пр. Обычно источник питания и указатель объединяются в одном устройстве, называемом пробником.

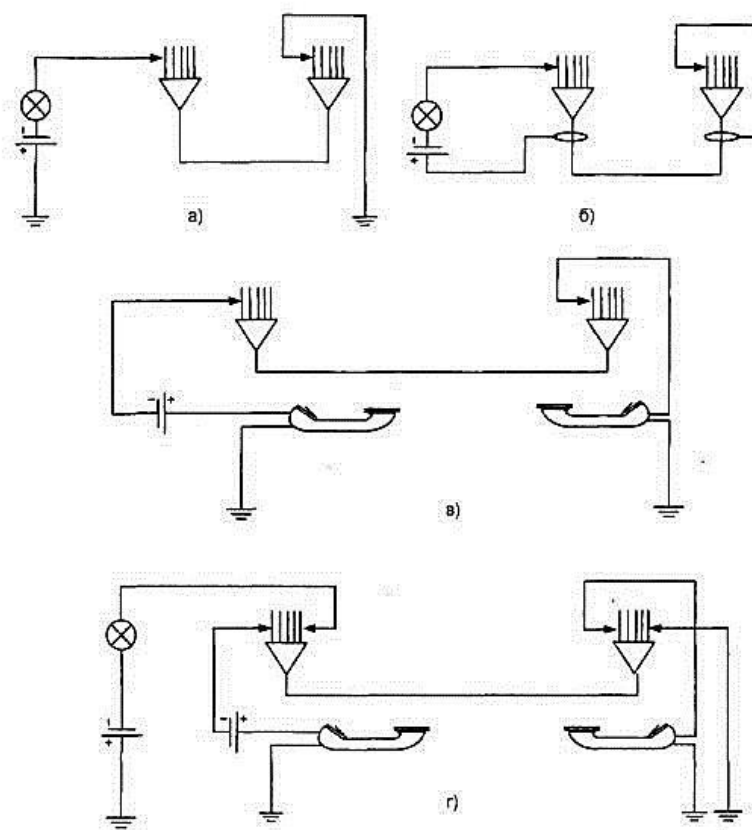
И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 14 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

5.4.3.3 Для «прозвонки» можно применять также различные омметры, например, в комбинированных приборах, а также приборы, построенные на базе различных генераторов с выходным зуммером.

5.4.3.4 Вспомогательным проводом может быть земля, металлическая оболочка или другая жила проверяемого кабеля, специально проложенный временный провод.

5.4.3.5 Вместо телефонных трубок разрешается использовать микрофонные гарнитуры, которые не нужно держать в руке.

5.4.3.6 Для «прозвонки» можно использовать пробники промышленного изготовления, если они соответствуют требованиям [Правил по охране труда при работе с инструментом и приспособлениями](#), [СО 153-34.03.603](#). Данные пробники обеспечивают проверку целостности электрических цепей, а также индикацию наличия напряжения на проверяемой цепи. При проверке схем соединений, содержащих полупроводниковые элементы и ИМС, не следует применять такие пробники, выходные уровни сигналов которых опасны для полупроводниковых элементов и ИМС. Обычно для этой цели используют омметры комбинированных приборов с соответствующими пределами.



а) – с использованием в качестве пробника батарейки и лампы, а в качестве обратного провода «земли»; б) – то же, а в качестве обратного провода оболочки (брони) кабеля; в) – с использованием микрофонных трубок; г) – то же, что и на рисунке (а) или (б), и с использованием микрофонных трубок для связи

Рисунок 2 – Основные схемы «прозвонки» цепей

5.4.3.7 Следует иметь в виду, что при «прозвонке» кабеля по схеме согласно рисунку 2 в), разговор при «прозвонке» может заглушаться блуждающим током, протекающим в земле, или токами, наведенными в проверяемом проводе от сильноточных устройств. В таком случае в качестве вспомогательного провода вместо «земли» можно использовать ранее проверенную

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 15 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

жилу проверяемого кабеля или жилу другого кабеля, концы которого находятся вблизи проверяемого.

5.4.3.8 «Прозвонка» кабелей сложных схем выполняется на основании проектного кабельного журнала или на основании монтажных и принципиальных схем с формированием кабельного журнала по рекомендуемой форме Приложения А в следующем порядке:

- а) отключить заземляющие проводники, имеющиеся в схемах;
- б) отсоединить провода от схемы с обеих сторон путем разъединения мостиков измерительных зажимов, снятием крышек испытательных блоков, приведением в разомкнутое состояние контактов реле, отсоединением проводов на рядах зажимов и на выводах аппаратуры;
- в) по одной из схем согласно рисунку 2, проверить правильность монтажа, при этом желательно отмечать цветным карандашом проверенный провод в месте его маркировки, в кабельном журнале и в развернутой принципиально-монтажной схеме;
- г) после «прозвонки» очередной жилы целесообразно сразу подсоединить ее на место с обеих сторон.

5.4.3.9 При «прозвонке» следует обратить особое внимание на проверку соответствия проекту положения контактов реле и кнопок, а также диаграмме переключателей, согласование полярностей обмоток реле и измерительных трансформаторов, а также на согласование подключения реле с несколькими обмотками и контактов с магнитами гашения дуги к схеме оперативного тока. Дополнительно, при сборке токовых цепей и при сборке схем, в которых различные режимы устанавливаются снятием или установкой контактных мостиков на испытательных выводах, следует контролировать место подключения перемычек на ряде зажимов (со стороны подключения кабелей или со стороны подключения внутренней коммутации панели).

5.4.3.10 При «прозвонке» схемы в том числе проверяется правильность маркировки проводов, кабелей, надписей под аппаратурой и соответствия этих надписей диспетчерским наименованиям первичного оборудования.

5.4.4 Проверку правильности внутреннего многослойного монтажа панелей, шкафов, пультов, агрегатных шкафов выключателей и т.п. заводского исполнения производить не следует за исключением случаев видимых повреждений, вызванных нарушением условий транспортировки и хранения.

5.5 Проверка изоляции

5.5.1 Проверка изоляции включает в себя измерение сопротивления изоляции и испытание электрической прочности.

5.5.2 Проверку изоляции при новом включении следует производить в два этапа:

- I этап – предварительное измерение сопротивления изоляции отдельных узлов устройств РЗА (ТТ и ТН, приводы коммутационных аппаратов, панелей, шкафов, пультов РЗА, контрольных кабелей и т.д.);
- II этап – измерение и испытание электрической прочности изоляции устройств в полностью собранной схеме.

5.5.3 При ТО действующих устройств РЗА первый этап может не выполняться, если результаты измерений в полной схеме удовлетворяют нормам. Второй этап целесообразно выполнять после предварительной проверки временных характеристик в соответствии с 5.6.

5.5.4 Для проверки изоляции нужно провести следующие подготовительные работы:

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 16 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

а) проверить, что проверяемые цепи полностью отсоединены от действующих цепей. Для этого необходимо отключить автоматические выключатели или предохранители в цепях оперативного напряжения, сигнализации, вторичных обмоток трансформатора напряжения (во избежание обратной трансформации напряжений на высокую сторону). Цепи, не имеющие автоматических выключателей или предохранителей, необходимо отсоединить от общих шин;

б) тщательно очистить всю проверяемую аппаратуру, кабельные разделки, ряды зажимов от пыли, грязи, ржавчины, влаги и т.п.;

в) отключить от схемы все заземляющие проводники;

г) исключить из проверяемой схемы все аппараты, изоляция которых проверяется более низкими уровнями напряжений. Для этого надо снять с панелей магнитоэлектрические, поляризованные реле, платы полупроводниковых нуль-индикаторов, закоротить выводы конденсаторов, диодов, стабилитронов, неоновых и электронных ламп, цепей выходных напряжений блоков питания полупроводниковых устройств РЗА, входных выводов промежуточных реле РП18, если они не закорачиваются обмотками других реле, резисторами или переключками, установленными на выводах для проверки изоляции. От испытываемой схемы отсоединяются также терминалы МП защит;

д) в пределах испытываемой схемы установить в рабочее положение переключатели, накладки, рабочие крышки испытательных блоков, кожухи аппаратуры;

е) для панелей, выполненных на полупроводниковой элементной базе, установить в рабочее положение задние крышки кассет, переключатели защит и автоматические выключатели блоков питания, отсоединить от корпуса панели шинки питания, переключатели контроля изоляции блоков питания установить в отключенное положение (для устройств с блоками питания БП-180);

ж) цепи, входящие в состав проверяемой схемы и отделенные от нее контактами реле или другой коммутационной аппаратурой, соединить с ней установкой в соответствующее положение ключей, накладок, контактов реле и т.п. или присоединить их к проверяемой схеме временными переключками;

з) на рядах зажимов устройства РЗА целесообразно собрать все цепи, электрически связанные между собой в отдельные группы, объединив выводы с помощью гибкого неизолированного провода или иным способом, например, специально изготовленными переключками с учетом конструктивных особенностей зажимов. Такими группами являются, например, токовые цепи проверяемой защиты, цепи напряжения, оперативные цепи и т.д. Оперативные цепи и цепи сигнализации, подключаемые к разным автоматическим выключателям или предохранителям, относят к разным группам.

При наличии на устройстве цепей, питающихся от двух аккумуляторных батарей, эти цепи должны быть объединены в разные группы. В случаях, когда в схемах имеются реле или измерительные приборы с обмотками, расположенными на общем каркасе (ваттметры, счетчики и т.п.), следует эти обмотки выделить из схемы, соединить одну с другой и подключить к одной из испытываемых групп цепей.

5.5.5 Измерение сопротивления изоляции следует производить:

а) относительно «земли» (корпуса);

б) между отдельными электрически не связанными между собой группами цепей, в частности, между группами цепей тока, цепей напряжения, оперативных цепей, цепей сигнализации и др.;

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 17 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

в) между жилами контрольных кабелей тех цепей, где имеется повышенная вероятность замыкания между жилами с серьезными последствиями. К таким цепям относятся: токовые цепи отдельных фаз, где имеется реле или устройства с двумя и более первичными обмотками (реле КРС, КРБ, РТФ и др.); токовые цепи ТТ с номинальным значением тока 1А; цепи газовой защиты; цепи конденсаторов, используемых как источник оперативного напряжения и т.п.;

г) между верхними и нижними выводами испытательных блоков при снятых крышках и отсоединенной на панели «земле» в этих цепях в тех случаях, когда внутри блоков устанавливаются закорачивающие перемычки.

5.5.6 Процесс измерения сопротивления изоляции регламентируется указаниями заводов-изготовителей, а также [ПУЭ](#), [СО 153-34.20.501](#), [РД 34.45-51.300](#) и настоящей инструкцией (первостепенным являются требования заводской документации). При этом нормируются напряжения, используемые для измерения сопротивления изоляции, и минимально допустимые значения сопротивления изоляции. Рекомендуется сравнивать значение сопротивления изоляции с результатами замеров в предшествующие проверки для анализа изменений.

5.5.7 Измерение сопротивления изоляции и выявление мест с ослабленной изоляцией

5.5.7.1 Напряжение, используемое для измерения сопротивления изоляции, зависит от рабочего напряжения испытываемых цепей.

Измерение сопротивления изоляции цепей с рабочим напряжением выше 60 В следует производить мегаомметром с номинальным напряжением, указанным в таблице 1.

Таблица 1 – Уровни напряжения мегаомметра и допустимые значения сопротивления изоляции

Испытываемый элемент	Напряжение мегаомметра, В	Наименьшее допустимое значение сопротивления изоляции, МОм
Шины постоянного тока на щитах управления и в распределительных устройствах (при отсоединенных цепях)	1000-2500	10
Вторичные цепи каждого присоединения и цепи питания приводов выключателей и разъединителей*	1000	1
Цепи управления, защиты, автоматики и измерений, а также цепи возбуждения машин постоянного тока, присоединенные к силовым цепям	1000	1
Токовые цепи с многообмоточными реле, включенными в разные фазы токовых цепей	500	1
Вторичные цепи и элементы при питании от отдельного источника или через разделительный трансформатор, рассчитанные на рабочее напряжение 60 В и ниже**	500	0,5
Вторичные цепи МП и МЭ устройств на рабочее напряжение 24 В и ниже	По рекомендациям завода-изготовителя	

Испытываемый элемент	Напряжение мегаомметра, В	Наименьшее допустимое значение сопротивления изоляции, МОм
Примечания: * Измерение производится со всеми присоединенными аппаратами (катушки приводов, контакторы, пускатели, автоматические выключатели, реле, приборы, вторичные обмотки трансформаторов тока и напряжения и т.п.). ** Должны быть приняты меры для предотвращения повреждения устройств, в особенности, МЭ и полупроводниковых элементов.		

При проверке изоляции между фазами в токовых цепях, где имеются двухобмоточные реле с обмотками, включенными в разные фазы, необходимо учитывать, что они имеют пониженную электрическую прочность изоляции между обмотками (особенно, если они выполнены одновременной намоткой на общий каркас, и, следовательно, их провода касаются один другого). Эту проверку следует производить с помощью мегаомметра с номинальным напряжением 500 В.

Измерение сопротивления изоляции цепей с рабочим напряжением 60 В и ниже следует производить мегаомметром с номинальным напряжением 500 В.

Измерение сопротивления изоляции цепей устройств РЗА на МЭ и МП базе с рабочим напряжением 24 В и ниже следует производить в соответствии с указаниями завода-изготовителя.

5.5.7.2 Значение сопротивления изоляции относительно «земли» и между электрически не связанными цепями должно быть не менее значений, установленных в таблице 1.

5.5.7.3 Для оценки состояния изоляции отдельных элементов схемы можно ориентироваться на средние опытные значения сопротивления изоляции, установленные в таблице 2.

Таблица 2 – Ориентировочные значения сопротивления исправной изоляции отдельных элементов схемы

Наименование	Ориентировочное значение сопротивления исправной изоляции относительно «земли», МОм
Вторичные обмотки встроенных трансформаторов тока	10-20
Вторичные обмотки трансформаторов напряжения и выносных трансформаторов тока	50-100
Обмотки электромагнитов управления	15-25
Контрольный кабель длиной до 300 м	20-25

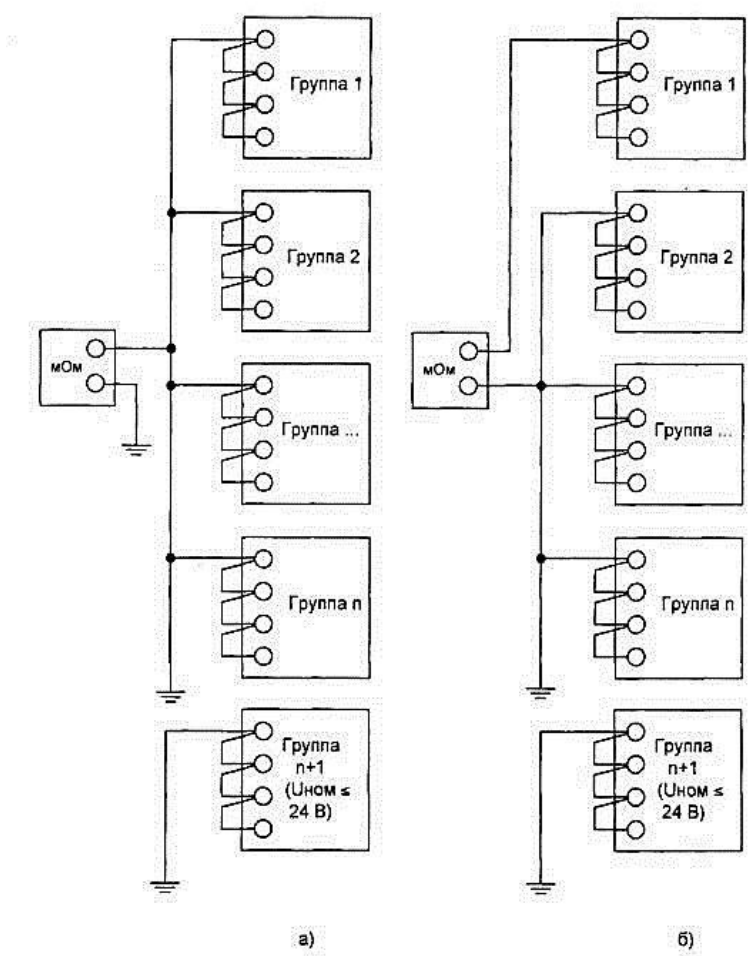
5.5.7.4 Измерение сопротивления изоляции следует производить в следующем порядке:

а) соединить все группы цепей, проверяемые мегаомметрами с одним и тем же номинальным напряжением, между собой с помощью вспомогательной шинки (целесообразно выполнить из гибкого оголенного проводника), измерить сопротивление изоляции относительно «земли» в соответствии с рисунком 3, позиция а);

б) заземлить вспомогательную шинку и, поочередно отключая от нее каждую группу, измерить сопротивление изоляции этой группы относительно всех остальных групп, объединенных между собой и заземленных в соответствии с рисунком 3, позиция б). При этом

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 19 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

группа (группы) цепей, для которой предусмотрена проверка мегаомметром с меньшим номинальным напряжением (группа $n + 1$ на рисунке 3, позиция б)), должна быть заземлена и отключена от вспомогательной шинки.



а) – всех групп относительно «земли» (корпуса); б) – выделенной группы относительно других групп и «земли»

Рисунок 3 – Схема измерения сопротивления изоляции

5.5.7.5 Для панелей, выполненных на базе полупроводниковых элементов и ИМС, измерение сопротивления изоляции следует производить сначала при вынутых из кассет модулях или блоках, а затем при вставленных. Вращение ручки мегаомметра с ручным приводом следует начинать медленно, постепенно доводя до номинальных оборотов. При бросках стрелки мегаомметра в направлении нулевого значения шкалы вращение ручки мегаомметра прекратить во избежание повреждения полупроводниковых элементов. При использовании электронного мегаомметра измерение сопротивления изоляции необходимо производить, переходя с помощью переключателя выходных напряжений мегаомметра от меньших значений испытательного напряжения к большим.

5.5.7.6 В случае пониженного значения сопротивления изоляции необходимо:

а) выяснить место и причину ухудшения изоляции (дефекты конструкции, неправильный монтаж или случайные местные дефекты, грязь, сырость, порча изоляции и пр.). Для этого следует разделить схему на участки и выделить те из них, которые имеют пониженное значение сопротивления изоляции. Затем, разделяя эти участки на более мелкие (отдельные обмотки, провода и детали) и проверяя сопротивление изоляции каждого из них, определить дефектный элемент;

б) устранить причины, вызвавшие ухудшение изоляции, затем повторить измерение.

5.5.8 Испытание электрической прочности изоляции

5.5.8.1 Испытание электрической прочности изоляции производят для всех объединенных в группы цепей относительно «земли» согласно 5.5.7.4, за исключением цепей с номинальным напряжением до 60 В) устройств РЗА, подвергшихся модернизации, ремонту или вновь смонтированных, напряжением 1000 В синусоидального переменного тока частоты 50 Гц в течение 1 минуты, если иное не указано в заводской документации.

5.5.8.2 Испытание электрической прочности изоляции производят с помощью специальных испытательных установок.

5.5.8.3 При отсутствии испытательных установок испытания должны проводиться по схеме согласно рисунку 4.

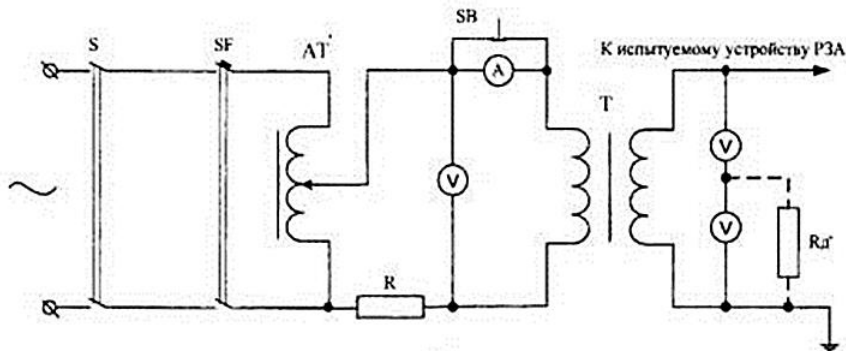


Рисунок 4 – Схема испытания электрической прочности изоляции

В схеме в качестве повышающего трансформатора Т может быть использован трансформатор НОМ-3, НОМ-6 или любой другой трансформатор мощностью 200-300 ВА с коэффициентом трансформации 100-200/1000-6000 В. Для плавного регулирования напряжения используется автотрансформатор АТ типа ЛАТР или комплектное устройство достаточной мощности.

Резистор R служит для ограничения тока при пробое изоляции. В схеме на рисунке 4 сопротивление резистора R (Ом) подсчитывается по формуле:

$$R = \frac{100}{n_{TH}^2}, \quad (1),$$

где n_{TH} – коэффициент трансформации повышающего трансформатора Т.

Допускается производить измерение на стороне низкого напряжения повышающего трансформатора при условии, что при испытании ток в обмотке низкого напряжения, измеряемый амперметром А, не превышает тока ХХ повышающего трансформатора.

5.5.8.4 Перед производством испытаний следует:

а) выполнить все мероприятия, предусмотренные [ПОТЭЭУ](#) при производстве испытаний электрооборудования с подачей повышенного напряжения от постороннего источника, в том числе убедиться в отсутствии напряжения в испытываемой схеме, оградить схему от возможного прикосновения, вывесить необходимые плакаты, удалить людей из зоны проведения испытаний, тщательно проверить схему для исключения попадания испытательного напряжения в другие схемы и т.д.;

б) соединить группы цепей для испытаний. Разветвленные цепи допускается испытывать по отдельным участкам для исключения перегрузок испытательной установки. Например, сложные цепи, связывающие несколько присоединений – схемы

дифференциальной защиты шин, синхронизации, АВР, цепи напряжения и сложных блокировок, – испытывать отдельными участками для каждого присоединения;

в) произвести непосредственно перед испытаниями измерение сопротивления изоляции относительно «земли» мегаомметром.

5.5.8.5 После присоединения к испытываемым цепям испытательной установки следует подать напряжение питания и произвести плавный подъем напряжения до 500 В.

Осмотреть с соблюдением правил техники безопасности всю испытываемую схему. В случае, если не замечено искрения или пробоя, и испытательное напряжение не изменяется, увеличить напряжение до 1000 В, которое подавать в течение 1 минуты, после чего напряжение плавно снизить до нуля и отключить питание от испытательной установки.

Испытательную схему замкнуть на «землю» для снятия остаточного заряда.

5.5.8.6 После окончания испытаний следует повторно измерить сопротивление изоляции мегаомметром.

5.5.8.7 Изоляция устройства РЗА считается выдержавшей испытание на электрическую прочность, если во время испытания не произошло пробоя изоляции, перекрытия поверхности изоляции или резкого снижения показаний вольтметра испытательной установки, и значение сопротивления изоляции, измеренное до и после испытаний, существенно не изменилось.

5.5.8.8 Если устройства РЗА и вторичные цепи не выдержали испытания напряжением 1000 В, то после обнаружения места повреждения и устранения неисправности испытание следует повторить.

5.5.8.9 При профилактическом восстановлении допускается проводить испытание электрической прочности изоляции относительно «земли» мегаомметром с номинальным напряжением 2500 В вместо испытания напряжением 1000 В переменного тока. Такая замена недопустима для устройств РЗА, содержащих полупроводниковые элементы и ИМС. Испытание мегаомметром проводится при тех же условиях, что и испытание напряжением 1000 В переменного тока.

5.5.8.10 После проведения испытания изоляции необходимо восстановить схему электрических соединений устройств РЗА и вторичных цепей.

5.6 Проверка электрических и временных характеристик элементов устройств релейной защиты и автоматики

5.6.1 При плановом ТО действующего устройства РЗА до выполнения внутреннего осмотра, механической ревизии и проверки изоляции необходимо выполнить предварительную проверку временных характеристик устройства РЗА в полной схеме с целью проверки работоспособности устройства, выявления дефектов, возникших за время, прошедшее с момента предшествовавшего ТО, и определения элементов устройства, на которые проверяющему персоналу следует обратить первоочередное внимание.

5.6.2 Проверка электрических и временных характеристик устройств РЗА производится при ТО в объемах, определенных в настоящей инструкции и инструкциях заводов-изготовителей устройств РЗА.

Перечни параметров и характеристик отдельных типов реле и устройств РЗА требующих проверки, а также условия их проверки определены инструкциями и методическими указаниями по ТО, разработанными для соответствующих типов реле и устройств РЗА. Устройства РЗА, в частности, МП, для которых отсутствуют соответствующие методические материалы, проверяются в соответствии с указаниями заводов-изготовителей.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 22 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Указания по проверке электрических и временных характеристик элементов приводов коммутационных аппаратов установлены в 5.7 настоящей инструкции.

5.6.3 Проверку устройства РЗА или отдельных элементов можно производить на месте установки или в другом приспособленном для этой цели помещении. При проверке и настройке в другом помещении после возвращения устройства РЗА или отдельных элементов на место установки необходимо проверить контрольные точки их характеристик и работу этих устройств РЗА в полной схеме.

5.6.4 При проверках устройств РЗА питание испытательных устройств должно производиться, как правило, не от рабочих, а от посторонних источников постоянного и переменного напряжения через специальные щитки, обеспеченные защитой, чувствительной к КЗ в схеме испытаний.

5.6.5 Проверку устройств РЗА следует производить с помощью комплектных испытательных устройств (переносных, передвижных или стационарных, а также встроенных в устройства РЗА).

Подключение испытательных устройств выполнять с обязательным использованием исполнительных схем. При подключении устройства в схему необходимо проверять отсутствие напряжения в точках подключения и проводить анализ схемы на предмет влияния подаваемого напряжения и срабатывания выходных контактов реле на другие элементы схемы. По результатам анализа принимать дополнительные меры по исключению воздействий на другие элементы и/или устройства.

Испытательные устройства должны обеспечивать возможность регулирования и измерения тока, напряжения и угла сдвига между ними в нужных пределах и быстрый переход (с помощью специальных переключателей) от одних испытательных схем к другим и от проверки реле на одних фазах к проверке их на других, измерение временных характеристик устройств РЗА. Испытательные устройства должны соответствовать требованиям, установленным в разделе 9.

Автоматическая проверка сложных устройств РЗА должна выполняться проверкой измерительных органов и логической схемы (алгоритма) устройства со стороны входных зажимов во всех, предусмотренных схемой, режимах его функционирования. Проверка должна производиться путем подачи/снятия определенных последовательностей сигналов переменного тока и напряжения, а также внешних логических сигналов, на ряды зажимов устройства при значениях оперативного напряжения, равных: номинальному; 0,8 номинального; 1,1 номинального.

При проверке устройств РЗА с большим входным сопротивлением токовых цепей (например, электромеханических устройств) и недостаточным значением выходного напряжения в канале тока испытательного устройства допускается подключение канала тока этого устройства непосредственно к проверяемому аппарату.

Для МП терминалов ООО НПП «ЭКРА», входящих в состав шкафа защиты сборных шин напряжением 110-500 кВ, дополнительно к объему, определенному инструкциями завода-изготовителя, производить проверку всех используемых аналоговых датчиков тока подачей от испытательного устройства тока кратностью 10 $I_{ном}$ и длительностью не более 1 секунды с последующей оценкой правильности измеренных терминалом показаний входных аналоговых сигналов по записанной осциллограмме.

5.6.6 При проверке и настройке электрических характеристик элементов в схеме устройства РЗА ток и напряжение от испытательных устройств должны подводиться к

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 23 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

входным зажимам панели, по крайней мере, при новом включении. В этом случае учитывается наличие в цепях устройства различных вспомогательных аппаратов, влияющих на его характеристики, и обеспечивается одновременно проверка правильности монтажа устройства РЗА и взаимодействие реле в схеме.

При новом включении должна быть проверена правильность монтажа цепей от ряда зажимов панели до испытательных блоков.

После присоединения устройства РЗА к действующим цепям подключение испытательных устройств при проведении планового ТО может осуществляться с помощью контрольных штекеров испытательных блоков. При этом все контактные шпильки контрольных штекеров, находящихся под рабочим напряжением, должны быть изолированы, а необходимые перемычки на штекерах выполняться изолированным проводом.

5.6.7 Проверку электрических характеристик элементов устройства РЗА, параметры которых зависят от формы кривой тока, например, некоторых индукционных реле с зависимой характеристикой, реле с насыщающимися трансформаторами, быстродействующих полупроводниковых реле и др., следует производить по схемам, обеспечивающим синусоидальность тока, подаваемого на реле защиты. Синусоидальность тока может быть обеспечена, например, питанием проверочных устройств от линейных напряжений, от понижающих трансформаторов достаточной мощности, включением активных сопротивлений в цепь регулируемого тока и т.п.

5.6.8 При настройке или проверке электрических характеристик элементов устройства РЗА, реагирующих на угол между векторами напряжения и тока или между векторами двух токов (напряжений), необходимо учитывать возможность появления вносимых испытательными установками дополнительных углов сдвига между измеряемыми и подаваемыми в проверяемый аппарат величинами. Следует, по возможности, исключить эти углы сдвига или учесть их при проверке.

5.6.9 Параметры срабатывания реле или измерительного органа зависят от способа подачи сигнала на его вход (плавно или толчком).

При КЗ в энергосистеме все электрические величины на входе защиты меняются толчком, в отличие от режима перегрузки, где они изменяются плавно. При разработке устройств РЗА обычно в числе технических требований указывается допустимая динамическая погрешность уставки реле, то есть допустимый процент отклонения уставки, измеренной при плавном изменении входной величины и при ступенчатом изменении (подаче ее толчком). В определенных случаях для быстродействующих реле эта погрешность должна учитываться при расчете уставок защит, если уставка при проверке определялась плавным изменением входной величины.

Определение электрических параметров срабатывания и возврата всех реле следует производить, как правило, при плавном изменении электрических величин, на которые реагируют реле, если в инструкции или в указаниях завода-изготовителя по проверке данного реле нет других указаний.

5.6.10 При проверке необходимо учитывать термическую стойкость устройств РЗА, проявляя особую осторожность при подведении к проверяемому устройству токов или напряжений, превышающих длительно допустимые значения. В этом случае необходимо подавать ток (напряжение) кратковременно или исключать из схемы термически неустойчивые элементы.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 24 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

5.6.11 Время срабатывания и возврата устройств РЗА, в том числе, промежуточных реле и реле времени в электромеханических устройствах определяются при номинальном значении оперативного напряжения на выводах панели. Если временные параметры промежуточных реле определяют селективность работы устройств РЗА, то они должны также проверяться при изменении оперативного напряжения в диапазоне от 80 до 110% номинального значения.

Временные параметры элементов, используемых в измерительных органах устройств РЗА, определяются при определенных кратностях по отношению к параметру срабатывания (возврата), указанных в технических данных на эти устройства.

5.6.12 При проверке выставленных уставок устройств РЗА, которые заданы в соответствии с [И 7.5-129](#), необходимо произвести их пересчет во вторичные величины с учетом коэффициентов трансформации ТТ, ТН и схемы включения реле по следующим формулам:

$$I_2 = \frac{I_1}{K_{TT}} \cdot K_{cXI}; U_2 = \frac{U_1}{K_{TT}} \cdot K_{cXU}, \quad (2),$$

$$Z_2 = \frac{Z_1 \cdot K_{TT}}{K_{TN}}; S_2 = \frac{S_1}{K_{TT} \cdot K_{TN}} \cdot K_{cXS}, \quad (3),$$

где I_1 ; U_1 , Z_1 , S_1 – первичные значения тока (А), напряжения (В), сопротивления (Ом) и мощности (ВА);

I_2 , U_2 , Z_2 , S_2 – вторичные значения тока (А), напряжения (В), сопротивления (Ом) и мощности (ВА);

K_{cXI} – коэффициент схемы, учитывающий схему соединений вторичных обмоток ТТ, равный отношению значения тока, протекающего в устройстве РЗА в симметричном режиме, к значению тока во вторичной обмотке ТТ;

K_{cXU} – коэффициент схемы, учитывающий соответствие между фазными и линейными значениями напряжения, задаваемыми в уставках, и схемой включения реле во вторичных цепях;

K_{cXS} – коэффициент схемы, учитывающий соответствие между мощностью (однофазной и трехфазной), заданной в уставках и схемой подключения устройства ко вторичным цепям;

K_{TT} , K_{TN} – коэффициенты трансформации ТТ и ТН.

5.6.13 Промежуточные реле и реле времени электромеханических устройств РЗА допускается проверять отдельно от общей схемы, отключая от нее обмотки реле или снимая сами реле с панели, если в схеме не предусмотрены токоограничивающие резисторы, конденсаторы, диоды, резисторы, шунтирующие обмотки реле и другие элементы, влияющие на работу реле. При наличии таких элементов необходимо реле проверять в полной схеме. При этом следует учитывать следующие факторы: длительность подачи напряжения в схему до начала измерения (для того, чтобы успели полностью зарядиться конденсаторы, участвующие в работе схемы); возможные изменения в цепях, шунтирующих обмотку испытуемого реле в процессе измерения, например, возможные колебания оперативного напряжения от испытательных устройств.

5.6.14 Регулировку и настройку уставок устройств РЗА необходимо выполнять с учетом следующих условий:

а) для выходных быстродействующих реле постоянного тока (или реле воздействующих на выходные), ложное срабатывание которых может привести к действию коммутационных аппаратов или устройств противоаварийной автоматики, необходимо

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 25 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

устанавливать напряжение срабатывания реле равным 60-65% номинального значения оперативного напряжения;

б) проверка шкалы уставок электромеханических реле должна производиться с учетом имеющихся разбросов параметров реле в связи с зависимостью времени срабатывания от фазы включения тока или напряжения. Уставка должна определяться как среднее арифметическое значение из трех измерений на одной точке шкалы для электромеханических реле и среднего из десяти измерений для быстродействующих полупроводниковых реле. В последнем случае может быть использовано устройство включения в заданную фазу. При этом можно также ограничиться следующими измерениями;

в) электромеханические токовые реле, реле напряжения, времени, сопротивления, мощности, а также пусковые и блокирующие устройства следует проверять только на рабочей уставке, а также на тех делениях шкалы, где уставки изменяются оперативным персоналом;

г) электромеханические промежуточные реле, реле тока и напряжения, имеющие несколько обмоток, включенных в разные цепи, должны проверяться при подаче тока или напряжения поочередно в каждую из обмоток. Предварительно должна быть проверена полярность включения обмоток;

д) настройка уставки реле сопротивления должна производиться при заданных углах и токах настройки в соответствии с методическими указаниями по ТО дистанционных защит;

е) настройка уставок МП защит выполняется путем задания их через дисплей устройства или по специальной программе задания уставок через подключенный компьютер. После ввода требуемых значений производится их проверка подачей соответствующих величин от испытательного устройства. При отсутствии промежуточных контрольных точек и наличии только выходных и сигнальных реле следует использовать выделение одного из этих реле (которое можно перепрограммировать) для проверки различных внутренних функций устройств.

5.6.15 При выполнении работ в устройствах с МЭ элементной базой модульной или блочной конструкции следует дополнительно соблюдать следующие меры предосторожности:

а) при необходимости работы с модулем вне панели заземлить шасси модуля;

б) запрещается при протекании через устройство РЗА рабочего тока вынимать модули, содержащие токовые элементы и цепи, при вставленных рабочих крышках испытательных блоков в токовых цепях;

в) во избежание повреждений микросхем модули и блоки вынимать из кассет и вставлять их в кассеты следует только при отключенном блоке питания.

5.6.16 При проверке временных характеристик необходимо учитывать, что полное время работы устройства РЗА – это время от момента приложения воздействующей величины на вход устройства РЗА до момента замыкания контактов выходных реле, воздействующих на отключение (включение) коммутационных аппаратов или на другие устройства РЗА.

Поэтому запускать секундомер для проверки времени действия устройства РЗА следует одновременно с подачей аварийных параметров тока, напряжения или дискретного сигнала на вход устройства РЗА, а останавливать от контакта выходного реле схемы. Регулируя при этом время действия элементов задержки, реле времени или промежуточных реле (имеющих такую регулировку), добиваются, чтобы полное время работы устройства РЗА было равно заданному.

Целесообразно проверку времени действия устройств РЗА совмещать с проверкой временных характеристик устройств РЗА в полной схеме согласно 5.9.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 26 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Время срабатывания или возврата отдельных элементов в сложных защитах, в том числе на ИМС, измеряется с помощью выносных или встроенных приспособлений и выносного или встроенного в испытательное устройство секундомера.

Для таких схем измерение времени действия отдельных элементов устройств РЗА можно производить с помощью дополнительного быстродействующего (герконового) реле, включаемого на выход схемы. При этом следует проверять допустимость дополнительной нагрузки на бесконтактном выходе схемы и при недопустимости этой нагрузки включать герконовые реле через полупроводниковый повторитель.

Время срабатывания этого реле при измерении небольших выдержек времени следует вычитать из измеренного времени.

5.6.17 Уставки устройств РЗА следует настраивать при текущем ТО в случаях, если отклонения уставок устройств РЗА отличаются от ранее выставленных на значения, превышающие указанные в таблице 3 (если иное не указано в инструкции завода-изготовителя).

5.6.18 Для МП устройств РЗА допустимые отклонения уставок от выставленных при наладке должно соответствовать указаниям завода-изготовителя. При отсутствии таких указаний – допустимым отклонениям уставок, установленным в таблице 3.

Таблица 3 – Допустимые отклонения уставок устройств РЗА

Наименование параметра	Допустимое отклонение*
Выдержка времени быстродействующих защит без элемента задержки	
Выдержка времени устройств РЗА с элементами задержки на базе электромеханических реле, с:	
• с реле времени с максимальной уставкой более 3,5 с	$\pm 0,1$
• с реле времени с максимальной уставкой менее 3,5 с	$\pm 0,06$
• устройств БАПВ, УРОВ, противоаварийной автоматики, выполненной с реле времени повышенной точности (с максимальной уставкой по времени 1,3 с)	$\pm 0,03$
Выдержка времени устройств РЗА с зависимой характеристикой, с:	
• в зависимой части (контрольные точки)	$\pm 0,15$
• в независимой части	$\pm 0,1$
Выдержка времени встроенных в привод реле в независимой части (с учетом времени отключения выключателя), с	$\pm 0,15$
Ток и напряжение срабатывания реле, встроенных в привод, %	± 5
Сопротивление срабатывания дистанционных органов устройств РЗА, %	± 3
Ток и напряжение срабатывания реле переменного тока и напряжения, %	± 3
Ток и напряжение срабатывания для отключающих и включающих катушек приводов коммутационных аппаратов, %	± 5
Мощность срабатывания реле мощности, %:	
• устройств РЗА (кроме измерительных органов противоаварийной автоматики)	± 5
• измерительных органов противоаварийной автоматики	± 3
Напряжение и ток срабатывания реле постоянного тока, %	$\pm 3-5$
Коэффициент возврата реле:	
• не встроенного в привод	$\pm 0,03$

Наименование параметра	Допустимое отклонение*
Выдержка времени быстродействующих защит без элемента задержки	
• встроенного в привод	$\pm 0,05$
Напряжение и ток прямой, обратной и нулевой последовательности пусковых органов устройств РЗА, %	± 5
Выходные напряжения блоков питания полупроводниковых защит, %:	
• стабилизированные	$\pm 1-3$
• нестабилизированные	$\pm 5-10$
Угол между векторами напряжения реле контроля синхронизма, %	± 10
Угол срабатывания панели угловой автоматики, %	± 2
Параметры срабатывания и возврата поляризованных реле измерительных органов устройств РЗА, %	$\pm 5-10$
Напряжение срабатывания устройства блокировки неисправности цепей напряжения, %	$\pm 10-15$
Сопротивление компенсации сопротивления обратной последовательности, %	5-10
Ток компенсации емкостного тока ВЛ, %	± 15
Проводимость компенсации емкостной проводимости ВЛ, %	± 15
Координаты особых точек характеристик реле сопротивления, %	15-20
Время срабатывания и возврата промежуточных реле, для которых оно задано в уставках или определено в инструкциях или методических указаниях, %	± 10
Примечание:	
* Если допустимое значение не указано в документации завода-изготовителя, то оно определяется как сумма максимальных значений времени срабатывания последовательно работающих элементов.	

5.6.19 В случае, если проверка элемента устройства РЗА производилась со снятием с панели (шкафа, ящика, пульта и т.п.) и отключением проводов внешней коммутации, после окончания проверки и подсоединения аппарата должна быть проверена его схема соединений одним из способов, указанных в 5.4.

5.7 Проверка электрических и временных характеристик элементов приводов и схем управления коммутационных аппаратов

5.7.1 На объектах Общества используется несколько типов выключателей: масляные, элегазовые, вакуумные, электромагнитные.

5.7.2 Для управления коммутационными аппаратами используются привода электромагнитные, пневматические, пружинные, грузовые и др. Привод и управляемый им коммутационный аппарат следует рассматривать как единое целое. Правильность работы коммутационного аппарата зависит от правильности регулировки привода и наоборот. Регулировать механизм привода необходимо совместно с регулировкой аппарата.

5.7.3 Проверку электрических характеристик привода следует производить только в случае его соответствия следующим требованиям: полная исправность всех деталей механизма привода, чистота, отсутствие ржавчины, надлежащая смазка, выполнение всех требований в части зазоров, люфтов и др. требований, излагаемых в инструкциях фирм-изготовителей и нормативных материалах.

5.7.4 Регулировку приводов и его блок-контактов осуществляет персонал, обслуживающий коммутационные аппараты. Персонал РЗА осуществляет контроль регулировки и состояния блок-контактов после окончания работ по регулировке коммутационного аппарата.

5.7.5 Проверку электрических и временных характеристик следует производить в объемах, указанных в инструкциях заводов-изготовителей, [РД 34.45-51.300](#) на механически исправных приводах после их ревизии и проверки правильности регулировки их блок-контактов.

5.7.6 При ТО приводов следует измерить сопротивления постоянному току электромагнитов управления и контактора электромагнитов включения. Измерение можно производить с помощью моста постоянного тока или методом амперметра и вольтметра с ближайшего к приводу ряда зажимов. Измеренные значения должны соответствовать заводским нормам, а при их отсутствии – значениям согласно [РД 34.45-51.300](#).

5.7.7 Для электромагнитов с форсировкой измерение сопротивления следует производить в режиме форсировки и в режиме ввода дополнительной части обмотки или сопротивления при дешунтировании блок-контакта электромагнита от руки. Измеренное значение должно соответствовать данным завода-изготовителя.

5.7.8 При новом включении или модернизации следует измерить также сопротивление постоянному току всей цепи включения и всей цепи отключения (или всех упомянутых цепей для выключателей с пофазным приводом или для выключателей с двумя электромагнитами отключения) от шин постоянного тока в нормальной схеме и при закороченных электромагнитах управления. По измеренным значениям расчетным путем следует убедиться в том, что падение напряжения в кабелях управления в момент включения и отключения не превышает 10% номинального значения. Для выключателей с электромагнитами, имеющими форсировку, падение напряжения в кабелях необходимо определять при расчетном токе, составляющем 50% от установившегося значения при несработавших электромагнитах (блок-контакты форсировки замкнуты).

5.7.9 Необходимо проверить параметры срабатывания электромагнитов управления и контакторов электромагнитов включения.

5.7.9.1 Для всех электромагнитов отключения и включения электромагнитных, ручных, пружинных и грузовых приводов, электромагнитов управления выключателями и контакторов включения электромагнитных приводов постоянного и переменного тока различают напряжение (ток) надежной работы и напряжение (ток) срабатывания.

Напряжением (током) надежной работы считается минимальное напряжение (ток), при подаче которого толчком электромагнит отключает или включает выключатель, отделитель, короткозамыкатель и т.п. с временными и скоростными характеристиками, гарантированными заводом-изготовителем для данной конструкции. При проверках определяется, не превышает ли напряжение (ток) нормативного значения.

Напряжение надежной работы также подбирается при плавном увеличении напряжения. Затем значение напряжения надежной работы уточняется при подаче напряжения толчком.

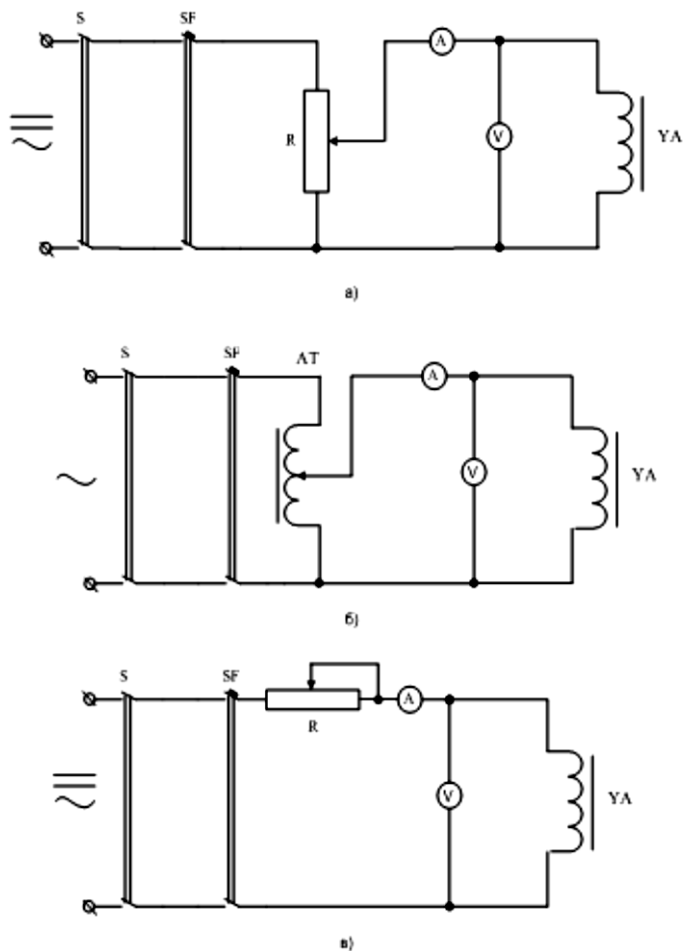
Напряжением (током) срабатывания считается минимальное напряжение (ток), при котором электромагнит отключает или включает коммутационный аппарат с возможным отклонением временных и скоростных характеристик от гарантированных заводом-изготовителем. При проверках определяется либо абсолютное значение этого напряжения, либо то, что оно не превышает нормативного значения.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 29 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Для всех электромагнитов определение параметра срабатывания производится при плавном увеличении напряжения или тока.

5.7.9.2 Срабатывание электромагнитов включения и отключения и контакторов включения постоянного тока рекомендуется проверять по схемам согласно рисунку 5, позиции а), в). Схема на рисунке 5, позиция а) применяется для проверки электромагнитов малой мощности, на рисунке 5, позиция в) – большой мощности.

5.7.9.3 Для проверки срабатывания шунтовых электромагнитов переменного тока рекомендуется схема, приведенная на рисунке 5, позиция б), а для токовых электромагнитов, работающих в схемах дешунтирования, схема на рисунке 5, позиция в).



а) – потенциометром; б) – автотрансформатором; в) – реостатом

Рисунок 5 – Схемы для проверки электрических характеристик электромагнитов приводов коммутационных аппаратов

5.7.9.4 При подборе реостатов, потенциометров и автотрансформаторов необходимо учитывать следующее:

а) значение тока в обмотках токовых электромагнитов не должно изменяться при втягивании сердечника более чем на 5-10%, поэтому реостат в схеме на рисунке 5, позиция в) должен иметь достаточно большое значение сопротивления. Ориентировочное значение сопротивления реостата (R) может быть определено по приближенной формуле:

$$R = (2 - 3) \cdot X_3 - R_3, \quad (4),$$

где X_3 – индуктивное сопротивление обмотки электромагнита при втянутом положении сердечника, Ом;

R_3 – активное сопротивление обмотки электромагнита, Ом.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 30 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Проверять токовые электромагниты по схемам на рисунке 5, позиции а), б) недопустимо, так как они не обеспечивают соблюдения вышеуказанного условия;

б) значение напряжения на обмотке электромагнита переменного напряжения не должно изменяться при втягивании сердечника. Для выполнения этого условия сопротивление потенциометра в схеме на рисунке 5, позиция а) должно быть очень мало. Поэтому рекомендуется проверку этих электромагнитов производить с помощью автотрансформатора по схеме на рисунке 5, позиция б);

в) во всех случаях при проверке электромагнитов постоянного тока сопротивление реостатов и части потенциометра, включенных последовательно с обмоткой электромагнита, должно быть минимальным. Чем больше значение этого сопротивления, тем быстрее будет нарастать ток в обмотке электромагнита при подаче на нее напряжения толчком за счет уменьшения результирующего отношения индуктивности к активному сопротивлению цепи. Напряжение надежной работы при этом снижается, что может вызвать ошибки в регулировке.

5.7.9.5 При проверке электромагнитов управления с помощью комплектных испытательных устройств, следует учитывать особенности испытательного устройства. При проверке электромагнитов управления переменного тока внутреннее сопротивление устройства должно быть значительно меньше, чем сопротивление электромагнита, чтобы, ток при втягивании сердечника изменялся не более чем на 5-10%.

5.7.9.6 Для электромагнитов отключения масляных выключателей следует проверить напряжение срабатывания, т.е. минимальное значение оперативного напряжения, при котором отключается выключатель.

Проверка производится непосредственно возле привода выключателя с использованием соответствующей схемы на рисунке 5, в следующем порядке:

а) быстро (чтобы нагрев обмотки электромагнита был минимальным) увеличить напряжение до 35% номинального значения. Снять напряжение и подать его толчком. Выключатель не должен отключаться, в противном случае требуется регулировка;

б) продолжить увеличение напряжения с контролем по вольтметру до момента отключения выключателя, но не выше 65% номинального значения. Зафиксировать напряжение на электромагните, которое было перед отключением выключателя, как напряжение срабатывания;

в) если при плавном увеличении напряжения до 65% номинального значения выключатель не отключится, то опробовать действие электромагнита при подаче этого же значения напряжения толчком. Если и при этом он не отключится, то отрегулировать привод.

При проверке напряжения срабатывания после каждой неудавшейся попытки необходимо отключить выключатель (при подаче напряжения толчком) и вернуть отключающую защелку в исходное положение. При предварительной проверке возврат допускается производить вручную, перед окончательной проверкой следует отключить и включить выключатель от схемы управления.

5.7.9.7 Для контактора включения масляного выключателя с электромагнитным приводом следует проверить напряжение срабатывания с использованием схемы на рисунке 5, позиция в).

При снятом питании электромагнита включения и установленных на контакторе гасительных камер плавно увеличить напряжение на обмотке контактора включения и зафиксировать напряжение полного втягивания магнитной системы, которое должно быть не выше 65% номинального значения. Плавно снижая напряжение, проверить напряжение

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 31 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

возврата, которое не нормируется, но не должно существенно отличаться от данных предыдущих измерений (снижение напряжения возврата свидетельствует о нарушении механической регулировки, затираниях и т.п.).

5.7.9.8 Проверку напряжения срабатывания электромагнитов включения короткозамыкателей, электромагнитов отключения отделителей, электромагнитов включения и отключения выключателей с пружинными и грузовыми приводами осуществляют аналогично порядку, установленному в 5.7.9.6.

Напряжение срабатывания электромагнитов отключения отделителей и масляных выключателей с грузовым и пружинным приводами (а также электромагнитов включения короткозамыкателей) на постоянном и переменном оперативном напряжении не должно превышать 65% номинального значения.

Напряжение срабатывания электромагнитов включения выключателей с грузовым и пружинным приводами на постоянном и переменном оперативном напряжении должно быть не выше 80% номинального значения.

5.7.9.9 У электромагнитов, питающихся переменным током по схеме дешунтирования, проверяется ток срабатывания.

Проверка осуществляется по схеме на рисунке 5, позиция в).

На основании опыта эксплуатации необходимо обеспечивать ток срабатывания токовых электромагнитов не более 80% тока срабатывания наиболее чувствительной защиты, действующей на этот электромагнит. Коэффициент чувствительности токовых защит в зоне основного действия должен быть не менее 1,5, минимальное значение тока, проходящего по обмотке электромагнита при КЗ, должно быть в $1,5/0,8 = 1,9$ раза больше значения его тока срабатывания. При КЗ в зоне резервного действия минимальное значение тока, проходящего по обмотке электромагнита при КЗ, должно быть в $1,2/0,8 = 1,5$ раза больше значения его тока срабатывания.

Одновременно с током срабатывания необходимо проверить падение напряжения на обмотке токового электромагнита для проверки пригодности трансформаторов тока, от которого работает электромагнит, и для проверки контактов реле, дешунтирующих обмотки электромагнита.

5.7.9.10 Для электромагнитов, работающих от предварительно заряженных конденсаторов, необходимо определить минимальное напряжение заряда блока конденсаторов. Проверку следует произвести при совместной работе блоков конденсаторов и зарядных устройств с действием на электромагнит включения (отключения) по схеме на рисунке 6 в следующем порядке:

- а) отключить 30-50% емкости конденсаторной батареи;
- б) зашунтировать контакты реле минимального напряжения зарядного устройства;
- в) подать пониженное напряжение на зарядное устройство для заряда конденсаторных батарей и после заряда измерить напряжение на конденсаторной батарее кратковременным подключением вольтметра с внутренним сопротивлением не менее чем 2 кОм на 1 В;
- г) отключить зарядное устройство;
- д) подключить к заряженному конденсатору обмотку электромагнита;
- е) разрядить конденсаторы и увеличить напряжение на входе зарядного устройства, если электромагнит не работает или работает нечетко;

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 32 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

ж) повторить операцию заряда конденсаторов и подключение к ним обмотки электромагнита. Подобные операции произвести несколько раз до четкого срабатывания электромагнита.

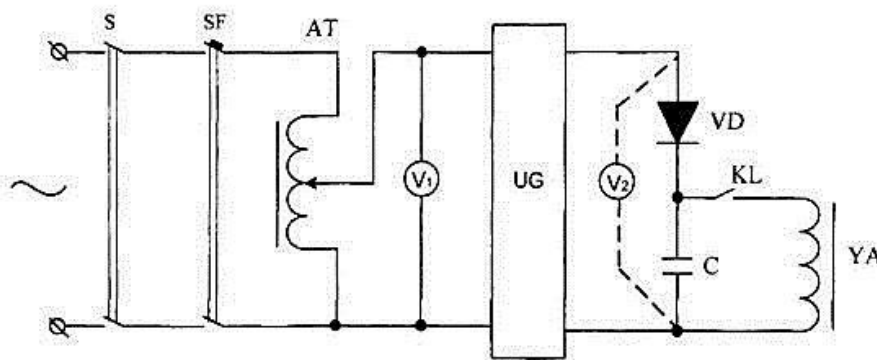


Рисунок 6 – Схема измерения минимального напряжения заряда конденсатора, необходимого для четкой работы электромагнита

Значение напряжения на выходе зарядного устройства, при котором электромагнит четко срабатывает, должно быть не более 260 В (65% номинального значения выпрямленного напряжения).

После проверки следует подключить отключенную часть конденсаторной батареи, расшунтировать реле минимального напряжения зарядного устройства и при номинальном напряжении на батарее опробовать работу электромагнита с целью убедиться в отсутствии ошибок при восстановлении цепей.

5.7.9.11 Проверка электромагнитов приводов большинства элегазовых и вакуумных выключателей принципиально не отличается от проверки их в приводах масляных выключателей. Особенности проверки изложены в заводских инструкциях.

5.7.9.12 Если напряжение (ток) срабатывания электромагнита оказываются чрезмерно велики (малы), то необходимо определить причину неисправности электромагнита или привода.

Основными причинами, вызывающими отказ электромагнитов, являются:

- обрыв одной из секций двухсекционной обмотки;
- межвитковое замыкание в обмотке;
- неправильно выбранные номинальные напряжение и ток электромагнита;
- неисправность механизма: грязь, заусенцы, перекосы, малое начальное расстояние между бойком и защелкой, неправильно установленное начальное расстояние между сердечником и контрполюсом.

5.7.9.13 Неисправности обмоток постоянного тока определяют измерением их сопротивления. Неисправности обмоток переменного тока определяются при снятии их вольт-амперных характеристик или при определении их сопротивления на переменном токе. Эти значения определяют при номинальном напряжении и втянутом якоре, чтобы можно было сравнить результаты измерений с данными заводов-изготовителей.

5.7.9.14 Неисправности механизма определяют осмотром или измерением статического усилия на отключающей планке. Повышенное напряжение или ток срабатывания исправного электромагнита указывает на неисправность привода и, как правило, на чрезмерно глубокое зацепление.

5.7.10 В соответствии с [РД 34.45-51.300](#) проверяется надежность работы приводов коммутационных аппаратов в полной схеме при значениях оперативного напряжения 0,9

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 33 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Уном на включение и 0,8 Уном на отключение. Количество коммутаций зависит от типа выключателя и нормируется в заводской документации, а при отсутствии такой информации – в соответствии с [РД 34.45-51.300](#). При этих же значениях напряжения проверяется надежность работы контакторов и автоматов многократными включениями и отключениями (согласно [РД 34.45-51.300](#) (пункт 26.4)). При плановом ТО надежность работы привода проверяется при номинальном оперативном напряжении.

5.7.11 Проверяется время включения (отключения) выключателя, время включения короткозамыкателя и отключения отделителя, время готовности привода для приводов с механизмом или электрической схемой для повторного включения в цикле АПВ. Время включения и отключения должно соответствовать нормам, установленным в заводской документации, а при их отсутствии – в [РД 34.45-51.300](#).

5.8 Проверка взаимодействия элементов устройств релейной защиты и автоматики

5.8.1 Проверку взаимодействия элементов устройств РЗА следует производить в целях определения правильности выполнения монтажа, его соответствия принципиальной схеме устройства РЗА и исправности отдельных элементов устройств РЗА.

5.8.2 Проверку взаимодействия следует производить при оперативном напряжении, равном 80% номинального значения.

5.8.3 В процессе проверки необходимо по возможности использовать низкоомные потенциометры, установки с малым внутренним сопротивлением, контролировать значение оперативного напряжения и, при необходимости его корректировать. Характеристики испытательных устройств установлены в документации заводов-изготовителей.

5.8.4 В объем проверки взаимодействия элементов устройств входит проверка взаимодействия всех элементов, изображенных на принципиальной проектной схеме, включая оперативные цепи, выходные цепи, цепи сигнализации, резервные выходные цепи. Проверяется надежность отсоединения элементов типовой схемы, отключенных в соответствии с проектной схемой.

5.8.5 Проверку взаимодействия реле в схемах устройств РЗА, выполненных на базе электромеханических реле, следует производить, как правило, вызывая замыкание и размыкание контактов реле путем непосредственного воздействия от руки на якорь реле. При необходимости проверки монтажа схемы или в процессе проверки ее отдельных элементов допускается замыкание или размыкание отдельных контактов реле методами, не нарушающими механическую регулировку контактной системы реле. Запрещается в процессе проверки подкладывать под контакты реле материалы и предметы, которые могут загрязнить контакты реле или нарушить их механическую регулировку. Вызывая необходимые комбинации срабатываний и возвратов реле, сопоставляют реакции схемы устройства с принципиальной схемой и имитируемыми условиями. Поочередно проверяется действие каждого из контактов схемы на срабатывание или блокировку элементов схемы.

5.8.6 Проверку взаимодействия сложных устройств РЗА, выполненных на базе ИМС, следует производить путем подачи входных воздействий с помощью блоков тестового контроля, имеющихся в таких устройствах. В отдельных случаях, когда объем операций, выполняемых блоком тестового контроля, недостаточен для проведения имитируемых режимов, проверку взаимодействия можно производить путем подачи тока, напряжения от посторонних источников на ряды зажимов устройства, путем замыкания или размыкания

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 34 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

контактов устройства. Также допускается вызывать требуемые воздействия путем подачи сигналов логического нуля (он часто оказывается связанным с корпусом панели) в контрольные точки схемы за исключением той точки, на которую подан положительный потенциал блока питания. Эту проверку нужно производить с особой осторожностью с тем, чтобы ошибочно не подать сигнал логической единицы, что может привести к повреждению микросхемы. Реакцию устройства следует определять по светодиодной сигнализации, срабатыванию указательных реле, действию промежуточных реле и с помощью омметра или вольтметра, подключенного на выводах устройства к выходным цепям. Для некоторых устройств целесообразно на время проверки устанавливать временную перемычку для подключения выходной группы реле, отключаемой во время тестового опробования.

5.8.7 Взаимодействие МП терминалов и функций внутри терминалов проверяется как с помощью тестового контроля, так и подачей входных токов и напряжений, имитирующих аварийные режимы.

5.8.8 При проверке взаимодействия элементов устройств РЗА выполняются следующие операции (включая, но не ограничиваясь):

а) проверяется правильная последовательность работы элементов схемы устройства от пусковых до выходных элементов. В устройствах РЗА имеющих разделение цепей по отдельным фазам проверяется правильность работы и соответствие фаз входного и выходного воздействий, отсутствие связи между цепями отдельных фаз или наличие предусмотренной схемой взаимосвязи;

б) проверяется отсутствие обходных связей, приводящих к ложному срабатыванию элементов схемы, которые не должны реагировать на подаваемые входные воздействия;

в) проверяется правильность работы схемы в зависимости от состояния реле направления мощности в устройствах РЗА, имеющих такие реле;

г) проверяется наличие замедления при срабатывании в устройствах РЗА, действующих с выдержкой времени;

д) проверяется правильность взаимодействия элементов устройства, относящихся к цепям каждой из ступеней в устройствах РЗА, имеющих несколько ступеней;

е) проверяется правильность действия различных блокировок, например, блокировки при качаниях, при неисправностях цепей напряжения и др.;

ж) проверяется правильность переключений в цепях тока и напряжения, достоверность маркирования фаз тока и напряжения;

з) проверяется правильность работы устройства РЗА во всех положениях переключающих устройств: ключей, переключателей, накладок, испытательных блоков, штекерных разъемов, автоматических выключателей, контактных мостиков измерительных зажимов (в случаях, когда с их помощью выставляется режим работы схемы). В последнем случае следует проверить надежность фиксации отключенного положения контактных мостиков.

и) проверяется правильность подключения выводов обмоток (соблюдение полярности) на промежуточных реле с несколькими обмотками, правильность работы реле по цепям основной и удерживающих обмоток;

к) проверяется правильность и полнота содержания надписей под переключающими устройствами, реле, блоками, комплектами в соответствии с обозначениями проектной схемы и диспетчерскими наименованиями первичного оборудования;

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 35 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

л) проверяется соответствие положения переключателя уставок выставленной метке (например, для защит обходных выключателей);

м) проверяется надежность отстройки промежуточных реле, обмотки которых включены через добавочные резисторы, от срабатываний, не предусмотренных схемой (по цепям удерживания), надежность удерживания реле через добавочные резисторы;

н) проверяется четкость и стабильность срабатывания промежуточных реле, отсутствие «зависаний» якоря реле;

о) проверяется эффективность работы и правильность включения искрогасительных контуров (если это возможно оценить по поведению контактов);

п) проверяется правильность работы устройств сигнализации: табло, светодиодов, указательных реле;

р) проверяется правильность включения цепей, содержащих разделительные диоды в оперативных цепях, в цепях сигнализации и выходных цепях. Следует измерить с помощью омметра сопротивления резисторов (если они предусмотрены схемой) в цепях выходных контактов и в цепях сигнализации устройства. С помощью вольтметра следует проверить значение напряжений в цепях аналоговых выходных сигналов, например, при использовании бесконтактных схем управления коммутационными аппаратами;

с) проверяется правильность работы схемы сигнализации при действии максимального количества сигналов, цепи которых включаются параллельно одна другой;

т) проверяется обеспечение однократности действий устройства, например, АПВ, а также выполняется ориентировочная оценка времени повторной готовности устройства к работе;

у) проверяется отсутствие ложных срабатываний устройства при подаче и снятии оперативного напряжения, при возникновении помех, вызванных коммутациями отдельных элементов с большой индуктивностью проверяемого и других (расположенных вблизи проверяемого) устройств РЗА, а также из-за наводок на жилах контрольных кабелей при операциях с выключателями и разъединителями; Ввиду того, что при проверке взаимодействия МП устройств и устройств на ИМС неправильные действия, вызываемые помехами, не всегда выявляются, проверка электромагнитной совместимости таких устройств должна осуществляться на этапе принятия проектных решений и путем проверки электромагнитной обстановки на объекте (особенно целесообразно при замене электромеханических устройств на МП в действующих объектах).

ф) проверяется обеспечение полноты имитируемых режимов для проверки всех элементов устройства, изображенных на принципиальной схеме;

х) Проверяется снятие напряжения с группы выходных реле при переводе устройства РЗА в режимы «ВЫВОД» и «ПРОВЕРКА».

Перечень операций по проверке взаимодействия может быть дополнен при предварительном анализе проверяемой схемы.

5.8.9 Проверку взаимодействия элементов схемы управления коммутационными аппаратами следует производить в следующем порядке.

5.8.8.1 Предварительно необходимо опробовать взаимодействие элементов схемы без воздействия на коммутационный аппарат. Для этого необходимо временно разомкнуть цепи электромагнитов управления (размыканием разъемов электромагнитов, отключением автоматического выключателя в цепи электромагнита включения масляного выключателя и т.п.). Также возможно ограничить токи, протекающие по обмоткам, путем ввода добавочного

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 36 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

резистора в цепь, соединяющую общую точку обмоток электромагнитов с отрицательным полюсом источника оперативного напряжения.

При опробовании цепей управления коммутационными аппаратами следует обратить особое внимание на проверку следующих цепей:

а) действие защиты от непереключения фаз выключателя (для выключателей с пофазными приводами) на отключение выключателя и на размыкание цепи обмоток электромагнитов при имитации неполнофазного включения (отключения) выключателя;

б) правильность взаимного включения основной и удерживающих обмоток реле блокировки по давлению;

в) наличие подхвата импульса, подаваемого на электромагниты, необходимого для предотвращения повреждения контактов реле и ключей;

г) обеспечение завершения операции при снижении давления ниже уставки блокировки в процессе операции.

5.8.8.2 Восстановить цепи обмоток электромагнитов управления и проверить:

а) отключение и включение аппарата от устройств дистанционного управления (ключей, кнопок), а также от всех предусмотренных схемой реле защиты и автоматики;

б) действие блокировки по давлению воздуха при фактическом снижении давления на выключателе ниже уставок;

в) действие блокировки от многократных включений;

г) работу выключателей во всех режимах автоматического повторного включения («ТАПВ», «БАПВ», «УТАПВ», «ОАПВ»). Имитацию режимов «ОАПВ» целесообразно производить с помощью схемы согласно рисунку 7. В схеме к токовым цепям избирателей проверяемой фазы выключателя через размыкающий контакт реле KL (серии РП 251) подводится ток, достаточный для срабатывания избирателя; затем нажатием кнопки «SB» на время, превышающее время цикла «ОАПВ», производится кратковременный пуск схемы «ОАПВ».

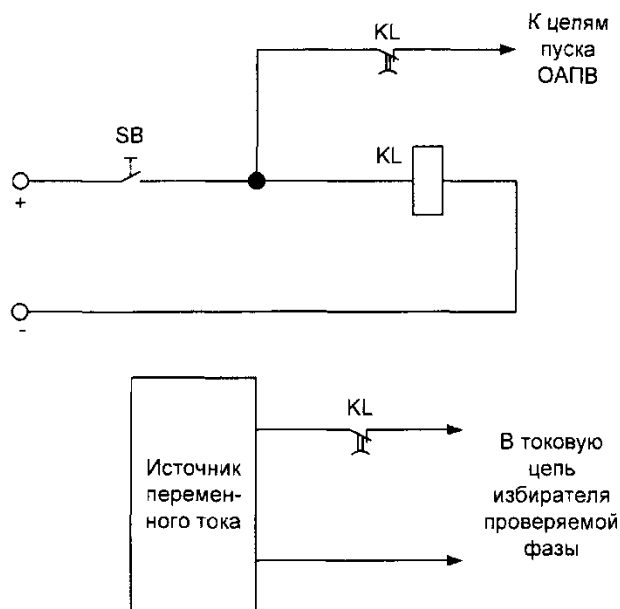


Рисунок 7 – Схема опробования ОАПВ

При недостаточной мощности регулировочного устройства, понижающего оперативное напряжение до значения, равного $0,8 U_{\text{ном}}$, проверки взаимодействия при подключенных

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 37 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

электромагнитных управления производятся при номинальном значении оперативного напряжения.

5.8.10 Отыскание неисправностей, выявленных при опробовании взаимодействия устройства РЗА, целесообразно производить, измеряя напряжения в различных точках проверяемой цепи высокоомным вольтметром. Измерения могут производиться по отношению к «земле» (см. рисунок 8), если устройство подключено к сети с включенным устройством контроля изоляции, или по отношению к одному из полюсов источника оперативного напряжения, определяя при этом место обрыва или ложную цепь. В обоих случаях по полярности измеренного напряжения определяют, со стороны какого полюса источника оперативного напряжения, имеет место разрыв или ложная цепь.

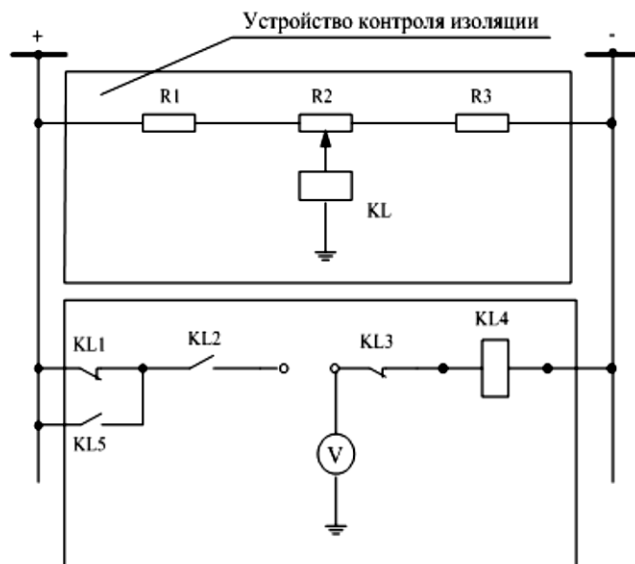


Рисунок 8 – Схема отыскания неисправности с помощью вольтметра

5.8.11 Отыскание неисправностей в схеме может быть также выполнено при отключенном оперативном напряжении с помощью «прозвонки», подключаемой по схеме, согласно рисунку 9.

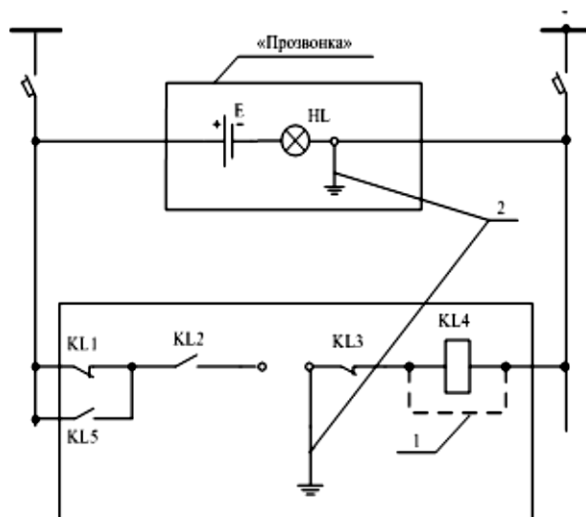


Рисунок 9 – Отыскание неисправности в схеме с помощью «прозвонки»

В этом случае, временно устанавливая перемычки 1, шунтирующие обмотки аппаратуры, или заземляющие перемычки 2 в различных местах устройства, например, начиная с середины цепи, и в необходимых случаях размыкая или замыкая контакты реле,

включенных в проверяемую цепь, можно быстро определить место разрыва или ложную цепь. Этот способ менее надежен и удобен, поэтому рекомендуется к использованию лишь в случае, когда определение причины неисправности с помощью вольтметра не приводит к желаемым результатам.

5.8.12 После выявления неисправности следует повторить проверку взаимодействия.

5.9 Проверка временных характеристик устройств релейной защиты и автоматики в полной схеме

5.9.1 Временные характеристики устройства РЗА в полной схеме определяются путем измерения времени действия устройства по каналам срабатывания отдельных функциональных узлов (отдельных видов и ступеней защит, устройств, блокировок и др.), входящих в состав устройства.

5.9.2 Характеристики снимаются с учетом взаимодействия устройств между собой при подаче на вход устройства аварийных или пусковых параметров режима (тока, напряжения, замыкания или размыкания контактов других устройств, воздействующих на вход проверяемого устройства РЗА и др.).

5.9.3 Полное время действия устройств следует измерять согласно 5.6.16.

5.9.4 Проверку временных характеристик следует производить от постороннего источника тока и напряжения при полностью собранных цепях устройств РЗА, закрытых кожухах реле, установленных и зафиксированных модулях, при номинальном оперативном напряжении.

5.9.5 Для проверки целесообразно использовать комплектные современные устройства, обеспечивающие необходимые режимы проверки. Рекомендуется использовать устройства, предполагающие физическое воспроизведение аварийных процессов по математическим программам, разрабатываемым для конкретных типов устройств РЗА. Для измерения интервалов времени следует пользоваться встроенным или выносным электросекундомером (миллисекундомером).

5.9.6 При проверке временных характеристик сложных устройств РЗА на проверяемое устройство РЗА, как правило, должно быть предварительно подано переменное симметричное напряжение, соответствующее нормальному режиму (ток, соответствующий току нагрузки, на устройство обычно предварительно не подается). Затем одновременно с запуском секундомера на устройство подаются сочетания токов и напряжений, имитирующие различные режимы КЗ (однофазные, двухфазные, трехфазные) различной удаленности в зоне действия устройства или его отдельных ступеней, вне зоны, в начале защищаемого участка, «за спиной» (для защит линий – на шинах подстанции), а также другие режимы, при которых может проявляться правильное или неправильное поведение устройства РЗА, например, при сбросе обратной мощности, снижении переменного напряжения до нуля при отсутствии тока и т.п. Объем имитаций определяется соответствующими инструкциями и методическими указаниями для конкретных видов защит.

5.9.7 При проверках времени срабатывания (или возврата) устройств РЗА с характеристиками времени действия, зависящими от кратности подводимых параметров, должно быть проверено несколько точек этих характеристик в соответствии с заданными при расчете уставок требованиями. Если от устройств такая зависимость не требуется, проверки должны проводиться при подведении кратностей, соответствующих следующим требованиям:

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 39 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

а) для защит максимального действия должны подаваться кратности, соответствующие 0,9 и 1,1 уставки срабатывания для контроля несрабатывания защиты в первом и срабатывания во втором случаях; для контроля времени действия – ток или напряжение, равные 1,3 уставки срабатывания.

Для дифференциальных защит ток подается поочередно в каждое из плеч защиты.

Для токовых направленных защит подается номинальное переменное напряжение с фазой, обеспечивающей срабатывание органа направления мощности. При этом поданная мощность должна превышать мощность срабатывания органа не менее чем в 2-3 раза;

б) для защит минимального действия должны подаваться кратности, соответствующие 1,1 и 0,9 уставки срабатывания для контроля несрабатывания защиты в первом и срабатывания во втором случаях; для контроля времени действия – ток или напряжение, равные 0,8 уставки срабатывания. Для токовых защит с пуском минимального напряжения должны подаваться кратности, соответствующие перечислениям а, б) данного пункта.

в) Для многоступенчатых дистанционных защит временную характеристику следует снимать для сопротивлений, равных: $0,5Z_1$; $0,9Z_1$; $1,1Z_1$; $0,9Z_2$; $1,1Z_2$; $0,9Z_3$; $1,1Z_3$ и т.д. Регулировку выдержки времени второй, третьей и следующих ступеней следует производить при сопротивлениях, равных соответственно $1,1Z_1$ и т.д. Регулировку выдержки времени в первой ступени (при необходимости) следует производить при сопротивлении, равном $0,5Z_1$. В случае работы по «памяти» при имитации близких КЗ в «мертвой зоне», дополнительно к времени срабатывания следует измерить длительность сработавшего состояния защиты.

5.9.8 При проверках временных характеристик необходимо измерять время действия отдельных ступеней защиты по цепи ускорения. Эти измерения производятся при подведении к защите тех же кратностей тока и напряжения, что и при контроле (регулировке) времени действия.

5.9.9 Если выполняется пуск УРОВ от проверяемой защиты, необходимо измерить время замкнутого состояния выходных реле защиты, которое должно быть меньше времени срабатывания УРОВ во избежание его неправильного действия.

5.9.10 Следует измерить время повторной готовности всех элементов схемы, невозврат которых может привести к отказу или излишней работе устройств РЗА.

5.9.11 Проверку и регулировку временных характеристик следует производить с учетом имеющего место разброса временных параметров (см. перечисление б) 5.6.14).

5.9.12 После проверки временных характеристик не следует производить работы, в результате которых может нарушиться целостность проверенных цепей и работоспособность устройства, например, изменять положение переключателей уставок, вынимать блоки из разъемов, отсоединять проводники и т.п.

5.10 Проверка взаимодействия проверяемого устройства релейной защиты и автоматики с другими устройствами релейной защиты и автоматики и коммутационными аппаратами

5.10.1 Перед вводом устройства РЗА в работу (или перед проверкой под нагрузкой, если она будет производиться) следует произвести проверку взаимодействия устройства РЗА с другими устройствами РЗА и коммутационными аппаратами для проверки работоспособности устройств РЗА, коммутационных аппаратов и правильности функционирования оперативных цепей, связывающих их между собой в единый комплекс.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 40 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

5.10.2 Проверка производится при новом включении или после ТО, связанного с работой в оперативных цепях, при котором эти цепи могли оказаться нарушенными. В последнем случае проверяются по крайней мере те цепи, которые могли оказаться нарушенными в процессе работы.

5.10.3 Проверку взаимодействия устройств РЗА рекомендуется производить на выведенных из работы устройствах РЗА и разобранных разъединителями схемах первичных соединений коммутационных аппаратов в следующем порядке:

а) при снятом с устройств и коммутационных аппаратов оперативном напряжении подсоединяются кабельные связи между устройствами РЗА и коммутационными аппаратами, с предварительной проверкой их изоляции (или проверкой изоляции устройства РЗА в полностью собранной схеме) согласно 5.5;

б) на устройства РЗА подается номинальное оперативное напряжение;

в) производится проверка взаимодействия непосредственным воздействием одного устройства на другое для каждой цепи с учетом требований, изложенных в 5.8.4 – 5.8.8. При проверке взаимодействия следует учитывать положение коммутационных аппаратов и реле, блок-контактов, фиксирующих это положение. Проверку в необходимых случаях следует производить при включенном и отключенном положении коммутационных аппаратов, а если такой возможности нет, размыканием или замыканием блок-контактов коммутационных аппаратов.

Для сложных устройств РЗА выполненных на базе ИМС, или МП устройств РЗА в случаях, когда имитация проверяемых режимов затруднена, допускается проводить проверку взаимодействия, устанавливая перемычки в выходных цепях на рядах выводов устройств РЗА при условии, что предварительно на этих выводах были проверены выходные воздействия устройства.

Порядок выполнения проверки взаимодействия устройств РЗА с другими устройствами РЗА и коммутационными аппаратами посредством имитаций срабатывания с помощью установки проверочных перемычек установлен в [И 6.3-044](#);

г) подается оперативное напряжение на коммутационные аппараты и опробуется действие устройства РЗА на отключение, включение, в том числе АПВ. Действие газовой защиты должно быть опробовано на отключение выключателей (или другие коммутационные аппараты) путем непосредственного воздействия на газовые реле.

При невозможности опробования действия устройства РЗА непосредственно на другие устройства РЗА и коммутационные аппараты следует произвести это опробование косвенным способом, например, на вольтметр при соответствующем положении коммутационного аппарата.

5.10.4 Подключение кабельных связей проверяемого устройства и проверку его взаимодействия с включенными в работу устройствами РЗА следует производить при номинальном оперативном напряжении в следующем порядке:

а) проверить отсутствие подсоединения на рядах зажимов устройств РЗА цепей связи с проверяемым устройством;

б) проверить отсутствие (наличие) сигналов на соответствующих зажимах проверяемого устройства;

в) подсоединить цепи связи с другими устройствами на рядах зажимов проверяемого устройства, предварительно проверив «прозвонкой» правильность маркировки жил и их изоляцию в соответствии с 5.5;

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 41 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

- г) проверить запуск проверяемого устройства от воздействия других устройств по цепям связи с ними подачей сигналов на жилы кабелей со стороны других устройств;
- д) проверить исправность цепей воздействия проверяемого устройства на другие устройства путем измерения сопротивления (напряжения) между жилами кабелей со стороны других устройств;
- е) подготовить цепи управления коммутационными аппаратами, проверить отсутствие сигналов от проверяемого устройства на цепи отключения (включения) коммутационных аппаратов, подсоединить цепи связи проверяемого устройства с коммутационными аппаратами;
- ж) проверить отсутствие (наличие) сигналов от проверяемого устройства на жилах остальных кабелей со стороны других устройств;
- з) подсоединить цепи связи проверяемого устройства к выводам других устройств;
- и) произвести с разрешения оперативного персонала опробование действия цепей отключения (включения) каждого вводимого в работу устройства РЗА на коммутационные аппараты и на другие устройства РЗА, посредством которых производится отключение (включение) коммутационных аппаратов, например, УРОВ, дифференциальной защиты шин, устройства АПВ.

При наличии разделения цепей отключения по фазам должны быть опробованы цепи отключения каждой фазы коммутационного аппарата. Если выключатель имеет два отключающих электромагнита, также должны быть опробованы цепи отключения на каждый электромагнит отдельно.

5.10.5 Проверка взаимодействия устройств, реализация действия которых происходит на смежных субъектах электроэнергетики, например, с использованием ВЧ каналов устройств РЗА, должна выполняться по программам согласно [И 6.3-161](#) (раздел 7). Проверка производится совместно с персоналом РЗА смежного субъекта.

5.10.6 Проверка взаимодействия устройств РЗА с АСУ ТП выполняется по программам с участием всех заинтересованных подразделений. Это взаимодействие частично может проверяться в процессе наладки устройства РЗА. В частности, отображение на мониторах оперативного персонала положения коммутационных аппаратов, отключения их от защиты, срабатывания аварийной сигнализации, срабатывания указательных реле и т.п. может проверяться в процессе проверки взаимодействия элементов устройства РЗА и проверки характеристик устройства РЗА в полной схеме.

5.10.7 После проверки действия проверяемого устройства на коммутационные аппараты работы в оперативных цепях не должны производиться.

5.11 Проверка правильности сборки токовых цепей и цепей напряжения вторичным током и напряжением

5.11.1 Перед проверкой устройств РЗА первичным током и напряжением в случаях, когда имеется сомнение в правильности сборки схемы токовых цепей или цепей напряжения, или есть необходимость в их предварительной проверке для ускорения последующих этапов работы, рекомендуется проверять правильность прохождения токов через все устройства РЗА и правильность подаваемых на устройства РЗА напряжений путем подключения посторонних источников к проверяемым вторичным цепям тока и напряжения.

5.11.2 Проверка правильности сборки токовых цепей

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 42 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

5.11.2.1 Правильность сборки токовых цепей следует проверять, подключая поочередно однофазный источник тока к выводам сборки ТТ или к выводам ближайшего к ТТ устройства РЗА между каждым фазным и нулевым проводами (см. рисунок 10) или между фазными проводами, в случае сборки вторичных обмоток ТТ в треугольник. Возможно использовать трехфазный источник, если это позволяет испытательное устройство. При проверке первичная обмотка трансформаторов тока не должна быть замкнута.

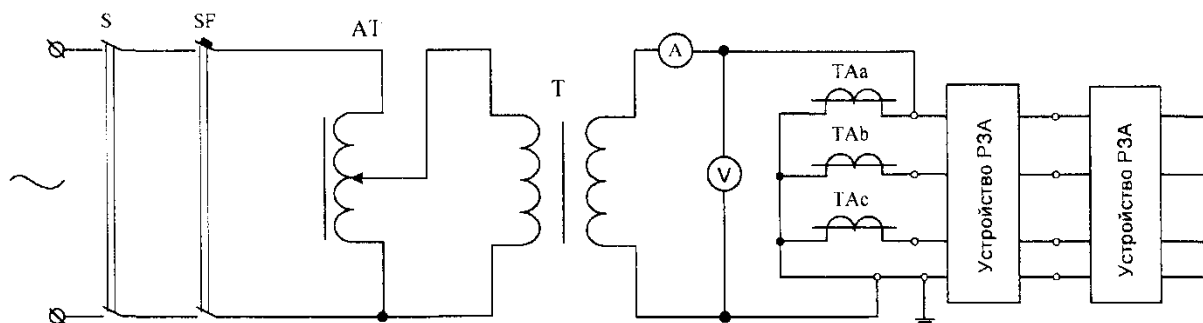


Рисунок 10 – Схема проверки правильности сборки токовых цепей однофазным вторичным током

5.11.2.2 В процессе проверки следует контролировать протекание токов через каждое из устройств РЗА (на входных зажимах устройств) по тем фазным и нулевым проводам, к которым подключен источник тока, и отсутствие тока (малое его значение) в остальных проводах и обмотках. Могут контролироваться также токи намагничивания, протекающие по вторичным обмоткам трансформаторов тока.

5.11.2.3 Измерение токов производится токоизмерительными клещами ВАФ, например, прибора ВАФ-85, «Парма ВАФ-А», «РЕТОМЕТР» или любого другого, имеющегося в наличии.

5.11.2.4 Если используются нагрузочные устройства без разделительного (нагрузочного) ТТ, следует отключить проводник, заземляющий токовые цепи.

5.11.2.5 Если в наличии имеется однофазный источник тока, поочередно проверяются цепи, подключенные к каждой из обмоток трансформаторов тока.

5.11.2.6 Если используется трехфазный источник симметричных токов, можно проверить одновременно токи во всех фазах токовых цепей подключенных устройств защиты и снять векторную диаграмму токов.

5.11.2.7 Подключив амперметр «А» и вольтметр «V» (см. рисунок 10), можно определить также сопротивление нагрузки токовых цепей. Если источник подключен в непосредственной близости к трансформаторам тока, измеренное сопротивление нагрузки позволит рассчитать токовую погрешность трансформаторов тока при расчетных видах КЗ.

5.11.3 Проверка правильности сборки цепей напряжения

5.11.3.1 Правильность сборки цепей напряжения следует проверять путем подачи напряжения от источника симметричного трехфазного напряжения со значением подводимого линейного напряжения 100 В к одному из устройств РЗА в релейном зале (или в другом месте) с тем порядком чередования фаз, который предусмотрен схемой цепей напряжения и проверки. При этом проверяется сохранение этого порядка чередования фаз во всей схеме цепей напряжения.

5.11.3.2 Источник напряжения не должен иметь гальванической связи с землей. Автоматические выключатели и рубильники в цепях трансформатора напряжения должны

быть отключены. Временно устанавливается дополнительное заземление цепей напряжения после коммутационных аппаратов за исключением случаев, когда заземление установлено на щите управления. Заземляется фаза В цепей напряжения или нуль, если на объекте старого типа нормально предусмотрено заземление нуля.

5.11.3.3 Поочередно или одновременно в обе схемы, если позволяет схема источника, подаются напряжения в цепи «звезды» и «разомкнутого треугольника». При этом прибором ВАФ измеряются значения напряжений на всех устройствах РЗА и на выводах автоматических выключателей трансформаторов напряжения определяется чередование фаз.

5.11.3.4 Чередование фаз напряжения на устройствах РЗА должно быть такое же, как и на источнике. При определении порядка чередования фаз напряжения в цепях «звезды» вывод «В» прибора ВАФ присоединяется к земле, если в проектной схеме объекта заземлена фаза В, а выводы «А» и «С» – к цепям напряжения с одноименной маркировкой. При проверке схемы цепей «разомкнутого треугольника» от источника напряжения, собранного в схему «звезды» с нулевым проводом, следует установить соответствие между выводами источника напряжения, например, А», «В», «С», «0» и цепями «разомкнутого треугольника», например, «Н», «К», «И», «Ф». При заземлении вывода «В» прибора ВАФ и подключении его выводов «А» и «С» к цепям с маркировкой «Н» и «И» прибор должен показать то же чередование, что и на источнике (А, В, С).

5.11.3.5 При наличии в цепях напряжения «разомкнутого треугольника» аппаратуры с термически неустойчивыми обмотками напряжения, например, реле мощности типов РБМ-78, РБМ-278, они должны быть на время проверки в вышеуказанном случае исключены из схемы цепей напряжения на испытательных блоках или рядах зажимов устройства РЗА.

5.11.4 При проверках, указанных в 5.11.2 и 5.11.3, следует фиксировать работу измерительных щитовых приборов и избегать их зашкаливания.

5.12 Проверка устройств релейной защиты и автоматики первичным током и напряжением

5.12.1 Проверку устройств РЗА первичным током и напряжением следует производить для окончательной проверки исправности и правильности подключения устройств РЗА к цепям тока и напряжения и самих трансформаторов тока и напряжения.

5.12.2 Проверку следует производить при подаче тока и напряжения непосредственно в первичные обмотки трансформаторов тока и напряжения. Проверка токовых защит может осуществляться либо подачей токов от постороннего источника, либо током нагрузки. Проверка более сложных защит осуществляется, как правило, током нагрузки и рабочим напряжением.

5.12.3 Для простых дифференциальных и ненаправленных максимальных токовых защит проверка от постороннего источника тока может быть окончательной, и после нее эти защиты могут вводиться в работу.

Для других устройств РЗА эта проверка может быть выполнена с целью предварительной проверки исправности цепей тока, устройств РЗА и измерительных трансформаторов тока.

5.12.4 Проверку устройств РЗА током нагрузки и рабочим напряжением следует производить в следующих случаях:

а) если в защитах есть органы, питающиеся одновременно от трансформаторов тока и напряжения;

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 44 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

б) когда проверка устройства РЗА производится без отключения силового оборудования, на котором оно установлено;

в) когда проверка первичным током нагрузки и рабочим напряжением выполняется более просто и с меньшей затратой времени, чем проверка от постороннего источника;

г) при необходимости двусторонней проверки устройств РЗА линий.

5.12.5 Измерения токов следует производить с помощью специальных токоизмерительных клещей, имеющих в вольтамперфазометрах, например, в приборах ВАФ-85, РЕТОМЕТР, «Парма ВАФ-А» и др. Малые токи, например токи небаланса, токи, протекающие в нулевом проводе вторичных цепей трансформаторов тока при симметричной нагрузке, и прочие измеряются с помощью миллиамперметров, подключаемых к измерительным зажимам панелей защиты с соблюдением правил безопасности при работе в токовых цепях или к выводам испытательных блоков. Векторные диаграммы токов при малых токах нагрузки и недостаточной чувствительности имеющихся в наличии приборов снимаются способами, указанными в б) 5.12.14.

5.12.6 Во избежание КЗ все переключения в цепях напряжения проверяемого устройства РЗА при проверке рабочим напряжением должны, как правило, производиться с помощью контрольных штекеров испытательных блоков либо при снятом напряжении с устройства РЗА.

5.12.7 Непосредственно перед проверкой устройств РЗА первичным током и напряжением следует произвести:

а) осмотр аппаратуры устройств РЗА и рядов зажимов;

б) проверку целостности токовых цепей путем измерения их активного сопротивления;

в) проверку изоляции цепей тока и напряжения в соответствии с 5.5;

г) проверку наличия заземления в цепях тока, напряжения и т.п.;

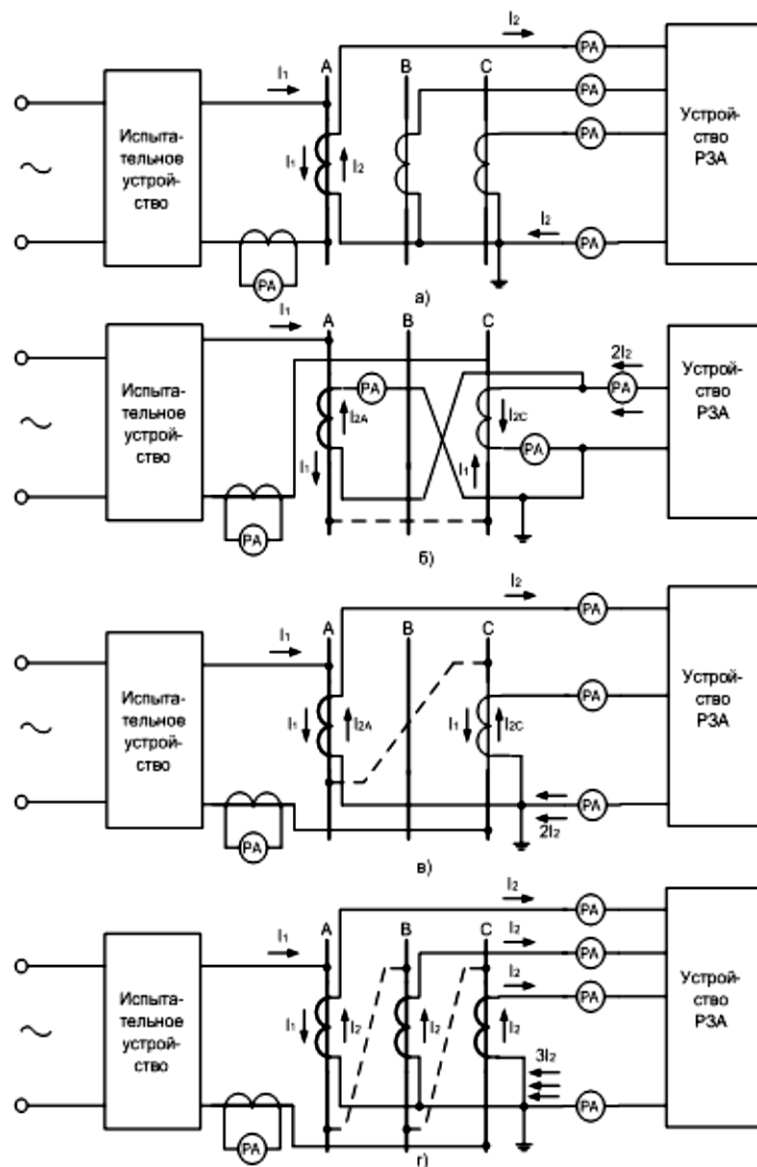
д) установку накладок, переключателей, крышек испытательных блоков и других переключающих устройств в положения, при которых исключается воздействие проверяемого устройства на другие устройства и коммутационные аппараты.

В отдельных случаях цепи воздействия на коммутационные аппараты могут не отключаться, если схема первичных соединений допускает одновременное опробование отключения коммутационных аппаратов и это предусмотрено программой.

5.12.8 При проверке устройств РЗА от постороннего источника ток к первичным обмоткам трансформаторов тока может подаваться одним из следующих способов:

5.12.8.1 Проверка от однофазных нагрузочных устройств, например, РЕТ-3000 производства НПП «Динамика». Проверка для разных соединений трансформаторов тока должна проводиться согласно рисунку 11. Первичный ток от любого достаточно мощного нагрузочного устройства поочередно на каждый трансформатор тока или на два, или три последовательно включенных трансформатора тока в зависимости от схемы соединений трансформаторов тока и увеличивают до тех пор, пока ток во вторичных цепях трансформаторов тока не достигнет 10-20% номинального значения тока трансформаторов тока. Измеряя токи во вторичных цепях, проверяют исправность токовых цепей, правильность их соединения и правильность установленного коэффициента трансформации трансформаторов тока.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 45 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		



а) – в «полную звезду» при подаче тока в одну фазу; б) – «на разность токов»;
в) – в «неполную звезду»; г) – «полную звезду» при подаче тока в три фазы

Рисунок 11 – Схема проверки максимальных токовых защит первичным током от однофазного источника тока

При этом в схеме «полной звезды» согласно рисунку 11, позиция а) значения токов в фазном проводе проверяемого трансформатора тока и нулевом проводе должны быть практически равны между собой. В схеме «на разность токов» согласно рисунку 11, позиция б) значение тока, поступающего в защиту, должно быть в два раза больше токов, протекающих во вторичных обмотках трансформаторов тока. В схеме «неполной звезды» согласно рисунку 11, в) и в схеме «полной звезды» согласно рисунку 11, г) значения токов в фазных проводах должны быть одинаковыми, а значение тока в нулевом проводе должно быть равно сумме токов, протекающих в фазных проводах.

После проверки исправности токовых цепей, если позволяет мощность источника, значение тока следует увеличивать до момента срабатывания защиты. Именно такой способ используется для проверки защит прямого действия.

От однофазного источника могут быть проверены также схемы дифференциальных защит крупных двигателей в соответствии с рисунком 12.

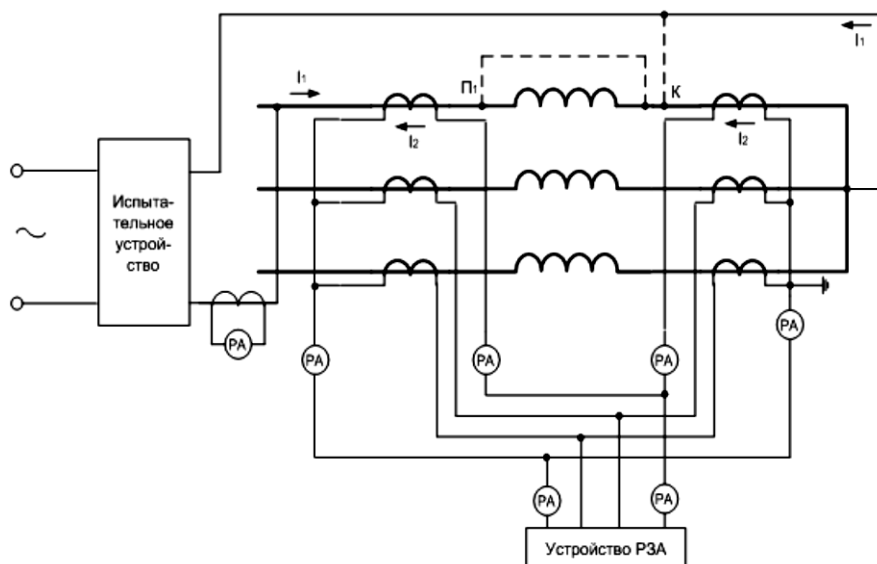


Рисунок 12 – Схема проверки дифференциальной защиты первичным током от однофазного источника тока

Проверку следует производить поочередно для каждой фазы двигателя. При проверке обмотка проверяемой фазы двигателя должна быть закорочена, а испытательное устройство подключено таким образом, чтобы обтекались током оба трансформатора тока проверяемой фазы (имитация КЗ вне зоны действия защиты). Значения токов, измеренных в фазном и нулевом проводах, должны быть одинаковы (при равных коэффициентах трансформации трансформаторов тока), а в дифференциальном проводе – равны нулю. Целостность проводов дифференциальной цепи следует проверять при подсоединении одного из проводов источника тока к точке К, расположенной в зоне действия защиты, или, если в токовых цепях установлены испытательные блоки, – снятием рабочей крышки блока в одном из плеч дифференциальной защиты (в режиме имитации КЗ вне зоны).

5.12.8.2 Проверка от трехфазного источника питания применяется для проверки продольных дифференциальных, максимальных токовых защит и других устройств РЗА трансформаторов, автотрансформаторов, двигателей, генераторов и блоков генератор-трансформатор. Этот метод следует применять для проверки мощных сетевых трехобмоточных трансформаторов (автотрансформаторов), когда от обмотки низкого напряжения питаются только собственные нужды подстанции, и в этом плече при включении под рабочее напряжение не будет достаточного значения тока для проверки дифференциальной защиты. Проверка защит трансформатора должна выполняться по схеме согласно рисунку 13.

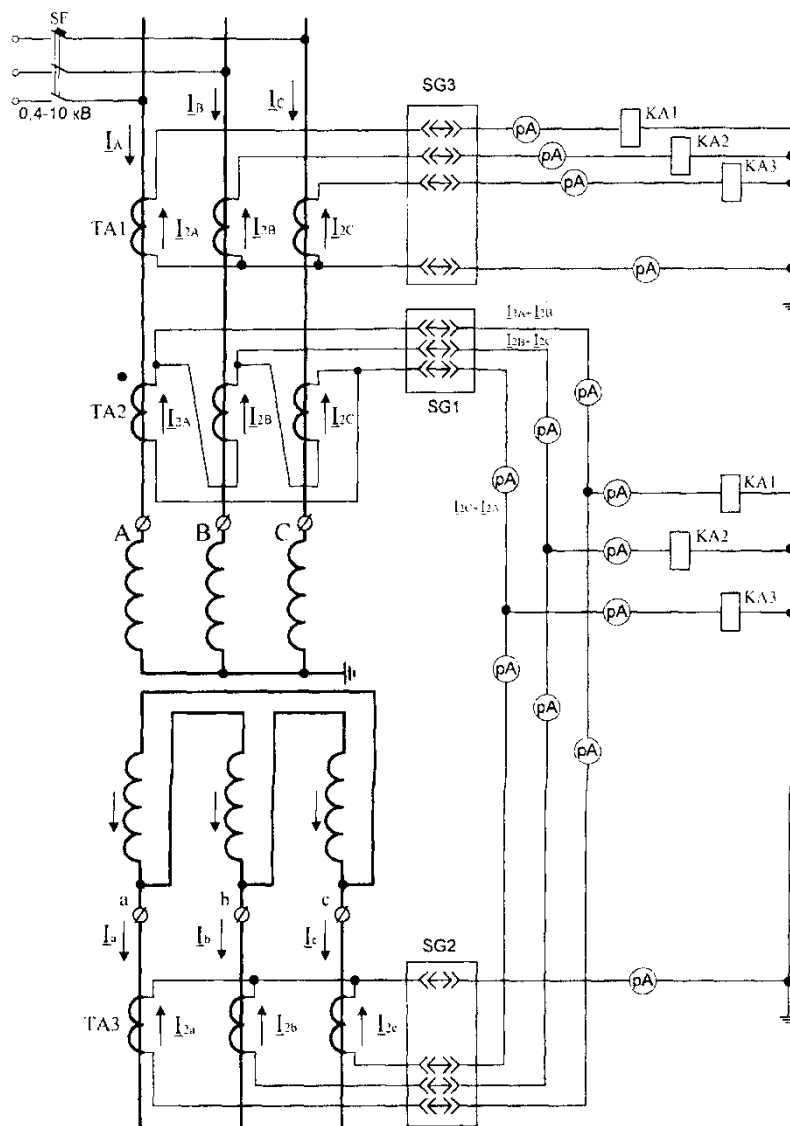


Рисунок 13 – Схема проверки защит трансформатора первичным током от трехфазного источника

Со стороны низкого напряжения трансформатора следует установить испытательную трехфазную короткую, а со стороны высокого напряжения подать трехфазное напряжение от сети 0,4; 3-10 кВ или от другого трансформатора. Источник питания подключается обычно со стороны высокого напряжения трансформатора для того, чтобы можно было использовать источник меньшей мощности, чем при включении источника со стороны низкого напряжения трансформатора.

Значение испытательного тока ($I_{исп}$), в амперах, проходящего через трансформатор от источника пониженного напряжения, следует определить по формуле:

$$I_{исп} = I_{ном} \cdot \frac{U_{исп} \cdot 100}{U_{ном} \cdot U_K}, \quad (7)$$

где $I_{ном}$ - номинальный ток проверяемого трансформатора, А;

$U_{исп}$ - напряжение источника пониженного напряжения, кВ;

$U_{ном}$ - номинальное напряжение проверяемого трансформатора со стороны подключения источника пониженного напряжения, кВ;

U_K - напряжение КЗ проверяемого трансформатора (той пары обмоток, которая участвует в проверке), %.

При использовании в качестве источника питания другого трансформатора его необходимая мощность $S_{исп}$, кВА, может быть подсчитана по формуле:

$$S_{исп} \geq S_{ном} \cdot \left(\frac{U_{исп}}{U_{ном}} \right)^2 \cdot \frac{100}{U_k}, \quad (8)$$

где $U_{исп}$ - номинальное напряжение испытательного трансформатора со стороны обмотки, подключаемой к проверяемому трансформатору, кВ;

$S_{ном}$, U_k - номинальные мощность и напряжение КЗ проверяемого трансформатора соответственно, кВА и %;

$U_{ном}$ - номинальное напряжение проверяемого трансформатора со стороны обмотки, к которой подключается испытательный трансформатор, кВ.

Проверку необходимо производить в следующем порядке:

а) подобрать источник питания (по мощности и напряжению), место его подключения (с какой стороны испытуемого трансформатора) и рассчитать значения первичных и вторичных токов. По значению первичного тока выбрать сечение подводящего кабеля и закоротки, а также оценить, допустим ли режим испытания для источника питания. В качестве источника питания необходимо применять трансформаторы, отключение которых не может вызвать нарушения электроснабжения;

б) при подключении к источнику питания необходимо обеспечить защиту от КЗ в подводящем кабеле;

в) по значениям вторичных токов следует оценить возможность получения достоверных результатов проверки.

При достаточных значениях вторичных токов следует измерить токи и напряжения небалансов дифференциальных защит, фильтров тока прямой, обратной и нулевой последовательностей, снять векторную диаграмму вторичных токов. При снятии векторной диаграммы опорное напряжение, подаваемое на прибор ВАФ, должно быть синхронным с напряжением сети пониженного напряжения. Это напряжение может быть взято от вторичных цепей трансформаторов напряжения или непосредственно от трехфазной сети с линейным напряжением 220-380 В.

Измерение углов между векторами токов в измеряемых цепях можно произвести также с помощью двухлучевого осциллографа и двух токоизмерительных клещей прибора ВАФ. В этом случае осциллографом измеряются углы между напряжением на выходах токоизмерительных клещей. Двое клещей первоначально подключают в цепь одного и того же провода одинаковой полярностью и соответствующим образом к входам осциллографа, чтобы на экране две синусоиды совпадали по фазе, затем одни клещи поочередно переносятся в цепь двух других фаз токовых цепей, а другие клещи остаются на прежнем месте. При этом определяются углы сдвига фаз между векторами токов по отношению к вектору тока в цепях первой фазы.

При правильно собранных токовых цепях значения токов в фазных проводах должны быть равны:

$$I_{23В} = \frac{I_{13В}}{K_{ТТ}}, \quad (9),$$

$$I_{2\Delta} = \sqrt{3} \cdot \frac{I_{1\Delta}}{K_{ТТ}}, \quad (10),$$

где $I_{23В}$, $I_{2\Delta}$ - токи, протекающие в фазных проводах вторичных цепей трансформаторов тока, соединенных соответственно в «звезду» и «треугольник», А;

$I_{13В}$, $I_{1\Delta}$ - токи, протекающие в первичных обмотках трансформатора тока, А.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 49 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Ктт - коэффициент трансформации трансформаторов тока.

Токи небаланса, измеряемые миллиамперметром в дифференциальных и нулевом проводах, должны быть близки к нулю и не превышать расчетных токов небаланса более чем на 20-30%. При поочередном снятии крышек испытательных блоков измеряются токи в дифференциальных проводах. Они должны быть равны токам в фазных проводах того плеча защиты, вторичные цепи которого остаются в работе. Равенство токов выполняется при отсутствии токовых отсоединений и закорачиваний в сторону трансформаторов тока соответствующих цепей на рядах зажимов устройства РЗА.

Защиты двигателей высокого напряжения могут быть проверены от трехфазного нагрузочного устройства при закороченных обмотках статора или при подключении обмотки статора к сети пониженного напряжения, например, 380 В при закороченных и заземленных обмотках ротора (для двигателей с фазным ротором).

От трехфазного источника может быть проверена также правильность сборки цепей напряжения. В этом случае закоротки не устанавливаются, к первичным обмоткам трансформаторов напряжения подводится пониженное трехфазное напряжение, а во вторичных цепях трансформаторов напряжение вольтметром (милливольтметром) снимается потенциальная диаграмма и затем методом засечек строится векторная диаграмма, по которой определяется правильность сборки схемы согласно 5.12.11.

5.12.8.3 Проверка защит генераторов и блоков генератор-трансформатор выполняется в процессе пусковых испытаний, во время которых производится снятие характеристик КЗ и ХХ.

Трехфазная закоротка (должна быть рассчитана на номинальный ток генератора) устанавливается на выводах генератора, если он работает на сборные шины, или на стороне высокого напряжения повышающего трансформатора, если генератор работает в блоке с трансформатором. При этом если в цепи протекания первичного тока КЗ от генератора находятся выключатели, необходимо принять меры, предотвращающие их отключения во время проверки, а в цепях возбуждения генератора принять меры, предотвращающие повышение напряжения в статоре генератора при обрыве цепи протекания тока КЗ.

Постепенно повышая ток возбуждения генератора, увеличивают ток КЗ до значения, достаточного для проверки устройств РЗА. Проверку правильности сборки токовых цепей защит можно начинать уже с момента достижения генератором более или менее устойчивых частот вращения, если устанавливаются вторичные токи, достаточные для проверки защит. Окончательную проверку токовых защит можно проводить непосредственно во время опыта КЗ, когда генератор работает при номинальной частоте вращения и с номинальным током. Если имеется прибор ВАФ, рекомендуется предварительно снять векторные диаграммы токов, который может измерять углы сдвига фаз относительно опорного тока.

Цепи напряжения возбужденного генератора проверяются также при пусковых испытаниях во время снятия характеристики ХХ.

Таким же способом можно проверять устройства РЗА трансформаторов и линий электропередачи, когда имеется возможность выделить генератор для проверки их защит.

Устройства РЗА генератора могут быть также проверены при вращении невозбужденного генератора валоповоротным устройством при установленной трехфазной закоротке в цепях статора (или за блочным трансформатором) согласно [СО 34.45.627](#).

5.12.9 В случаях, когда проверка устройств РЗА от постороннего источника проводилась малыми токами, недостаточными для достоверной оценки правильности

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 50 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

включения устройства РЗА следует после включения оборудования под нагрузку произвести проверку устройств РЗА в полном объеме согласно 5.12.10. Если же токи были достаточны, и проверка производилась от трехфазного источника питания, допустимо ограничиться проверкой векторной диаграммы только одной из групп трансформаторов тока и измерить токи небалансов в нулевых проводах, дифференциальных цепях, фильтрах.

5.12.10 Проверку устройств РЗА током нагрузки и рабочим напряжением следует производить при включении в работу первичного оборудования за счет токов нагрузки. Данную проверку можно производить также при предварительном включении первичного оборудования под напряжение за счет уравнильных токов параллельно включенных трансформаторов, токов шунтирующих реакторов, подключенных к ВЛ 500 кВ, емкостных токов участков ВЛ напряжением 500 кВ.

При отсутствии нагрузки или источника питания на стороне низкого напряжения автотрансформатора с выносными регулировочными устройствами можно использовать ток регулировочного трансформатора при установке переключателя в крайние положения. При правильно собранных токовых цепях защиты при установке переключателя в положение «1», что соответствует минимальному коэффициенту трансформации между сторонами высокого и среднего напряжения автотрансформатора, вектор тока стороны низкого напряжения должен примерно совпадать с вектором тока стороны среднего напряжения. При установке же переключателя в другое крайнее положение, соответствующее максимальному коэффициенту трансформации, вектор тока стороны низкого напряжения должен примерно совпадать с вектором тока стороны высокого напряжения.

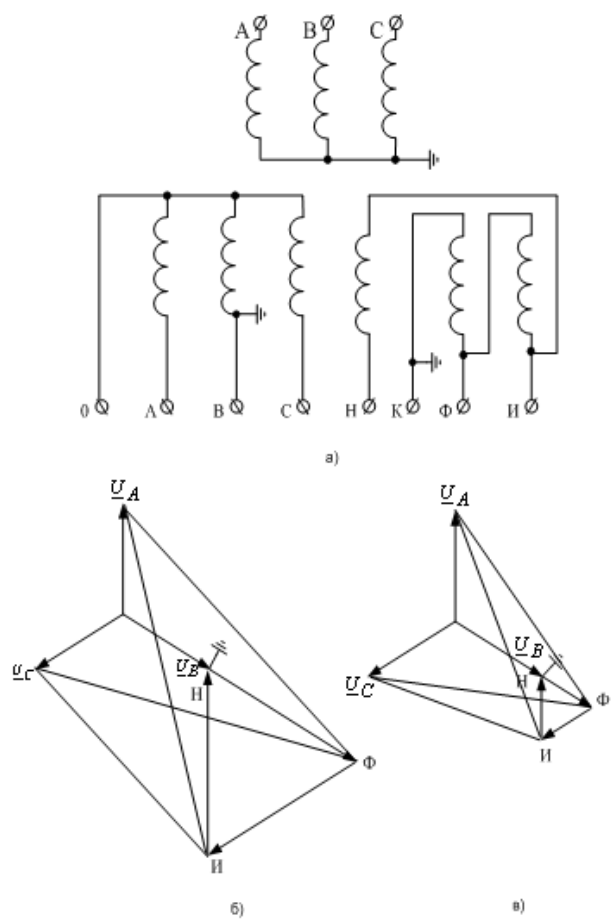
При новом включении проверку следует производить в объеме в соответствии с 5.12.11.

5.12.11 При новом включении непосредственно перед включением под нагрузку должны быть сфазированы первичные цепи вновь вводимого и действующего оборудования. Для этого вновь вводимое оборудование опробуется действующим рабочим напряжением. При этом напряжение должно быть подано и на первичные обмотки вновь вводимых трансформаторов напряжения.

Следует убедиться в исправности вновь вводимых трансформаторов напряжения путем измерения значений напряжений (фазных, линейных, $3U_0$, между выводами обмоток, собранных в «звезду» и «разомкнутый треугольник») во вторичных цепях проверяемого трансформатора напряжения и проверкой чередования фаз или снятием векторной диаграммы напряжений прибором ВАФ. Измерения производятся в шкафу трансформатора напряжения и на панели щита управления, куда приходят кабели из шкафа трансформатора напряжения. Целесообразно сначала измерить все напряжения относительно земли. По результатам этих измерений оценивается правильность соединений вторичных обмоток трансформаторов. Если фазные и линейные напряжения симметричны, а в цепи разомкнутого треугольника напряжение небаланса не превышает 1-3 В, то в схеме нет неправильно включенных (перевернутых по полярностям) обмоток. Правильность наименования фаз определяется при определении чередования фаз, либо пофазным отключением трансформатора напряжения со стороны высокого напряжения, если там установлены однофазные разъединители или предохранители. При пользовании фазоуказателем или прибором ВАФ вывод «В» прибора соединяется с землей (если в схеме трансформатора напряжения заземлен нуль, а не фаза В, то на время проверки заземление нужно перенести на фазу В при снятом первичном напряжении).

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 51 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Для трехобмоточных трансформаторов напряжения с номинальным первичным напряжением 35 кВ и выше с выведенными вершинами «разомкнутого треугольника» проверку правильности сборки цепей «разомкнутого треугольника» нужно произвести также построением потенциальной диаграммы напряжений. Если вершины «разомкнутого треугольника» не выведены на панель управления, потенциальная диаграмма строится только по результатам измерений в шкафу ТН. Диаграмма строится методом «засечек» по результатам измерений напряжения между каждым из выводов разомкнутого треугольника и всеми фазами и нулем «звезды». Для стандартной схемы вторичных цепей трансформатора напряжения с заземленными выводами фаз «В» и «К» построение потенциальной диаграммы приведено на рисунке 14, а значение измеренных напряжений – в таблице 4.



а) – принципиальная схема вторичных цепей напряжения сети 35 и выше; б) – векторная диаграмма напряжений для сети с заземленной нейтралью; в) – векторная диаграмма напряжений для сети с изолированной нейтралью

Рисунок 14 – Проверка цепей напряжения

Следует обращать особое внимание на проверку правильности маркировки выводов «Н» и «К» цепей «разомкнутого треугольника», имеющих приблизительно одинаковые потенциалы по отношению ко всем другим выводам вторичных обмоток трансформатора напряжения. Необходимо проверить на сборке выводов, от какой фазы трансформатора напряжения приходит заземленный конец цепи $3U_0$. Следует иметь в виду, что ошибочная маркировка и установка заземления в цепи $3U_0$ приводят к неправильному включению направленных защит и к их неправильным действиям при КЗ в защищаемой сети.

Напряжение вывода «К» относительно «земли» должно быть равно нулю, а вывода «Н» – напряжению небаланса 1-3 В.

В некоторых случаях измеренные значения напряжения выводов «Н» и «К» по отношению к корпусу панели, установленной на щите управления, имеют незначительные отличия из-за наведенных напряжений между точкой заземления вторичных обмоток в шкафу трансформатора напряжения и корпусом панели, относительно которого производится измерение на щите управления. В этом случае проверку можно произвести указанным ниже способом.

На ряде зажимов панели, на которую подведены кабели от трансформатора напряжения, временно отсоединяют жилу кабеля с маркировкой «Н» в сторону трансформатора напряжения в соответствии с рисунком 15. Между выводами «И» и «К» включают резистор R сопротивлением 50-100 Ом, при этом в цепях между выводами «Н» и «И» протекает ток 1-2 А. С помощью клещей прибором ВАФ измеряют токи в цепях с маркировкой «Н», «К» и «И» на ряде выводов панели и в шкафу трансформатора напряжения, где можно визуально определить заземленную жилу. При правильно выполненных обозначениях на жилах кабеля на панели и в шкафу трансформатора напряжения в цепях с маркировкой «К» и «И» должен протекать ток 1-2 А, а в цепях с маркировкой «Н» ток должен отсутствовать.

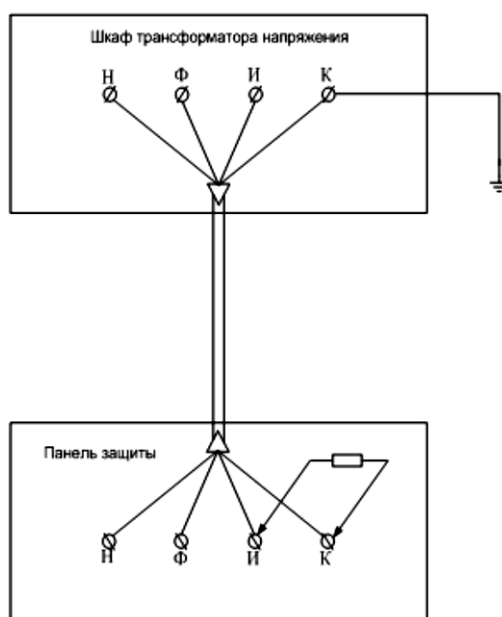


Рисунок 15 – Схема определения выводов «Н» и «К» разомкнутого треугольника

После этого следует произвести фазирование вторичных цепей проверяемого трансформатора напряжения с цепями другого, заведомо исправного трансформатора напряжения, измеряя вольтметром напряжения между всеми вторичными цепями проверяемого и заведомо исправного трансформаторов напряжений. При этом напряжение на первичные обмотки проверяемого и заведомо исправного трансформатора напряжения должно непосредственно подаваться от одного и того же источника напряжения. Фазировку следует считать правильной, если напряжения между цепями с одноименной маркировкой равны нулю (или близки к нулю для цепей с маркировкой «В» и «К»), а между другими цепями соответствуют значениям, установленным в таблице 4.

Таблица 4 – Значения напряжений между фазами вторичных цепей напряжения

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 53 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Вид сети	Значения напряжений между фазами вторичных цепей напряжения										
	АО	ВО	СО	АВ	ВС	СА	НИ	ИФ	ФК	НК	АН
С заземленной нейтралью	58	58	58	100	100	100	100	100	100	1-3	100
С изолированной нейтралью	58	58	58	100	100	100	33	33	33	1-3	100
Вид сети	Значения напряжений между фазами вторичных цепей напряжения										
	АИ	АФ	АК	ВН	ВИ	ВФ	ВК	СН	СИ	СФ	СК
С заземленной нейтралью	195	195	100	1-3	100	100	0	100	142	195	100
С изолированной нейтралью	130	129	100	1-3	33	33	0	100	105	130	100

Аналогично указанным выше способом следует проверить правильность подвода напряжений от проверяемого ТН к колонке синхронизации и к другим устройствам РЗА.

После этого первичные цепи проверяемого и действующего оборудования разделяются отключением коммутационных аппаратов, и на проверяемое оборудование подается рабочее напряжение от вновь вводимого источника.

Проверяется фазировка цепей между вторичными цепями вновь вводимого трансформатора напряжения и цепями одного из заведомо исправных трансформаторов напряжения. Этим проверяется фазировка первичных напряжений между проверяемым и действующим оборудованием.

Если на вводимом в работу первичном оборудовании отсутствуют трансформаторы напряжения, оно подключается к специально выделенной системе шин, и фазировка производится аналогично при поданном на оборудование напряжении от противоположного источника между цепями трансформатора напряжения выделенной системы шин и исправными цепями другого трансформатора, питающегося от другого источника. Фазировка цепей считается правильной, если одноименные векторы напряжений совпадают или сдвинуты один относительно другого на небольшой угол, соответствующий углу нагрузки на шунтирующих связях. При правильной фазировке поступающих напряжений первичное оборудование может ставиться под нагрузку (замыкаться в транзит линии электропередачи, подключаться нагрузка к трансформаторам и т.д.).

5.12.12 Проверка исправности всех токовых цепей производится путем измерения токов в фазных и нулевом проводах (проверкой «обтекания» токовых цепей). Ток в нулевом проводе следует измерять с помощью миллиамперметра, включаемого в цепь нулевого провода через измерительный зажим или контрольный штекер испытательного блока, если не хватает чувствительности прибора. Измерение производится для проверки целостности токовых цепей, поэтому измеряются только значения токов. Токи измеряются во всех вторичных обмотках, в том числе и в неиспользуемых (измерения в этом случае должны быть проведены в месте их закорачивания в ящике выводов трансформаторов тока).

5.12.13 Проверка исправности и правильности подключения цепей напряжения выполняется в следующем объеме (объем работ, выполненных при фазировке первичных источников, может не повторяться):

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 54 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

а) проверяется исправность цепей напряжений на выходе панели автоматики трансформатора напряжения во всех положениях ключей, переводящих нагрузку с рабочего на резервный трансформатор напряжения путем снятия потенциальной диаграммы и проверки чередования фаз или снятием векторной диаграммы прибором ВАФ. При определении чередования фаз и снятии векторных диаграмм вывод «В» фазоуказателя (прибора ВАФ) должен быть подсоединен к «земле». При этом также измеряются напряжения цепей всех фаз относительно земли. Измеренные значения должны соответствовать установленным значениям в таблице 4, напряжение небаланса на выходе «разомкнутого треугольника» не должно превышать 1-3 В;

б) измеряются значения напряжений цепей «звезды» и «разомкнутого треугольника» на рядах зажимов всех вводимых устройств РЗА, после чего фазировются цепи этих напряжений с цепями напряжений на панели автоматики трансформатора напряжения или с другими панелями РЗА, на которых цепи напряжения заведомо исправны.

В отдельных случаях следует производить фазировку напряжений на выводах отдельных реле и аппаратов и на рядах зажимов устройств РЗА, если имеется сомнение в достаточности предыдущих проверок для определения правильности выполнения монтажа панели.

5.12.14 Проверяется правильность подключения устройств РЗА к цепям тока в следующей последовательности:

а) проверить соблюдение полярности подключаемых к прибору токоизмерительных клещей и установку нуля по току. (Одним из методов проверки исправности прибора ВАФ-85 является подключение клещей обратной полярностью на провод, подходящий к выводу фазы С опорного напряжения. ВАФ-85 должен показать угол 0°);

б) с помощью прибора ВАФ снимаются векторные диаграммы токов на входе каждого устройства РЗА. Измерения следует производить на рядах зажимов устройств. В отдельных случаях в соответствии с инструкциями на отдельные устройства следует снять векторные диаграммы токов на выводах реле, комплектов, например, при съеме этих реле, комплектов, когда схема переменного тока этих реле, комплектов проверялась при подаче токов не на ряд зажимов устройства, а на выводы реле, комплектов и т.п.

Для обеспечения возможности снятия векторных диаграмм при малых значениях токов нагрузки (меньше 50-100 мА во вторичных цепях трансформаторов тока) применяются современные приборы ВАФ или при их отсутствии векторные диаграммы снимаются следующими методами:

- в рассечку токовых цепей на контрольных штекерах испытательных блоков или на контактных мостиках измерительных зажимов ряда зажимов включаются катушки из нескольких витков изолированного провода. Токоизмерительными клещами при измерении охватываются все витки катушки, и значения токов, измеренных ВАФ в этом случае, следует разделить на число витков катушки, охватываемых токоизмерительными клещами;

- между токоизмерительными клещами и прибором ВАФ включаются приставки – усилители тока (схемы таких приставок разработаны в ряде энергосистем) для увеличения тока, поступающего к прибору. Однако следует обратить внимание, что при малых токах нагрузки погрешности трансформаторов тока, к которым подключена защита, могут возрасти, и это может вносить погрешности в векторные диаграммы.

При снятии векторных диаграмм токов токоизмерительными клещами следует охватывать провод, в котором измеряется ток, таким образом, чтобы полярная сторона

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 55 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

токоизмерительных клещей (отмеченная звездочкой) была обращена в сторону фазных выводов трансформаторов тока.

При измерениях должно быть обеспечено плотное прилегание плоскостей магнитопроводов токоизмерительных клещей без зазоров и перекосов, при измерении прибором ВАФ-85 фазы тока относительно опорного напряжения направление вращения лимба и направление движения стрелки к нулю должны обязательно совпадать;

в) выясняется точное направление и значения активной, реактивной мощностей и первичного тока, протекающего по данному присоединению. В некоторых режимах направления мощностей заранее известны, например, при прогрузке защит током реактора или емкостным током ВЛ, при работе нагруженного двигателя и т.п. Целесообразно также создавать тупиковый режим нагрузки по присоединению с проверяемой защитой. В остальных случаях определение направления и значений мощностей и тока следует производить по соответствующим ваттметрам и амперметрам и уточнять у диспетчера, в управлении которого находится данное присоединение (стабильность направления и значений активной и реактивной мощностей при проверке токовых цепей под нагрузкой следует периодически контролировать). Для повышения достоверности при определении направления перетоков мощности следует, по возможности, снимать также векторные диаграммы на противоположных концах присоединения.

При симметричной нагрузке положение вектора какой-либо фазы первичного тока, протекающего по присоединению, например, I_A , относительно вектора соответствующего фазного напряжения, например, U_{A0} , может быть определено с помощью диаграммы мощностей на плоскости P, Q , согласно рисунку 16. На осях P и Q следует нанести (с учетом направления) значения активной и реактивной мощностей, протекающих по присоединению. Поскольку эти значения являются проекциями полной мощности S , ($P = U \cdot I \cdot \cos\varphi$, $Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi$) по имеющимся двум проекциям строится изображение полной мощности S . Угол φ между направлением $+P$ и направлением изображения полной мощности S является также углом между фазным напряжением (U_{A0}) и соответствующим фазным током (I_A), поскольку $P_A = U_{A0} \cdot I_A \cdot \cos\varphi$. Направление вектора тока (I_A) совпадает с направлением изображения полной мощности S . Если рассчитанное таким образом направление тока совпадает с направлением, полученным при снятии векторной диаграммы, значит, токовые цепи защиты собраны правильно, и векторная диаграмма снята правильно.

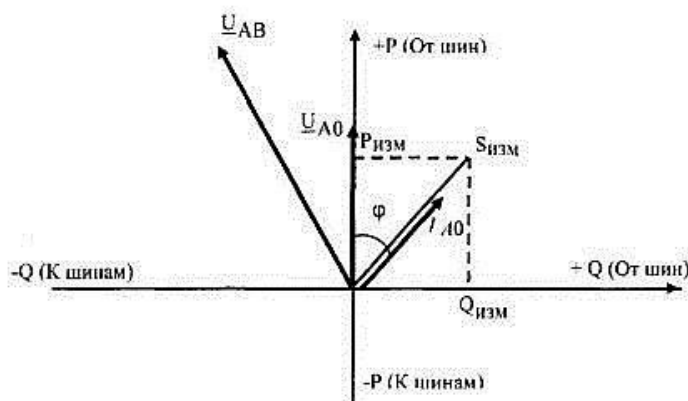


Рисунок 16 – Построение вектора первичного тока по значениям и направлению активной и реактивной мощностей, протекающих по присоединению

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 56 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Точные значения активной и реактивной мощностей могут быть вычислены и в обратном порядке. При снятии векторной диаграммы выяснилось, что ток каждой фазы, например, I_A , отстает от своего фазного напряжения, например, U_{A0} , на угол φ .

Активная мощность по фазе А присоединения вычисляется по формуле:

$$P_A = U_{A0} \cdot I_A \cdot \cos\varphi, \quad (11)$$

Реактивная мощность (для одной фазы) вычисляется по формуле:

$$Q_A = U_{A0} \cdot I_A \cdot \sin\varphi. \quad (12)$$

В формулах (11), (12) все напряжения и токи заданы в первичных значениях. Если токи и напряжения заданы в первичных значениях, то активная и реактивная мощности рассчитываются по формулам (13), (14):

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi, \quad (13)$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin\varphi. \quad (14)$$

Результаты расчета сравниваются с показаниями достоверных щитовых приборов, с данными диспетчера и данными противоположного конца линии;

г) проверяется соответствие коэффициентов трансформации трансформаторов тока по значениям первичных и вторичных токов и направления векторов одноименных фаз первичного и вторичного токов. Направления этих векторов должны совпадать. Исключения допускаются для дифференциальных защит шин, трансформаторов, генераторов и т.п., в которых токи в отдельных плечах защиты могут быть сдвинуты относительно первичного тока на 180° . Если вторичные обмотки трансформаторов тока собраны в «треугольник», сравнивать направления первичных и вторичных токов следует с учетом группы соединения вторичных обмоток трансформаторов тока.

Правильность сборки токовых цепей дифференциальных защит следует определять по минимальному значению тока небаланса в дифференциальных проводах при протекании по всем плечам защиты тока нагрузки и по увеличению небаланса при поочередном исключении вторичных токов, протекающих в плечах защиты. Проверка осуществляется в порядке, аналогичном установленному в 5.12.8. Исключение вторичных токов производится снятием крышек испытательных блоков. Как правило, нагрузка должна быть не менее 10-20% значения номинального тока трансформаторов тока, используемых в защите. Для реле, в том числе МП, в которых дифференциальная цепь существует лишь виртуально, внутри устройства небаланс следует измерять иными способами: для реле серий РНТ, ДЗТ по току в реагирующем органе; для МП терминалов по показаниям дифференциального тока на дисплее или иными способами, изложенными в инструкциях заводов-изготовителей.

Не следует делать заключения о правильности подключения токовых цепей только на основе проверки направления вторичных токов без учета соответствия направлению первичных токов.

5.12.15 Проверяется поведение устройств блокировок при неисправностях цепей напряжения. Проверку осуществляют при поочередном отключении на ряде выводов устройства всех проводов цепей напряжения «звезды» и «разомкнутого треугольника», при поочередном снятии крышек испытательных блоков цепей «звезды» и «разомкнутого треугольника». В этих режимах следует измерять токи в цепях выходного реле устройства. Значения этих токов должны превышать значения токов срабатывания реагирующего органа, и устройство должно срабатывать при отсоединении любого из проводников цепей напряжения за исключением цепей с маркировкой «К» и «0». При восстановленных цепях напряжения следует измерить значения тока небаланса. Если устройства блокировки

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 57 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

выполнены с компенсирующими обмотками, подключенными к напряжениям разомкнутого треугольника ($3U_0$ и «Н»-«И»), следует произвести измерение небаланса при имитации однофазного КЗ в сети согласно рисунку 17. На рисунке 17 изображен модернизированный вариант блокировки с общей компенсирующей обмоткой, подключенной через резисторы R38, 39 к напряжению $3U_0$ и через резисторы R36, 37 к напряжению «Н»-«И». Схема имитации однофазного КЗ с двумя разными обмотками, подключенными к напряжениям $3U_0$ и «Н»-«И» аналогична, изображенной на рисунке 17. В типовом исполнении цепей «разомкнутого треугольника» и блокировки имитируется КЗ на фазе А. При других вариантах сборки цепей «разомкнутого треугольника» необходима реконструкция блокировки. В этом случае имитируется однофазное КЗ на другой фазе. Значение тока небаланса должно быть меньше тока возврата реле. Конкретные значения кратности токов, протекающих в выходном реле блокировки, при обрывах отдельных цепей напряжения, а также небалансов при подводе исправных цепей напряжения должны соответствовать нормам, установленным в заводской документации.

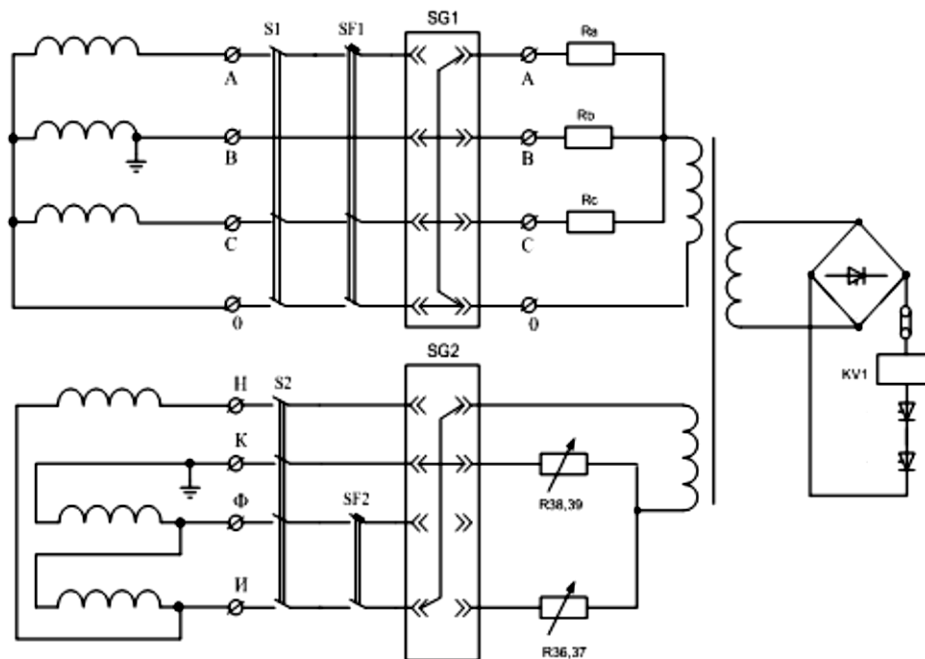


Рисунок 17 – Схема проверки модернизированного варианта блокировки при неисправностях в цепях напряжения

5.12.16 Проверяется правильность работы и небалансы на выходах фильтров симметричных составляющих тока и напряжения прямой и обратной последовательностей.

Должны быть проверены правильность подключения к цепям тока или напряжения и правильность настройки фильтров симметричных составляющих тока и напряжения, содержащихся в измерительных и пусковых органах устройств РЗА. Проверка производится путем измерения значений тока или напряжения на выходах фильтров при поочередной подаче на вход устройств симметричной трехфазной системы тока или напряжения прямого и обратного чередований фаз. Проверку настройки фильтров рекомендуется производить при токах нагрузки во вторичных токовых цепях не менее 20% номинального значения вторичного тока трансформаторов тока, к которым подключены устройства. В некоторых случаях оценку правильности подключения к токовым цепям можно производить и при меньших значениях тока.

Для фильтров обратной последовательности измеряется значение небаланса при подаче прямого чередования фаз воздействующих величин и значение выходного параметра при подаче обратного чередования фаз переключением любых двух фазных проводов. Значение выходного параметра в этом случае должно быть пропорционально подведенным токам или напряжениям обратной последовательности. При этом фиксируется поведение выходного реле, которое должно сработать при превышении входным током или напряжением выполненной уставки. Для фильтров прямой последовательности, значение выходного параметра должно быть пропорционально подведенным токам или напряжениям, а при подаче обратного чередования фаз на выходе фильтра должно быть лишь напряжение небаланса.

Для фильтра напряжения значение небаланса должно быть меньше параметра возврата выходного реле.

Для фильтра тока значение небаланса должно быть меньше параметра возврата выходного реле при заданном максимальном токе нагрузке. Значение данного тока небаланса определяется по току, измеренному в обмотке выходного реле и умноженному на отношение тока максимальной нагрузки к току, протекающему по линии в момент измерения.

При проверке комбинированных фильтров тока $I_1 + KI_2$ следует измерить напряжение на выходе фильтра (органа манипуляции) при подаче обратного и прямого чередований фаз тока. Отношение выходного напряжения при подаче обратного чередования к выходному напряжению при подаче прямого чередования фаз должно быть примерно равно коэффициенту K комбинированного фильтра. Аналогично, но при подаче соответствующей системы напряжений проверяются комбинированные фильтры напряжений $U_1 + KU_2$, применяемые в некоторых схемах для компенсации емкостного тока в органе манипуляции ВЧ передатчиком.

Значение небаланса измеряется амперметром с малым потреблением или вольтметром с большим внутренним сопротивлением.

Повышенные значения небалансов в выходных цепях фильтров могут быть вызваны следующими причинами: наличием в кривых подводимых напряжений и токов гармонических составляющих (третьей – в токах и напряжениях и пятой – в напряжениях); наличием несимметрии подводимых напряжений и токов; разницей в частотах сети при проверке рабочим напряжением и током нагрузки и при настройке фильтра от испытательного устройства. Проверку рекомендуется производить при таком режиме, когда влияние указанных факторов на значение небаланса незначительно.

После окончания проверок и восстановления цепей тока и напряжения в исходное состояние следует проконтролировать правильность восстановления цепей напряжения и тока измерением значения выходного параметра фильтра. Это значение должно соответствовать выходному параметру при токе (напряжении) прямой последовательности при данной нагрузке (напряжении).

5.12.17 Проверяется правильность работы устройств компенсации в защитах ВЛ 500 кВ. Следует проверить: правильность подключения вторичных обмоток устройств компенсации сопротивлений обратной последовательности I_2Z_{2k} в пусковых органах релейной защиты; $K \cdot 3I_0$ – нулевой последовательности в дистанционных реле, включенных на фазные напряжения и токи; компенсации емкостных токов – в измерительных органах устройств РЗА, включенных на ВЛ напряжением 500 кВ.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 59 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

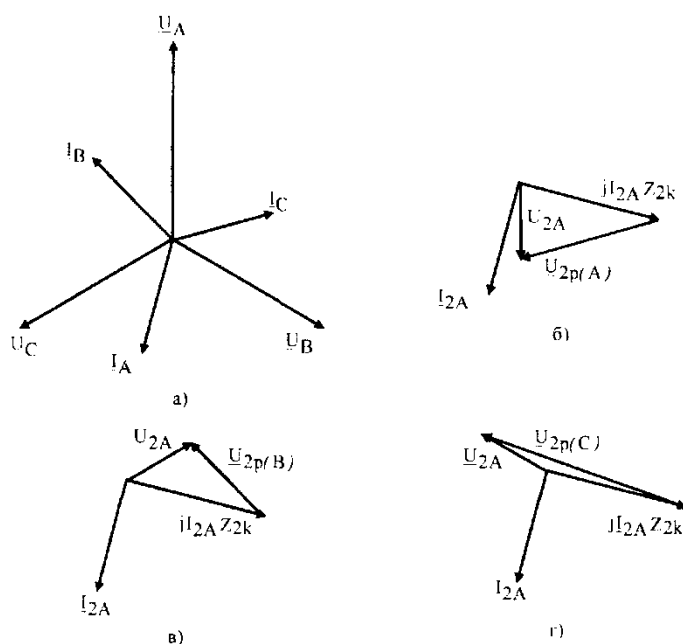
5.12.17.1 Проверяется устройство компенсации сопротивления обратной последовательности в пусковом устройстве защиты, включенном на напряжение и ток обратной последовательности в соответствии с формулой:

$$|U_p| = |U_2 - I_2 Z_{2k}|, \quad (15)$$

где U_2 и I_2 – напряжение и ток обратной последовательности, подаваемые на устройство, а Z_{2k} – сопротивление компенсирующего устройства.

Для проверки этого устройства на защиту подается обратное чередование фаз тока (перекрещиваются фазы В и С), поочередно отсоединяются фазы А, В, С проверяемого устройства от цепей напряжения с подключением их к нулевому проводу (имитируются однофазные КЗ в цепях напряжения), и измеряются значения токов I_{2p} на выходе измерительного или пускового органа. Соотношения значений измеренных токов должны быть пропорциональны значениям U_{2p} , определенным графически из векторной диаграммы рисунка 18:

$$I_{2p(A)} : I_{2p(B)} : I_{2p(C)} = U_{2p(A)} : U_{2p(B)} : U_{2p(C)}. \quad (16)$$



а) – векторная диаграмма рабочих токов и напряжений; б) – диаграмма рабочих токов и напряжений при имитации по цепям напряжения КЗ на фазе А; в) – диаграмма рабочих токов и напряжений при имитации по цепям напряжения КЗ на фазе В; г) – диаграмма рабочих токов и напряжений при имитации по цепям напряжения КЗ на фазе С

Рисунок 18 – Построение диаграмм для определения правильности включения компенсирующего устройства сопротивления обратной последовательности при подаче обратного чередования тока и имитации однофазных КЗ в цепях напряжения

При построении векторной диаграммы следует учесть, что вектор тока $I_{2(A)}$ равен и совпадает с вектором тока I_A , поскольку в устройстве поменяли местами фазы В и С (см. рисунок 18, позиция а). Модуль вектора $jI_{2A}Z_{2k}$ подсчитывается по заданной уставке Z_{2k} и измеренному значению тока I_A , а по направлению вектор $jI_{2A}Z_{2k}$ опережает вектор этого тока на угол 90° .

Значение вектора напряжения \underline{U}_{2A} равно одной трети фазного напряжения, а его направление для каждой имитации, определенное по формуле:

$$\underline{U}_{2A} = \frac{1}{3}(\underline{U}_A + a^2 \underline{U}_B + a \underline{U}_C), \quad (17)$$

совпадает с вектором минус \underline{U}_A при отключении фазы А, минус \underline{U}_C при отключении фазы В и минус \underline{U}_B при отключении фазы С.

Четкость проверки правильности настройки устройств компенсации обеспечивается при соблюдении условий $I_\phi Z_{2k} \geq 0,05 U_\phi$. При малых значениях токов нагрузки следует на время проверки установить максимальное значение Z_{2k} .

5.12.17.2 Проверяется устройство компенсации сопротивления нулевой последовательности в реле сопротивления, включенных на фазные токи и напряжения по схеме с токовой компенсацией. При проверке направленности характеристики реле сопротивления путем уменьшения рабочего напряжения, подаваемого на устройство РЗА с помощью потенциометра в соответствии с 5.12.19 и рисунком 26, определяют по два значения сопротивления срабатывания. Первое - при подаче в устройство только фазного тока и второе - при подаче только тока $3I_0$. В обоих случаях эти сопротивления, определяемые по соотношениям $\frac{U_\phi}{I_\phi}$ и $\frac{U_\phi}{k \cdot 3I_0}$ должны соответствовать углу между рабочим напряжением и током нагрузки, а также угловой характеристике срабатывания реле. Затем фазный ток и ток $3I_0$ подаются одновременно. По уменьшению сопротивления срабатывания до значения, рассчитанного по соотношению $\frac{U_\phi}{I_\phi + k \cdot 3I_0}$ определяется правильность включения фазной и компенсационной обмоток между собой. Этим подтверждается правильность суммирования токов $I_\phi + k \cdot 3I_0$.

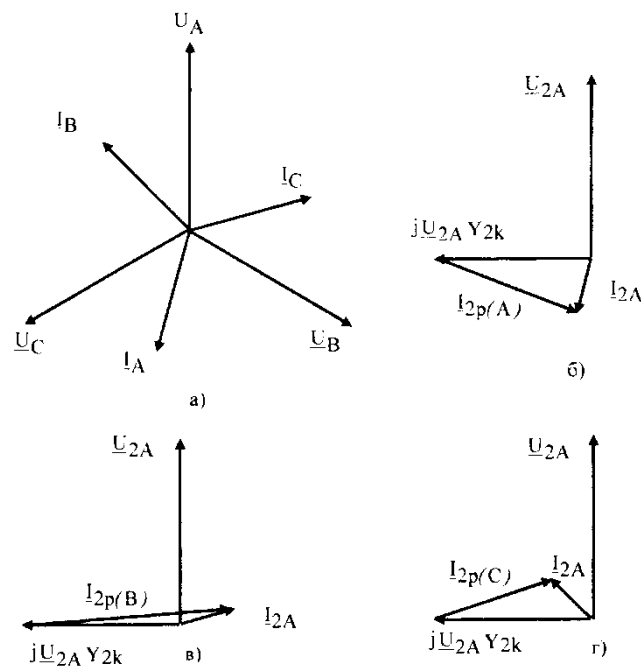
5.12.17.3 Проверяется устройство компенсации емкостного тока ВЛ напряжением 500 кВ. В случае, если проверка производится на ВЛ, включенной на ХХ (реакторы на противоположном конце ВЛ должны быть отключены), условием правильного включения будет уменьшение напряжения на выходе устройства компенсации наполовину или до нуля (при компенсации соответственно половины значения емкостного тока ВЛ или полного его значения) при подаче одновременно тока и напряжения по сравнению с выходным напряжением только от поданного тока. Для устройств, где компенсируются другие части значения емкостного тока ВЛ, эти соотношения, характеризующие правильность включений компенсирующего устройства, могут быть иные. Изменением положения переключателя уставки следует при необходимости произвести корректировку уставки емкостного тока. В зависимости от вида устройства следует подавать соответствующие системы токов и напряжений (симметричные и несимметричные, прямое и обратное чередования фаз).

В случае, если по ВЛ протекает ток нагрузки, правильность подключения устройства следует определять по соотношению величин, получаемых при измерениях, и из векторной диаграммы.

На устройство, подключенное через фильтры обратной последовательности, подается напряжение обратной последовательности (перекрещиваются фазы В и С) совместно с поочередной подачей одного из фазных токов и измеряются напряжения на выходе измерительных и пусковых органов \underline{U}_{2p} . Соотношения значений измеренных напряжений должны быть пропорциональны значениям I_{2p} , определенным графически из векторной диаграммы рисунка 19:

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 61 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

$$U_{2p(A)} : U_{2p(B)} : U_{2p(C)} = I_{2p(A)} : I_{2p(B)} : I_{2p(C)}. \quad (18)$$



а) – векторная диаграмма рабочих токов и напряжений; б) – диаграмма при подведении к устройству тока фазы А; в) – диаграмма при подведении к устройству тока фазы В; г) – диаграмма при подведении к устройству тока фазы С

Рисунок 19 – Построение диаграмм для определения правильности включения компенсирующего устройства емкостного тока ВЛ, включенного через фильтры обратной последовательности

При построении векторной диаграммы следует учесть, что вектор напряжения \underline{U}_{2A} равен и совпадает с вектором напряжения \underline{U}_A , значение вектора $j\underline{U}_{2A}Y_{2k}$ подсчитывается по заданной уставке и опережает вектор \underline{U}_A на 90° . Значение вектора тока \underline{I}_{2A} равно одной трети фазного тока, а его направление, определенное формулой:

$$\underline{I}_{2A} = \frac{1}{3}(\underline{I}_A + a^2 \underline{I}_B + a \underline{I}_C), \quad (19)$$

совпадает с вектором \underline{I}_A при пропускании через устройство тока фазы А, \underline{I}_C при пропускании через устройство тока фазы В, \underline{I}_B при пропускании через устройство тока фазы С.

На устройство, включенное на фазное напряжение и фазный ток, подается сначала только ток, на который оно включено, затем только напряжение, а затем совместно напряжение и ток, и измеряются напряжения $U_{p(I)}$, $U_{p(U)}$, $U_{p(I+U)}$ на выходе измерительного или пускового органа. Соотношения значений измеренных напряжений должны быть пропорциональны значениям векторов $\underline{I}_A, \underline{I}_{A(C)}^K, \underline{I}_\Sigma$, полученным из векторной диаграммы рисунка 20:

$$U_{p(I)} : U_{p(U)} : U_{p(I+U)} = I_A : I_{A(C)}^K : I_\Sigma. \quad (20)$$

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 62 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

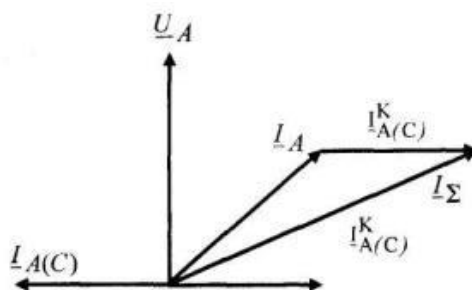


Рисунок 20 - Построение векторной диаграммы для определения правильности включения компенсирующего устройства емкостного тока ВЛ, включенного на фазное напряжение

5.12.18 Проверяется правильность включения органа направления мощности. Эту проверку следует производить путем фиксации состояния контактов реле (выхода реле или терминала) при подведении к реле различных комбинаций тока и напряжения (достаточно трех комбинаций). Обычно следует подавать одно и то же напряжение и поочередно ток каждой фазы в соответствии с рисунком 21. Так как векторы токов разных фаз смещены один относительно другого на 120° , это всегда позволяет получить четкие действия реле, хотя бы для токов двух фаз.

Для реле, включенных на полные значения напряжений и токов, подаются полные значения напряжений и токов в соответствии с рисунком 21, позиция б).

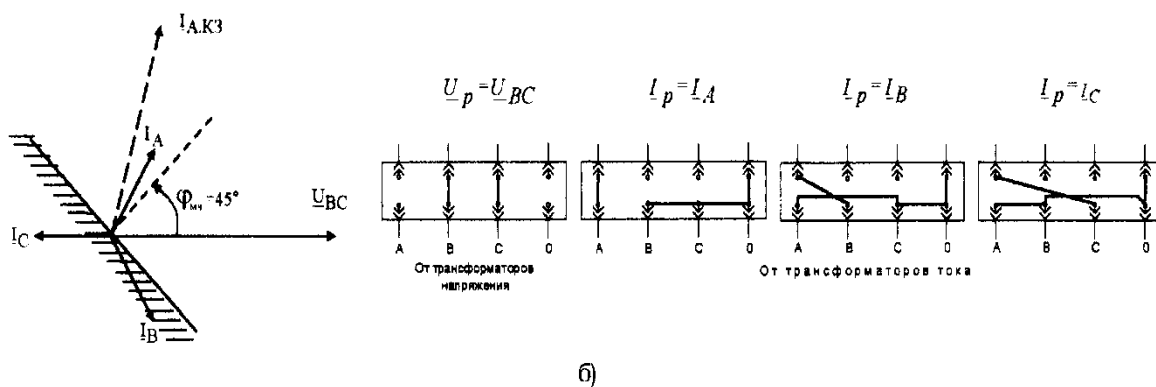
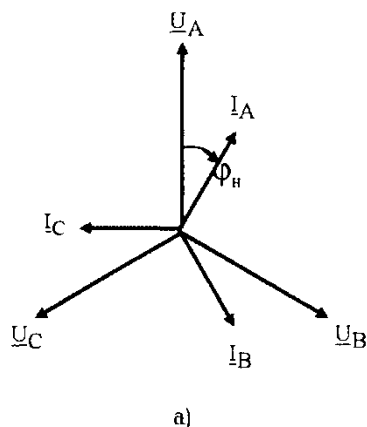


Рисунок 21 – Определение ожидаемого поведения реле мощности при подведении рабочих токов и напряжений

Для защиты от замыканий на землю к реле вместо цепей с маркировкой «Н» подаются цепи с маркировкой «И» (испытательная жила) от цепей напряжения «разомкнутого треугольника» (имитируется однофазное КЗ на фазе А, при условии, что цепи напряжения «разомкнутого треугольника» собраны по типовой схеме), и поочередно токи каждой фазы пропускаются через токовую обмотку реле в соответствии с рисунком 21, позиция в).

Для реле мощности обратной последовательности по цепям напряжения имитируются междупазные или однофазные КЗ, а в токовые цепи реле поочередно подаются токи всех фаз в соответствии с рисунком 21, позиции г), д). Эти реле можно проверить также и при подаче на них токов и напряжений обратной последовательности трех фаз. Для этого на реле путем перекрещивания двух фаз напряжения на крышке испытательного блока подается система напряжений обратной последовательности и затем поочередно три системы токов обратной последовательности в соответствии с рисунком 21, позиция е).

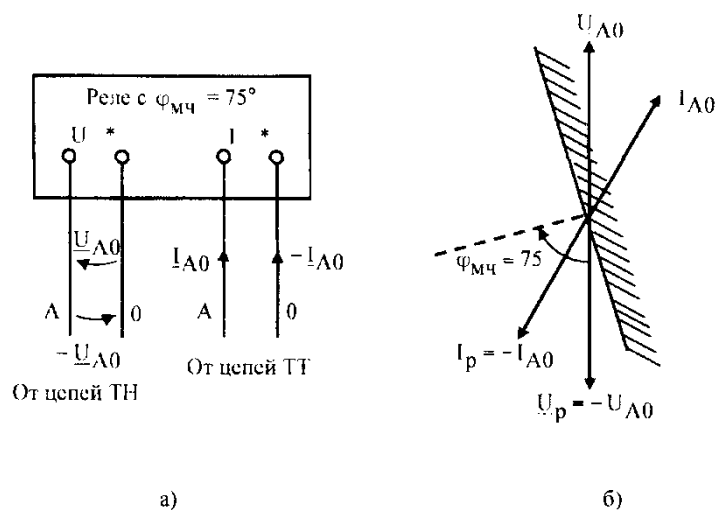
Для облегчения анализа правильности поведения реле токи нагрузки разных фаз целесообразно подводить к одним и тем же цепям реле, например, при проверке реле мощности обратной последовательности однофазными токами можно через токовую обмотку фазы А реле или через последовательно соединенные токовые обмотки фаз В и С поочередно пропустить нагрузочный ток фаз А, В и С.

Предварительно, зная векторные диаграммы токов нагрузки, следует определить ожидаемое поведение реле. Для этого нужно определить, какие из векторов рабочего напряжения будут подводиться при имитациях к обмотке напряжения реле, т.е. определить положение вектора \underline{U}_p . Относительно вектора \underline{U}_p , зная угол максимальной чувствительности, определить линию максимальных, а затем нулевых моментов, т.е. определить зону работы реле.

Для реле мощности обратной последовательности зоны работы могут строиться для токов и напряжений обратной последовательности в соответствии с рисунком 21, позиции г), е) или для полных значения токов и напряжений в соответствии с рисунком 21, позиция д). Углы максимальной чувствительности при этом будут разные. После этого следует нанести на диаграмму положение трех векторов тока, которые будут подводиться к токовым обмоткам реле при имитациях (на основании положения векторов токов нагрузки и вида симметричных составляющих, на которые реагирует реле). По положению этих векторов относительно зоны работы определяют ожидаемое поведение реле. Кроме того, на диаграмму обычно наносят положение вектора тока КЗ, который протекал бы при КЗ на защищаемом элементе первичной сети в режиме, соответствующем имитируемому по цепям напряжения. Вектор тока КЗ должен попадать в зону работы реле, если оно должно срабатывать при КЗ на защищаемых элементах, или в зону блокировки, если оно в этом режиме должно блокироваться. При нанесении векторов тока и напряжения, подводимых к обмоткам реле, на диаграмму, следует определять положения векторов \underline{U}_p , \underline{I}_p , начала (стрелки) которых подходят к однополярным выводам реле (отмечены *), так как относительно них задается угол максимальной чувствительности реле, и строится зона работы реле. Кроме того, зону работы следует строить для определенного контакта реле с учетом назначения реле и схемы включения этого контакта в оперативных цепях.

На рисунке 22 для примера построена зона работы реле мощности нулевой последовательности С ф.м.ч = 75°.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 65 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		



а) – схема подведения цепей тока и напряжения к реле; б) – построение зоны работы реле

Рисунок 22 – Определение зоны работы реле мощности нулевой последовательности при подведении рабочих токов и напряжений

После этого следует произвести намеченные имитации режимов и сравнить фактическое поведение реле с ожидаемым. Если они совпадают, реле мощности включены правильно. При возникновении сомнений в правильности поведения следует снять векторные диаграммы токов и напряжений на выводах самого реле.

При проведении имитаций режимов к реле должны подводиться мощности, достаточные для срабатывания реле при различных углах между векторами тока и напряжения (превышающие мощность срабатывания реле не менее чем в 2-3 раза). При малых значениях токов нагрузки можно на время проверок уменьшать заданную уставку мощности срабатывания реле с помощью переключателей уставок, если таковые имеются, или искусственно увеличивать значение тока, подводимого к реле, с помощью трансформатора тока, например, И54, рисунок 23. В этом случае необходимо проверить, чтобы векторная диаграмма токов, подводимых к реле от повышающих трансформаторов тока, соответствовала нагрузке.

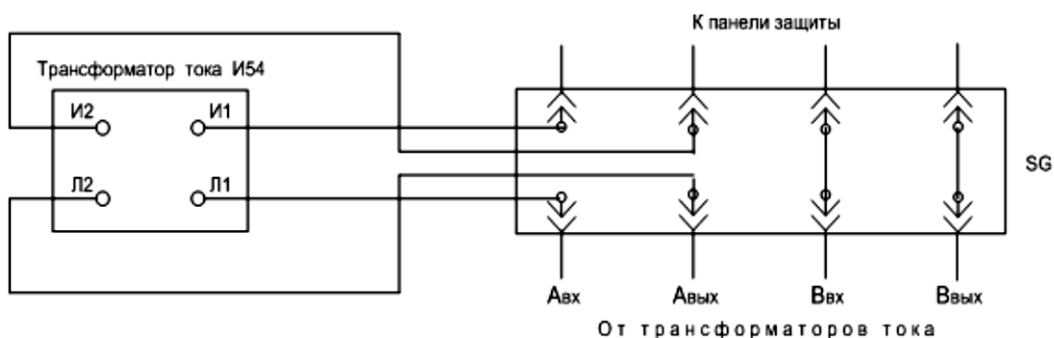


Рисунок 23 – Схема увеличения значения тока, подводимого к реле, с помощью измерительного трансформатора тока

При проверках электромеханических реле мощности следует ориентировочно оценивать механический момент на траверсе подвижного контакта при различных имитациях.

Следует учитывать, что некоторые реле могут иметь ширину зоны работы, меньшую 180°.

Для проверки таких реле следует подбирать такие сочетания токов и напряжений, при которых реле четко действует на срабатывание или на блокировку.

Устройства компенсации сопротивления обратной последовательности и емкостного тока изменяют зону работы реле, поэтому при имитациях они должны быть выведены из работы с помощью переключателей.

На рисунке 21 приведены примеры построения векторных диаграмм и переключений в цепях тока и напряжения при имитациях для проверки различных типов реле мощности:

- на рисунке 21, позиция б) приведена диаграмма для реле мощности, включенного на напряжение \underline{U}_{BC} и ток \underline{I}_A ;
- на рисунке 21, позиция в) – для реле мощности нулевой последовательности при имитации в цепях напряжения однофазного КЗ на фазе А и поочередной подаче в цепь тока фазных токов;
- на рисунке 21, позиция г) - при имитации однофазного КЗ в цепях напряжения и построения диаграммы относительно составляющих тока и напряжения обратной последовательности;
- на рисунке 21, позиция д) - при имитации по цепям напряжения междуфазного КЗ на фазах В и С с подачей в последовательно соединенные токовые обмотки фаз В и С тока фазы А;
- на рисунке 21, позиция е) - при подаче трехфазной системы напряжений обратной последовательности АСВ и трех систем токов обратной последовательности АСВ, ВАС и СВА (при этом фильтр напряжений обратной последовательности будет выделять значения \underline{U}_A , а фильтры токов – поочередно значения, пропорциональные векторам \underline{I}_A , \underline{I}_B , \underline{I}_C).

С учетом векторной диаграммы нагрузок на рисунке 21, позиция а) реле реагируют следующим образом:

- а) на рисунке 21, позиция б) - реле срабатывает при подведении тока \underline{I}_A и не срабатывает при подведении токов \underline{I}_B , \underline{I}_C ;
- б) на рисунке 21, позиция в) - реле срабатывает при подведении токов \underline{I}_A , \underline{I}_B и не срабатывает при подведении тока \underline{I}_C ;
- в) на рисунке 21, позиция г) - реле срабатывает при подведении токов \underline{I}_A , \underline{I}_B и не срабатывает при подведении тока \underline{I}_C ;
- г) на рисунке 21, позиция д) - реле срабатывает при подведении тока \underline{I}_B и не срабатывает при подведении токов \underline{I}_A , \underline{I}_C ;
- д) на рисунке 21, е реле срабатывает при подведении системы токов СВА и не срабатывает при подведении системы токов АСВ и ВАС.

5.12.19 Проверяется правильность включения реле сопротивления.

Проверку реле сопротивления следует производить путем перевода реле сопротивления в режим реле направления мощности (в случае, если имеется контур подпитки, питающийся от неповрежденной фазы напряжения) или снижением значения рабочего напряжения, подводимого к реле (в случае, если контур памяти отсутствует или питается от линейных напряжений), и путем оценки поведения реле при подведении к нему разных фаз токов нагрузки.

Правильность включения реле сопротивления дистанционных защит обычно проверяют только для одного реле сопротивления первой ступени, например, включенного на линейное напряжение АВ, считая при этом, что возможные ошибки в пределах устройства РЗА были выявлены на предыдущих этапах наладки с помощью испытательного устройства.

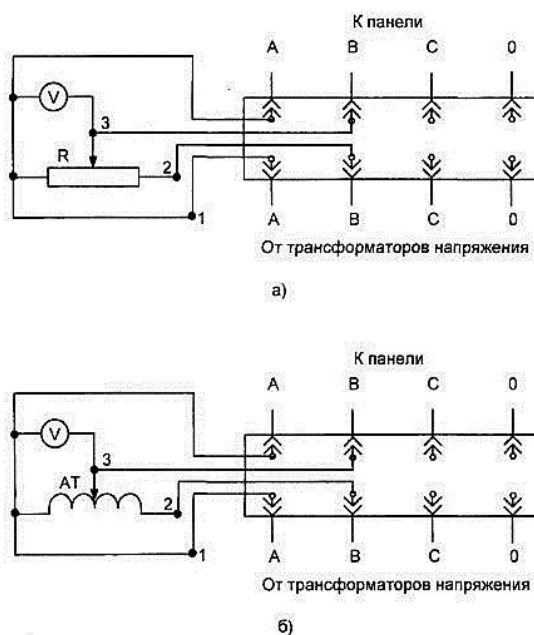
И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 67 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

При включении отдельных ступеней дистанционной защиты на разные группы вторичных обмоток трансформаторов тока (например, при раздельном включении I и II комплектов модернизированной панели ЭПЗ-1636 или основного и резервного комплекта защиты ШДЭ-2802) следует производить проверку только для одного реле сопротивления, но для каждой группы. Для других устройств РЗА следует проверить правильность подключения каждого реле сопротивления.

Перевод реле сопротивления, в котором подпитка выполнена от неповрежденной фазы напряжения, в режим реле направления мощности следует производить путем его отсоединения от цепей напряжения, закорачивания в сторону панели цепей рабочего напряжения реле и подведения фазных напряжений от цепей напряжения в контур подпитки проверяемого реле. При этом цепи тока этого реле остаются подключенными к току нагрузки. Угол максимальной чувствительности реле в режиме реле направления мощности, отсчитываемый относительно напряжения, подаваемого в контур подпитки, равен углу максимальной чувствительности реле сопротивления плюс 90° . Можно также пользоваться углом максимальной чувствительности реле сопротивления, но помнить, что подавая напряжение C_0 , имитируем напряжение АВ, подавая напряжение A_0 имитируем напряжение ВС, подавая напряжение B_0 , имитируем напряжение СА.

Для электромеханических реле сопротивления (в настоящее время сняты с производства) перевод в режим реле направления мощности следует осуществлять переключением соответствующих накладок, при этом значение угла максимальной чувствительности реле в режиме реле направления мощности остается тем же, что и в режиме реле сопротивления или равном 90° (в зависимости от типа реле).

Реле, у которых отсутствует контур подпитки, питающийся от неповрежденной фазы цепей напряжения, следует проверять, подводя к реле ток нагрузки и пониженное напряжение от трансформатора напряжения. Для этого с помощью потенциометра или автотрансформатора понижают напряжения, поступающие от трансформаторов напряжения, и, подводя к реле напряжения разных фаз, измеряют напряжения срабатывания реле согласно рисунку 24.



а) – реостата, включенного по схеме потенциометра; б) – лабораторного автотрансформатора

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 68 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Рисунок 24 – Схема проверки правильности подключения реле сопротивления путем подвода к реле пониженного значения рабочего напряжения

Для реле, имеющих характеристики срабатывания с охватом начала координат, для фиксации двух точек срабатывания измерения следует производить с изменением фазы подводимого напряжения на 180° .

При проверках ненаправленных реле сопротивления с характеристикой в виде окружности (или многоугольника) с центром в начале координат следует дополнительно снять векторные диаграммы напряжений и токов на выводах реле.

Значения сопротивлений срабатывания (Z_{CP}), в омах на фазу, для реле, включенных на линейные напряжения и токи, необходимо подсчитать по формуле:

$$Z_{CP} = \frac{U_{Л.СР}}{I_{Л}}, \quad (21)$$

Для реле, включенных на фазные напряжения и токи:

$$Z_{CP} = \frac{U_{Ф.СР}}{I_{Ф}}, \quad (22)$$

а) если фазный ток не пропускается через компенсационную обмотку;

$$Z_{CP} = \frac{U_{Ф.СР}}{K \cdot I_{Ф}}, \quad (23)$$

б) если фазный ток пропускается только через компенсационную обмотку;

$$Z_{CP} = \frac{U_{Ф.СР}}{(1+K) \cdot I_{Ф}}, \quad (24)$$

в) если фазный ток пропускается через фазную и компенсационную обмотки, где Z_{CP} – сопротивление срабатывания реле, Ом/фазу;

$U_{Л.ср}$, $U_{Ф.ср}$ - линейные и фазные значения напряжений срабатывания, В;

K – коэффициент компенсации тока нулевой последовательности;

$I_{Ф}$ – фазный ток нагрузки, А.

$I_{Л}$ – линейный ток нагрузки, понимаемый, как геометрическая разность фазных токов, подводимых к реле, А.

По угловым характеристикам реле сопротивления, зная углы между напряжениями и токами, определяют расчетные значения сопротивлений срабатывания и сравнивают их с измеренными. Измерения выполняются для нескольких сочетаний подводимых напряжений (или токов).

Реле сопротивления следует считать включенными правильно, если ожидаемое поведение их совпадает с фактическим при проверках реле сопротивления в режиме реле направления мощности или расчетные значения сопротивлений срабатывания совпадают с измеренными при проверках снижением напряжения.

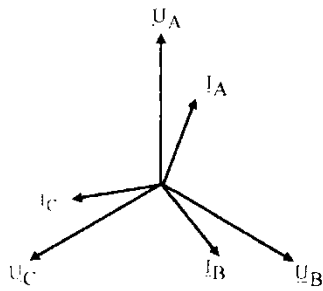
При сомнениях в результатах проверки следует проверить векторную диаграмму токов и напряжений на выводах самого реле.

Реле сопротивления следует проверять при токах нагрузки, близких или превышающих значения тока точной работы реле сопротивления. Увеличить значения токов, подводимых к реле, можно с помощью трансформаторов тока, включаемых по схеме согласно рисунку 23.

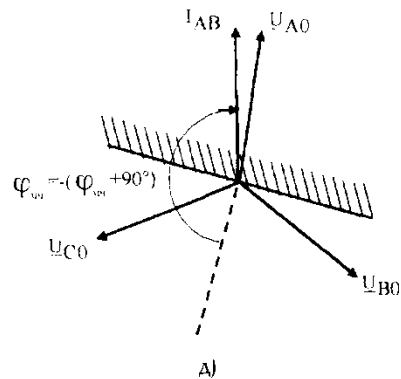
На рисунке 25 построены векторные диаграммы и показаны переключения, проводимые в цепях напряжения при проверках реле сопротивления с переводом в режим направления мощности, а на рисунке 26 – при подведении пониженного напряжения. На рисунке 25, позиции б), в), г) диаграммы построены относительно напряжений, подводимых к контуру подпитки (U_n), и нанесены векторы тока I_{AB} в соответствии с диаграммой на рисунке 25, позиция а). На рисунке 25, позиция д) векторная диаграмма построена относительно условно

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 69 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

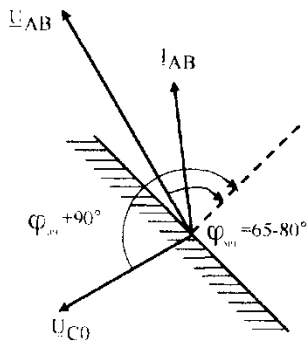
неподвижного вектора тока. В этом случае знак значения угла максимальной чувствительности меняется на противоположное по отношению к знаку значения этого угла при неподвижном векторе напряжения. Как видно из рисунка, для определения ожидаемого поведения реле при построении диаграммы указанным способом достаточно построить одну диаграмму вместо трех.



а)

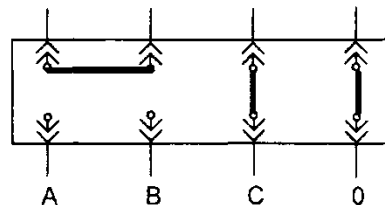


А)

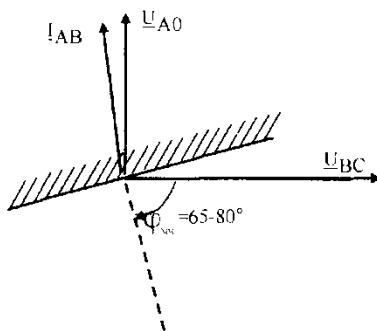


б) Реле срабатывает

Подключение напряжений
для векторных диаграмм:

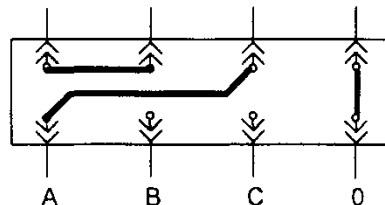


От трансформаторов напряжения

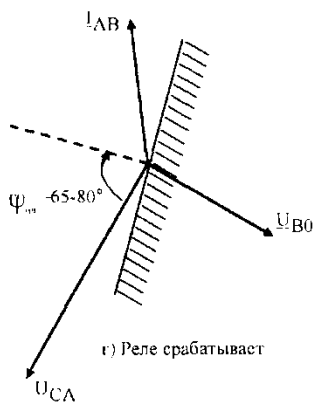


в) Реле не срабатывает

Подключение напряжений
для векторных диаграмм:

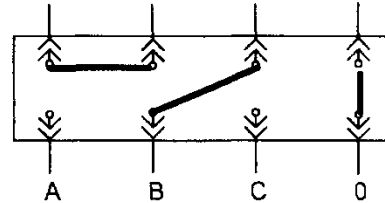


От трансформаторов напряжения



г) Реле срабатывает

Подключение напряжений
для векторных диаграмм:

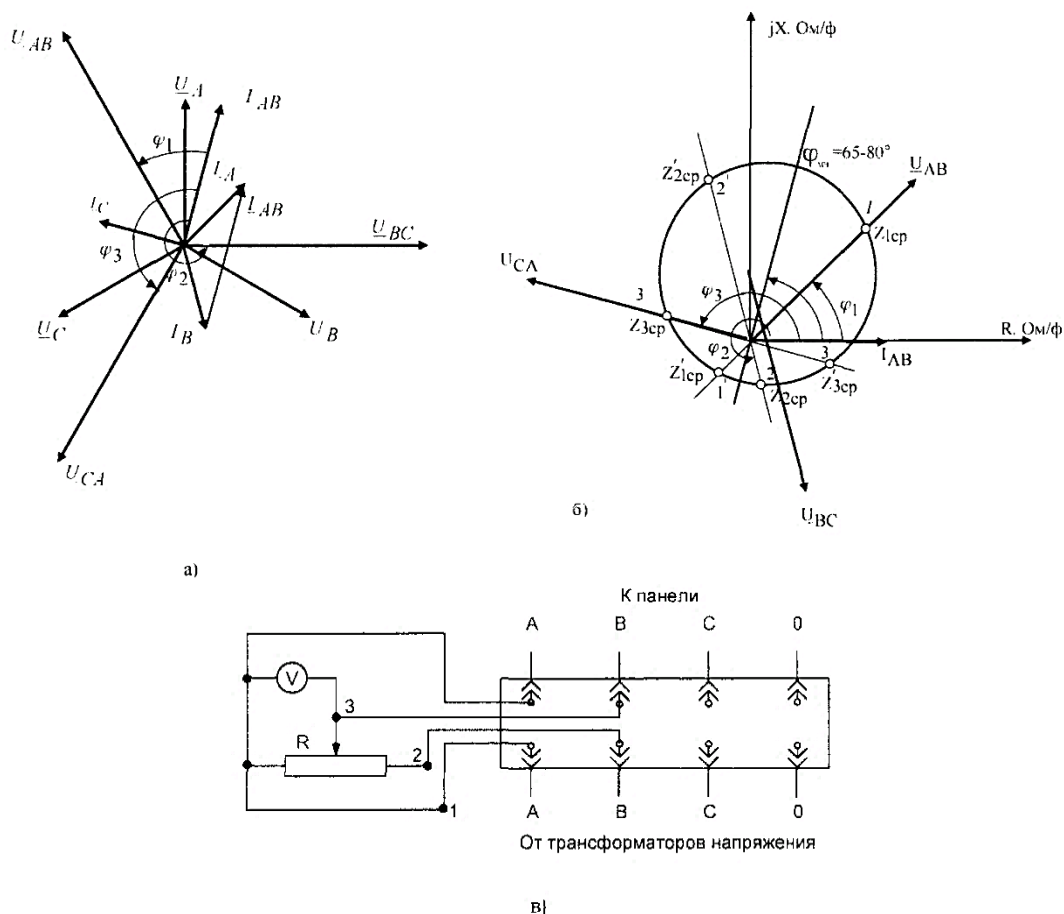


От трансформаторов напряжения

а) – векторная диаграмма рабочих токов; б) – при подведении к контуру подпитки \underline{U}_{C0} ; в) – при подведении к контуру подпитки \underline{U}_{A0} ; г) – при подведении к контуру подпитки \underline{U}_{B0} ; д) – путем построения векторной диаграммы относительно условно-неподвижного вектора тока

Рисунок 25 – Определение ожидаемого поведения реле сопротивления при переводе реле в режим направления мощности

На рисунке 26 показано определение расчетных значений $Z_{ср}$ по угловой характеристике реле в зависимости от фаз подведенного напряжения. Порядок подключения цепей от трансформатора напряжения к устройству РЗА для проверки $Z_{ср}$ в различных точках угловой характеристики должен быть выполнен согласно таблице 5.



а) – векторная диаграмма рабочих токов и напряжений; б) – $Z_{ср}$ по угловой характеристике; в) – схема подачи напряжений

Рисунок 26 – Определение ожидаемого поведения реле сопротивления путем снижения напряжения

Таблица 5 – Порядок подключения цепей от трансформатора напряжения к устройству РЗА для проверки $Z_{ср}$

Точки угловой характеристики	Подключение зажимов реостата к фазам вторичных цепей напряжения	
	Зажим 1	Зажим 2
1	A	B
1'	B	A
2	B	C
2'	C	B

Точки угловой характеристики	Подключение зажимов реостата к фазам вторичных цепей напряжения	
	Зажим 1	Зажим 2
3	С	А
3'	А	С

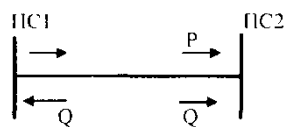
5.12.20 Производятся двусторонние проверки устройств РЗА совместно с аппаратурой ВЧ каналов.

5.12.20.1 Следует проверить правильность совместной работы устройств РЗА, установленных на противоположных концах ВЛ (на многоконцевых ВЛ двусторонние проверки производятся поочередно) и связанных между собой с помощью ВЧ аппаратуры, например, высокочастотных дифференциально-фазных защит, направленных защит с ВЧ блокировкой, устройств отключения противоположного конца ВЛ, устройств ускорения резервных защит, устройств противоаварийной автоматики и т.п. Двусторонняя проверка диффазной защиты выполняется путем снятия фазной характеристики и установкой заданного угла блокировки, проверки фазировки цепей тока и напряжения и правильности подключения органов манипуляции ВЧ передатчиками на противоположных концах ВЛ, обмена ВЧ сигналами для дифференциально-фазных защит ВЛ. Для других устройств РЗА производится проверка правильности прохождения сигналов от передающего к приемному устройству РЗА. Перед этими проверками должна быть полностью проверена аппаратура ВЧ канала.

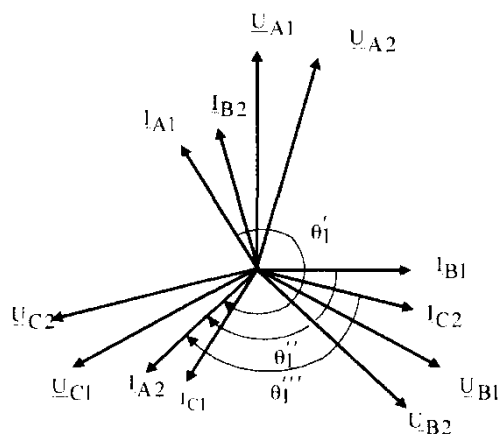
5.12.20.2 При двухсторонней проверке диффазной защиты снимается фазная характеристика, т.е. зависимость тока в исполнительном реле органа сравнения фаз от угла сдвига между векторами напряжений на выходе органов манипуляции противоположных концов ВЛ. Эту работу возможно производить и при отключенной ВЛ при наличии источников синхронных напряжений на обоих концах ВЛ или после включения ВЛ под напряжение или под нагрузку. Ветви фазной характеристики могут оказаться несимметричными из-за наличия отраженного от неоднородностей ВЧ канала сигнала, мощность которого достаточна для дополнительного запираания ВЧ приемника. Считается допустимым такое влияние отраженного сигнала, при котором при переключении выхода приемопередатчика с 75 Ом на линию ширина импульса тока на выходе приемника уменьшается (напряжение на выходе приемника увеличивается) не более чем на 10°.

При снятии фазной характеристики нуль отсчета, т.е. совпадение векторов напряжения манипуляции двух концов ВЛ целесообразно брать при совмещении начал «своего» и «чужого» пакетов ВЧ передатчиков за линейным фильтром (в сторону «своего» передатчика). Только в случае такого подхода к снятию фазной характеристики можно оценить несимметрию ее ветвей.

5.12.20.3 В диффазной защите проверяется правильность фазировки цепей тока. Эта проверка производится на включенной под нагрузку линии (нагрузка должна быть достаточной для полной манипуляции ВЧ сигналов) при запущенных передатчиках на обоих концах ВЛ путем пофазной подачи токов нагрузки в защиту на каждом конце ВЛ и сравнения манипулированных ВЧ сигналов в приемниках обоих полуккомплектов защит в соответствии с рисунком 27.

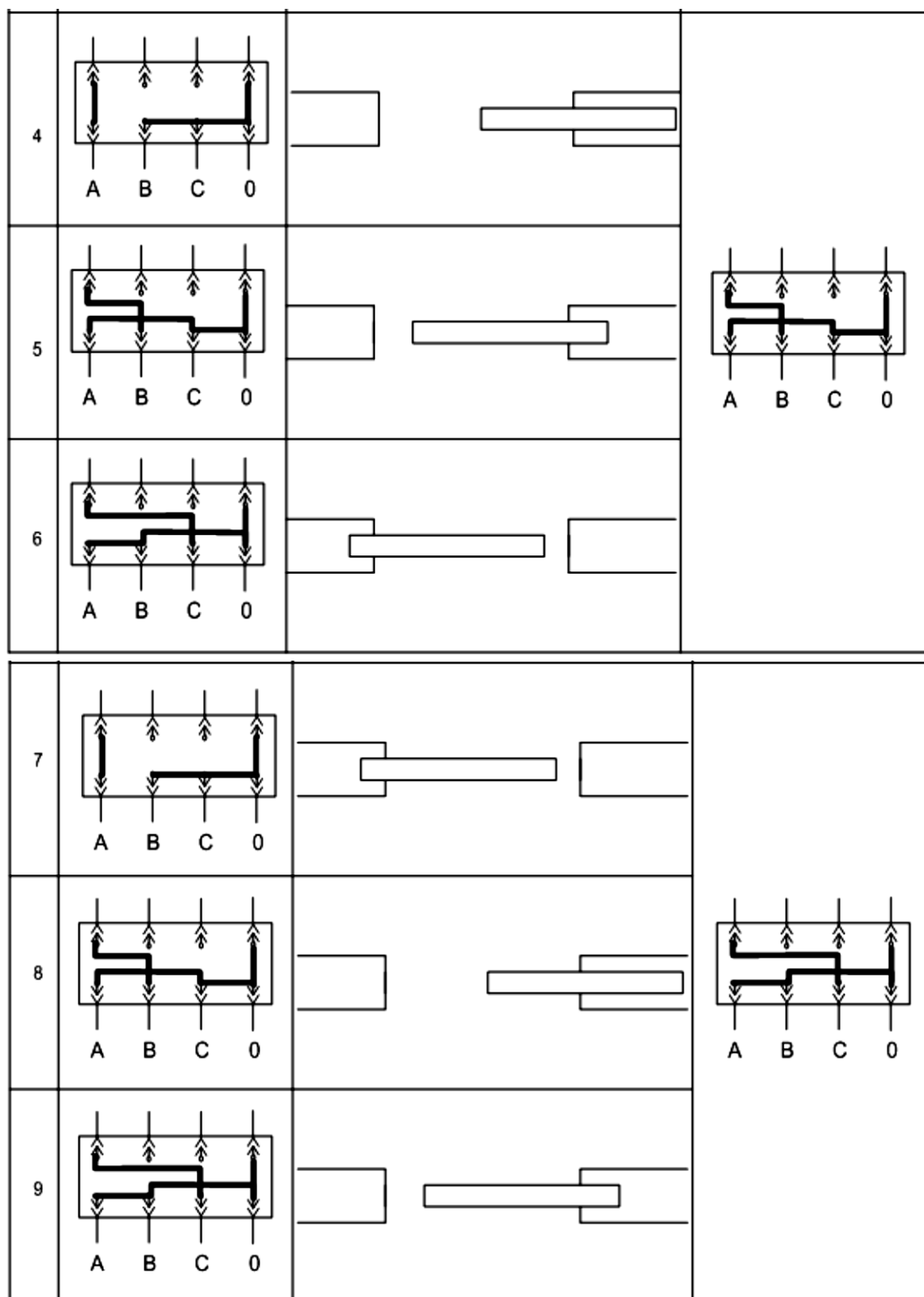


а)



б)

N опыта	Подстанция 1		Подстанция 2
	Контрольные штекеры в токовых цепях	Вид осциллограммы на входе приемопередатчика защиты	Контрольные штекеры в токовых цепях
1			
2			
3			



в)

а) – направление перетоков мощности по ВЛ; б) – векторная диаграмма рабочих токов и напряжений по концам ВЛ; в) – вид осциллограмм ВЧ сигнала на входе приемника на подстанции 1

Рисунок 27 – Проверка правильности фазировки цепей тока по концам ВЛ

Для правильного проведения фазировки на одном из полукомплектов в фазу А панели подается фаза А токовых цепей. На другом конце в такую же фазу А подаются поочередно

фазы А, В и С токовых цепей. Затем на первом полукомплекте в фазу А панели подается фаза В токовых цепей, а на другом конце повторяется поочередная подача фаз А, В и С. Процесс повторяется при подаче в первом полукомплекте фазы С токовых цепей в фазу А панели.

Следует иметь в виду, что для уменьшения мешающего влияния короны на работу дифференциально-фазной защиты ВЛ 500 кВ подвод цепей тока к защите осуществляется с циклической перестановкой фаз тока на рядах выводов панели со стороны подходящих кабелей с тем, чтобы комбинированный фильтр органа манипуляции выделял на выходе напряжение той фазы ВЛ, которая подвергнута ВЧ обработке, поэтому для упрощения терминологии при проверках пользуются маркировкой токовых цепей, указанной в заводской документации, т.е. панельной маркировкой, а не маркировкой на жилах кабеля.

Проверку правильности фазировки следует осуществлять с помощью осциллографов, подключаемых на входе ВЧ приемников (за линейными фильтрами), а также по токам (напряжениям) на выходах приемников и в выходных цепях органа сравнения фаз. Фазировка токовых цепей считается выполненной правильно, если при подведении к защитах одноименных фаз тока на экране осциллографов отсутствуют перерывы между ВЧ пакетами передатчиков обоих концов ВЛ, т.е. ВЧ пакеты смещены один относительно другого на 180° , а показания приборов соответствуют заблокированному состоянию защит или между ВЧ пакетами имеются небольшие паузы (фиксируемые осциллографами и приборами), которые обусловлены запаздыванием распространения ВЧ сигнала (6° на каждые 100 км ВЛ) и сдвигом фаз между токами по концам ВЛ, вызванным емкостными токами. Могут иметь место случаи, когда ВЧ пакеты при подаче токов одноименных фаз совмещены между собой и смещены один относительно другого на углы, близкие к 180° , при подведении к защитах разноименных фаз. При значительных углах между ВЧ пакетами (20° и более) при подведении одноименных фаз тока этот сдвиг (ψ) в град, должен быть оценен по формуле:

$$\psi = \Theta + \alpha, \quad (25)$$

где Θ – угол между токами по концам ВЛ, эл. град;

α – угол, вызванный запаздыванием ВЧ сигнала (6° на 100 км длины ВЛ), град.

Значение угла Θ следует определить путем построения векторной диаграммы токов обоих концов ВЛ, получив векторную диаграмму токов противоположного конца ВЛ по телефону. Значение этого угла отсчитывается от вектора тока на рассматриваемом конце ВЛ (в направлении, противоположном вращению часовой стрелки) до вектора тока на противоположном конце ВЛ в соответствии с рисунком 27, позиция б).

В связи с тем, что векторная диаграмма токов на противоположном конце ВЛ снимается относительно собственных напряжений, которые сдвинуты относительно напряжений на рассматриваемом конце на угол δ_n , при нанесении вектора тока противоположного конца ВЛ на диаграмму нужно учесть значение этого угла для ВЛ, по которым протекают значительные активные мощности. При построении диаграммы на питающем конце значение угла δ_n вычитается, а на приемном – складывается со значением фазы вектора тока, полученным по телефону. Значение угла (δ_n), в градусах, если можно пренебречь емкостными токами, может быть подсчитано по формуле:

$$\delta_n = \arcsin \frac{P \cdot X_L}{U_1 \cdot U_2}, \quad (26)$$

где P – активная мощность на рассматриваемом конце ВЛ, МВт;

X_L – индуктивное сопротивление ВЛ, Ом;

U_1, U_2 – напряжения на концах ВЛ, кВ.

Эта формула справедлива, если нет параллельных связей.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 75 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Значение угла (Θ), в градусах, может быть также подсчитано по приближенной формуле:

$$\theta = \arctg \frac{P}{3 \cdot I^2 \left(X_C - \frac{X_L}{2} \right) + Q} + 180^0, \quad (27)$$

где P и Q – активная и реактивная мощности на рассматриваемом конце ВЛ, МВт, МВар;

I – ток на данном конце ВЛ, кА;

X_C , X_L – емкостное и индуктивное сопротивления ВЛ, Ом.

На рисунке 27, позиция в) показан примерный вид осциллограммы ВЧ импульсов, соответствующей векторной диаграмме, приведенной на рисунке 27, позиция б). Сдвиг между ВЧ импульсами (β), в градусах, определенный по осциллограмме, должен соответствовать расчетным, определяемым по одной из формул:

$$\beta = \Theta'_1 + \alpha - \gamma_{пр} - \text{для опыта 1}, \quad (28)$$

где $\gamma_{пр}$ – ширина ВЧ импульса передатчика противоположного конца ВЛ, град;

$$\beta = \Omega_c - \Theta''_1 - \alpha - \text{для опыта 2}, \quad (29)$$

где Ω_c – ширина паузы ВЧ сигнала собственного передатчика, град.

В остальных опытах значения углов β определяется по одной из вышеприведенных формул при подстановке соответствующих углов Θ_1 . Аналогичные опыты выполняются и на подстанции 2, при этом углы определяются по соответствующим углам Θ_2 .

5.12.20.4 Проверку правильности фазировки цепей напряжения можно произвести аналогично путем подачи на один из концов ВЛ одной фазы напряжения, а на другой конец ВЛ – поочередно напряжений трех фаз. Фазировка цепей напряжения считается правильной, если при подведении к защитах одноименных фаз напряжения ВЧ импульсы передатчиков совпадают или сдвинуты на угол, обусловленный запаздыванием ВЧ сигнала противоположного конца (угол α), углом нагрузки δ_n и разностью ширины импульсов ВЧ передатчика.

5.12.20.5 Для проверки правильности включения устройств компенсации емкостных токов следует произвести совместную проверку при подаче одновременно и цепей тока, и цепей напряжения. На обоих концах ВЛ к защитах одновременно подводится трехфазная система токов и напряжений с прямым, с обратным чередованиями фаз, а затем с поочередным исключением одноименных фаз тока и напряжения (поочередно для всех трех фаз). При этом пакеты ВЧ импульсов должны быть смещены один относительно другого на угол, близкий к 180° , или по крайней мере, пауза между ВЧ импульсами должна быть меньше, чем при подведении к защитах одноименных фаз токов (последнее условие может иногда не выполняться для приемного конца длинной сильно нагруженной ВЛ сверхвысокого напряжения).

5.12.20.6 Производится обмен ВЧ сигналами между комплектами дифференциально-фазной и направленных высокочастотных защит. Для этого сначала поочередно, а потом одновременно запускаются передатчики на концах ВЛ. Для ВЧ каналов защит, оборудованных автоматическим контролем ВЧ канала, обмен ВЧ сигналами производится с помощью этих устройств.

В дифференциально-фазных защитах при запуске передатчика только с одной стороны при достаточной нагрузке ток на выходе приемника уменьшается примерно наполовину в обоих приемниках, что соответствует манипулированному ВЧ сигналу при односторонне запущенном передатчике, а при одновременном запуске обоих передатчиков ток приема падает до нуля, что соответствует заблокированному состоянию защиты.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 76 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

В направленных ВЧ защитах состояние защиты должно соответствовать заблокированному состоянию при хотя бы одном запущенном передатчике.

После окончания двусторонних проверок устройства РЗА могут вводиться в работу в соответствии с [И 6.3-161](#) (раздел 12).

6 Объемы и последовательность работ при выполнении технического обслуживания

6.1 Объемы и последовательность работ при выполнении всех видов планово-предупредительного ТО устройств РЗА и вторичного оборудования, установленных в [И 6.3-161](#) (пункт 5.1), должны выполняться в соответствии с указаниями завода-изготовителя, а при их отсутствии - в соответствии с [Правилами технического обслуживания устройств и комплексов релейной защиты и автоматики](#) (Приложения № 2 – 4).

6.2 Дополнительно при ТО МП устройств РЗА (для видов ТО – К1, В, К) должна выполняться проверка параметров срабатывания (уставок) всех измерительных органов МП терминала и проверка точности измерения/ регистрации входных аналоговых сигналов терминала при подаче номинальных значений тока и/ или напряжения и значений сверх номинальных согласно 5.6.5 для выявления стабильности пассивных элементов аналоговых входов.

6.3 Дополнительно при ТО МП устройств РЗА производства ООО НПП «ЭКРА» (для видов ТО – К1, В, К) должен выполняться анализ журналов событий МП терминалов за период с последнего ТО на предмет наличия ошибок, зафиксированных системой диагностики терминалов, а также ложных срабатываний дискретных входов. В случае выявления по результатам анализа журнала событий МП терминалов отклонений, необходимо организовать взаимодействие с заводом-изготовителем для разработки мероприятий по устранению выявленных отклонений.

6.4 Объемы проверок электрических характеристик, комплексных проверок и проверок рабочим током и напряжением при ТО отдельных устройств, узлов и элементов устройств РЗА и вторичного оборудования установлены в разделе 7.

6.5 ТО устройств РЗА и вторичного оборудования осуществляется с учетом требований [И 6.3-091](#) (раздел 5).

7 Объемы проверок электрических характеристик, комплексных проверок и проверок рабочим током и напряжением при техническом обслуживании отдельных устройств, узлов и элементов устройств релейной защиты и автоматики

Объемы проверок электрических характеристик, комплексных проверок и проверок рабочим током и напряжением установлены в таблицах 6 – 113.

7.1 Дистанционные защиты

7.1.1 Защиты ПЗ-2/1 и ПЗ-2/2

В таблице 6 установлены объемы работ для защит ПЗ-2/1 и ПЗ-2/2 в зависимости от вида ТО.

Таблица 6 – Объем работ для защит ПЗ-2/1 и ПЗ-2/2

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 77 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка комплекта дистанционной защиты ДЗ-2, комплекта реле сопротивления КРС-1, устройств блокировки при качаниях КРБ-125 или КРБ-126, указательного реле 5РУ;
Н, К1, В	б) проверка взаимодействия реле в схеме защиты при напряжении оперативного тока, равном 0,8 номинального значения;
Н, К1, В, К	в) комплексная проверка защиты при имитации различных видов повреждений: - при двухфазных КЗ АВ, ВС, СА с подачей параметров аварийного режима, соответствующих $0Z_1$; $0,5Z_1$; $0,9Z_1$; $1,1Z_1$; $0,9Z_2$; $1,1Z_2$; $0,9Z_3$; $1,1Z_3$. Регулирование выдержки времени второй и третьей ступеней при подаче параметров аварийного режима, равных соответственно $1,1Z_1$ и $1,1Z_2$. Примечание - При профилактическом контроле подаются параметры аварийного режима, соответствующие одной точке I зоны и одной точке вне зоны последней ступени. - при близком двухфазном КЗ в зоне и вне зоны действия защиты в режиме двустороннего питания линии; - при близком трехфазном КЗ вне зоны действия защиты в режиме двустороннего питания, а также в тупиковом режиме работы линии; - при близких трехфазных КЗ в зоне действия защиты «по памяти»;
Н, К1, В, К	г) проверка защиты рабочим током и напряжением.

7.1.2 Панель защиты ЭПЗ-1636-67/1 и ЭПЗ-1636-67/2

В таблице 7 установлены объемы работ для панели защит ЭПЗ-1636-67/1 и ЭПЗ-1636-67/2 в зависимости от вида ТО.

Таблица 7 – Объем работ для панели защит ЭПЗ-1636-67/1 и ЭПЗ-1636-67/2

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка блоков питания комплекта дистанционной защиты ДЗ-2 и комплекта реле сопротивления КРС-1 в комплекте реле сопротивления КЗ10 (при использовании нуль-индикатора с интегральными микросхемами);
Н, К1, В	б) проверка комплекта дистанционной защиты ДЗ-2 (согласно таблице 16), комплекта реле сопротивления КРС-1, устройств блокировки при качаниях КРБ-125 и КРБ-126 соответственно, комплектов защит КЗ9 и КЗ10 (согласно таблице 17), реле направления мощности РБМ-177, РБМ-178 (РМ-12), реле тока РТ-40/Р, промежуточных реле РПЗ, 1РПУ, 2РПУ и указательных реле РУЗ, 1РУЗ, 2РУЗ;
Н, К1	в) проверка взаимодействия реле в схеме защиты при напряжении оперативного тока, равном 0,8 номинального значения;
Н, К1, В, К	г) комплексная проверка дистанционной защиты и защиты нулевой последовательности при имитации различных видов повреждений;
Н, К1, В, К	д) проверка защиты рабочим током и напряжением.

7.1.3 Защита ПЗ-5/1, ПЗ-5/2, ПЭ2105А, ПЭ2105Б, ПЭ2105МА, ПЭ2105МБ

В таблице 8 установлены объемы работ для защит ПЗ-5/1, ПЗ-5/2, ПЭ2105А, ПЭ2105Б, ПЭ2105МА, ПЭ2105МБ в зависимости от вида ТО.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 78 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Таблица 8 – Объем работ для защит ПЗ-5/1, ПЗ-5/2, ПЭ2105А, ПЭ2105Б, ПЭ2105МА, ПЭ2105МБ

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка элементов постоянного тока;
Н, К1, В	б) проверка устройства блокировки при качаниях КРБ-126 или КРБ-125; (БЭ 2603 или БЭ 2604)
Н, К1, В	в) проверка устройства блокировки при неисправностях цепей, напряжения КРБ-12;
Н, К1, В	г) проверка реле тока РТ-40/Р,
Н, К1, В	д) проверка реле сопротивлений КРС-2 и КРС-3 (БЭ 2801А или БЭ 2801Б);
Н, К1, В	е) проверка взаимодействия реле защиты при напряжении оперативного тока, равном 0,8 номинального значения;
Н, К1, В, К	ж) комплексная проверка защиты при имитации различных видов повреждений: - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка временных характеристик защиты при имитации двухфазных КЗ и $\varphi=\varphi_{м.ч}$ (при К проверяется только одна точка I зоны и одна точка вне зоны срабатывания); - при видах ТО «Н», «В» - проверка правильности действия защиты при КЗ на шинах и токе, равном максимальному току двухфазного КЗ за «спиной»;
Н, К1, В, К	з) проверка защиты рабочим током и напряжением.

7.1.4 Защиты ШДЭ 2801, ШДЭ 2802, ШДЭ 2801.01, ШДЭ 2802.02

В таблице 9 установлены объемы работ для защит ШДЭ 2801, ШДЭ 2802, ШДЭ 2801.01, ШДЭ 2802.02 в зависимости от вида ТО.

Таблица 9 – Объем работ для защит ШДЭ 2801, ШДЭ 2802, ШДЭ 2801.01, ШДЭ 2802.02

Вид ТО	Объем работ
	А. Проверка блоков питания:
Н, К1, В, К	а) проверка блоков питания П111-П115, ПО211 ШДЭ 2801, ШДЭ 2801.01, основного комплекта защит ШДЭ 2802, ШДЭ 2801.01: - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка значений выходных напряжений при номинальных значениях напряжения и нагрузки оперативного тока; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка значений выходных напряжений при изменении напряжения оперативного тока от 0,8 до 1,1 номинального; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка защиты при имитации КЗ на выходах $\pm 15 В$, 24 В; при Н - проверка защиты при неисправностях стабилизатора 220 В;
Н, К1, В, К	б) проверка блока питания резервного комплекта защит: - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка значений выходных напряжений при номинальных значениях напряжения и нагрузки оперативного тока; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка значений выходных напряжений при изменении напряжения оперативного тока от 0,8 до 1,1 номинального;

Вид ТО	Объем работ
	при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка защиты при имитации КЗ на выходах $\pm 15 \text{ В}$, 24 В ;
Н, К1, В	Б. Проверка реле постоянного тока
	В. Проверка защит ШДЭ 2801, ШДЭ 2801.01 основного комплекта защит ШДЭ 2802, ШДЭ 2801.01:
Н, К1, В	а) проверка устройства тестового и функционального контроля дистанционной защиты (ДЗ) и токовой направленной защиты нулевой последовательности (ТНЗНП);
Н, К1, В	б) проверка измерительных органов ДЗ: - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка и регулирование заданных уставок сопротивления срабатывания и проверка характеристик $Z_{cp}=f(\varphi)$; - при видах ТО «Н», «В» - проверка характеристики $Z=f(I)$ и определение тока точной работы; при видах ТО «Н», «В» - проверка настройки блока памяти;
Н, К1, В	в) проверка пусковых органов блокировки при качаниях: - при виде ТО «Н» - проверка настройки фильтра тока обратной последовательности пускового органа; - при виде ТО «Н» - проверка настройки фильтра тока прямой последовательности пускового органа; - при виде ТО «Н» - проверка статического небаланса фильтров; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка токов срабатывания пускового органа; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - измерение времени ввода и вывода быстродействующих ступеней ДЗ при срабатывании блокировки; при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка пуска медленнодействующих ступеней ДЗ при срабатывании блокировки;
Н, К1, В	г) проверка блокировки при неисправностях в цепях напряжения (БНН): - при виде ТО «Н» - проверка балансировки ампер-витков трансформатора TV1; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка напряжения срабатывания БНН при поочередном подведении фазных напряжений; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка времени срабатывания БНН; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка взаимодействия БНН с быстродействующими ступенями ДЗ;
Н, К1, В	д) проверка ТНЗНП: - проверка токов срабатывания и возврата измерительных органов тока; - проверка токов и напряжений срабатывания разрешающего и блокирующего ОНМ с проверкой угла максимальной чувствительности и вольт-амперной характеристики; - проверка ширины зоны срабатывания ОНМ; - проверка органа контроля исправности цепей $3U_0$;
Н, К1, В	е) проверка тока срабатывания и возврата измерительного органа тока междуфазной токовой отсечки;

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	проверка тока срабатывания и возврата реле тока УРОВ при подведении к шкафу поочередно разных токов;
	Г. Проверка защит резервного комплекта ШДЭ 2802, ШДЭ 2802.01:
Н, К1, В, К	а) проверка блока питания резервного комплекта защит: - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка значений выходных напряжений при номинальных значениях напряжения и нагрузки оперативного тока; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка значений выходных напряжений при изменении напряжения оперативного тока от 0,8 до 1,1 номинального; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка защиты при имитации КЗ на выходах $\pm 15 \text{ В}$, 24 В ;
Н, К1, В	б) проверка устройства тестового и функционального контроля;
Н, К1, В	в) проверка измерительных органов двухступенчатой ДЗ: - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка и регулирование заданных уставок сопротивления срабатывания и проверка характеристик $Z_{ср}=f(\varphi)$; - при видах ТО «Н», «В» - проверка характеристики $Z=f(I)$ и определение тока точной работы;
Н, К1, В	г) проверка ТНЗНП: - проверка токов срабатывания и возврата измерительных органов тока; - проверка токов и напряжений срабатывания разрешающего и блокирующего ОНМ с проверкой угла максимальной чувствительности и вольт-амперной характеристики; - проверка ширины зоны срабатывания ОНМ;
	Д. Комплексная проверка:
Н, К1, В, К	- проверка временных характеристик ДЗ при имитации двухфазных КЗ АВ, ВС, СА с подачей параметров аварийного режима $0Z_1$; $0,5Z_1$; $0,9Z_1$; $1,1Z_1$; $0,9Z_2$; $1,1Z_2$; $0,9Z_3$; $1,1Z_3$ (для ШДЭ 2801, ШДЭ 2802, ШДЭ 2801.01, ШДЭ 2802.01) и $0Z_1$; $0,5Z_1$; $1,1Z_1$; $0,9Z_2$; $1,1Z_2$ (для резервных ступеней ШДЭ 2802, ШДЭ 2802.01). При К проверяется одна точка I зоны и одна точка вне зоны срабатывания последней ступени; - проверка действия защиты при имитации близких КЗ; проверка работы I-IV ступеней ТНЗНП (для ШДЭ 2801, ШДЭ 2802, ШДЭ 2801.01, ШДЭ 2802.01) и резервных I-II ступеней (для ШДЭ 2802, ШДЭ 2802.01) при имитации однофазных КЗ с измерением времени срабатывания при подведении к шкафу токов 0,9 и 1,1 уставок срабатывания соответствующих ступеней (при К проверяется правильность работы без измерения времени). Время срабатывания регулируется при токе $2I_{ср}$; - проверка времени действия ДЗ при близких КЗ; - проверка работы ОНМ (блокирующий) и ОНМ (разрешающий) при имитации однофазных КЗ в зоне и вне зоны действия ТНЗНП; проверка измерительного органа токовой междуфазной отсечки при подведении токов двухфазного КЗ 0,9 и 1,1 уставки срабатывания;

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	Е. Проверка взаимодействия элементов защиты с другими устройствами РЗА и действия на коммутационный аппарат
	Ж. Проверка защиты рабочим током и напряжением:
Н, К1, В, К	<ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка правильности подключения токовых цепей и цепей напряжения; - при виде ТО «Н» - проверка правильности включения фильтров тока прямой и обратной последовательности пусковых органов блокировки при качаниях; - при видах ТО «Н», «К1» - проверка правильности включения дистанционных органов; - при видах ТО «Н», «К1» - проверка правильности включения ОНМ (блокирующий) и ОНМ (разрешающий); - при видах ТО «Н», «К1» - проверка правильности включения блокировки БНН при неисправности в цепях напряжения.

7.2 Дифференциально-фазные защиты

В таблице 10 установлены объемы работ для защит ДФЗ-2 и ДФЗ-201 в зависимости от вида ТО.

Таблица 10 – Объем работ для защит ДФЗ-2 и ДФЗ-201

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	<p>а) проверка реле постоянного тока:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - измерение времени действия реле 2КР1, 2КР2, 2КР3, 2КР4, 2КР5, 6КР2, 5ЭП (1-1РП, 1-2РП, 2-3РП, 2-4РП, 2-5РП, 2-6РП, 2-7РП, 2-8РП, 2-9РП);¹ - при виде ТО «Н» - проверка напряжения срабатывания и возврата реле 2КР1, 2КР2, 2КР3, 2КР4, 2КР5, 6КР5, 6КР1, 6КР2, 5ЭП (1-1РП, 1-2РП, 2-3РП, 2-4РП, 2-5РП, 2-7РП, 2-8РП, 2-9РП) и напряжения срабатывания указательных реле 7ЭС, 8ЭС, 9ЭС, 10ЭС, 11ЭС (2-3РУ, 2-4РУ, 2-5РУ, 2-2РУ, 2-1РУ); <p>Примечание - Если при измерении времени действия производилось регулирование реле, то при В дополнительно производится проверка напряжения срабатывания и возврата реле.</p> <ul style="list-style-type: none"> - при виде ТО «Н» - определение токов удерживания реле 5ЭП (2-6РП) при использовании последовательных обмоток и токов срабатывания указательных реле 12ЭС, 13ЭС (2-6РУ, 2-7РУ); - при виде ТО «Н» - проверка правильности полярности включения обмоток реле 5ЭП (2-6РП) при использовании последовательных обмоток;
Н, К1, В	<p>б) проверка электрических характеристик пускового органа токов обратной и нулевой последовательности на рабочей уставке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка фильтра тока обратной последовательности с нагрузкой при подведении к панели токов фаз АВ, ВС, СА, А0, В0, С0 и отсутствии на панели оперативного тока; - при виде ТО «Н» - проверка насыщения трансформатора 1ТН2 при подведении к панели токов фаз АВ до пятикратного номинального;

¹ Здесь и в дальнейшем обозначения в скобках относятся к защите ДФЗ-201.

Вид ТО	Объем работ
	<ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка токов срабатывания и возврата реле 1ПР1 и 1ПР2 (1-1ПР и 1-2ПР) по току в обмотках реле и на входе панели при подведении тока фаз АВ и отсутствии на панели оперативного тока; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка токов срабатывания и возврата реле 1ПР1 и 1ПР2 (1-1ПР и 1-2ПР) по току на входе панели при подведении тока фаз АВ и поданном на панель оперативном токе; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка четкости работы контактных систем реле 1ПР1 и 1ПР2 (1-1ПР и 1-2ПР) при подведении к панели токов фаз АВ от 1,05 тока срабатывания реле 1ПР2 (1-2ПР) до трехкратного номинального; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка действия безынерционного пуска высокочастотного передатчика (только для защиты ДФЗ-201); - при виде ТО «Н» - проверка насыщения трансформатора 1ТНО при подведении к панели токов фаз С0 до пятикратного номинального*; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка тока срабатывания реле 1ПР1 и 1ПР2 (1-1ПР и 1-2ПР) по току на входе панели при подведении тока фаз С0 и поданном на панель оперативном токе* - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка четкости работы контактных систем реле 1ПР1 и 1ПР2 (1-1ПР и 1-2ПР) при подведении к панели токов фаз С0 от 1,05 тока срабатывания реле 1ПР2 (1-2ПР) до трехкратного номинального*. <p>Примечание - * Проверки производятся в случае использования пуска по току нулевой последовательности.</p>
Н, К1, В	<p>в) проверка тоновых реле ЗЭТ и 4ЭТ (1-1РТ и 1-2РТ), реле напряжения 1ЭН (1-РН) и промежуточных трансформаторов тока 1/5 А (в случае их использования);</p>
Н, К1, В	<p>г) проверка реле сопротивления 1ИС (1-РС):</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка регулировки механической части и состояния контактных поверхностей (для ДФЗ-201 с реле сопротивления с нуль- индикатором на ИМС - проверка блока питания); - при виде ТО «Н» - проверка выравнивания рабочего и тормозного контуров и смещения в III квадрант; - при виде ТО «Н» - определение угла максимальной чувствительности на расчетной уставке методом «засечек»; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка заданной уставки по сопротивлению срабатывания при заданном угле между векторами тока и напряжения и определение коэффициента возврата реле; - при виде ТО «Н» - снятие характеристики зависимости сопротивления срабатывания реле от тока при заданном угле между векторами тока и напряжения с целью определения действительного тока точной работы; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка четкости работы контактной системы реле при изменении сопротивления от 0,1 до 0,9 сопротивления срабатывания и токах (0,7-3) $I_{ном}$;

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	<p>д) проверка электрических характеристик органа манипуляции ВЧ передатчиком на рабочей уставке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка действия стабилизаторов напряжения; - при виде ТО «Н» - проверка настройки комбинированного фильтра токов прямой и обратной последовательности; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - определение коэффициента К фильтра; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка чувствительности органа манипуляции при отключенном и включенном приемопередатчике; - при виде ТО «Н» - проверка стабильности коэффициента фильтра при токах (0,6-5) $I_{ном}$; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - измерение угла между векторами тока фаз ВС на входе панели и напряжения на выходе органа манипуляции при токах (0,6-5) $I_{ном}$. <p>Примечание - При видах ТО «К1» и «В» измерение угла производится при значении тока $0,6I_{ном}$.</p>
Н, К1, В, К	<p>е) проверка органа сравнения фаз токов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - снятие характеристики манипуляции и определение напряжения полной манипуляции (при К - проверяется только одна точка характеристики); - при виде ТО «Н» - снятие фазной характеристики защиты. Одновременно со снятием характеристики производится настройка токов срабатывания реле 2РП (2-4ПР) в соответствии с заданным углом блокировки на обеих ветвях фазной характеристики, а также определение тока возврата и проверка четкости работы контактной системы реле 2ПР4 (2-4ПР); - при видах ТО Н, К1, В - проверка токов срабатывания и возврата реле 2ПР3 и 2ПР4 (2-3ПР и 2-4ПР) при питании органа сравнения фаз переменным напряжением;
Н, К1, В	<p>ж) проверка взаимодействия реле панели и релейной и ВЧ части защиты при напряжении оперативного тока, равном 0,8 номинального значения;</p>
Н, К1, В, К	<p>з) комплексная проверка защиты при имитации различных видов повреждений:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка поведения реле 2ПР4 (2-4ПР) при КЗ в защищаемой зоне; - при виде ТО «Н» - проверка времени срабатывания защиты при несимметричных КЗ в зоне действия;
Н, К1, В	<p>и) проверка защиты рабочим током и напряжением:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при виде ТО «Н» - проверка правильности подключения цепей тока и напряжения, а также правильности включения реле сопротивления 1ИС (1-РС); - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка правильности включения комбинированного фильтра токов и фильтра тока обратной последовательности измерением напряжения на выходе органа манипуляции

Вид ТО	Объем работ
	ВЧ передатчика и тока в обмотках реле 1ПР1 и 1ПР2 (1-1ПР и 1-2ПР) при прямом и обратном чередовании фаз тока;
Н, К1, В	к) проверка совпадения фаз тока между каждой из подстанций, на которых установлены полукомплекты защиты. При В проверка не производится в том случае, если разборка токовых цепей выполнялась на испытательных замках панели.

7.3 Продольно-дифференциальные защиты линий

7.3.1 Защита ДЗЛ-1

В таблице 11 установлены объемы работ для защиты ДЗЛ-1 в зависимости от вида ТО.

Таблица 11 – Объем работ для защиты ДЗЛ-1

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка токов срабатывания и возврата поляризованных реле 1ПР1, 1ПР2, 2ПР1;
Н, К1, В	б) измерение сопротивления постоянному току и емкости соединительных проводов защиты;
Н, К1, В	в) снятие тормозной характеристики реле 1ПР1 при изменении тока в тормозной обмотке до 40 мА;
Н, К1, В	г) проверка четкости работы контактов реле 1ПР1 при подведении к реле токов от 1,05 тока срабатывания реле 1ПР1 до максимального тока КЗ;
Н, В	д) проверка выходного реле 1РП: проверка напряжения срабатывания и возврата рабочей и тормозной обмоток; определение токов удерживания двух последовательных обмоток (в случае их использования); проверка полярности тормозной и последовательных обмоток (в случае их использования) относительно рабочей обмотки; измерение времени срабатывания реле при отключенной и включенной тормозной обмотке;
Н, К1, В	е) проверка тонового реле 8РТ или реле напряжения 8РН нулевой последовательности;
Н, К1, В	ж) проверка заданных уставок защиты: - при виде ТО «Н» - регулировка по расчетным данным сопротивления 1R1 и 1R4 на рабочей отпайке n для получения заданного коэффициента К; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка тока срабатывания защиты при разомкнутых соединительных проводах и при подведении к панели токов фаз АВ, ВС, СА, А0, В0, С0;
Н, К1, В	з) проверка устройства автоматического контроля соединительных проводов защиты: - при виде ТО «Н» - проверка градуировки микроамперметра; - при виде ТО «Н» - установка тока контроля проводов при номинальном напряжении питания устройства контроля; - при видах ТО «Н», «К1» - определение максимального сопротивления замыкания на землю каждого из соединительных проводов защиты, при котором срабатывает реле 2ПР1 устройства контроля;

Вид ТО	Объем работ
	- при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка работы блокировка защиты при снятии переменного напряжения со схемы контроля и при обрыве соединительных проводов;
Н	и) снятие характеристики зависимости тока срабатывания каждого полукompлекта защиты при питании по фазам ВС от сопротивления соединительных проводов (контроль проводов отключен);
Н, К1, В	к) снятие тормозной характеристики защиты для каждого полукompлекта (зависимость тока срабатывания данного полукompлекта от значения тока во втором полукompлекте при сдвиге фаз токов в них на 180° и питании А0) при номинальном значении тока контроля проводов;
Н, К1, В	л) проверка взаимодействия реле в схеме защиты при напряжении оперативного тока, равном 0,8 номинального значения;
Н, К1, В	м) проверка поведения защиты при замыканиях и обрывах соединительных проводов;
Н, К1, В, К	н) проверка защиты рабочим током и напряжением: - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка правильности подключения цепей тока и напряжения; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка правильности включения комбинированного фильтра токов при прямом и обратном чередовании фаз тока; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка совпадения фаз тока между полукompлектами защиты; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка правильности включения соединительных проводов.

7.3.2 Защита ДЗЛ-2

В таблице 12 установлены объемы работ для защиты ДЗЛ-2 в зависимости от вида ТО.

Таблица 12 – Объем работ для защиты ДЗЛ-2

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка сопротивления постоянному току и емкости соединительных проводов;
Н, К1, В	б) проверка устройства контроля вспомогательных проводов: - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка поляризованного реле 2ПР1; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - установка тока контроля вспомогательных проводов; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка зависимости тока контроля от напряжения питания; - при виде ТО «Н» - проверка градуировки микроамперметра 2Г для контроля изоляции;
Н, К1, В	в) проверка основных элементов защиты: - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка токового реле 1РТ; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка поляризованного реле 1ПР1; - при виде ТО «Н» - проверка тормозной характеристики реле 1ПР1; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка поляризованного реле 1ПР2;

Вид ТО	Объем работ
	<ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка комбинированного фильтра; - при виде ТО «Н» - проверка стабилизаторов напряжения; - при видах ТО «Н», «В» - проверка указательных реле;
Н, К1, В	г) проверка взаимодействия реле в полностью собранной схеме при напряжении оперативного тока 0,8 номинального значения;
Н, К1, В, К	д) комплексная проверка защиты: <ul style="list-style-type: none"> - проверка действия защиты при внешнем КЗ; - проверка действия защиты при КЗ в зоне в режимах одностороннего и двустороннего питания;
Н, К1, В, К	е) проверка защиты рабочим током и напряжением: <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка правильности подключения токовых цепей; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка правильности настройки комбинированного фильтра; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка совпадения фаз тока между полуккомплектами защиты; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка правильности включения вспомогательных проводов.

7.4 Направленные защиты с высокочастотной блокировкой

В таблице 13 установлены объемы работ для защит ПДЭ 2802, ПДЭ 2802.01 в зависимости от вида ТО.

Таблица 13 – Объем работ для защит ПДЭ 2802, ПДЭ 2802.01

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В, К	а) проверка блока питания: <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка значений выходных напряжений; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка характеристики стабилизации уровней ± 15 В при изменении напряжения оперативного тока от 0,8 до 1,1 номинального значения; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка выходной характеристики уровня 24 В при изменении напряжения оперативного тока от 0,8 до 1,1 номинального значения; - при видах ТО «Н», «В» - проверка защиты при имитации КЗ на выходах ± 15 В;
Н, К1, В	б) проверка реле постоянного тока;
Н, К1, В	в) проверка логической части: <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «В» - проверка напряжения питания +9 В; - при виде ТО «Н» - снятие потенциальной диаграммы блока логики; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - измерение выдержек времени блока логики;
Н, В	г) проверка работоспособности схемы функционального контроля измерительных органов;
Н, К1, В	д) проверка реле тока обратной последовательности:

Вид ТО	Объем работ
	<ul style="list-style-type: none"> - при виде ТО «Н» - проверка фильтра тока обратной последовательности; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка токов срабатывания и возврата;
Н, К1, В	е) проверка реле напряжения обратной последовательности: <ul style="list-style-type: none"> - при виде ТО «Н» - проверка фильтра напряжения обратной последовательности; - видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка напряжения срабатывания и возврата;
Н, К1, В	ж) проверка реле тока обратной последовательности с торможением: <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка токов срабатывания и возврата при отсутствии торможения; - при видах ТО «Н», «В» - проверка коэффициента торможения;
Н, К1, В	з) проверка тока срабатывания и возврата реле тока нулевой последовательности;
Н, К1, В	и) проверка дополнительного кускового реле ΔI ;
Н, К1, В	к) проверка отключающего реле мощности обратной последовательности: <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка угла максимальной чувствительности; - при видах ТО «Н», «В» - проверка напряжения и тока срабатывания; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка зоны срабатывания;
Н, К1, В	л) проверка реле сопротивления отключающего $Z_{откл}$ СА и блокирующего $Z_{бл}$ СА: <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка угла максимальной чувствительности на рабочей уставке методом «засечек»; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка заданной уставки по сопротивлению срабатывания; - при видах ТО «Н», «В» - проверка характеристики $Z_{ср}=f(\varphi)$; - при виде ТО «Н» - снятие характеристики-зависимости сопротивления срабатывания реле от тока и определение тока точной работы; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка работы реле при КЗ за «спиной» (для $Z_{откл}$ СА) и проверка сопротивления смещения;
Н, К1, В	м) проверка реле сопротивления дополнительных $Z_{доп}$ АВ, $Z_{доп}$ ВС: <ul style="list-style-type: none"> - при виде ТО «Н» - проверка угла максимальной чувствительности; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка заданной уставки по сопротивлению срабатывания; - при виде ТО «Н» - снятие характеристики-зависимости сопротивления реле от тока и определение тока точной работы; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка характеристики $Z_{ср}=f(\varphi)$ и проверка смещения в I(III) зону;
Н, К1, В	н) проверка устройства КИН; <ul style="list-style-type: none"> - при виде ТО «Н» - проверка балансировки ампер-витков трансформаторов; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка работы КИН при имитации различных видов КЗ;

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	о) проверка взаимодействия релейной части с высокочастотной аппаратурой АВЗК-80;
Н, К1, В, К	п) комплексная проверка: измерение времени срабатывания защиты при различных видах КЗ в зоне действия защиты (при К - проверка действия защиты без измерения времени);
Н, В	р) проверка выходных цепей, цепей сигнализации, регистратора, реле-повторителей;
Н, К1, В	с) проверка взаимодействия защиты с другими устройствами РЗА и действия на выключатели;
Н, К1, В, К	т) проверка защиты рабочим током и напряжением: - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка правильности подключения цепей тока и напряжения; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка фильтра тока обратной последовательности и фильтра напряжения обратной последовательности; - при виде ТО «Н» - проверка правильности включения реле мощности; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка КИН.

7.5 Защиты трансформаторов

В таблице 14 установлены объемы работ для защиты ДЗТ-21 (ДЗТ-23) в зависимости от вида ТО.

Таблица 14 – Объем работ для защиты ДЗТ-21 (ДЗТ-23)

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка модуля питания и управления (МПУ): - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка стабилизатора напряжения; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка выходных промежуточных реле; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка выходных цепей; - при виде ТО «Н» - проверка усилителей;
Н	б) проверка автотрансформаторов тока АТ31 и АТ32: - проверка коэффициента трансформации на всех ответвлениях; - проверка коэффициента трансформации на рабочих ответвлениях при номинальном токе;
Н, В	в) проверка приставки дополнительного торможения в полной схеме;
Н, К1, В	г) проверка модулей реле дифференциальной защиты (1МРЗД-3МРЗД): - при виде ТО «Н» - проверка трансреактора; - при виде ТО «Н» - проверка промежуточных трансформаторов; - при виде ТО «Н» - проверка фильтра второй гармонической составляющей; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка выдержки времени элементов В _В и В _{СР} реагирующего органа; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка тока срабатывания чувствительного органа на рабочей уставке; - при виде ТО «Н» - проверка напряжения на вторичной обмотке трансреактора Т _р при срабатывании чувствительного органа защиты;

Вид ТО	Объем работ
	<ul style="list-style-type: none"> - при «Н», «К1», «В» - проверка тока срабатывания и времени срабатывания отсечки; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка тормозной характеристики на рабочей уставке коэффициента торможения;
Н, К1, В, К	д) комплексная проверка: <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка тока срабатывания чувствительного органа в полной схеме при поочередной подаче тока в каждое из плеч защиты; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка времени срабатывания чувствительного органа защиты; - при виде ТО «Н» - проверка правильности включения тормозных цепей защиты;
Н, К1, В	е) проверка взаимодействия защиты с другими устройствами РЗА;
Н, К1, В, К	ж) проверка защиты рабочим током и напряжением: <ul style="list-style-type: none"> - проверка правильности подключения токовых цепей; - проверка напряжения небаланса во вторичной обмотке трансреактора T_p в полной схеме.

7.6 Дифференциальные защиты шин с торможением

В таблице 15 установлены объемы работ для защиты ДЗШТ в зависимости от вида ТО.

Таблица 15 – Объем работ для защиты ДЗШТ

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка реле постоянного тока;
Н, К1, В	б) проверка напряжения срабатывания и возврата реле напряжения 1РН-4РН;
Н, К1, В	в) проверка характеристик промежуточных ТТ: <ul style="list-style-type: none"> - при виде ТО «Н» - проверка активного сопротивления вторичных обмоток; - при виде ТО «Н» - проверка полярности выводов обмоток; - при виде ТО «Н» - проверка характеристики намагничивания $U_2=f(I_2)$ при разомкнутой первичной обмотке; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка коэффициента трансформации при рабочем числе витков первичной обмотки;
Н	г) проверка настройки частотных контуров;
Н, К1, В	д) проверка пусковых органов защиты при полностью собранных вторичных цепях промежуточных ТТ: При видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка токов срабатывания и возврата пусковых органов при поочередной подаче тока в промежуточные ТТ (А0, В0, С0); При видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка коэффициента торможения; При видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка токов срабатывания пусковых органов при имитации АПВ шин; При видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка тормозных характеристик пусковых органов $I_{дсп} = f(I_T)$;

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	е) проверка избирательного органа защиты при полностью собранных вторичных цепях промежуточных ТТ: - проверка токов срабатывания и возврата при пофазной поочередной подаче тока в промежуточных ТТ (А0, В0, С0) на рабочей уставке; - проверка тормозной характеристики при пофазной поочередной подаче тока в промежуточных ТТ (А0, В0, С0) на рабочей уставке;
Н, К1, В	ж) проверка устройства контроля токовых цепей защиты при полностью собранных вторичных цепях ТТ;
Н, К1, В, К	з) комплексная проверка времени действия защиты при двухратном токе срабатывания (при К - проверка действия защиты без измерения времени срабатывания);
Н, К1, В	з) проверка взаимодействия защиты с другими устройствами РЗА;
Н, К1, В, К, О	и) проверка рабочим током: - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка правильности подключения первичных и вторичных цепей промежуточных ТТ; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - измерение токов в обмотках МЭР всех пусковых органов; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К», «О» - измерение значений тока небаланса.

7.7 Защиты от междуфазных коротких замыканий

В таблице 16 установлены объемы работ для комплекта дистанционной защиты ДЗ-2 в зависимости от вида ТО.

Таблица 16 – Объем работ для комплекта дистанционной защиты ДЗ-2

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка стабилизирующего действия стабилизаторов 1СТ, 2СТ, 3СТ;
Н, К1, В	б) проверка блока питания (при использовании НИ на ИМС);
Н, К1, В	в) проверка реле постоянного тока. При этом отдельно проверяется правильность полярности включения обмоток реле 1РП, 4РП; время срабатывания реле 4РП и возврата реле 1РП, 6РП;
Н, К1, В	г) проверка устройства блокировки при неисправности цепей напряжения (аналогично модернизированному устройству КРБ 12), реле сопротивления (аналогично реле КРС2);
Н, К1, В	д) проверка трехфазного токового реле блокировки защиты 1РТ: - проверка исправности стабилизаторов 4СТ и 5СТ; - проверка токов срабатывания и возврата поляризованного реле 1РТ в полной схеме при питании АВ, ВС, СА; - измерение времени срабатывания реле 1РТ при подаче тока $2I_{ном}$ в фазы СА;
Н, К1, В	е) проверка взаимодействия реле в схеме защиты при напряжении оперативного тока, равном 0,8 номинального значения;
Н, К1, В, К	ж) комплексная проверка защиты при имитации различных видов повреждений:

Вид ТО	Объем работ
	<ul style="list-style-type: none"> - при двухфазных КЗ АВ, ВС, СА с подачей параметров аварийного режима, соответствующих $0Z_1$; $0,5Z_1$; $0,9Z_1$; $1,Z_1$; $0,9Z_2$; $1,1Z_2$. Регулирование выдержки времени первой (в случае выполнения с выдержкой времени) и второй ступеней производится при подаче параметров аварийного режима, равных $0,5Z_1$ и $1,1Z_1$ соответственно. <p>Примечание - При профилактическом контроле подаются параметры аварийного режима, соответствующие одной точке I зоны и одной точке вне зоны срабатывания последней ступени.</p> <ul style="list-style-type: none"> - при близком двухфазном КЗ в зоне и вне зоны действия защиты в режиме двустороннего питания линии; - при близком трехфазном КЗ вне зоны действия защиты в режиме двустороннего питания, а также в тупиковом режиме работы линии; - при близких трехфазных КЗ в зоне действия защиты «по памяти».
Н, К1, В, К	з) проверка защиты рабочим током и напряжением.

7.8 Защиты от однофазных коротких замыканий

В таблице 17 установлены объемы работ для защит КЗ35, КЗ10, КЗ15 в зависимости от вида ТО.

Таблица 17 – Объем работ для защит КЗ35, КЗ10, КЗ15

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка реле, входящих в комплект;
Н, К1, В	б) проверка взаимодействия реле комплекта при напряжении оперативного тока, равном 0,8 номинального значения;
Н, К1, В, К	в) комплексная проверка комплекта и проверка действия выходного реле на коммутационный аппарат;
Н, К1, В, К	г) проверка комплекта рабочим током и напряжением.

7.9 Устройства комплектов реле блокировки

7.9.1 Устройства блокировки при качаниях

7.9.1.1 Устройства КРБ-121, КРБ-123, КРБ-125

В таблице 18 установлены объемы работ для устройств КРБ-121, КРБ-123, КРБ-125 в зависимости от вида ТО.

Таблица 18 – Объем работ для устройств КРБ-121, КРБ-123, КРБ-125

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка настройки фильтра напряжения обратной последовательности путем замера напряжения срабатывания поляризованных реле РН, ПР и 1РН(КР) соответственно при подведении к фильтру поочередно напряжения фаз А-ВС, В-СА, С-АВ 80-100 В;
Н	б) проверка настройки фильтра пятой гармонической составляющей устройств КРБ-123 и КРБ-125;
Н, К1, В	в) проверка напряжения срабатывания и возврата реле РН, ПР и 1РН(КР) на рабочей уставке при питании фильтра напряжения обратной последовательности напряжением фаз С-АВ;

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	г) проверка токов срабатывания и возврата реле РН, ПР и 1РН(КР) на рабочей уставке при питании устройства током нулевой последовательности;
Н, К1, В	д) проверка напряжения срабатывания и возврата реле РН1, РН и 2РН(К4) на рабочей уставке;
Н, К1, В	е) проверка напряжений срабатывания и возврата реле РПб, РПв, 1РП, 2РП, 3РП (К1, К2, К3);
Н, К1, В	ж) измерение времени возврата реле РПб, РПв, 1РП, 3РП (К1, К3);
Н, К1, В	з) проверка реле времени РВ (КТ)

7.9.1.2 Устройства КРБ-122, КРБ-124, КРБ-126

В таблице 19 установлены объемы работ для устройств КРБ-122, КРБ-124, КРБ-126 в зависимости от вида ТО.

Таблица 19 – Объем работ для устройств КРБ-122, КРБ-124, КРБ-126

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка настройки фильтра тока обратной последовательности путем измерения тока срабатывания реле РП (для КРБ-122 и КРБ-124) и 1РТ (КР) (для КРБ-126) на рабочей уставке при подведении к фильтру поочередно токов фаз АВ, ВС, СА, А0, В0, С0;
Н	б) проверка настройки фильтра второй и пятой гармонических составляющих устройства КРБ-124 и КРБ-126;
Н, К1, В	в) проверка тока срабатывания и возврата поляризованных реле ПР и 1РТ (КР) на рабочей уставке при питании током фаз АВ и ВС при отключенном торможении и пуске по току нулевой последовательности;
Н, К1, В	г) проверка коэффициента торможения устройств на заданных уставках при использовании торможения;
Н, К1, В	д) проверка чувствительности пуска по току нулевой последовательности на рабочей уставке при питании током фаз В0 при использовании торможения;
Н, К1, В	е) проверка напряжения срабатывания и возврата реле РН1, РН и 1РН (К4) на рабочей уставке;
Н, К1, В	ж) проверка напряжения срабатывания и возврата реле РПб, РПв, 1РП, 2РП, 3РП (К1, К2, К3);
Н, К1, В	з) измерение времени возврата реле РПб, РПв, 1РП, 3РП (К1, К3);
Н, К1, В	и) проверка реле времени РВ (КТ).

7.9.1.3 Блоки блокировки при качаниях БЭ2603, БЭ2604

В таблице 20 установлены объемы работ для блоков блокировки при качаниях БЭ2603, БЭ2604 в зависимости от вида ТО.

Таблица 20 – Объем работ для блоков блокировки при качаниях БЭ2603, БЭ2604

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В, К	а) проверка блока питания;
Н, К1, В, К	б) проверка основных пусковых измерительных органов на рабочих уставках: - по напряжению обратной последовательности и току нулевой последовательности (для БЭ2603);

Вид ТО	Объем работ
	- по току обратной последовательности (для БЭ2604);
Н, К1, В	в) проверка дополнительных пусковых органов;
Н, К1, В, К	г) проверка времени ввода и вывода быстродействующих ступеней на рабочих уставках;
Н, К1, В, К	д) проверка времени ввода медленнодействующих ступеней;
Н, К1, В, К	е) проверка функционального контроля работоспособности;
Н, К1, В, К	ж) проверка рабочим током и напряжением.

7.9.2 Устройства блокировки при неисправности цепей напряжения

7.9.2.1 Устройства КРБ-11, КРБ-13

В таблице 21 установлены объемы работ для устройств КРБ-11, КРБ-13 в зависимости от вида ТО.

Таблица 21 – объем работ для устройств КРБ-11, КРБ-13

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка идентичности ветвей фильтра напряжения нулевой последовательности совместно с реле РН измерением напряжения на конденсаторах С1, С2, С3 при подаче напряжения 60 В фаз А0, В0, С0;
Н, К1, В	б) проверка напряжения срабатывания и возврата реле РН на рабочей уставке при подаче напряжения фаз А0;
Н	в) проверка надежности работы контактов реле РН при увеличении напряжения от 0 до 100 В;
Н, К1, В	г) проверка токов срабатывания и возврата реле РТ _о на рабочей уставке;
Н, К1, В	д) проверка надежности работы контактов и отсутствия вибрации при токе от 1,05I _{ср} до наибольшего возможного значения тока КЗ.

7.9.2.2 Устройство блокировки при неисправности цепей напряжения КРБ-12

В таблице 22 установлены объемы работ для блокировки при неисправности цепей напряжения КРБ-12 в зависимости от вида ТО.

Таблица 22 – Объем работ для устройства блокировки при неисправности цепей напряжения КРБ-12

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка параметров срабатывания и возврата исполнительного органа по постоянному току при подаче напряжения переменного тока в одну из фаз звезды сопротивлений;
Н	б) проверка настройки ветвей звезды сопротивлений при поочередном подведении к защите фазных напряжений А-ВС0, В-АС0, С-АВ0. При этом измеряется ток в обмотке поляризованного реле, который при подведении напряжения к фазам С и В должен быть в два раза меньше, чем при подведении напряжения к фазе А;
Н	в) проверка идентичности ампер-витков обмотки, включенной в нулевой провод звезды сопротивлений, и компенсационной обмотки, включенной на

Вид ТО	Объем работ
	напряжение фазы А разомкнутого треугольника трансформатора напряжения;
Н	г) проверка идентичности ампер-витков компенсационных обмоток, включенных встречно, к одной из которых подводится напряжение фазы А цепи разомкнутого треугольника, а к другой - напряжение $3U_0$. Регулированием сопротивления резистора в цепи одной из обмоток добиваются отсутствия тока в обмотке поляризованного реле;
Н, К1, В, К	д) проверка чувствительности устройства блокировки при обрывах в цепях напряжения. При этом контролируется надежное срабатывание исполнительного органа и ток через обмотку реле;
Н, К1, В	е) проверка правильности включения устройства блокировки имитацией однофазного КЗ исключением одной и той же фазы в цепях звезды и разомкнутого треугольника трансформатора напряжения.
Примечания: 1. Проверку по перечислениям а) - в) 7.9.2.2 необходимо производить при отключенных от панели цепях звезды сопротивлений. 2. Если при проверке работы в цепях напряжения не производились, проверка по перечислению е) 7.9.2.2 при восстановлении не проводится.	

7.10 Комплексы защит блока генератор-трансформатор и защит генератора

7.10.1 Взаиморезервируемые системы защит блока генератор-трансформатор (шкафы типов ШЭ1111 и ШЭ1112)

В таблице 23 установлены объемы работ для взаиморезервируемых систем защит блока генератор-трансформатор (шкафы типов ШЭ1111 и ШЭ1112) в зависимости от вида ТО.

Таблица 23 – Объем работ для взаиморезервируемых систем защит блока генератор-трансформатор (шкафы типов ШЭ1111 и ШЭ1112)

Вид ТО	Объем работ
	А. Проверка цепей питания оперативного тока шкафов:
Н, К1, В	а) проверка вводных цепей питания шкафов; б) проверка блоков питания в системах защит: - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка выходных напряжений при номинальных значениях напряжения и нагрузки в цепях оперативного тока; - при видах ТО «Н», «В» - проверка значений выходных напряжений при изменении напряжения оперативного тока от 0,8 до 1,1 номинального значения; - при видах ТО «Н», «В» - проверка действия защиты при имитации КЗ на выводах 24 В, 15 В, 5 В.
	Б. Проверка функций отдельных защит, входящих в состав шкафов:
Н, К1, В, К	а) проверка дифференциальной защиты генератора (I G): - при видах ТО «Н», «В» - проверка настройки на номинальный ток; - при видах ТО «Н», «В» - проверка начального тока торможения; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка токов срабатывания и возврата измерительного органа на рабочей уставке со стороны каждого плеча защиты;

Вид ТО	Объем работ
	<ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка времени срабатывания защиты при двукратном токе срабатывания измерительного органа; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка тормозной характеристики - зависимости тока срабатывания от тока в тормозной обмотке со стороны каждого плеча защиты; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка тока срабатывания и возврата токовой отсечки; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка работы схемы тестового и функционального контроля;
Н, К1, В, К	<p>б) проверка дифференциальных защит блочного трансформатора (I ТБ), блока генератор-трансформатор (I GT), трансформатора СН (I ТСН) - для каждой защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «В» - проверка настройки на номинальный ток; - при видах ТО «Н», «В» - проверка начального тока торможения; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка токов срабатывания и возврата измерительного органа на рабочей уставке со стороны каждого плеча защиты; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка времени срабатывания защиты при двукратном токе срабатывания измерительного органа; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка тормозной характеристики - зависимости тока срабатывания от тока в тормозной обмотке со стороны каждого плеча защиты; - при видах ТО «Н», «В» - проверка отстройки от броска тока намагничивания с апериодической составляющей; - при «Н», «К1», «В», «К» - проверка работы схемы тестового и функционального контроля;
Н, К1, В, К	<p>в) проверка поперечной токовой защиты генератора:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «В» - проверка токов срабатывания и возврата на всем диапазоне измерительного органа (ИО); - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка токов срабатывания и возврата ИО на уставке; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка времени срабатывания защиты при двукратном значении тока срабатывания ИО; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка работы схемы тестового и функционального контроля;
Н, К1, В, К	<p>г) проверка защиты от несимметричных перегрузок генератора (I_2):</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка настройки фильтра тока обратной последовательности; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка настройки на номинальный ток генератора; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка токов срабатывания и возврата сигнального, пускового органов и отсечки; - при видах ТО «Н», «В» - на крайних значениях диапазона уставок; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - на рабочих уставках;

Вид ТО	Объем работ
	<ul style="list-style-type: none"> - при виде ТО «Н» - проверка отсутствия ложного срабатывания сигнального и пускового органов при токах прямой последовательности трехкратного номинального значения; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка независимой выдержки времени сигнального органа и отсечки; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка на рабочей уставке временных характеристик интегрального органа при значениях относительного тока обратной последовательности 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка временной характеристики интегрального органа, имитирующей охлаждение генератора; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка правильности измерения тока I_2; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка работы схемы тестового и функционального контроля;
Н, К1, В, К	<p>д) проверка защит от симметричных перегрузок генератора по току статора (I_1) и перегрузок по току ротора (I_r) - для каждой защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка настройки на номинальный ток статора - для защиты I_1; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка настройки на номинальный ток ротора (с учетом внешнего датчика тока) - для защиты I_r; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка токов срабатывания и возврата сигнального и пускового органов: - при видах ТО «Н», «В» - на крайних значениях диапазона уставок; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - на рабочих уставках; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка независимой выдержки времени сигнального органа; - при видах ТО «Н», «В» - проверка настройки коэффициентов В и С; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка на рабочей уставке временных характеристик интегрального органа при значениях относительного тока: <ul style="list-style-type: none"> • статора 1,15; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5 - для защиты I_1; • ротора 1,1; 1,2; 1,5; 2,0 - для защиты I_r; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка временной характеристики интегрального органа, имитирующей охлаждение генератора; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка работы схемы тестового и функционального контроля;
Н, К1, В, К	<p>е) проверка защиты от повышения напряжения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка напряжений срабатывания и возврата на заданных уставках органов максимального напряжения; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка токов срабатывания и возврата на заданных уставках органов контроля отсутствия тока; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка работы схемы тестового и функционального контроля;
Н, К1, В, К	<p>ж) проверка защиты от замыкания на землю обмотки статора генератора ($U_n(U_0)$);</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «В» - проверка фильтра напряжения обратной последовательности;

Вид ТО	Объем работ
	<ul style="list-style-type: none"> - при «Н», «В» - проверка напряжения срабатывания исполнительного органа основной составляющей нулевой последовательности (U_0) и органа блокировки по напряжению обратной последовательности (U_2) в диапазоне уставок; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка напряжений срабатывания и возврата органов U_0 и U_2 на рабочих уставках; - при виде ТО «Н», «В» - предварительная настройка рабочего и тормозного каналов исполнительного органа напряжения третьей гармонической составляющей (U_{03}); - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка настройки органа U_{03} в режимах ХХ и нагрузки генератора; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка работы схемы тестового и функционального контроля;
Н, К1, В, К	<p>з) проверка дистанционной защиты блока от междуфазных КЗ ($Z<$):</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка заданных уставок по сопротивлению срабатывания ИО первой и второй ступеней в трех фазах; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка уставок времени срабатывания ступеней защиты; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка характеристик $Z_{ср} = f(U)$ для ИО первой и второй ступеней в трех фазах; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка работы ступеней защиты с контролем времени действия при имитации двухфазных КЗ АВ, ВС, СА; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка блокирования действия защиты при неисправности цепей напряжения и при качаниях; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка работы схемы тестового и функционального контроля;
Н, К1, В, К	<p>и) проверка защиты от асинхронного режима с потерей и без потери возбуждения (Φ_Z):</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка заданных уставок и характеристик срабатывания ИО сопротивления ИОZ₁, ИОZ₂, ИОZ₃; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка заданных уставок и характеристик срабатывания ИО активной (ИOW₁) и реактивной (ИOW₂) мощности; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка защиты по заданному числу проворотов; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка временных уставок каналов защиты; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка комплексных характеристик срабатывания каналов защиты: <ul style="list-style-type: none"> • сигнализации о недо возбуждении основного и дополнительного каналов, действующих при потере возбуждения; • первой ступени защиты, действующей при асинхронном ходе с электрическим центром качаний в блоке; • второй ступени защиты, действующей при асинхронном ходе с электрическим центром качаний в линии связи с системой; дополнительного канала, действующего на разгрузку; блокирования выходных цепей защиты при внешних КЗ;

Вид ТО	Объем работ
	<ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка работы схемы тестового и функционального контроля;
Н, К1, В, К	<p>к) проверка защиты от перевозбуждения (U/F):</p> <ul style="list-style-type: none"> - при виде ТО «Н» - определение расчетных коэффициентов фаз В, С, А в соответствии с характеристиками защищаемого объекта; - при видах ТО «Н», «В» - проверка преобразователя возбуждения; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка и настройка напряжений срабатывания и возврата сигнального ($M_{\text{сиг}}$) и пускового ($M_{\text{пуск}}$) органов; - при видах ТО «Н», «В» - проверка и настройка коэффициента В; - при видах ТО «Н», «В» - проверка и настройка коэффициента С; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка характеристики срабатывания органа с зависимой выдержкой времени; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка времени «охлаждения» защиты; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка выходных цепей; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка работы схемы тестового и функционального контроля;
Н, К1, В, К	<p>л) проверка токовой направленной защиты обратной последовательности (M_2):</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка фильтра напряжения обратной последовательности по цепям тока и напряжения; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка уставки срабатывания и возврата ИО тока I_2; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка уставки срабатывания и возврата ИО напряжения и $U_{2\text{пуск}}$; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка ИО мощности (M_2): <ul style="list-style-type: none"> • определение зоны срабатывания и угла максимальной чувствительности; • при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка выходных цепей; • при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка работы схемы тестового и функционального контроля;
Н, К1, В, К	<p>м) проверка резервной защиты трансформатора СН ($PZ_{\text{тсн}}$):</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка и настройка уставки срабатывания и возврата ИО тока I_1; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка и настройка уставки срабатывания и возврата ИО минимального напряжения U_1; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка органа выдержки времени; <p>при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка токовой направленной защиты обратной последовательности в объеме согласно данной таблицы (раздел Б, перечисление л));</p>
Н, К1, В, К	<p>н) проверка резервной защиты блока нулевой последовательности (I_0):</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка на уставках токов срабатывания и возврата ИО1, ИО2 1-й и 2-й ступеней защиты; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка уставок времени срабатывания защиты; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка выходных цепей;

Вид ТО	Объем работ
	<ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка работы схемы тестового и функционального контроля;
Н, К1, В, К	<p>о) проверка защиты от замыкания на землю со стороны НН блочного трансформатора (U_0):</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка напряжения срабатывания и возврата ИО на рабочей уставке; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка выдержки времени срабатывания защиты на рабочей уставке; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка работы схемы тестового и функционального контроля;
Н, К1, В, К	<p>п) проверка токовой защиты выпрямительного трансформатора ($I > VT$):</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка на уставках токов срабатывания и возврата ИО (I_a, I_b, I_c) защиты; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка на уставках токов срабатывания и возврата отсечки (I_a, I_b, I_c); - при видах ТО «Н», «В» - проверка отстройки от апериодических бросков тока намагничивания; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка работы схемы тестового и функционального контроля;
Н, К1, В, К	<p>р) проверка защиты ротора от замыканий на землю ($R < \varepsilon$):</p> <ul style="list-style-type: none"> - при виде ТО «Н» - проверка устройства ограничения напряжения, поступающего от цепей возбуждения, в блоке частотного фильтра БЭ1105; - при виде ТО «Н» - проверка частотного фильтра при напряжении питания, равном 220 В, сопротивлении на выходе частотного фильтра $R = \infty$ и емкости $C = 5 \text{ мкФ}$; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка характеристики: зависимость напряжения на выходе защиты от изменения сопротивления изоляции - $U_{\text{вых}} = f(R_{\text{изол}})$ при $C = 5 \text{ мкФ}$; - при видах ТО «Н», «В» - проверка диапазона уставок срабатывания ступеней по сопротивлению изоляции и определение погрешности уставок при изменении емкости возбуждения и компенсирующей емкости соответственно (2-3 точки на каждой уставке); - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка и настройка рабочих уставок срабатывания и возврата с учетом параметров $R_{\text{изол}}$ и C цепей возбуждения (рабочего и резервного); - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка и настройка времени срабатывания 1-й и 2-й ступеней защиты; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка цепей дистанционного переключения уставок при переводах системы возбуждения (рабочая, резервная); - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка устройства контроля контакта измерительной щетки на валу генератора; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка работы устройства для настройки уставок (УПЗ);

Вид ТО	Объем работ
	<ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «В» - проверка отсутствия ложного срабатывания при коммутации напряжения питания (включение, кратковременные перерывы, отключение); - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка работы схемы тестового и функционального контроля, выходных цепей сигнализации, отключения; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка защиты, подключенной к цепям возбуждения;
Н, К1, В, К	<p>с) проверка защиты от снижения частоты ($F <$):</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - выбор и проверка уставок срабатывания и возврата при номинальном значении контролируемого напряжения; - при видах ТО «Н», «В» - проверка срабатывания при изменении напряжения от 0,1 до 1,3 номинального значения; - при видах ТО «Н», «В» - проверка отсутствия срабатывания при снятии, подаче и изменении напряжения; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка работы схемы тестового и функционального контроля;
Н, К1, В	<p>т) проверка КИН:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка срабатывания ИО при обрывах: одной, двух, трех фаз напряжения, нулевого провода; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка цепей сигнализации и выходных цепей КИН; - при видах ТО «Н», «В» - проверка работы схемы тестового контроля;
Н, К1, В	<p>у) проверка УРОВ генератора (УРОВ G):</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка срабатывания и возврата трехфазного органа тока на уставке; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка уставок по времени на срабатывание и возврат; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка цепей пуска УРОВ; - при видах ТО «Н», «В» - проверка работы схемы тестового и функционального контроля;
Н, К1, В	<p>ф) проверка выходных блоков защит:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проверка блоков выходных реле; - проверка блоков сигнальных реле; - проверка блоков переключателей; - проверка правильности работы световой индикации, регистрации, схемы контроля исправности выходных блоков.
	В. Проверка взаимодействия защит, блокировок, систем контроля, сигнализации, регистрации, индикации:
Н, К1, В	<p>а) проверка работы приемных и выходных цепей от внешних защит и устройств, не входящих в шкафы (газовые защиты, УРОВ, дуговые защиты, технологические защиты и др.);</p>
Н, К1, В	<p>б) проверка действия выходных реле на внешние устройства и аппараты (отключение выключателей, гашение поля возбуждения, разгрузку блока по</p>

Вид ТО	Объем работ
	активной и реактивной мощности, останов турбины, пожаротушение трансформатора и др.);
Н, К1, В	в) проверка работы систем функционального и тестового контроля в ручном и автоматическом режимах, регистрации, индикации и сигнализации;
Н, К1, В	г) проверка каждой защиты с действием на выходные реле шкафов с проверкой времени действия защит, контролем сигнализации, индикации, регистрации.
Н, К1, В	Г. Комплексная проверка защит при остановленном блоке и проверка рабочим током и напряжением, в режимах КЗ, ХХ блока генератор-трансформатор и при работе его в сети (выполняется в соответствии с программой пусковых комплексных испытаний блока)

7.10.2 Комплекс защит генератора (шкаф типа ШЭ1113)

В таблице 24 установлены объемы работ для комплекса защит генератора (шкаф типа ШЭ1113) в зависимости от вида ТО.

Таблица 24 – Объем работ для комплекса защит генератора (шкаф типа ШЭ1113)

Вид ТО	Объем работ
	А. Проверка цепей питания оперативного тока шкафов:
Н, К1, В	а) проверка вводных цепей питания шкафов; б) проверка блоков питания в системах защит (выполняется аналогично проверке согласно таблице 23 (раздел А, перечисление б))
Н, К1, В	Б. Проверка функций отдельных защит, входящих в состав шкафа: а) проверка дифференциальной защиты генератора (I_G) (проводится аналогично проверке согласно таблице 23 (раздел Б, перечисление а)); б) проверка поперечной токовой защиты генератора (выполняется аналогично проверке согласно таблице 23 (раздел Б, перечисление в)); в) проверка защиты от несимметричных перегрузок генератора (I_2) (проводится аналогично проверке согласно таблице 23 (раздел Б, перечисление г)); г) проверка защит от симметричных перегрузок генератора по току статора (I_1) и перегрузок по току ротора I_r (выполняется аналогично проверке согласно таблице 23 (раздел Б, перечисление д)); д) проверка защиты от повышения напряжения (проводится аналогично проверке согласно таблице 23 (раздел Б, перечисление е)); е) проверка дистанционной защиты от междуфазных КЗ ($Z <$) (выполняется аналогично проверке согласно таблице 23 (раздел Б, перечисление з)); ж) проверка защиты ротора от замыканий на землю ($R < e$) (проводится аналогично проверке согласно таблице 23 (раздел Б, перечисление р)); з) проверка КИН (выполняется аналогично проверке согласно таблице 23 (раздел Б, перечисление т)); и) проверка УРОВ генератора (УРОВ G) (проводится аналогично проверке согласно таблице 23 (раздел Б, перечисление у));
Н, К1, В, К	к) проверка защиты от потери возбуждения ($\Phi <$): - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка заданных уставок и характеристик срабатывания ИО сопротивления первой и второй ступеней защиты; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка временных уставок каналов защиты;

Вид ТО	Объем работ
	<ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка комплексных характеристик срабатывания каналов защиты: <ul style="list-style-type: none"> • основного канала, действующего при потере возбуждения; дополнительного канала, действующего при потере возбуждения и асинхронном ходе; блокирования выходных цепей защиты при внешних КЗ; - видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка работы схемы тестового и функционального контроля;
Н, К1, В	л) проверка защиты от однофазных замыканий на землю в обмотке статора (In(F25));
Н, К1, В	м) проверка выходных блоков защит (выполняется аналогично проверке согласно таблице 23 (раздел Б, перечисление ф)).
	В. Проверка взаимодействия защит, блокировок, систем контроля, сигнализации, регистрации, индикации:
Н, К1, В	а) проверка работы приемных и выходных цепей от внешних защит и устройств, не входящих в шкафы (дифференциальная защита шин, технологические защиты и др.);
Н, К1, В	б) проверка действия выходных реле на внешние устройства и аппараты (отключение выключателей, гашение поля возбуждения, пуск УРОВ, отключение шиносоединительного выключателя, трансформатора связи, останов турбины и др.);
Н, К1, В	в) проверка работы систем: <ul style="list-style-type: none"> - устройств функционального и тестового контроля; - регистрации, индикации и сигнализации;
Н, К1, В	г) проверка каждой защиты с действием на выходные реле шкафов.
Н, К1, В	Г. Комплексная проверка защит при остановленном генераторе, проверка рабочим током и напряжением в режимах КЗ, ХХ генератора и при его работе в сети (выполняется в соответствии с программой пусковых комплексных испытаний генератора)

7.10.3 Комплекты защит генераторов (блоки БЭ1111, БЭ1112)

Проверка блоков защит БЭ1111, БЭ1112 выполняется аналогично проверкам согласно 7.10.2.

7.11 Реле, комплекты, блоки и аппараты защиты и автоматики

При всех видах технического обслуживания разборка электромеханических реле с целью чистки подпятников, правки осей, замены отдельных частей, смазки механизма и т.п. производится в случае, если их осмотром, проверкой механических или электрических характеристик выявлена необходимость такой разборки. Разборка реле должна, как правило, производиться в лаборатории квалифицированным персоналом.

7.11.1 Реле непосредственного действия и электромагниты управления переменного тока

7.11.1.1 Токовые реле РТМ, РТВ и токовые электромагниты отключения

В таблице 25 установлены объемы работ для токовых реле РТМ, РТВ и токовые

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 103 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

электромагниты отключения в зависимости от вида ТО.

Таблица 25 – Объем работ для токовых реле РТМ, РТВ и токовые электромагниты отключения

Вид ТО	Объем работ
Н	а) измерение полного сопротивления обмотки реле (электромагнита) при отпущенном и подтянутом сердечнике и токах, равных току срабатывания;
Н	б) проверка тока срабатывания на рабочей отпайке при открытой крышке привода;
Н, К1, В, К	в) проверка тока срабатывания на заданной уставке при полностью собранном приводе;
Н, К1, В, К	г) снятие зависимости времени срабатывания от тока на заданной уставке реле РТВ при полностью собранном приводе при изменении значения тока от 1,1 тока срабатывания до получения независимой части характеристики.

7.11.1.2 Реле минимального напряжения РН, РНВ и электромагниты управления с обмотками напряжения

В таблице 26 установлены объемы работ для реле минимального напряжения РН, РНВ и электромагниты управления с обмотками напряжения в зависимости от вида ТО.

Таблица 26 – Объем работ для реле минимального напряжения РН, РНВ и электромагниты управления с обмотками напряжения

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка напряжения срабатывания и возврата реле (электромагнита);
Н, К1, В	б) проверка времени срабатывания реле РНВ на заданной уставке;
Н, К1, В	в) проверка рабочим напряжением: <ul style="list-style-type: none">- измерение фазных или линейных напряжений;- проверка действия реле на выключатель при отключении трансформатора напряжения.

7.11.2 Реле тока и напряжения

7.11.2.1 Реле ЭТ-520, ЭТД-551, ЭН-520 РТ-40, РН-50, НЛ6, НЛ7

В таблице 27 установлены объемы работ для реле ЭТ-520, ЭТД-551, ЭН-520 РТ-40, РН-50, НЛ6, НЛ7 в зависимости от вида ТО.

Таблица 27 – Объем работ для реле ЭТ-520, ЭТД-551, ЭН-520 РТ-40, РН-50, НЛ6, НЛ7

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка тока (напряжения) срабатывания и возврата реле на рабочей уставке, а также проверка на всех делениях шкалы тех реле, уставки на которых изменяются оперативным персоналом;
Н, К1, В	б) проверка надежности работы контактов: <ul style="list-style-type: none">- для реле максимального тока (напряжения) - от $1,05 I_{ср} (U_{ср})$ до наибольшего возможного в эксплуатации значения тока (напряжения);

Вид ТО	Объем работ
	- для реле минимального тока (напряжения) - от наибольшего возможного в эксплуатации значения тока (напряжения) до значения, при котором срабатывает реле.

7.11.2.2 Реле РТ-80 (ИТ-80), РТ-90

В таблице 28 установлены объемы работ для реле РТ-80 (ИТ-80), РТ-90 в зависимости от вида ТО.

Таблица 28 – Объем работ для реле РТ-80 (ИТ-80), РТ-90

Вид ТО	Объем работ
Н, В	а) определение тока начала вращения диска;
Н	б) проверка кратности срабатывания отсечки на рабочей уставке; проверка работы отсечки при токе, равном четырехкратному току уставки (отсечки), но не более 150 А;
Н, К1, В, К	в) проверка тока срабатывания отсечки на рабочей уставке;
Н, К1, В, К	г) проверка тока срабатывания и возврата индукционного элемента на рабочей уставке; проверка характеристики времени действия индукционного элемента (в двух-трех точках) на рабочей уставке по шкале времени. Примечание - Если по характеристике реле проверяется селективность действия защиты, то характеристика должна сниматься более подробно.
Н, К1, В, К	д) проверка надежности работы контактов при токах от 1,05 тока срабатывания индукционного элемента до 10-кратного тока уставки;
Н	е) проверка надежности работы контактов при максимальном токе КЗ и дешунтирования электромагнита отключения, если реле используется в схеме на переменном оперативном токе с дешунтированием отключающих электромагнитов.

7.11.2.3 Реле РТ-40/1Д, ЭТ-523/1Д

В таблице 29 установлены объемы работ для РТ-40/1Д, ЭТ-523/1Д в зависимости от вида ТО.

Таблица 29 – Объем работ для реле РТ-40/1Д, ЭТ-523/1Д

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка характеристики-зависимости напряжения на исполнительном органе от тока в первичной обмотке трансформатора реле (при максимальном числе витков, до значения тока 50 А);
Н, К1, В	б) проверка тока срабатывания и возврата на рабочей уставке;
Н, К1, В	в) проверка надежности работы контактов реле при токах от 1,05 тока срабатывания до максимального значения тока КЗ, но не более 150 А.

7.11.2.4 Реле РТ-40/Ф, ЭТ-521/Ф

В таблице 30 установлены объемы работ для РТ-40/Ф, ЭТ-521/Ф в зависимости от вида ТО.

Таблица 30 – Объем работ для реле РТ-40/Ф, ЭТ-521/Ф

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 105 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка токов срабатывания и возврата реле на всех делениях шкалы при подаче питания поочередно на зажимы 4-8, 6-8, 4-6, 2-4;
Н	б) проверка надежности работы контактов на крайних делениях шкалы реле при подаче питания поочередно на зажимы 4-8, 6-8, 4-6, 2-4 тока от 1,05 тока срабатывания до 10-кратного тока срабатывания;
К1, В	в) проверка тока срабатывания и возврата реле на рабочей уставке;
К1, В	г) проверка надежности работы контактов на рабочей уставке при изменении тока от 1,05 тока срабатывания до 10-кратного тока срабатывания;
Н	д) измерение токов небаланса в первичной обмотке трансформатора (до фильтра) и в обмотке исполнительного органа (после фильтра) в режимах КЗ и ХХ генератора, выбор рабочей уставки;
К1, В	е) измерение токов небаланса в первичной обмотке трансформатора (до фильтра) в режимах КЗ и ХХ генератора.

7.11.2.5РТ-40/Р, ЭТ-523/Р

В таблице 31 установлены объемы работ для РТ-40/Р, ЭТ-523/Р в зависимости от вида ТО.

Таблица 31 – Объем работ для РТ-40/Р, ЭТ-523/Р

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка характеристики-зависимости напряжения на вторичной обмотке трансформатора реле от тока в первичной обмотке с удвоенным числом витков, изменяющегося от 0,02 номинального до номинального;
Н	б) проверка полярности и соотношения витков обмоток трансформатора реле при пятикратном номинальном токе и последовательно-встречно включенных обмоток фаз (питание на выводы 2 и 7, перемычки между выводами 4-6 и 8-5) и минимальной уставке реле;
Н, К1, В	в) проверка тока срабатывания и возврата на рабочей уставке при подаче тока в первичную обмотку трансформатора с меньшим числом витков;
Н, К1, В	г) проверка надежности работы контактов реле при токе от 1,05 тока срабатывания до максимального тока КЗ, подаваемого аналогично указанному в таблице 31 (перечисление в)).

7.11.2.6Статические реле максимального тока РС80, РС90

В таблице 32 установлены объемы работ для статических реле максимального тока РС80, РС90 в зависимости от вида ТО.

Таблица 32 – Объем работ для статических реле максимального тока РС80, РС90

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В, К	а) проверка тока срабатывания отсечки на рабочей уставке;
Н, К1, В, К	б) проверка токов срабатывания и возврата МТЗ на рабочей уставке;
Н, К1, В	в) проверка заданной характеристики МТЗ (три-четыре точки) на рабочей уставке;
Н, К1, В	г) проверка надежности работы реле при 10-кратном токе уставки МТЗ;

Вид ТО	Объем работ
Н, В	д) проверка надежности работы реле при максимальном токе КЗ и дешунтирования электромагнита отключения (в случае использования реле в схемах с дешунтированием);
Н, В	е) проверка блокировки токовой отсечки.

7.11.2.7 Реле контроля трехфазного напряжения ЕЛ11-ЕЛ13

В таблице 33 установлены объемы работ для реле контроля трехфазного напряжения ЕЛ11-ЕЛ13 в зависимости от вида ТО.

Таблица 33 – Объем работ для реле контроля трехфазного напряжения ЕЛ11-ЕЛ13

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка напряжения срабатывания при снижении напряжения в одной фазе;
Н, К1, В	б) проверка напряжения срабатывания при симметричном снижении трехфазного напряжения;
Н, К1, В	в) проверка срабатывания реле при обрыве фаз или изменении чередования фаз;
Н, К1, В, К	г) проверка времени срабатывания на рабочей уставке при обрыве одной из фаз.

7.11.3 Реле тока и напряжения обратной последовательности

7.11.3.1 Реле РТ-2, РТФ-1, РТФ-1М

В таблице 34 установлены объемы работ для реле РТ-2, РТФ-1, РТФ-1М в зависимости от вида ТО.

Таблица 34 – Объем работ для реле РТ-2, РТФ-1, РТФ-1М

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка настройки фильтра обратной последовательности;
Н, К1, В	б) проверка токов срабатывания и возврата реле при рабочих уставках исполнительных органов подачи тока в фазы АВ (по методике проверки фильтра тока обратной последовательности);
Н, К1, В	в) проверка надежности работы контактов реле при токах от 1,05 тока срабатывания до максимального значения тока КЗ.

7.11.3.2 Реле РТФ-2, РТФ-7/1, РТФ-7/2

В таблице 35 установлены объемы работ для реле РТФ-2, РТФ-7/1, РТФ-7/2 в зависимости от вида ТО.

Таблица 35 – Объем работ для реле РТФ-2, РТФ-7/1, РТФ-7/2

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка исполнительных органов - поляризованных реле;
Н	б) проверка настройки, фильтров обратной последовательности;
Н, К1, В	в) проверка напряжения зажигания стабилитронов и напряжения на конденсаторе СЗ при подаче тока АВ на вход фильтра;
Н, К1, В	г) проверка градуировки миллиамперметра на всех делениях шкалы;
Н	д) проверка токов срабатывания и возврата реле при рабочих уставках исполнительных органов подачи токов на фазы А0, АВ и ВС в отдельности. Одновременно контролируется ток по миллиамперметру;

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 107 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	е) проверка надежности работы контактов исполнительных органов при токах от 1,05 тока срабатывания до тока зажигания стабилитронов.

7.11.3.3 Реле РТФ-3

В таблице 36 установлены объемы работ для реле РТФ-3 в зависимости от вида ТО.

Таблица 36 – Объем работ для реле РТФ-3

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка пусковых реле, выходного реле, реле времени шагового искателя и повторителя шагового искателя;
Н	б) измерение сопротивления постоянному току магазина сопротивлений на всех положениях шагового искателя;
Н	в) проверка настройки фильтра обратной последовательности;
Н, К1, В	г) проверка тока срабатывания и возврата пускового и выходного реле, времени срабатывания реле времени на рабочих уставках подачей тока в фазы АВ;
Н, К1, В	д) проверка характеристики-зависимости времени действия реле от тока обратной последовательности (три-пять точек в диапазоне от тока срабатывания реле до номинального тока генератора);
Н, К1, В	е) проверка надежности работы контактов пускового реле при токах от 1,05 тока срабатывания до максимального значения тока КЗ на выводах генератора.

7.11.3.4 Реле РТФ-6 (РТФ-6М)

В таблице 37 установлены объемы работ для реле РТФ-6 (РТФ-6М) в зависимости от вида ТО.

Таблица 37 – Объем работ для реле РТФ-6 (РТФ-6М)

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка промежуточных реле KL1-KL4, KL5 и магнитоэлектрических реле К1-К4;
Н	б) проверка настройки фильтра обратной последовательности подачей линейных токов;
Н	в) проверка настройки входа реле (согласующего трансформатора, фильтр-шунта);
Н, К1, В	г) проверка уровня напряжения питания и напряжения в контрольных точках;
Н	д) проверка работы блокинг-генератора;
Н	е) проверка работы частотного модулятора-зависимости длительности пауз на выходе частотного модулятора от значения входного тока (при двух-трех значениях тока в фазах АВ);
Н	ж) проверка тока срабатывания на крайних точках шкалы и на рабочих уставках независимых органов подачей тока в фазы АВ;
К1, В	з) проверка тока срабатывания и возврата на рабочих уставках независимых органов подачей токов в фазы АВ и ВС в отдельности;
Н, В	и) проверка тормозных токов в обмотках магнитоэлектрических реле при заданных уставках и отсутствии входного тока;
Н	к) проверка рабочих токов в обмотках магнитоэлектрических реле при заданных уставках и подаче тока в фазы АВ, равного 1,2 тока срабатывания;

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 108 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	л) проверка временной характеристики интегрального органа при значениях тока обратной последовательности, равных 0,1; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 номинального;
Н, К1, В	м) проверка характеристики, имитирующей охлаждение генератора на заданной уставке.

7.11.3.5 Реле РТФ-8, РТФ-9

В таблице 38 установлены объемы работ для реле РТФ-8, РТФ-9 в зависимости от вида ТО.

Таблица 38 – Объем работ для реле РТФ-8, РТФ-9

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка выходных реле (KL - для РТФ-8, KL1, KL2 - для РТФ-9);
Н, К1, В	б) проверка стабилизатора питания при отклонениях питающего напряжения от 0,8 до 1,1 номинального значения;
Н	в) проверка настройки фильтра тока обратной последовательности;
Н, К1, В	г) проверка заглубления чувствительного органа реле для высших гармонических составляющих - для реле РТФ-9;
Н, К1, В	д) проверка тока срабатывания и возврата реле на рабочих уставках при подаче на вход фильтра токов, соответствующих режиму двухфазного КЗ;
Н, К1, В	е) проверка надежности работы реле при кратковременной подаче тока от 1,05 срабатывания до максимального значения тока КЗ.

7.11.3.6 Реле РНФ-1 и РНФ-1М

В таблице 39 установлены объемы работ для реле РНФ-1 и РНФ-1М в зависимости от вида ТО.

Таблица 39 – Объем работ для реле РНФ-1 и РНФ-1М

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка настройки фильтра напряжения обратной последовательности на рабочей уставке имитацией всех возможных вариантов двухфазного КЗ;
Н, К1, В	б) проверка напряжения срабатывания и возврата реле на рабочей уставке подачей на вход фильтра напряжения, имитирующего двухфазное замыкание фаз С и А;
Н, К1, В	в) проверка надежности работы контактов реле при подаче на вход фильтра напряжения до 110 В при имитации двухфазного КЗ фаз С и А.

7.11.4 Реле напряжения нулевой последовательности РНН-57

В таблице 40 установлены объемы работ для реле напряжения нулевой последовательности РНН-57 в зависимости от вида ТО.

Таблица 40 – Объем работ для реле напряжения нулевой последовательности РНН-57

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка частотной характеристики фильтра третьей гармонической составляющей - зависимости напряжения срабатывания от частоты;
Н, К1, В	б) проверка напряжения срабатывания и возврата на рабочей уставке (при частоте 50 Гц);

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 109 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	в) проверка надежности работы контактов реле при кратковременной подаче напряжения до 110 В.

7.11.5 Реле контроля синхронизма РН-55, ЭН-535

В таблице 41 установлены объемы работ для реле контроля синхронизма РН-55, ЭН-535 в зависимости от вида ТО.

Таблица 41 – Объем работ для реле контроля синхронизма РН-55, ЭН-535

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка полярности обмоток;
Н, К1, В	б) проверка угла срабатывания и возврата на рабочей уставке при номинальном напряжении на обмотках;
Н, К1, В	в) проверка надежности работы контактов реле во всем диапазоне (0-180°) изменения угла векторов напряжений, действующих на обмотки реле.

7.11.6 Дифференциальные реле

7.11.6.1серии РНТ

В таблице 42 установлены объемы работ для реле серии РНТ в зависимости от вида ТО.

Таблица 42 – Объем работ для реле серии РНТ

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка тока и напряжения срабатывания и возврата исполнительного органа при отключенном БНТ;
Н, К1, В	б) проверка правильности выполнения короткозамкнутых обмоток;
Н, К1, В	в) проверка срабатывания и возврата реле на рабочей уставке со стороны каждого «плеча» защиты;
Н	г) проверка коэффициента надежности реле;
Н, К1, В	д) проверка надежности работы контактов реле при токах от 1,05 до пятикратного тока срабатывания.

7.11.6.2Реле серии ДЗТ-10, ДЗТ-1, ДЗТ-2, ДЗТ-4 и реле максимального тока МТЗ-11

В таблице 43 установлены объемы работ для реле серии ДЗТ-10, ДЗТ-1, ДЗТ-2, ДЗТ-4 и реле максимального тока МТЗ-11 в зависимости от вида ТО.

Таблица 43 – Объем работ для реле серии ДЗТ-10, ДЗТ-1, ДЗТ-2, ДЗТ-4 и реле максимального тока МТЗ-11

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка токов и напряжений срабатывания и возврата исполнительного органа при отключенном БНТ;
Н	б) проверка отсутствия напряжения на вторичной обмотке БНТ (исполнительный орган отключен) при подаче в тормозную обмотку максимального значения тока КЗ;
Н, К1, В	в) проверка токов срабатывания и возврата реле на рабочих уставках со стороны каждого плеча и при отсутствии тока в тормозной обмотке;

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	г) проверка тормозной характеристики-зависимости тока в рабочей обмотке от тока в тормозной обмотке (в условиях срабатывания исполнительного органа);
Н	д) проверка коэффициента надежности реле;
Н, К1, В	е) проверка надежности работы контактов реле при токах от 1,05 до пятикратного тока срабатывания.

7.11.6.3 Дифференциальные реле тока серии РСТ23

В таблице 44 установлены объемы работ для дифференциальных реле тока серии РСТ23 в зависимости от вида ТО.

Таблица 44 – Объем работ для дифференциальных реле тока серии РСТ23

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка токов срабатывания и возврата на рабочей уставке каждого плеча и при отсутствии тока в тормозной обмотке;
Н, К1	б) проверка тока срабатывания при отсутствии тормозного тока и изменении напряжения питания от 0,8 до 1,1 номинального значения (кроме реле РСТ23-6);
Н, К1, В	в) проверка коэффициента торможения;
Н, К1, В	г) проверка тормозной характеристики;
Н, К1, В	д) проверка времени срабатывания при двухкратном токе срабатывания (для реле РСТ23-6 при токе не более 1,5 А).

7.11.7 Реле мощности

7.11.7.1 Реле ИМБ-171, ИМБ-177, ИМБ-178, РБМ-171, РБМ-177, РБМ-178, РБМ-271, РБМ-277, РБМ-278

В таблице 45 установлены объемы работ для реле ИМБ-171, ИМБ-177, ИМБ-178, РБМ-171, РБМ-177, РБМ-178, РБМ-271, РБМ-277, РБМ-278 в зависимости от вида ТО.

Таблица 45 – Объем работ для реле ИМБ-171, ИМБ-177, ИМБ-178, РБМ-171, РБМ-177, РБМ-178, РБМ-271, РБМ-277, РБМ-278

Вид ТО	Объем работ
Н, В	а) проверка отсутствия самохода по току при закороченной обмотке напряжения и проверка отсутствия самохода по напряжению при разомкнутой токовой обмотке;
Н, К1, В	б) определение угла максимальной чувствительности;
Н, В	в) проверка мощности срабатывания при угле максимальной чувствительности и токе, равном номинальному значению; для реле РБМ-271, РБМ-277, РБМ-278 проверка производится при работе реле в обе стороны;
Н, К1, В	г) проверка поведения реле при сбросе обратной мощности от десятикратной мощности срабатывания до максимально возможной обратной мощности при КЗ на шинах подстанции; для реле РБМ-271, РБМ-277, РБМ-278 проверка производится при работе в обе стороны;
Н, К1, В	д) проверка надежности работы контактов при подведении к реле мощности от 1,2 мощности срабатывания до максимальной мощности, возможной при КЗ и угле максимальной чувствительности.

7.11.7.2 Реле мощности РМ11, РМ12

В таблице 46 установлены объемы работ для реле мощности РМ11, РМ12 в зависимости от вида ТО.

Таблица 46 – Объем работ для реле мощности РМ11, РМ12

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка отсутствия самохода по току при закороченной обмотке напряжения при подаче входного тока до $30 I_{ном}$ и проверка отсутствия самохода по напряжению при отсутствии тока и напряжения до $1,15 U_{ном}$;
Н, К1, В	б) определение угла максимальной чувствительности при номинальном токе и напряжении;
Н	в) проверка вольт-амперной характеристики при угле максимальной чувствительности (для реле РМ12 при заданной уставке по напряжению срабатывания);
Н, К1, В	г) проверка надежности работы контактов выходных реле при подведении к реле входных величин тока $30 I_{ном}$ и напряжения $1,15 U_{ном}$.

7.11.8 Сейсмостойкие реле

К сейсмостойким реле относятся:

- Реле тока РСТ11, РСТ12, РСТ13, РСТ14, НЛ4;
- Дифференциальные реле РСТ15, РСТ16;
- Реле напряжения РСН11, РСН12, РСН13-1, РСН13-2, РСН14, РСН15, РСН16, РСН17, НЛ5;
- Реле напряжения обратной последовательности РСФ11;
- Реле активной мощности РСМ13;
- Реле минимального напряжения НЛ10, НЛ11.

В таблице 47 установлены объемы работ для сейсмостойких реле в зависимости от вида ТО.

Таблица 47 – Объем работ для сейсмостойких реле

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка параметров срабатывания на минимальной и максимальной уставках при значениях напряжения оперативного тока 0,8 и 1,1 номинального значения;
Н, К1, В, К	б) проверка напряжения срабатывания и возврата реле на рабочих уставках.

7.11.9 Реле сопротивления

7.11.9.1 Реле КРС-1, КРС-2, КРС-3

В таблице 48 установлены объемы работ для реле КРС-1, КРС-2, КРС-3 в зависимости от вида ТО.

Таблица 48 – Объем работ для реле КРС-1, КРС-2, КРС-3

Вид ТО	Объем работ
Н, В	а) проверка блока питания (при использовании нуль-индикатора на ИМС);
Н	б) проверка настройки фильтров вторых гармонических составляющих;
Н	в) проверка ограничивающего действия диодов, включенных параллельно магнитоэлектрическим реле;

Вид ТО	Объем работ
Н	г) выравнивание комплексных сопротивлений рабочего и тормозного контуров (установка «мертвой зоны») при подаче номинального тока в первичные обмотки трансформаторов и закороченных цепях напряжения; для реле КРС-2 выравнивание комплексных сопротивлений контуров производится также при подведении напряжения 58 В к контуру подпитки 2Тр-4С при закороченных цепях напряжения рабочих фаз;
Н	д) измерение напряжения на вторичных обмотках контура подпитки при подведении к первичным обмоткам напряжения 58В для реле КРС-2;
	е) измерение угла между векторами первичного и вторичного напряжения контура подпитки;
Н, К1, В	ж)определение угла максимальной чувствительности на расчетной уставке методом «засечек»;
Н, К1, В	з) проверка заданных уставок по сопротивлению срабатывания при заданном угле и токе настройки;
Н	и) проверка наличия смещения в I квадрант для реле КРС-1 и КРС-3;
Н	к) проверка эллиптичности характеристики реле КРС-1 (в случае использования);
Н	л) проверка смещения характеристика в III квадрант (в случае использования смещения у КРС-1 и КРС-3);
Н	м)снятие характеристики-зависимости сопротивления срабатывания от тока при заданном угле настройки с целью определения действительного тока точной работы реле (для КРС-2 по цепям I и II зон);
Н, К1, В, К	н) проверка правильности подведения реле при имитации близких двухфазных и трехфазных КЗ в зоне и вне зоны действия защиты с уменьшением напряжения до нуля.

7.11.9.2Блок реле сопротивлений БРЭ 2801

В таблице 49 установлены объемы работ для реле сопротивлений БРЭ 2801 в зависимости от вида ТО.

Таблица 49 – Объем работ для блока реле сопротивлений БРЭ 2801

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В, К	а) проверка регулировки механической части выходных реле блока Р1110;
Н, К1, В	б) проверка стабилизированных уровней напряжения питания ± 15 В;
Н, К1, В, К	в) проверка реле сопротивлений С108: - при виде ТО «Н» - проверка исправности усилителей формирователей Е4 и Е5; - при виде ТО «Н» - проверка исправности формирователя импульсов (ФИН) и интегратора; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка координат особых точек Z_1 и Z_2 характеристики срабатывания РС при наличии смещения; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка и настройка органа памяти (производится только для характеристики, проходящей через начало координат); - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка угла максимальной чувствительности на расчетной уставке методом «засечек»;

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 113 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Вид ТО	Объем работ
	<ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка заданных уставок по сопротивлению срабатывают при заданном угле максимальной чувствительности; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка наличия смещения характеристики в I или III квадрант; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка эллиптичности характеристики (если используется); - при виде ТО «Н» - проверка характеристики-зависимости срабатывания от тока при заданном угле настройки с целью определения тока точной работы; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка правильности поведения при имитации близких КЗ в зоне и вне зоны действия защиты с уменьшением напряжения до нуля;
Н, К1, В	г) проверка исправности блока Р1110.

7.11.10 Реле частоты

7.11.10.1 Реле частоты РЧ-1 и РЧ-2

В таблице 50 установлены объемы работ для реле частоты РЧ-1 и РЧ-2 в зависимости от вида ТО.

Таблица 50 – Объем работ для реле частоты РЧ-1 и РЧ-2

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка частоты срабатывания и возврата на рабочих уставках при номинальном напряжении;
Н, К1, В	б) проверка времени срабатывания на рабочей уставке при номинальном напряжении;
Н, К1, В	в) проверка напряжений в контрольных точках;
Н, К1, В	г) проверка частоты срабатывания и возврата на рабочих уставках $0,2U_{ном}$ и $1,3U_{ном}$ для реле РЧ-1 и при $0,2U_{ном}$ и $1,5U_{ном}$ для реле РЧ-2;
Н, К1, В	д) проверка работоспособности полупроводниковой части схемы нажатием кнопки Кн;
Н, К1, В	е) проверка поведения реле при снятии и подаче переменного напряжения при поданном оперативном напряжении;
Н, К1, В	ж) проверка поведения реле при снятии и подаче оперативного напряжения при наличии напряжения контролируемой сети. Примечание - При питании реле от оперативного переменного тока через выпрямительное устройство проверка производится совместно с выпрямительным устройством.

7.11.10.2 Реле статическое частоты РСГ11

В таблице 51 установлены объемы работ для реле статическое частоты РСГ11 в зависимости от вида ТО.

Таблица 51 – Объем работ для реле статическое частоты РСГ11

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка срабатывания (возврата) при номинальном напряжении на рабочей уставке;

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	б) проверка срабатывания (возврата) при изменении питающего напряжения от 0,4 до 1,3 номинального напряжения для реле понижения частоты и от 0,45 до 1,5 номинального значения для реле повышения частоты;
Н, К1, В	в) проверка поведения реле при снятии и подаче питающего напряжения;
Н, В	г) проверка времени срабатывания на рабочей уставке;
Н	д) проверка дистанционного переключения реле на возврат.

7.11.11 Реле мощности обратной последовательности РМОП-1, РМОП-2

В таблице 52 установлены объемы работ для реле мощности обратной последовательности РМОП-1, РМОП-2 в зависимости от вида ТО.

Таблица 52 – Объем работ для реле мощности обратной последовательности РМОП-1, РМОП-2

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка фильтра напряжения обратной последовательности на ХХ;
Н	б) проверка фильтра тока обратной последовательности на рабочей уставке;
Н, К1, В	в) проверка пускового токового органа на рабочей уставке при подаче тока АВ;
Н, К1, В	г) проверка органа направления мощности: - при виде ТО «Н» - проверка и устранение самоходов по току и напряжению; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - определение зоны действия реле и угла максимальной чувствительности;
Н, В	д) проверка работы контактов реле при угле максимальной чувствительности и подведении к реле мощности от 1,2 мощности срабатывания до максимальной мощности, возможной при КЗ;
Н, К1, В, К	е) проверка рабочим током и напряжением: - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка правильности подключения к реле цепей тока и напряжения; - при видах ТО «Н», «К1» - проверка правильности работы реле при имитации двухфазного КЗ ВС; - при видах ТО «Н», «В» - проверка небаланса фильтра напряжения обратной последовательности и фильтра тока обратной последовательности.

7.11.12 Реле защиты однофазных замыканий на землю РТЗ-50, РТЗ-51

В таблице 53 установлены объемы работ для реле защиты однофазных замыканий на землю РТЗ-50, РТЗ-51 в зависимости от вида ТО.

Таблица 53 – Объем работ для реле защиты однофазных замыканий на землю РТЗ-50, РТЗ-51

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка выходного реле;
Н	б) проверка входного трансформатора и ограничения входного сигнала;
Н, К1, В	в) проверка стабилизатора питания;
Н	г) проверка загробления реле для высших гармонических составляющих;
Н	д) проверка работы реле во всем диапазоне (дискретном, плавном) изменения уставки;

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	е) измерение напряжения в контрольных точках при номинальном напряжении питания при отсутствии тока на входе реле, а также при подаче на вход реле тока, равного 1,1 тока срабатывания;
Н, К1, В	ж) проверка реле совместно с трансформатором тока на рабочей уставке.

7.11.13 Защита генератора от перегрузки

7.11.13.1 Реле защиты ротора РЗР-1М (РЗР-1)

В таблице 54 установлены объемы работ для реле защиты ротора РЗР-1М (РЗР-1) в зависимости от вида ТО.

Таблица 54 – Объем работ для реле защиты ротора РЗР-1М (РЗР-1)

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка магнитоэлектрических реле К1, К2;
Н, К1, В	б) проверка промежуточных реле КЛ1, КЛ2, КЛ3, КЛ4;
Н	в) проверка входного преобразовательного устройства (промежуточного и согласующего трансформаторов при отсоединении от схемы);
Н, К1, В	г) проверка уровня напряжения питания и напряжения в контрольных точках;
Н	д) проверка работы блокинг-генератора;
Н	е) проверка работы частотного модулятора-зависимости длительности пауз на выходе частотного модулятора от значения тока на входе согласующего трансформатора (при двух-трех значениях тока);
Н	ж) проверка токов срабатывания и возврата независимых органов на крайних точках шкалы и на рабочих уставках;
К1, В	з) проверка токов срабатывания и возврата независимых органов на рабочих уставках;
Н	и) проверка тормозных токов в обмотках магнитоэлектрических реле при заданных уставках и при отсутствии входного тока;
Н	к) проверка рабочих токов в обмотках магнитоэлектрических реле при заданных уставках и при подаче на вход защиты тока, равного 1,2 тока срабатывания;
Н, К1, В	л) проверка временной характеристики интегрального органа при значениях переменного тока на входе защиты, соответствующих 1,1; 1,2; 1,5; 2,0 номинального тока ротора;
Н, К1, В	м) проверка характеристики, имитирующей охлаждение ротора генератора.

7.11.13.2 Блок защиты от перегрузки ротора БЭ1102

В таблице 55 установлены объемы работ для блока защиты от перегрузки ротора БЭ1102 в зависимости от вида ТО.

Таблица 55 – Объем работ для блока защиты от перегрузки ротора БЭ1102

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В, К	а) проверка блока питания совместно с блоком стабилизации напряжения: - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» — проверка значений выходных напряжений при номинальных значениях напряжения и нагрузки оперативного тока; - при видах ТО «Н», «В» — проверка значений выходных напряжений при изменении напряжения оперативного тока от 0,8 до 1,1 номинального; - при видах ТО «Н», «В» — проверка защиты при имитации КЗ на выводах ± 15 В;
Н, К1, В	б) проверка выходных реле постоянного тока;
Н, К1, В, К	в) проверка настройки блока защиты на номинальный ток ротора при использовании внешнего датчика тока ротора;
Н, К1, В, К	г) проверка токов срабатывания и возврата сигнального и пускового органов: - при видах ТО «Н», «В» — на крайних точках шкалы уставок; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» — на рабочих уставках;
Н, К1, В, К	д) проверка независимой выдержки времени сигнального органа: - при видах ТО «Н», «В» — на крайних точках шкалы уставок; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» — на рабочей уставке;
Н, В	е) проверка настройки коэффициентов В и С;
Н, К1, В	ж) проверка на рабочей уставке временных характеристик интегрального органа при значениях относительного тока ротора 1,1; 1,2; 1,5; 2,0;
Н, К1, В	з) проверка временной характеристики интегрального органа, имитирующей охлаждение генератора;
Н, К1, В, К	и) проверка узла тестового контроля;
Н, К1, В	к) проверка защиты рабочим током: проверка настройки на номинальный ток (косвенным способом);
Н, К1, В, К	л) проведение тестового контроля.

7.11.13.3 Блок защиты от перегрузки генератора токами обратной последовательности БЭ1101

В таблице 56 установлены объемы работ для блока защиты от перегрузки генератора токами обратной последовательности БЭ1101 в зависимости от вида ТО. Таблица 56 – Объем работ для блока защиты от перегрузки генератора токами обратной последовательности БЭ1101

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В, К	а) проверка блока питания совместно с блоком стабилизации напряжения: - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» – проверка значений выходных напряжений при номинальных значениях напряжения и нагрузки оперативного тока; - при видах ТО «Н», «В» – проверка значений выходных напряжений при изменении напряжения оперативного тока от 0,8 до 1,1 номинального; - при видах ТО «Н», «В» – проверка защиты при имитации КЗ на выводах ± 15 В;

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	б) проверка выходных реле постоянного тока;
Н, К1, В	в) проверка настройки фильтра тока обратной последовательности;
Н, К1, В, К	г) проверка настройки блока на номинальный ток генератора;
Н, К1, В, К	д) проверка токов срабатывания и возврата сигнального, пускового органов и отсечки: <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «В» – на крайних точках шкалы уставок; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» – на рабочих уставках;
Н, К1, В, К	е) проверка независимой выдержки времени сигнального органа и отсечки: <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «В» – на крайних точках шкалы уставок; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» – на рабочих уставках;
Н, К1, В	ж) проверка на рабочей уставке временных характеристик интегрального органа при значениях относительного тока обратной последовательности 0,25; 0,5; 1,0; 1,5;
Н, К1, В	з) проверка временной характеристики интегрального органа, имитирующей охлаждение генератора;
Н, К1, В, К	и) проверка узла тестового контроля;
Н, К1, В	к) проверка защиты рабочим током: <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» – проверка настройки на номинальный ток; - при видах ТО «Н», «К1», «В» – измерение небаланса фильтра токов обратной последовательности; - при виде ТО «Н» – проверка характеристик срабатывания органов сигнального, пускового и отсечки; - при виде ТО «Н» – проверка характеристик срабатывания интегрального органа при значениях относительного тока обратной последовательности 0,5; 1,0;
Н, К1, В, К	л) проведение тестового контроля.

7.11.13.4 Блок защиты от перегрузки генератора токами прямой последовательности БЭ1103

В таблице 57 установлены объемы работ для блока защиты от перегрузки генератора токами прямой последовательности БЭ1103 в зависимости от вида ТО. Таблица 57 – Объем работ для блока защиты от перегрузки генератора токами прямой последовательности БЭ1103

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В, К	а) проверка блока питания совместно с блоком стабилизации напряжения: <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» – проверка значений выходных напряжений при номинальных значениях напряжения и нагрузки оперативного тока; - при видах ТО «Н», «В» – проверка значений выходных напряжений при изменении напряжения оперативного тока от 0,8 до 1,1 номинального;

Вид ТО	Объем работ
	- при видах ТО «Н», «В» – проверка защиты при имитации КЗ на выводах ± 15 В;
Н, К1, В	б) проверка выходных реле постоянного тока;
Н, К1, В, К	в) проверка настройки блока на номинальный ток генератора;
Н, К1, В, К	г) проверка токов срабатывания и возврата сигнального и пускового органов; - при видах ТО «Н», «В» – на крайних точках шкалы; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» – на рабочих уставках;
Н, К1, В, К	д) проверка независимой выдержки времени сигнального органа: - при видах ТО «Н», «В» – на крайних точках шкалы; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» – на рабочих уставках;
Н, В	е) проверка настройки коэффициентов В и С;
Н, К1, В	ж) проверка на рабочей уставке временных характеристик интегрального органа при значениях относительного тока статора 1,15; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5;
Н, К1, В	з) проверка временной характеристики интегрального органа, имитирующего охлаждение генератора;
Н, К1, В, К	и) проверка узла тестового контроля;
Н, К1, В	к) проверка защиты рабочим током: - при видах ТО «Н», «К1», «В» – проверка настройки на номинальный ток; - при виде ТО «Н» – проверка характеристик срабатывания сигнального и пускового органа; - при виде ТО «Н» – проверка характеристик срабатывания интегрального органа при значениях относительного тока статора 1,2; 1,5 (косвенным способом);
Н, К1, В, К	л) проведение тестового контроля.

7.11.14 Защиты от замыканий на землю в цепях возбуждения генератора

7.11.14.1 Комплект защиты цепей возбуждения КЗР2

В таблице 58 установлены объемы работ для комплекта защиты цепей возбуждения КЗР2 в зависимости от вида ТО.

Таблица 58 – Объем работ для комплекта защиты цепей возбуждения КЗР2

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка поляризованных реле;
Н, К1, В, К	б) проверка реле времени;
Н, К1, В	в) проверка промежуточного, сигнального реле;
Н	г) проверка сопротивления постоянному току потенциометра и полного сопротивления дросселя при частоте 50 Гц;
Н	д) проверка правильности показаний по всей шкале вольтметра на всех диапазонах для обеих полярностей подводимого напряжения;

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	е) определение напряжений срабатывания и возврата каждого поляризованного реле комплекта при подаче напряжения к движку потенциометра и зажиму «600».

7.11.14.2 Комплект защиты цепей возбуждения КЗР-3

В таблице 59 установлены объемы работ для комплекта защиты цепей возбуждения КЗР-3 в зависимости от вида ТО.

Таблица 59 – Объем работ для комплекта защиты цепей возбуждения КЗР-3

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка магнитоэлектрического реле;
Н, К1, В, К	б) проверка реле времени;
Н, К1, В	в) проверка промежуточных реле;
Н	г) измерение сопротивления постоянному току элементов комплекта (обмоток магнитного делителя частоты, трансформатора, дросселей, резисторов);
Н	д) проверка настройки магнитного делителя частоты (МДЧ) измерением тока подмагничивания при отключенной нагрузке и подаче на вход номинального напряжения;
Н	е) проверка балансировки фазочувствительной схемы при отключенном оперативном токе и подаче на вход МДЧ номинального напряжения; выход КЗР-3 разомкнут;
Н, К1, В	ж) измерение опорного напряжения на стабилитронах 1СТ, 2СТ при номинальном напряжении оперативного тока;
Н	з) проверка настройки частотных фильтров вспомогательного устройства ВУ-2;
Н, К1, В	и) проверка взаимодействия элементов комплекта и регулирование (проверка) на заданную уставку при собранных цепях комплекта реле и ВУ-2 (выходные цепи защиты подключаются к конденсатору и резистору, на входные цепи подается напряжение переменного и постоянного тока);
Н, К1, В	к) проверка на рабочей уставке (уставах) параметров работы защиты, подключенной к ротору генератора, возбуждаемого от рабочего и резервного возбудителей;
Н, В	л) испытание изоляции цепей комплекта в соответствии с требованиями инструкции завода-изготовителя.

7.11.14.3 Блоки защиты цепей возбуждения генераторов БЭ1104, БЭ1105

В таблице 60 установлены объемы работ для блоков защиты цепей возбуждения генераторов БЭ1104, БЭ1105 в зависимости от вида ТО.

Таблица 60 – Объем работ для блоков защиты цепей возбуждения генераторов БЭ1104, БЭ1105

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка устройства ограничения напряжения, поступающего от цепей возбуждения, в блоке частотного фильтра БЭ1105;

Вид ТО	Объем работ
Н	б) проверка частотного фильтра при напряжении питания, равном 220 В, сопротивлении на выходе блока БЭ1105 $R = \infty$ и емкости $C = 5$ мкФ;
Н	в) проверка выходных напряжений в блоках Д1370 и П0211 при изменении напряжения питания от 176 до 242 В;
Н, К1, В	г) проверка зависимости напряжения на выходе БЭ1104 от изменения сопротивления на выходе БЭ1105 при емкости $C = 5$ мкФ: $U_{\text{вых}} = f(R_{\text{изол}})$;
Н, В	д) проверка диапазона уставок срабатывания по сопротивлению изоляции первой и второй ступеней защиты и определение погрешности уставок при изменении емкости цепей возбуждения и компенсирующей емкости соответственно (2-3 точки на каждой уставке);
Н, К1, В	е) проверка и настройка рабочих уставок срабатывания и возврата по сопротивлению изоляции с учетом параметров $R_{\text{изол}}$ и емкости цепей возбуждения (рабочего и резервного);
Н, К1, В	ж) проверка и настройка времени срабатываний первой и второй ступеней защиты;
Н, К1, В, К	з) проверка устройств индикации, измерений, сигнализации;
Н, К1, В	и) проверка цепей дистанционного переключения уставок при переводах системы возбуждения (рабочая, резервная);
Н, К1, В, К	к) проверка устройства контроля контакта измерительной щетки на валу генератора;
Н, К1, В, К	л) проверка работы тестового контроля;
Н, К1, В	м) проверка работы устройства для настройки уставок;
Н	н) проверка отсутствия ложного срабатывания при коммутации напряжения питания (включение, кратковременные перерывы, отключение);
Н, К1, В, К	о) проверка защиты, подключенной к цепям возбуждения (рабочей, резервной, в том числе при переводах), согласно данной таблицы перечисления е) – н).

7.11.15 Защиты от однофазных замыканий обмотки статора генератора

7.11.15.1 Блок защиты генераторов ЗЗГ-1

В таблице 61 установлены объемы работ для блоков защиты генератора ЗЗГ-1 в зависимости от вида ТО.

Таблица 61 – Объем работ для блоков защиты генератора ЗЗГ-1

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка стабилизированного напряжения питания;
Н	б) проверка зажигания тиратронов;
Н, К1, В	в) проверка тока срабатывания промежуточных реле;
Н, К1	г) проверка настройки фильтров 50 и 150 Гц;
Н	д) проверка напряжения срабатывания блока основной составляющей по шкале уставок;

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	е) проверка напряжения срабатывания блока основной составляющей на рабочей уставке;
Н, К1, В	ж) проверка минимального рабочего напряжения срабатывания блока третьей гармонической составляющей;
Н	з) проверка сопротивления срабатывания блока третьей гармонической составляющей при полностью введенных резисторах R26 и R27;
Н	и) настройка коэффициента надежности блока третьей гармонической составляющей на XX работающего генератора и его проверка в режиме нагрузки генератора;
К1, В	к) проверка коэффициента надежности блока третьей гармонической составляющей на XX работающего генератора;
К	л) проверка действия блока основной составляющей и блока третьей гармонической составляющей от постороннего источника.

7.11.15.2 Блок защиты генераторов БРЭ 1301.01

В таблице 62 установлены объемы работ для блока защиты генераторов БРЭ 1301.01 в зависимости от вида ТО.

Таблица 62 – Объем работ для блока защиты генераторов БРЭ 1301.01

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка блока питания;
Н, К1, В	б) проверка напряжения срабатывания промежуточных реле;
Н	в) проверка настройки фильтров;
Н	г) проверка напряжения срабатывания блока основной составляющей и органа блокировки по напряжению обратной последовательности по шкале уставок;
Н, К1, В	д) проверка напряжения срабатывания блока основной составляющей, напряжения обратной последовательности на рабочей уставке;
Н	е) проверка настройки блока третьей гармонической составляющей в режиме XX и нагрузки генератора;
Н, К1, В, К	ж) контроль исправности блока основной составляющей, блока третьей гармонической составляющей, напряжения обратной последовательности, нажатием на кнопки «контр.БОС», «контр.БТГ», «контр.U ₂ ».

7.11.15.3 Блок защиты генераторов БРЭ 1301.02

В таблице 63 установлены объемы работ для блока защиты генераторов БРЭ 1301.02 в зависимости от вида ТО.

Таблица 63 – Объем работ для блока защиты генераторов БРЭ 1301.02

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка регулировки механической части и состояния контактных поверхностей промежуточных реле;
Н, К1, В	б) проверка блока питания;
Н, К1, В	в) проверка напряжения срабатывания промежуточных реле;
Н	г) проверка настройки фильтров;

Вид ТО	Объем работ
Н	д) проверка напряжения срабатывания блока основной составляющей, напряжения обратной последовательности по шкале уставок;
Н, К1, В	е) проверка напряжения срабатывания блока основной составляющей, напряжения обратной последовательности на рабочей уставке;
Н	ж) проверка кратности изменения входного напряжения, соответствующего границам срабатывания и возврата блока третьей гармонической составляющей;
Н	з) проверка отстройки блока третьей гармонической составляющей от однофазных КЗ на стороне ВН энергоблока;
Н	и) настройка масштаба входного напряжения блока третьей гармонической составляющей на XX работающего генератора и его проверка в режиме нагрузки генератора;
Н, К1, В, К	к) контроль исправности блока основной составляющей, блока третьей гармонической составляющей, напряжения обратной последовательности нажатием на кнопки «контр.БОС», «контр.БТГ», «контр.U ₂ ».

7.11.15.4 Блок защиты генератора ЗГНП

В таблице 64 установлены объемы работ для блока защиты генераторов ЗГНП в зависимости от вида ТО.

Таблица 64 – Объем работ для блока защиты генераторов ЗГНП

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В, К	а) проверка блока питания;
Н, К1, В	б) проверка напряжения срабатывания пускового органа на частоте 50 и 150 Гц;
Н, К1, В	в) проверка тока срабатывания первой ступени на частоте 50 Гц;
Н, К1, В	г) проверка тока срабатывания второй ступени на частоте 250 Гц;
Н, К1, В	д) проверка выдержки времени первой ступени;
Н, К1, В	е) проверка выдержки времени второй ступени;
Н	ж) проверка коэффициента торможения первой ступени на частоте 650 Гц;
Н	з) проверка срабатывания второй ступени по числу повторно-кратковременных замыканий;
Н	и) проверка коэффициента загробления второй ступени при повторно-кратковременных замыканиях;
Н, К1, В	к) проверка блокировки по току;
Н, К1, В, К	л) проверка коэффициента отстройки от тока небаланса (по напряжению в контрольной точке «2») при работе генератора в режиме нагрузки;
Н, К1, В, К	м) проверка функционирования тестового контроля нажатием кнопки «Контр.»

7.11.16 Реле времени

7.11.16.1 Реле ЭВ-112 – ЭВ-144, ЭВ-215 – ЭВ-248, РВ100 – РВ200

В таблице 65 установлены объемы работ для реле ЭВ-112 – ЭВ-144, ЭВ-215 – ЭВ-

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 123 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

248, РВ100 – РВ200 в зависимости от вида ТО.

Таблица 65 – Объем работ реле ЭВ-112 – ЭВ-144, ЭВ-215 – ЭВ-248, РВ100 – РВ200

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В, К	а) измерение напряжения четкого срабатывания (для всех типов реле) и возврата (для реле ЭВ-215, ЭВ-225, ЭВ-235, ЭВ-245 и термически устойчивых реле);
Н, К1, В, К	б) проверка времени срабатывания на рабочей уставке; проверка проводится на всех делениях шкалы тех реле, уставки которых изменяются оперативным персоналом;
Н, К1, В, К	в) пятикратный запуск и прослушивание работы часового механизма.

7.11.16.2 Реле РВМ-12 и РВМ-13

В таблице 66 установлены объемы работ для реле РВМ-12 и РВМ-13 в зависимости от вида ТО.

Таблица 66 – Объемы работ для реле РВМ-12 и РВМ-13

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В, К	а) измерение токов четкого срабатывания и возврата реле при питании реле поочередно от каждого насыщающегося трансформатора;
Н, К1, В, К	б) прочерка времени срабатывания на рабочей уставке, а также на всех делениях шкалы тех реле, уставки которых изменяются оперативным персоналом;
В, О	в) пятикратный запуск;
Н, К1, В	г) проверка надежности работы контактов при токах от 1,05 тока срабатывания до максимального значения тока КЗ;
Н, К1, В, К	д) проверка времени действия реле в схеме защиты на заданной уставке (при виде ТО «К» без измерения времени).

7.11.16.3 Реле РВ-01, РВ-03, ПРВ

В таблице 67 установлены объемы работ для реле РВ-01, РВ-03, ПРВ в зависимости от вида ТО.

Таблица 67 – Объемы работ для реле РВ-01, РВ-03, ПРВ

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка напряжений срабатывания и возврата при нулевом значении уставки по времени;
Н, К1, В	б) проверка времени срабатывания реле РВ-01 и возврата реле РВ-03 на рабочей уставке. Для реле ПРВ проверка времени срабатывания предварительной и основной ступеней срабатывания.

7.11.16.4 Реле времени статические РСВ14, РСВ160, РСВ260, ВЛ100 – ВЛ103, РСВ01-01, РСВ1-3, РСВ1-4

В таблице 68 установлены объемы работ для реле времени статические РСВ14, РСВ160, РСВ260, ВЛ100 - ВЛ103, РСВ01-01, РСВ1-3, РСВ1-4 в зависимости от вида ТО.

Таблица 68 – Объемы работ для реле времени статические РСВ14, РСВ160,

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 124 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Вид ТО	Объем работ
Н, В	а) проверка напряжений срабатывания и возврата при нулевом значении уставки по времени;
Н, К1, В	б) проверка времени срабатывания реле РСВ, ВЛ100, ВЛ102 и возврата ВЛ101, ВЛ103.

7.11.16.5 Реле времени сервисное РСВ13

В таблице 69 установлены объемы работ для реле времени сервисное РСВ13 в зависимости от вида ТО.

Таблица 69 – Объемы работ для реле времени сервисное РСВ13

Вид ТО	Объем работ
Н, В	а) проверка минимального тока срабатывания при последовательном и параллельном соединении обмоток насыщающего трансформатора;
Н	б) проверка потребляемой мощности для каждой цепи питания при двукратном токе срабатывания;
Н, К1	в) проверка времени срабатывания на максимальной и минимальной уставках при минимальном токе срабатывания;
Н, К1, В, К	г) проверка времени срабатывания на рабочей уставке при двукратном токе срабатывания.

7.11.17 Промежуточные и кодовые реле

7.11.17.1 Реле РП-16÷РП-18, РП-23÷РП-26, РП-232, РП-233, РП-251÷РП-256, РП-311, ЭП-1, РП-211÷РП-215, РП-221÷РП-225, КДР-1, КДР-3, КДР-3М, КДР-5М, КДР-6М, РПУ0÷РПУ2, РЭП15÷РЭП25

В таблице 70 установлены объемы работ для реле РП-16÷РП-18, РП-23÷РП-26, РП-232, РП-233, РП-251÷РП-256, РП-311, ЭП-1, РП-211÷РП-215, РП-221÷РП-225, КДР-1, КДР-3, КДР-3М, КДР-5М, КДР-6М, РПУ0÷РПУ2, РЭП15÷РЭП25 в зависимости от вида ТО.

Таблица 70 – Объем работ для реле РП-16÷РП-18, РП-23÷РП-26, РП-232, РП-233, РП-251÷РП-256, РП-311, ЭП-1, РП-211÷РП-215, РП-221÷РП-225, КДР-1, КДР-3, КДР-3М, КДР-5М, КДР-6М, РПУ0÷РПУ2, РЭП15÷РЭП25

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка, напряжения (тока) срабатывания и возврата реле по основной обмотке;
Н	б) проверка тока (напряжения) удерживания реле по дополнительным обмоткам;
Н	в) проверка однополярных выводов основной и дополнительных обмоток;
Н, К1, В	г) измерение времени действия тех реле, для которых оно задано картой уставок или инструкцией по наладке и эксплуатации. Если при измерении времени действия производилась регулировка реле, повторно проверяется напряжение срабатывания и возврата.

7.11.17.2 Реле РП-321, РП-341

В таблице 71 установлены объемы работ для реле РП-321, РП-341 в зависимости от вида ТО.

Таблица 71 – Объем работ для реле РП-321, РП-341

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка тока срабатывания и возврата реле;
Н	б) снятие зависимости вторичного выпрямленного напряжения от тока при последовательно соединенных первичных обмотках;
Н, К1, В	в) проверка надежности работы контактов при максимальном токе КЗ и дешунтировании электромагнита отключения.

7.11.17.3 Реле РП-351, РП-352, РП-8, РП-9, РП-11, РП-12

В таблице 72 установлены объемы работ для реле РП-351, РП-352, РП-8, РП-9, РП-11, РП-12 в зависимости от вида ТО.

Таблица 72 – Объем работ для реле РП-351, РП-352, РП-8, РП-9, РП-11, РП-12

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	проверка напряжения срабатывания каждой обмотки реле

7.11.17.4 Реле РЭП-36

В таблице 73 установлены объемы работ для реле РЭП-36 в зависимости от вида ТО.

Таблица 73 – Объем работ для реле РЭП-36

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В, К	а) внешний осмотр, проверка затяжки резьбовых соединений;
В, К	б) очистка от пыли и посторонних предметов;
Н, К1, В, К	в) проверка сопротивления изоляции и испытание изоляции;
Н, К1, В, К	г) проверка напряжения (тока) срабатывания, несрабатывания и отпускания реле по включающей обмотке;
Н, К1, В, К	д) проверка тока (напряжения) удержания реле по удерживающим обмоткам.

7.11.17.5 Реле РЭП-37

В таблице 74 установлены объемы работ для реле РЭП-37 в зависимости от вида ТО.

Таблица 74 – Объем работ для реле РЭП-37

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В, К	а) внешний осмотр, проверка затяжки резьбовых соединений;
В, К	б) очистка от пыли и посторонних предметов;
Н, К1, В, К	в) проверка сопротивления изоляции и испытание изоляции;
Н, К1, В, К	г) проверка напряжения (тока) срабатывания, несрабатывания и отпускания реле по включающей обмотке;
Н, К1, В, К	д) проверка тока (напряжения) удержания реле по удерживающим обмоткам;
Н, К1, В, К	е) измерение времени замедления, срабатывания и возврата реле.

7.11.18 Указательные реле ЭС-21, РУ-21, ЭС-41, БРУ-4, РУ-1, РУ-11

В таблице 75 установлены объемы работ для реле ЭС-21, РУ-21, ЭС-41, БРУ-4, РУ-1, РУ-11 в зависимости от вида ТО.

Таблица 75 – Объем работ для указательных реле ЭС-21, РУ-21, ЭС-41, БРУ-

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 126 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка напряжения (тока) срабатывания реле. Для реле ЭС-41 и БРУ-4 проверка производится для каждой обмотки.

7.11.19 Реле повторного включения

7.11.19.1 Реле РПВ-58, РПВ-258

В таблице 76 установлены объемы работ для реле РПВ-58, РПВ-258 в зависимости от вида ТО.

Таблица 76 – Объемы работ для реле РПВ-58, РПВ-258

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В, К	а) проверка реле времени;
Н	б) проверка напряжения срабатывания по параллельной обмотке и тока удерживания по последовательной обмотке реле 1РП;
Н, К1, В	в) проверка в полной схеме АПВ правильности включения параллельной и последовательной обмоток реле 1РП;
Н, К1, В, К	г) проверка времени заряда конденсатора (готовности к повторному действию);
Н, К1, В, К	д) проверка конденсатора на сохранность заряда;
Н, К1, В, К	е) проверка надежности запрета АПВ при замыкании цепи разрядного сопротивления.

7.11.19.2 Реле РПВ-01, РПВ-02, ВЛ-108

В таблице 77 установлены объемы работ для реле РПВ-01, РПВ-02, ВЛ-108 в зависимости от вида ТО.

Таблица 77 – Объемы работ для реле РПВ-01, РПВ-02, ВЛ-108

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка времени подготовки реле;
Н, К1, В	б) проверка времени срабатывания реле на рабочих уставках (для реле РПВ-02 дополнительно проверяется время срабатывания при втором цикле АПВ);
Н	в) проверка тока удерживания реле К1 (РП13);
Н, К1, В	г) проверка надежности запрета АПВ при наличии сигнала блокировки;
Н, К1, В	д) проверка цепи действия БАПВ для РПВ-01.

7.11.20 Реле импульсной сигнализации РИС-Э2М, РИС-Э2М-0,2, РИС-Э3М, серии РТД11, РТД12

В таблице 78 установлены объемы работ для реле импульсной сигнализации РИС-Э2М, РИС-Э2М-0,2, РИС-Э3М, серии РТД11, РТД12 в зависимости от вида ТО.

Таблица 78 – Объем работ для реле импульсной сигнализации РИС-Э2М, РИС-Э2М-0,2, РИС-Э3М, серии РТД11, РТД12

Вид ТО	Объем работ
Н, В	а) проверка исполнительного органа;

Вид ТО	Объем работ
Н	б) проверка чувствительности реле - определение значения импульса тока срабатывания реле при отсутствии предварительного тока в реле и при протекании во входной цепи предварительно установленного тока;
Н	в) проверка возврата реле,
Н, В	г) проверка работы реле при отклонении питающего напряжения от 0,8 до 1,1 номинального значения;
Н, В	д) проверка отсутствия ложных срабатываний реле при подаче и снятии питающего напряжения.

7.11.21 Газовые реле

7.11.21.1 Реле РГЧЗ-66

В таблице 79 установлены объемы работ для реле РГЧЗ-66 в зависимости от вида ТО.
Таблица 79 – Объем работ для реле РГЧЗ-66

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка плавучести поплавков (чашек);
Н, К1, В	б) проверка правильности уставки и регулировки контактов;
Н, К1, В	в) проверка срабатывания отключающего и сигнального элементов спуском масла из корпуса реле;
Н, К1, В, К	г) измерение сопротивления и испытание (видах ТО «Н», «К1», «В») изоляции электрических цепей реле (по отношению к земле, между контактами и между отключающими и сигнальными цепями);
Н, К1, В	д) проверка работы установленного на трансформаторе реле нагнетания воздуха с помощью насоса;
Н	е) проверка надежности отстройки реле от пусковых режимов циркуляционных насосов охлаждения трансформатора при всех возможных в эксплуатации переключениях вентилей в системе маслопроводов.

7.11.21.2 Реле BF 80/Q, BF 50/10

В таблице 80 установлены объемы работ для реле BF 80/Q, BF 50/10 в зависимости от вида ТО.

Таблица 80 – Объем работ для реле BF 80/Q, BF 50/10

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка правильности уставки и регулировки контактов;
Н, К1, В	б) проверка срабатывания отключающего и сигнального элементов с пуском масла из корпуса реле (при наличии пробки в дне корпуса);
Н, К1, В, К	в) измерение сопротивления и испытания (при видах ТО «Н», «К1», «В») изоляции электрических цепей реле - между цепями (при отключенных контактах реле) и по отношению к земле. Проверка изоляции разомкнутых контактов реле мегаомметром на 500 В;
Н, К1, В, К	г) проверка срабатывания реле нажатием на кнопку контроля.

7.11.21.3 Реле URF 25/10

В таблице 81 установлены объемы работ для реле URF 25/10 в зависимости от вида ТО.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 128 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Таблица 81 – Объем работ для реле URF 25/10

Вид ТО	Объем работ
Н, В	а) проверка правильности уставки и регулировки контактов;
Н, К1, В, К	б) измерение сопротивления и испытания (при видах ТО «Н», «К1», «В») изоляции электрических цепей реле - между цепями (при отключенных контактах реле) и по отношению к земле. Проверка изоляции разомкнутых контактов реле мегаомметром на 500 В;
Н, К1, В, К	в) проверка срабатывания реле нажатием на кнопку контроля-возврата.

7.11.21.4 Реле РГТ80, РГТ50

В таблице 82 установлены объемы работ для реле РГТ80, РГТ50 в зависимости от вида ТО.

Таблица 82 – Объем работ для реле РГТ80, РГТ50

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка правильности уставки реле по паспорту реле;
Н, К1, В, К	б) измерение сопротивления и испытания (при видах ТО «Н», «К1», «В») изоляции электрических цепей реле - между цепями (без отключения контактов реле) и по отношению к земле;
Н, К1, В, К	в) проверка срабатывания реле нажатием на кнопку контроля.

7.11.21.5 Реле РСТ25

В таблице 83 установлены объемы работ для реле РСТ25 в зависимости от вида ТО.

Таблица 83 – Объем работ для реле РСТ25

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка правильности уставки реле по паспорту реле;
Н, К1, В, К	б) измерение сопротивления и испытания (при видах ТО «Н», «К1», «В») изоляции электрических цепей реле - между цепями (без отключения контактов реле) и по отношению к земле;
Н, К1, В, К	в) проверка срабатывания реле нажатием на кнопку контроля-возврата.

7.11.21.6 Реле уровня масла, отсечной клапан

В таблице 84 установлены объемы работ для реле уровня масла, отсечного клапана в зависимости от вида ТО.

Таблица 84 – Объем работ для реле уровня масла, отсечного клапана

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) внешний осмотр;
Н, К1, В	б) проверка срабатывания;
Н, К1, В	в) измерение сопротивления и испытание изоляции между цепями и по отношению к «земле».

7.11.22 Высокочастотные аппараты**7.11.22.1 Приемопередатчики ПВЗК**

В таблице 85 установлены объемы работ для приемопередатчика ПВЗК в зависимости от вида ТО.

Таблица 85 – Объем работ для приемопередатчика ПВЗК

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 129 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Вид ТО	Объем работ
	А. Предварительные проверки
Н, К1, В	а) проверка механической части;
Н	б) проверка соответствия положения перемычек в схеме приемопередатчика заданному режиму работы;
Н, К1, В	в) проверка пробивного напряжения разрядника РИ2 мегаомметром на 500 В (по вольтметру);
Н, К1, В	г) проверка ламп и их установка в приемопередатчик;
Н, К1, В, К	д) проверка сопротивления изоляции цепей постоянного тока относительно земли мегаомметром на 1000 В, испытание его электрической прочности мегаомметром на 2500 В (при виде ТО «К» производится только проверка сопротивления изоляции). Примечание - Перед проверкой необходимо снять кварцевый резонатор и отпаять конденсаторы С37-С39.
Н, К1, В	е) проверка токов накала каждой из групп ламп. Регулирование напряжения на зажиме «+110»;
Н, К1, В	ж) проверка исправности и правильности показаний измерительных приборов;
Н, К1, В	з) предварительная проверка режимов работы по показаниям приборов приемопередатчика;
Н, К1, В	и) предварительная проверка режимов работы приемопередатчика по напряжению постоянного и переменного тока.
	Б. Проверка передатчика при его работе на сопротивление 100 Ом
Н, К1, В	а) проверка частоты задающего генератора;
Н, К1, В	б) регулирование мощности передатчика;
Н, К1, В	в) подбор напряжения раскачки промежуточного каскада по максимуму тока выхода;
Н, К1, В	г) настройка выходного фильтра по максимуму тока выхода;
Н, К1, В	д) проверка модуляции;
Н, К1, В	е) проверка останова передатчика (при работе с направленными защитами);
Н, К1, В	ж) проверка остаточного напряжения в паузах манипуляции (при работе с дифференциально-фазными защитами);
Н, К1, В	з) согласование выхода передатчика с ВЧ трактом подборок отпайки ТрЗ по максимуму мощности выхода передатчика. Примечание - При изменении отпайки повторно выполняются проверки в соответствии с таблицей 85 (раздел Б, перечисления г), д)). При выполнении вида ТО «В» работы в соответствии с таблицей 85 (раздел Б, перечисления в), г)) проводятся только в случае изменения выходных параметров передатчика.
	В. Проверка приемника
Н, К1, В	а) проверка настройки и полосы пропускания приемника;
Н, К1, В	б) снятие характеристики чувствительности;
Н, К1, В	в) снятие характеристики избирательности;
Н, К1, В, К	снятие характеристики манипуляции (при работе с дифференциально-фазными защитами). При виде ТО «К» проверяется только напряжение полной манипуляции.
И 7.5.1 – 005 – 2022	
Версия 2	
Стр. 130 из 155	
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики	

Вид ТО	Объем работ
	Г. Проверка режимов приемопередатчика
Н, К1, В, К	<p>а) при напряжении питания, равном 0,8 номинального значения, производится:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при видах ТО «Н», «К1», «В» - измерение токов приемопередатчика по прибору приемопередатчика; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - измерение частота при работе передатчика с кварцевым резонатором и без него; - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка надежности пуска и останова передатчика; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - контроль формы импульсов высокой частоты при напряжении полной манипуляции и пущенном передатчике;
Н, К1, В, К	<p>б) при напряжении питания, равном среднеэксплуатационному, производится:</p> <ul style="list-style-type: none"> - измерение токов приемопередатчика по прибору приемопередатчика; - измерение напряжений постоянного и переменного тока. <p>Примечание - Измерения согласно таблице 85 (раздел Г, перечисления а), б)) производятся при снятом напряжении манипуляции и работе приемопередатчика на сопротивление 100 Ом;</p>
Н, К1, В, К	<p>в) при напряжении питания, равном среднеэксплуатационному, и снятом напряжении манипуляции производится:</p> <ul style="list-style-type: none"> - измерение выходной мощности передатчика при его работе на сопротивление 100 Ом; - измерение выходной мощности передатчика при его работе на ВЧ тракт.
	Д. Проверка приемопередатчика ПВЗК при замене отдельных ламп
К1, В, К	<p>а) при замене ламп любого типа производится:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проверка сопротивления изоляции цепей постоянного тока относительно земли мегаомметром на 1000 В; - проверка токов накала каждой из групп ламп. В случае регулирования тока накала ламп производится проверка значения напряжения на зажиме «+110»; - проверка режимов работы приемопередатчика по току и напряжению; обмен ВЧ сигналами. <p>Примечание - В зависимости от типа замененных ламп производятся проверки, указанные ниже;</p> <p>б) при замене лампы 6R2 производится:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проверка остаточного напряжения в паузах манипуляций; - снятие характеристики манипуляции; - проверка устойчивости работы приемопередатчика при напряжении питания, равном 0,7 номинального значения; - измерение выходной мощности передатчика при его работе на сопротивление 100 Ом и ВЧ тракт; <p>в) при замене лампы 6 КЗ (6ЖВ), производится:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проверка частоты задающего генератора; - проверка остаточного напряжения в паузах манипуляции (при работе с дифференциально-фазными защитами);

Вид ТО	Объем работ
	<ul style="list-style-type: none"> - проверка останова передатчика (при работе с направленными защитами); - снятие характеристики манипуляции; - проверка устойчивости работы приемопередатчика при напряжении питания, равном 0,8 номинального значения; - измерение выходной мощности передатчика при его работе на сопротивление 100 Ом и ВЧ тракт; <p>г) при замене ламп 6ПЗС в промежуточном каскаде и усилителе мощности производится:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проверка формы импульсов высокой частоты на выходе передатчика (при работе с дифференциально-фазными защитами); - проверка формы кривой тока выхода (при работе с направленными защитами); - измерение выходной мощности передатчика при его работе на сопротивление 100 Ом и ВЧ тракт; <p>д) при замене ламп 6ПЗС в приемнике производится:</p> <ul style="list-style-type: none"> - снятие характеристики чувствительности приемника; - снятие характеристики избирательности; <p>е) при замене лампы 6Х6С производится проверка надежности запирающего закрытия приемника при работе всего передатчика и напряжения питания, равном 0,8 номинального значения.</p>

7.11.22.2 Приемопередатчики ПВЗД и УПЗ-70

В таблице 86 установлены объемы работ для приемопередатчиков ПВЗД и УПЗ-70 в зависимости от вида ТО.

Таблица 86 – Объем работ для приемопередатчиков ПВЗД и УПЗ-70

Вид ТО	Объем работ
	А. Предварительная проверка
	Проверки производятся в соответствии с таблицей 85 (раздел А).
	Б. Проверка передатчика
Н, К1, В	а) проверка частоты задающего генератора;
Н, К1, В	б) проверка настройки разделительного каскада;
Н, К1, В	в) проверка характеристик линейного фильтра;
Н, К1, В	г) проверка работы усилителя мощности с линейным фильтром при работе приемопередатчика на сопротивление 100 Ом - подбор отводов трансформаторов Тр2, Тр4 и отвода на делителе 23-26 (ПВЗД) или подбор отводов Тр2, Тр4, Тр5 и положения движка потенциометра R 20 (УПЗ-70) по максимуму тока выхода;
Н, К1, В	д) проверка усилителя мощности на отсутствие паразитной генерации;
Н, К1, В	е) проверка модуляции;
Н, К1, В	<p>ж) проверка остаточного напряжения на выходе приемопередатчика:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при работе его на сопротивление 100 Ом; - при пущенном и остановленном передатчике; - в паузах манипуляции;

Вид ТО	Объем работ
Н	з) снятие частотной характеристики входного сопротивления приемопередатчика;
Н, К1, В	и) согласование передатчика с ВЧ трактом и окончательная проверка характеристик линейного фильтра.
	В. Проверка настройки приемника
Н, К1, В	а) проверка настройки и полосы пропускания входного фильтра приемника;
Н, К1, В	б) снятие характеристики чувствительности;
Н, К1, В	в) снятие характеристики избирательности;
Н, К1, В	г) снятие характеристики безынерционного пуска передатчика;
Н, К1, В, К	д) снятие характеристики манипуляции (при виде ТО «К» проверяется только напряжение полной манипуляции);
Н, К1, В, К	е) проверка режимов приемопередатчика.
	Г. Проверка приемопередатчиков ПВЗД и УПЗ-70 при замене отдельных ламп
К1, В, К	а) при замене ламп любого типа - в соответствии с таблицей 85 (раздел Д), за исключением проверки напряжения на зажиме «+110»;
	б) при замене ламп 6Х1П в передатчике: <ul style="list-style-type: none"> - проверка настройки - задающего генератора и разделительного каскада; - проверка остаточного напряжения в паузах манипуляции (при работе с дифференциально-фазными защитами); - проверка останова передатчика; - снятие характеристики безынерционного пуска; - снятие характеристики манипуляции; - измерение выходной мощности передатчика при его работе на сопротивление 100 Ом в ВЧ тракт;
	в) при замене ламп 6ПЗС в промежуточном каскаде и усилителе мощности проверка в соответствии с таблицей 85 (раздел Д, перечисление г));
	г) при замене ламп 6ПЗС в приемнике проверка в соответствии с таблицей 85 (раздел Д, перечисление д));
	д) при замене ламп 6Ж1П в приемнике ПВЗД проверка в соответствии с таблицей 85 (раздел Д, перечисление е)).

7.11.22.3 Приемопередатчик АВЗК-80 с аппаратурой контроля АК-80

В таблице 87 установлены объемы работ для приемопередатчика АВЗК-80 с аппаратурой контроля АК-80 в зависимости от вида ТО.

Таблица 87 – Объем работ для приемопередатчика АВЗК-80 с аппаратурой контроля АК-80

Вид ТО	Объем работ	
	А. Предварительные проверки	
Н, К1, В	а) проверка механической части, внешний и внутренний осмотр;	
Н, К1	б) проверка соответствия положения перемычек в схемах приемопередатчика и аппаратуры контроля заданному режиму работы;	
Н, К1, В	в) проверка сопротивления изоляции;	
Н, К1, В	г) проверка токов и напряжений на выходе блока реостатов;	
И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 133 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	д) проверка исправности и правильности показаний измерительных приборов;
Н, К1	е) предварительная проверка работы приемопередатчика по показаниям его приборов при работе на резистор 75 Ом.
	Б. Проверка передатчика
Н, К1, В	а) проверка частоты и напряжения преобразователя;
Н, К1, В	б) проверка частоты задающего генератора и напряжения раскочки МУС;
Н, К1, В	в) проверка характеристик линейного фильтра;
Н, К1, В, К	г) проверка работы усилителя мощности совместно с линейным фильтром при работе приемопередатчика на резистор 75 Ом;
Н, К1, В	д) проверка усилителя мощности на отсутствие паразитной генерации;
Н, К1, В	е) проверка остаточного напряжения на выходе приемопередатчика при работе его на резистор 75 Ом: - при пущенном и остановленном передатчике; - в паузах манипуляции (при работе с ДФЗ);
Н, К1, В	ж) проверка частотной характеристики входного сопротивления приемопередатчика;
Н, К1, В	з) проверка характеристики безынерционного пуска;
Н	и) проверка модуляции.
	В. Проверка приемника
Н, К1, В	а) проверка настройки и полосы пропускания входного фильтра приемника;
Н, К1, В	б) проверка характеристик полосового фильтра высокой частоты;
Н, К1	в) проверка характеристик фильтра приемника вызова;
Н, К1, В	г) проверка характеристики чувствительности приемника;
Н, К1, В	д) проверка характеристики избирательности приемника;
Н, К1, В	е) проверка характеристики манипуляции (при работе с ДФЗ);
Н, К1	ж) проверка чувствительности приемника вызова;
Н, К1	з) проверка чувствительности "грубого" приемника;
	Г. Проверка режимов приемопередатчика
Н, К1, В	а) проверка режимов приемопередатчика по постоянному напряжению;
Н, К1, В	б) проверка режимов приемопередатчика по переменному напряжению;
	Д. Проверка автоконтроля
Н, К1, В	а) проверка взаимодействия панели защиты с приемопередатчиком;
Н, К1, В	б) проверка действия сигнализации и цепей автоматического вывода защиты;
Н, К1, В, К	в) проверка запаса по перекрываемому затуханию;
Н, К1, В	г) проверка действия элемента времени (часов).

7.11.22.4 Приемопередатчики АВЗ, ПВЗ-90, ПВЗЛ

В таблице 88 установлены объемы работ для приемопередатчиков АВЗ, ПВЗ-90, ПВЗЛ в зависимости от вида ТО.

Таблица 88 – Объем работ для приемопередатчиков АВЗ, ПВЗ-90, ПВЗЛ

Вид ТО	Объем работ
	А. Проверка приемопередатчика

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В, К	а) проверка блоков питания: - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка вторичных напряжений; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка защиты блоков питания;
Н, К1, В	б) проверка режима по постоянному току усилителя мощности;
Н, К1, В	в) проверка шкалы прибора;
Н, К1, В	г) проверка частоты передатчика;
Н, К1, В	д) проверка выходной мощности и остаточного напряжения передатчика;
Н, К1, В, К	е) проверка цепей управления передатчиком;
Н, К1, В	ж) проверка модулятора переговорного устройства;
Н, К1, В	з) проверка характеристик фильтра приемника;
Н, К1, В	и) проверка характеристики чувствительности и входного сопротивления приемника;
Н, К1, В	к) проверка характеристики манипуляции;
Н, К1, В	л) проверка выходной мощности передатчика в режиме автоконтроля.
	Б. Проверка автоконтроля
Н, К1, В	а) проверка в нормальном режиме;
Н, К1, В	б) проверка в одностороннем режиме;
Н, К1, В	в) проверка выдержек времени;
Н, К1, В, К	г) проверка действия дистанционного управления;
Н, К1, В	д) проверка действия сигнализации и цепей вывода защиты;
Н, К1, В	е) проверка запаса по перекрываемому затуханию.
	В. Проверка взаимодействия с релейной частью защиты
Н, К1, В	а) проверка фазной характеристики;
Н	б) проверка работы защиты при имитации внешних и внутренних КЗ.
	Г. Проверка рабочим током
Н, К1, В, К	а) проверка манипуляции и фазировки ВЧ импульсов; б) проверка дистанционным управлением автоконтроля.

7.11.22.5 Приемопередатчик ПВЗУ

В таблице 89 установлены объемы работ для приемопередатчика ПВЗУ в зависимости от вида ТО.

Таблица 89 – Объем работ для приемопередатчика ПВЗУ

Вид ТО	Объем работ
	А. Проверка приемопередатчика
Н, К1, В, К	а) проверка блоков питания: - при видах ТО «Н», «К1», «В», «К» - проверка вторичных напряжений $\pm 5В$, $\pm 18В$, $\pm 24В$; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка порога отключения при снижении напряжения; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка порога включения; - при виде ТО «Н» - проверка уровня пульсации;
Н, К1, В	б) проверка частоты передатчика;
Н, К1, В	в) проверка выходной мощности и остаточного напряжения передатчика;

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	г) проверка характеристик фильтра приемника;
Н, К1, В	д) проверка характеристики чувствительности и входного сопротивления основного и грубого приемника;
Н, К1, В	е) проверка выходной мощности передатчика в режиме автоконтроля;
Н, К1, В	ж) проверка телефонной связи в режиме передачи;
Н, К1, В	з) проверка блока УПР: - проверка цепей пуска и останова; - проверка характеристики манипуляции (для ДФЗ).
	Б. Проверка системы автоконтроля
Н, К1, В	а) проверка в нормальном режиме;
Н, К1, В	б) проверка в одностороннем режиме;
Н, К1, В, К	в) проверка действия дистанционного управления;
Н, К1, В	г) проверка действия сигнализации и цепей вывода защиты;
Н, К1, В	д) проверка запаса по перекрываемому затуханию.
	В. Проверка взаимодействия с релейной частью защиты
Н, К1, В	а) проверка фазной характеристики;
Н	б) проверка работы защиты при имитации внешних и внутренних КЗ.
	Г. Проверка рабочим током
Н, К1, В, К	а) проверка входного сопротивления ВЧ кабеля; б) проверка входного сопротивления приемника; в) проверка затухания ВЧ тракта; г) проверка запаса по перекрываемому затуханию; д) проверка манипуляции и фазировки ВЧ импульсов; е) проверка работы системы автоконтроля.

7.11.22.6 Приемопередатчик ПВЗУ-Е

В таблице 90 установлены объемы работ для приемопередатчика ПВЗУ-Е в зависимости от вида ТО.

Таблица 90 – Объем работ для приемопередатчика ПВЗУ-Е

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка (установка) параметров поста и АПК в соответствии с заданной конфигурацией;
Н, К1, В	б) проверка уровня выходного сигнала;
Н, К1, В	в) проверка уровня чувствительности;
Н, В	г) проверка взаимодействия приемопередатчика с терминалом ВЧ защиты («БИ», «МАН», «Пуск», «Останов», «ПРМ»);
Н, К1, В, К	д) проверка функций устройства АПК;
Н, К1, В, К	е) проверка действия реле предупредительной и аварийной сигнализаций;
Н	ж) проверка работы выходов на РАС;
Н	з) проверка работы переговорного устройства;
Н	и) проверка отсутствия ложных действий при снятии и подаче напряжения питания.

7.11.22.7 Передатчик аппаратуры передачи аварийных сигналов и команд типа АКА «КЕДР»

В таблице 91 установлены объемы работ для передатчика аппаратуры передачи аварийных сигналов и команд типа АКА «КЕДР» в зависимости от вида ТО.

Таблица 91 – Объем работ для передатчика аппаратуры передачи аварийных сигналов и команд типа АКА «КЕДР»

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) установка (или проверка) параметров в соответствии с заданной конфигурацией;
Н, К1, В	б) настройка (или проверка) уровня выходного сигнала;
Н, К1, В	в) проверка частот команд и контрольного сигнала;
Н, К1, В, К	г) проверка функций меню;
Н, К1, В, К	д) проверка срабатывания предупредительной и аварийной сигнализации;
Н	е) проверка отсутствия ложных действий при выключении и включении питания;
Н, В	ж) проверка формирования команд;
Н, В	з) проверка функции контроля исправности блоков;
Н, В	и) проверка прохождения команд по каналу связи.

7.11.22.8 Приемник аппаратуры передачи аварийных сигналов и команд типа АКА «КЕДР»

В таблице 92 установлены объемы работ для приемника аппаратуры передачи аварийных сигналов и команд типа АКА «КЕДР» в зависимости от вида ТО.

Таблица 92 – Объем работ для приемника аппаратуры передачи аварийных сигналов и команд типа АКА «КЕДР»

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) установка (или проверка) параметров в соответствии с заданной конфигурацией;
Н, К1, В	б) проверка схемы преобразования частот;
Н, К1, В	в) настройка (или проверка) чувствительности;
Н, К1, В	г) проверка входного сопротивления;
Н, К1, В	д) проверка рабочей полосы частот;
Н, К1, В	е) проверка ширины полос НЧ – фильтров;
Н, К1, В, К	ж) проверка функций меню;
Н, К1, В, К	з) проверка срабатывания предупредительной и аварийной сигнализации;
Н	и) проверка отсутствия ложных действий при выключении и включении питания;
Н, В	к) проверка срабатывания выходных реле;
Н, В	л) проверка функции контроля исправности блоков;
Н, В	м) проверка прохождения команд по каналу связи.

7.11.23 Высокочастотные тракты

7.11.23.1 Высокочастотные заградители

В таблице 93 установлены объемы работ для высокочастотных заградителей в

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 137 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

зависимости от вида ТО.

Таблица 93 – Объем работ для высокочастотных заградителей

Вид ТО	Объем работ
Н, В	а) осмотр механической части;
Н	б) проверка исправности конденсаторов элемента настройки на высоковольтной установке напряжением в соответствии с его номинальными параметрами;
Н, К1, В	в) испытание электрической прочности изоляции элемента настройки относительно корпуса на высоковольтной установке в соответствии с техническими требованиями для данного элемента настройки;
Н, В	г) проверка разрядников производится в следующем объеме: - проверка установки в разрядниках вилитового сопротивления; - проверка исправности разрядников мегаомметром на 1000 В; - регулирование пробивного напряжения разрядников в соответствии с техническими требованиями для конкретного типа элементов настройки;
Н, В	д) проверка настройки заградителя на заданную частоту канала;
Н	е) снятие характеристики зависимости сопротивления заградителя от частоты.

7.11.23.2 Фильтры присоединения

В таблице 94 установлены объемы работ для фильтров присоединения в зависимости от вида ТО.

Таблица 94 – Объем работ для фильтров присоединения

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка механической части. При проверке особое внимание обращается на надежность соединения корпуса фильтра присоединения с заземляющим контуром подстанции и на исправность и надежность контактов заземляющего ножа конденсатора связи.
Н, К1, В	б) проверка разрядников производится в следующем объеме: - при виде ТО «Н» - проверка установки в разрядниках вилитового сопротивления; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка исправности разрядника мегаомметром на 1000 В; - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка пробивного напряжения разрядника (в пределах 2,1÷2,8 кВ);
Н	в) проверка исправности конденсаторов фильтра на высоковольтной установке напряжением в соответствии с его номинальными параметрами;
Н, К1, В	г) испытание электрической прочности изоляции токоведущих частей относительно корпуса в соответствии с техническими требованиями для данного фильтра присоединения; при видах ТО «К1», «В» дополнительно – проверка сопротивления изоляции мегаомметром на 1000 В;
Н, К1, В	д) измерение затухания фильтра присоединения в рабочем диапазоне частот (при виде ТО «В» только на рабочей частоте);
Н, К1, В	е) снятие зависимости затухания фильтра присоединения от частоты для совмещенных каналов во всем диапазоне рабочих частот каналов защиты, связи и телемеханики (при виде ТО «В» - только на рабочих частотах каналов);

Вид ТО	Объем работ
Н	ж) измерение входного сопротивления фильтра присоединения со стороны ВЧ кабеля и со стороны линии.

7.11.23.3 Высокочастотные кабели

В таблице 95 установлены объемы работ для высокочастотных кабелей в зависимости от вида ТО.

Таблица 95 – Объем работ для высокочастотных кабелей

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка механического состояния ВЧ кабеля, его разделок и муфт, правильности подключения жилы и экрана. Особое внимание обращается на прокладку кабеля на подходе к фильтру присоединения;
Н, К1, В	б) проверка целостности жилы кабеля и его сопротивления изоляции мегаомметром на 1000 В;
Н	в) проверка затухания кабеля в рабочем диапазоне частот.

7.11.23.4 Разделительные фильтры

В таблице 96 установлены объемы работ для разделительных фильтров в зависимости от вида ТО.

Таблица 96 – Объем работ для разделительных фильтров

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка механической части;
Н, К1, В	б) проверка сопротивления изоляции токоведущих частей относительно корпуса мегаомметром на 1000 В;
Н, К1	в) снятие характеристики зависимости затухания разделительного фильтра от частоты;
Н, В	г) проверка затухания, вносимого разделительным фильтром в тракт канала защиты.

7.11.24 Высокочастотные каналы

7.11.24.1 Раздельная проверка полукомплектов

В таблице 97 установлены объемы работ для раздельной проверки полукомплектов в зависимости от вида ТО.

Таблица 97 – Объем работ для раздельной проверки полукомплектов

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) измерение затухания ВЧ кабеля совместно с фильтром присоединения;
Н, К1, В, К	б) измерение входного сопротивления ВЧ тракта, мощности, отдаваемой передатчиком на ВЧ тракт, и согласование выхода передатчика с ВЧ трактом.

7.11.24.2 Двусторонняя проверка в канале

В таблице 98 установлены объемы работ для двусторонней проверки в канале в зависимости от вида ТО.

Таблица 98 – Объем работ для двусторонней проверки в канале

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка работы переговорного устройства;

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В, К	б) измерение напряжений на входе приемопередатчиков при работе своего передатчика и передатчика противоположного конца;
Н, К1, В	в) проверка затухания ВЧ тракта поочередно в обоих направлениях (измерение затухания на частотах передатчиков);
Н, К1, В, К	г) измерение запаса по перекрываемому затуханию поочередно в обоих направлениях;
Н, К1, В	д) проверка по экрану осциллографа формы и расположения импульсов при пуске своего передатчика и передатчика противоположного конца;
Н, К1, В, К	е) проверка значения тока приема при пуске своего передатчика и передатчика противоположного конца (для ВЧ канала дифференциально-фазных защит производится при наличии манипуляции).
	Примечание - Для приемопередатчиков УПЗ-70 производится регулировка прибора И1 на шкале $U_{вх.пр.}$ при приеме манипулированного сигнала от передатчика противоположного конца линии (только для дифференциально-фазных защит).

7.11.25 Трансформаторы тока

В таблице 99 установлены объемы работ для трансформатора тока в зависимости от вида ТО.

Таблица 99 – Объем работ для трансформатора тока

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка мегаомметром на 1000 В сопротивления изоляции всех вторичных обмоток относительно корпуса между собой;
Н	б) определение однополярных выводов первичной и вторичной обмоток и проверка их соответствия заводской маркировке;
Н, К1, В	в) проверка коэффициента трансформации на рабочем ответвлении. При виде ТО «В» проверка выполняется только в случае изменения рабочей точки характеристики намагничивания или изменении рабочего ответвления. При виде ТО «К1» проверка выполняется только в случае изменения рабочего ответвления.
Н	г) проверка вольт-амперной характеристики и погрешностей со снятием остаточной намагниченности (при наличии у обмоток ответвлений снимается на рабочем ответвлении);
Н, К1, В	д) проверка рабочей точки характеристики намагничивания со снятием остаточной намагниченности (при наличии у обмоток ответвлений снимается на рабочем ответвлении);
Н, К1, В	е) определение вторичной нагрузки на наиболее нагруженную группу трансформаторов тока по данным проекта или результатам измерения.

7.11.26 Трансформаторы напряжения

В таблице 100 установлены объемы работ для трансформатора напряжения в зависимости от вида ТО.

Таблица 100 – Объем работ для трансформатора напряжения

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 140 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка мегаомметром на 1000 В сопротивления изоляции всех вторичных обмоток на корпус и между собой;
Н	б) определение однополярных выводов первичной и вторичных обмоток и проверка их соответствия заводской маркировке;
Н, К1, В	в) определение нагрузки на каждую из обмоток трансформатора напряжения;
Н, К1, В	г) определение потери напряжения в кабелях от трансформатора напряжения до нагрузки.

7.11.27 Промежуточные трансформаторы и автотрансформаторы тока

В таблице 101 установлены объемы работ для промежуточных трансформаторов и автотрансформаторов тока в зависимости от вида ТО.

Таблица 101 – Объем работ для промежуточных трансформаторов и автотрансформаторов тока

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка надежности крепления, отсутствия механических повреждений, надежности контактных соединений на выводах аппаратуры;
Н	б) проверка коэффициента трансформации;
Н, К1, В	в) снятие характеристики намагничивания промежуточных трансформаторов тока (только при виде ТО «В») и проверка рабочей точки характеристики (при видах ТО «К1», «В»);
Н	г) измерение вторичной нагрузки на промежуточные трансформаторы тока с целью определения пригодности их для использования в конкретной схеме;
Н	д) определение однополярных выводов обмоток и проверка соответствия маркировки.

7.11.28 Блоки питания БП, БПН, БПТ

В таблице 102 установлены объемы работ для блоков питания БП, БПН, БПТ в зависимости от вида ТО.

Таблица 102 – Объем работ для блоков питания БП, БПН, БПТ

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка надежности крепления элементов блоков трансформаторов, переключателей, выпрямителей и конденсаторов, проверка затяжки всех винтовых соединений и качества паяк;
Н	б) проверка исправности диодов путем измерения их сопротивления в прямом и обратном направлениях;
Н, К1, В	в) проверка сопротивления изоляции элементов блока и их цепей относительно корпуса и между собой;
Н, К1, В	г) снятие характеристики ХХ и нагрузочной характеристики на рабочих уставках;
Н	д) определение времени заряда до напряжения $0,8U_{\text{ном}}$ блоков, заряжающих конденсаторы;
Н, К1, В	е) проверка действия элементов защиты, а также работы электромагнитов отключения (включения) при питании оперативных цепей от блоков питания;
Н	ж) определение зоны надежной работы блока.

7.11.29 Вторичные цепи и вспомогательная аппаратура

В таблице 103 установлены объемы работ для вторичных цепей и вспомогательной аппаратуры в зависимости от вида ТО.

Таблица 103 – Объем работ для вторичных цепей и вспомогательной аппаратуры

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В, К	а) внешний осмотр контрольных кабелей, их соединительных муфт, концевых разделок (воронок), рядов выводов, проводов; контроль наличия заземления металлических оболочек кабелей, маркировки кабелей и их жил;
Н, К1, В, К	б) чистка от пыли;
Н, К1, В, К	в) измерение сопротивления изоляции относительно земли мегаомметром на 1000 В в течение одной минуты с исключением из схемы элементов, не рассчитанных на такое напряжение;
Н	г) испытание изоляции повышенным напряжением переменного тока 1000 В с исключением из схемы элементов, не рассчитанных на такое напряжение;
К1, В	д) испытание изоляции мегаомметром на 2500 В в течение одной минуты с исключением из схемы элементов, не рассчитанных на такое напряжение;
Н, К1, В	е) проверка электрических характеристик устройств, реле и аппаратов;
Н, К1, В, К	ж) проверка взаимодействия устройств, реле и аппаратов с устройствами РЗА, АСУ ТП, телемеханики и другими внешними устройствами и оборудованием (при наличии).

7.11.30 Элементы приводов коммутационных аппаратов

В таблице 104 установлены объемы работ для элементов приводов коммутационных аппаратов в зависимости от вида ТО.

Таблица 104 – Объем работ для элементов приводов коммутационных аппаратов

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) измерение сопротивлений постоянному току электромагнитов управления и контактора электромагнита включения;
Н, К1, В	б) проверка напряжения срабатывания электромагнитов управления, за исключением электромагнита включения электромагнитных приводов выключателей;
Н, К1, В	в) проверка электрического устройства однократности включения привода;
Н, К1, В, К	г) проверка правильности регулировки блок-контактов привода;
К1, В	д) измерение сопротивления изоляции вторичных цепей привода мегаомметром на 2500 В;
Н	е) испытание изоляции вторичных цепей привода переменным напряжением 1000 В;
К1, В	ж) проверка надежной работы привода при номинальном напряжении оперативного тока;
Н, К1, В	з) измерение времени работы короткозамыкателя и отделителя для согласования с АПВ;
Н, К1, В	и) измерение времени готовности привода для пружинных приводов с АПВ;

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 142 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	к) проверка напряжений срабатывания и возврата контакторов включения электромагнитных приводов выключателя;
Н, К1, В	л) проверка электрических характеристик устройств, реле и аппаратов;
Н, К1, В	м) проверка взаимодействия элементов приводов с устройствами РЗА, АСУ ТП, телемеханики и другими внешними устройствами (при наличии).

7.11.31 Автоматические выключатели в оперативных цепях и цепях трансформаторов напряжения

В таблице 105 установлены объемы работ для автоматических выключателей в оперативных цепях и цепях ТН в зависимости от вида ТО.

Таблица 105 – Объем работ для автоматических выключателей в оперативных цепях и цепях ТН

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка на соответствие проекту (номинальный ток, кратность тока срабатывания максимальных расцепителей, наличие тепловых расцепителей и пр.);
Н, К1, В	б) проверка механической части и состояния главных контактов и гасительных камер, затяжки контактных зажимов (при наличии технической возможности);
Н, К1, В	в) проверка действия кинематических звеньев выключателя, бойков его электромагнитных расцепителей и блок-контактов при непосредственном ручном воздействии (при наличии технической возможности);
Н, В	г) проверка электромагнитных и тепловых расцепителей их прогрузкой с измерением времени срабатывания.

7.11.32 Фиксирующие приборы и индикаторы

7.11.32.1 Фиксирующие приборы ФИП-2А, ФИП-2В

В таблице 106 установлены объемы работ для фиксирующих приборов ФИП-2А, ФИП-2В в зависимости от вида ТО.

Таблица 106 – Объем работ для фиксирующих приборов ФИП-2А, ФИП-2В

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка опорного измерительного блока;
Н, К1, В	б) проверка, коэффициента срабатывания и возврата пускового органа измерительного блока;
Н, В	в) проверка времени отстройки от апериодической составляющей тока (напряжения);
Н, В	г) проверка времени фиксации периодической составляющей тока (напряжения);
Н, К1, В	д) проверка градуировочной характеристики;
Н, К1, В, К, О	е) проверка показания блока отсчета и управления при нажатии на кнопку «Контроль»;
Н, К1, В	ж) проверка рабочим током и напряжением; - при виде ТО «Н» - проверка правильности подведения цепей тока (напряжения);

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 143 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Вид ТО	Объем работ
	- при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка небаланса на входных зажимах прибора.

7.11.32.2 Фиксирующие индикаторы ЛИФП-А, ЛИФП-В

В таблице 107 установлены объемы работ для фиксирующих индикаторов ЛИФП-А, ЛИФП-В в зависимости от вида ТО.

Таблица 107 – Объем работ для фиксирующих индикаторов ЛИФП-А, ЛИФП-В

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка блока питания БП (для ЛИФП-1А, ЛИФП-1В): - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка выходного напряжения; - при виде ТО «Н» - проверка напряжения срабатывания и возврата реле напряжения; - при виде ТО «Н» - проверка БП в режиме резервирования;
Н, К1, В	б) проверка устройства питания БЦП: - при видах ТО «Н», «К1», «В» - проверка уровней напряжения; - при видах ТО «Н», «К1» - проверка характеристики стабилизации напряжения уровня +15 В при изменении напряжения оперативного тока от 0,8 до 1,1 номинального значения;
Н, К1, В	в) проверка и регулирование порога срабатывания пускового органа;
Н, К1, В	г) проверка выходной характеристики индикатора при имитации КЗ фаз А0;
Н	д) проверка работы элементов времени индикатора;
Н	е) проверка, работы режимов хранения информации;
Н, К1, В	ж) комплексная проверка индикатора: - проверка работы индикатора на кнопку «Контроль»; - проверка взаимодействия индикатора с другими устройствами РЗА и сигнализации;
Н, К1, В, К	з) проверка рабочим током и напряжением.

7.11.32.3 Фиксирующий индикатор ИМФ-2

В таблице 108 установлены объемы работ для фиксирующих индикаторов ИМФ-2 в зависимости от вида ТО.

Таблица 108 – Объем работ для фиксирующих индикаторов ИМФ-2

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка блока питания;
Н, К1, В	б) проверка и регулирование пределов уставок и режимов работы;
Н, К1, В	в) проверка установки и хода часов;
Н, К1, В	г) проверка идентичности измеряемых значений при поочередной подаче фазных токов и напряжений в режиме «Контроль»;
Н, К1, В	д) проверка коэффициента пуска;
Н, К1, В	е) проверка времени фиксации;
Н, К1, В	ж) проверка измерения токов и напряжений нулевой последовательности;
Н, К1, В	з) проверка режимов работы;
	и) проверка правильности определения поврежденной линии и сохранения памяти;

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	к) проверка выходных цепей и сигнализации;
Н, К1, В, К	л) проверка работоспособности устройства тестового контроля.

7.11.32.4 Фиксирующий индикатор ИМФ-3

В таблице 109 установлены объемы работ для фиксирующих индикаторов ИМФ-3 в зависимости от вида ТО.

Таблица 109 – Объем работ для фиксирующих индикаторов ИМФ-3

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) проверка блока питания;
Н, К1, В	б) проверка и регулирование пределов уставок и режимов работы;
Н, К1, В	в) проверка установки и хода часов;
Н, К1, В	г) проверка идентичности измеряемых значений при поочередной подаче фазных токов и напряжений в режиме «Контроль»;
Н, К1, В	д) проверка векторной диаграммы;
Н, К1, В	е) проверка расчетных параметров при имитации однофазных КЗ;
Н, К1, В	ж) проверка выбора поврежденных фаз и определения расстояния при имитации однофазных КЗ;
Н, К1, В	з) проверка расчетных параметров при имитации междуфазных КЗ;
Н, К1, В	и) проверка выбора поврежденных фаз и определения расстояния при имитации междуфазных КЗ;
Н, К1	к) проверка расчетных параметров и определения расстояния при однофазном КЗ для двухцепной ВЛ;
Н, К1, В	л) проверка фазовой характеристики индикатора при имитации однофазного КЗ;
Н, К1, В	м) проверка селективного пуска и самозапуска в неселективном режиме;
	н) проверка сохранения памяти;
Н, К1, В	о) проверка выходных цепей и сигнализации;
Н, К1, В, К	п) проверка работоспособности устройства тестового контроля.

7.11.33 Защиты, встроенные в коммутационные аппараты на напряжение 0,4 кВ

7.11.34.1 Тепловые и электромагнитные расцепители максимального тока, расцепители независимые и минимального напряжения автоматических выключателей серий АП-50, АК-63, АЗ100, ВА, АЗ700

В таблице 110 установлены объемы работ для тепловых и электромагнитных расцепителей максимального тока, расцепителей независимых и минимального напряжения автоматических выключателей серий АП-50, АК-63, АЗ100, ВА, АЗ700 в зависимости от вида ТО.

Таблица 110 – Объем работ для тепловых и электромагнитных расцепителей максимального тока, расцепителей независимых и минимального напряжения автоматических выключателей серий АП-50, АК-63, АЗ100, ВА, АЗ700

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 145 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка соответствия проекту номинального тока выключателя и теплового расцепителя, тока срабатывания или кратности тока срабатывания электромагнитного расцепителя, номинального напряжения независимого расцепителя или расцепителя минимального напряжения;
Н, К1, В	б) проверка работоспособности тепловых расцепителей путем прогрузки током от постороннего источника питания (включение выключателем тока определенной кратности и измерение времени отключения выключателя). На тепловых расцепителях, с регулировкой значения номинального тока проверка выполняется на рабочей уставке;
Н, К1, В	в) проверка работоспособности электромагнитных расцепителей;
Н, К1, В	г) проверка работоспособности независимого расцепителя и расцепителя минимального напряжения при использовании расцепителей в схемах РЗА.

7.11.34.2 Полупроводниковые расцепители автоматических серий «Электрон», ВА, АЗ700

В таблице 111 установлены объемы работ для полупроводниковых расцепителей автоматических серий «Электрон», ВА, АЗ700 в зависимости от вида ТО.

Таблица 111 – Объем работ для полупроводниковых расцепителей автоматических серий «Электрон», ВА, АЗ700

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка соответствия проекту номинального тока выключателя и расцепителя, пределов регулирования уставов по току и времени срабатывания защиты от перегрузки и КЗ;
Н	б) проверка работоспособности полупроводникового расцепителя и калибровка рабочих уставок тока и времени срабатывания защиты с обратной зависимостью от тока характеристикой, калибровка тока и времени срабатывания отсечки для селективных выключателей, для автоматических выключателей серии ВА, установленных в сетях с глухозаземленной нейтралью, калибровка уставок защиты от междуфазных КЗ;
К1, В	в) проверка тока и времени срабатывания защиты от перегрузки, проверка тока и времени срабатывания отсечки на рабочих уставках для селективных выключателей, для автоматических выключателей серии ВА, установленных в сетях с глухозаземленной нейтралью, дополнительная проверка тока и времени срабатывания защиты от однофазных КЗ.

7.11.34.3 Электромагнитные расцепители автоматических выключателей серии АВМ

В таблице 112 установлены объемы работ для электромагнитных расцепителей автоматических выключателей серии АВМ в зависимости от вида ТО.

Таблица 112 – Объем работ для электромагнитных расцепителей автоматических выключателей серии АВМ

Вид ТО	Объем работ
Н	а) проверка соответствия проекту номинального рабочего тока, номинального напряжения катушки независимого расцепителя и расцепителя минимального напряжения, рода тока;
Н, К1, В	б) проверка отсутствия затираний якорей максимальных расцепителей защиты от перегрузки, КЗ и механического замедлителя расцепления для селективных выключателей нажатием якоря расцепителя;
Н	в) калибровка рабочих уставок тока и времени срабатывания защиты с обратозависимой от тока характеристикой (защиты от перегрузки) тока и времени срабатывания отсечки для селективных выключателей;
К1, В	г) проверка тока и времени срабатывания защиты от перегрузки, тока и времени срабатывания отсечки на рабочих уставках для селективных выключателей;
Н, К1, В	д) проверка работоспособности независимого расцепителя и расцепителя минимального напряжения при использовании расцепителей в схемах РЗА.

7.11.34.4 Элементы схем отбора напряжения (шкафы отбора напряжения)

В таблице 113 установлены объемы работ для элементов схем отбора напряжения (шкафов отбора напряжения) в зависимости от вида ТО.

Таблица 113 – Объем работ для элементов схем отбора напряжения (шкафов отбора напряжения)

Вид ТО	Объем работ
Н, К1, В	а) внешний и внутренний осмотр – проверка схемы соединения, надежности соединений, отсутствия повреждений;
Н, К1, В	б) измерение сопротивления изоляции элементов схемы относительно «земли» и между обмотками трансформатора отбора напряжения мегаомметром на 1000 В. Сопротивление изоляции должно быть обеспечено не менее 5 МОм;
Н, К1, В	в) испытание изоляции повышенным напряжением переменного тока 1000 В при полностью собранной схеме, с исключением из схемы элементов, не рассчитанных на такое напряжение;
Н, К1, В	г) проверка дросселя на соответствие заводским параметрам, указанным заводом-изготовителем в паспортных данных;
Н, К1, В	д) проверка конденсатора на соответствие заводским параметрам, указанным заводом-изготовителем в паспортных данных;
Н, К1, В	е) проверка пробивного напряжения разрядника;
Н, К1, В	ж) проверка вольт-амперной характеристики трансформаторов отбора напряжения;
Н, К1, В	з) проверка идентичности первичных и вторичных обмоток трансформаторов отбора напряжения с секционированными первичными и (или) вторичными обмотками;
Н, К1, В	и) проверка коэффициента трансформации на рабочем ответвлении.

8 Ремонт печатных плат

Ремонт печатных плат (в частности, замена ИМС и других полупроводниковых элементов), за исключением многослойных печатных плат МП устройств РЗА, подлежащих ремонту рекомендуется производить в следующем порядке:

а) во избежание повреждения микросхем от статического электричества поверхность стола, на котором производятся работы, должна быть покрыта металлическим листом, который заземлен через резистор сопротивлением 1 МОм. Лист изготавливается из нержавеющей стали или латуни. Оборудование, оснастка и инструмент, необходимые для работы с ИМС, не имеющие цепей питания от сети, должны подключаться к заземляющему зажиму через резистор сопротивлением 1 МОм или находиться на металлическом листе;

б) лицу, производящему работы, рекомендуется надевать одежду из малоелектризующихся материалов (например, халаты из хлопчатобумажной ткани, обувь на кожаной подошве и др.); не рекомендуется одежда из шелка, капрона, нейлона и других подобных материалов;

в) для замены вышедшей из строя микросхемы или другого элемента необходимо удалить лак с платы со стороны пайки, для чего предварительно нагреть это место до 150-180°C. После этого осторожно подрезать лак в местах пайки и удалить его остатки тампоном, смоченным в этиловом спирте или спирто-бензиновой смеси (бензин «БР-1» («Галоша») - 50%, спирт этиловый - 50%). После просушки в течение 5-10 мин плата будет готова к выпаиванию элемента;

г) перед выпайкой на очищенные места нанести флюс. Для этого использовать твердую канифоль или жидкий флюс, для приготовления которого толченую канифоль заливают двойным количеством этилового спирта;

д) перед выпаиванием необходимо откусить бокорезами выводы микросхемы или другого элемента со стороны его установки на высоте 1,5-2 мм от поверхности платы;

е) выпаивать микросхему следует с помощью обыкновенного электропаяльника напряжением 220, 36 и 12 В, мощностью до 40 Вт, обеспечивающим нагрев жала паяльника до 270°C. Электропаяльник следует включить через разделительный трансформатор или его жало подключить к заземляющей шине.

Можно также воспользоваться выпускаемым серийно электропаяльным набором, в котором предусмотрена двухступенчатая регулировка температуры, гальваническая развязка с напряжением сети и заземление стержня паяльника.

Поочередно расплавлением припоя в монтажном отверстии удалить оставшиеся выводы из отверстия с помощью пинцета со стороны, противоположной установке навесных элементов.

Удалить электропаяльником, вращая в отверстии заостренную деревянную палочку или спичку, излишки припоя из монтажного отверстия;

ж) проверить металлизацию монтажных отверстий и контактных площадок на отсутствие повреждений, прочистить их спичкой и промыть спиртом или спирто-бензиновой смесью.

При нарушении металлизации монтажного отверстия без повреждения контактной площадки в монтажное отверстие впаять проволоку ММ-0,9 длиной 5-8 мм или специальный пистон с последующей развальцовкой и пайкой.

При нарушении контактной площадки допускается установка лепестка с развальцовкой и последующей пайкой;

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 148 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

з) перед началом пайки необходимо произвести лужение выводов элемента. Эту операцию следует выполнять теми же флюсами и припоями, что и последующую пайку. Микросхему с подготовленными выводами установить на печатную плату и ориентировать по ключу. Ключом (первым выводом) является вывод, отмеченный специальным знаком (точкой);

и) процесс пайки начинать с нанесения жидкого флюса с помощью волосяной кисти или кусочков твердой канифоли. Пайку микросхем начать с крайних выводов, чтобы закрепить микросхему.

Пайку осуществлять припоями ПОС-60, ПОС-61, ПОС-61М, ПОСК-50 или ПОСВ-33 кратковременным однократным прикосновением жала паяльника к контактной площадке и выступающему концу вывода со стороны, противоположной стороне установки навесных элементов и штырьковых микросхем.

При пайке диаметр проволоки или трубчатого припоя должен быть на 50-60% меньше диаметра стержня паяльника. Если такой проволоки нет, то следует использовать припой в виде крошки. Расстояние по длине вывода от места пайки до корпуса должно составлять не менее 1 мм.

Продолжительность пайки не должна превышать 3 с, интервал между пайками соседних выводов - не менее 10 с.

Пайку проводить с обязательным применением теплоотвода от запаиваемой ножки. В качестве теплоотвода допускается использовать пинцеты, плоскогубцы и т.п. Теплоотвод следует снимать не ранее чем через 5 с после пайки.

В процессе монтажа допускается подрезка выводов при условии обеспечения выступающей части выводов над поверхностью печатной платы в местах пайки не менее 0,5 мм.

После пайки с места соединения следует удалить флюс с помощью спирта или спирто-бензиновой смеси, покрыть лаком УР-231, ЭП-730 или Э-4100;

к) при отслоении или повреждении печатного проводника его следует дублировать внешним проводником. Дублирующий проводник допускается располагать с обеих сторон платы; проводник разрешается припаивать только к контактной площадке. При отслоении печатного проводника по всей длине или на длине 40% его протяженности поврежденный проводник удалить. Сечение внешнего проводника должно быть 0,20 или 0,35 мм². Допускается применение проволоки ММ-0,5 в изоляционной трубке.

9 Требования к испытательной аппаратуре

9.1 Испытательные устройства, необходимые для ТО устройств РЗА, цифровых регистраторов, устройств для определения мест повреждения на линиях электропередачи, могут выполняться в двух вариантах:

а) подача в устройства РЗА входных величин в ручном или полуавтоматическом режиме;

б) подача в устройства РЗА требуемых значений входных величин как в ручном, так и в автоматическом режиме.

9.2 Возможна также подача в устройство входных величин, физически воспроизводящих аварийные процессы либо по математическим программам, разрабатываемым для конкретных типов устройств РЗА, либо по записям реально возникавших аварийных процессов в энергосистемах.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 149 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

9.3 В обоих вариантах испытательные устройства должны обеспечивать достоверность и достаточную точность измерений, безопасность и удобство, минимальные трудозатраты на ТО.

9.4 Испытательные устройства должны обеспечивать плавное или ступенчатое с достаточной степенью дискретности регулирование в необходимых пределах значений тока, напряжения, угла между векторами переменного тока и напряжения поддерживать данные значения на заданном уровне при изменениях входных сопротивлений испытуемых устройств.

9.5 Для ТО большинства устройств РЗА достаточны следующие пределы регулирования выходных величин:

- по переменному напряжению: от нуля до 400 В с длительно допустимой нагрузкой 0,5-1 А и кратковременной 1,5-2 А;
- по постоянному напряжению: от нуля до 245 В с такой же допустимой нагрузкой;
- по переменному току: от нуля до 10 А без нагрузочного устройства (блока) и до 200 А с нагрузочным устройством (блоком);
- по углу между синусоидальными выходными величинами (напряжением и током для ТО направленных защит, двумя напряжениями для ТО аппаратуры проверки синхронизма): в диапазоне от нуля до 360° плавно или плавно-ступенчато;
- по частоте: от 45 до 55 Гц для ТО устройств АЧР, ЧАПВ и т.п.

9.6 Устройства могут выполняться для имитации как однофазных, так и трехфазных режимов. Рекомендуются независимая регулировка токов и напряжений в каждой фазе. Иметь трехфазную систему регулируемых выходных напряжений и однофазную систему регулируемых выходных токов допускается.

9.7 В качестве источника оперативного напряжения устройство должно поддерживать напряжения 110 и 220 В в пределах, допустимых [СО 153-34.20.501](#), (от -20 до +10%) с допустимой нагрузкой до 400 Вт. Зависимость выходного напряжения от тока нагрузки предоставляется заводами-изготовителями. В случае использования в качестве источника выпрямленного напряжения изготовителем предоставляться информация о степени сглаживания в зависимости от значения комплексного сопротивления нагрузки.

9.8 Устройства должны давать минимальные искажения синусоидальной кривой переменного тока или напряжения (в зависимости от проверяемого устройства РЗА). В частности, для снятия вольтамперной характеристики трансформаторов тока желательно иметь минимальные искажения формы кривой напряжения. Для проверки устройств РЗА с нелинейными характеристиками (электрохимические реле типов ДЗТ, РТ40/Р, схемы дешунтирования отключающих катушек выключателей и др.) желательно иметь минимальные искажения формы кривой тока. Коэффициенты нелинейных искажений во всем диапазоне подаваемых величин и в зависимости от значений нагрузки предоставляются заводами-изготовителями.

9.9 Испытательные устройства, выполняемые по второму варианту, должны обеспечивать имитацию режимов глубокого насыщения трансформаторов тока, питающих токовые цепи устройств РЗА с возможностью регулирования этого режима.

9.10 Испытательные устройства должны обеспечивать контроль как устройства РЗА в целом, так и его отдельных частей (если они не могут быть проверены в процессе проверки устройства РЗА в целом) и быть укомплектованными необходимым набором соединительных проводников, подобранных по условиям нагрева, с наконечниками (или разъемами), пригодными для подключения к элементам проверяемой аппаратуры.

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 150 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

9.11 Тепловой режим работы испытательного устройства должен обеспечивать подачу выходных величин на время, необходимое для успокоения переходных процессов в проверяемых устройствах РЗА, плюс время считывания показаний оператором. В устройствах, выполняемых по второму варианту тепловой режим должен обеспечивать подачу требуемых выходных величин на весь цикл испытания. Предельно допустимые значения времени подачи выходных величин устанавливаются заводами-изготовителями.

9.12 Испытательные устройства должны обеспечивать измерение значений выходных величин (или их задание – для устройств автоматической проверки) в пределах диапазона их регулирования с точностью, соответствующей требованиям настоящей инструкции. Значение выходной величины, которое измеряет (или задает) испытательное устройство (действующее, амплитудное или средневыпрямленное) устанавливается заводом изготовителем.

9.13 Устройства должны обеспечивать измерение времени срабатывания и возврата, времени замкнутого состояния временно замыкающих контактов как отдельных реле, так и устройств РЗА в целом с точностью, соответствующей требованиям заводов-изготовителей устройств РЗА и требованиям настоящей инструкции. Рекомендуется обеспечить измерение времени удержания сигнала пуска защиты (выдержки времени на возврат логики устройства РЗА после исчезновения величины, превышающей уставку срабатывания), в целях использования в МП защитах для выявления перемежающихся КЗ.

9.14 Для измерения временных характеристик, а также для контроля за срабатыванием и возвратом аппаратуры РЗА устройство должно иметь входы для подключения дискретных сигналов от аппаратуры РЗА.

9.15 Питание устройств должно осуществляться от сети однофазного или трехфазного переменного напряжения 220-380 В. Устройства должны быть обеспечены защитой от КЗ и недопустимых перегрузок.

9.16 Устройства автоматической проверки (второй вариант испытательных устройств), должны содержать не менее трех источников напряжения и трех источников тока (чтобы создавать симметричные системы токов и напряжений прямой и обратной последовательностей), независимо управляемых по модулю, фазе и частоте.

9.17 Источники тока и напряжения устройства автоматической проверки должны обладать следующими эксплуатационными характеристиками:

- допускать длительную работу;
- иметь защиту от перегрева;
- иметь защиту от КЗ источников напряжения;
- иметь защиту от обрыва в цепях источников тока.

При срабатывании защит должен выдаваться соответствующий сигнал.

Комплект программ устройств автоматической проверки должен включать в себя проверку наиболее распространенных устройств РЗА, ручное управление источниками тока и напряжения, моделирование сигнала заданной формы, синтез сигнала при известном его гармоническом составе, генерирование последовательности состояний сигналов на входе устройств РЗА для проверки АПВ, АВР, АЧР и др.

Испытательные устройства, обеспечивающие автоматическую проверку характеристик устройств РЗА, должны использовать в основном физически правильный динамический метод проверки уставок реле – при подаче входного воздействия толчком. Однако испытательные устройства автоматической проверки должны позволять также в необходимых случаях определять электрические параметры срабатывания и возврата реле при плавном изменении

И 7.5.1 – 005 – 2022	Версия 2	Стр. 151 из 155
Технические мероприятия, методы, объемы и последовательность производства работ по техническому обслуживанию релейной защиты и автоматики		

входной электрической величины или при ступенчатом изменении с достаточной степенью дискретности.

Все испытательные устройства должны быть укомплектованы набором соединительных проводов для их подключения к источнику питания, проверяемому устройству РЗА и измерительным приборам. Все провода должны иметь маркировку с обоих концов и подобранные по размерам и форме наконечники к выходным зажимам испытательного и проверяемого устройства. Провода должны иметь хорошую изоляцию и защиту от механических повреждений. Для уменьшения влияния магнитных полей, создаваемых током соединительных проводов, облегчения сборки схемы и уменьшения загроможденности рабочего места необходимо свивать соединительные провода в шнуры. В частности, для питания цепей тока и напряжения проверяемого устройства должны применяться четырехжильные шнуры, для включения секундомера – двух- и трехжильные и т.д. Для питания цепей переменного и постоянного напряжения достаточно применять сечения проводов 1-1,5 мм² в основном по условиям механической прочности. По условиям нагрева для токовых цепей необходимо применять провода сечением не менее 2,5-4 мм², а для соединения устройства с источником питания – 4-6 мм². Для всех соединительных проводов должны применяться гибкие многожильные провода с резиновой или хлорвиниловой изоляцией, а для цепей питания – шланговые провода с резиновой изоляцией. Должна иметься возможность подключения соединительных проводов к устройству РЗА под винт, чтобы избежать соскакивания проводов в процессе испытаний с возможностью повреждения аппаратуры, неправильных действий РЗА и т.п.

10 Записи

По результатам деятельности, осуществляемой в соответствии с настоящей инструкцией, оформляются записи, приведенные в таблице 114. Срок хранения записей в соответствии с таблицей 114, если иное не установлено в номенклатуре дел.

Таблица 114 – Перечень записей

Записи	Место хранения	Срок хранения
Журнал РЗА	Согласно И 6.3-161	Согласно И 6.3-161
Рабочая тетрадь	Согласно И 6.3-161	Согласно И 6.3-161
Журнал осмотра устройств РЗА	Согласно И 6.3-161	Согласно И 6.3-161
Паспорт-протокол устройства РЗА	Согласно И 6.3-161	Согласно И 6.3-161
Рабочая программа вывода из работы (ввода в работу) устройства РЗА	Согласно И 6.3-161	Согласно И 6.3-161
Типовая рабочая программа вывода из работы (ввода в работу) устройства РЗА	Согласно И 6.3-161	Согласно И 6.3-161
Программа производства работ	Согласно И 6.3-161	Согласно И 6.3-161

Приложение А
(рекомендуемое)
Форма кабельного журнала

Кабель № _____

Номера зажимов панели 1	Марка жилы кабеля	Номера зажимов панели 2

Лист ознакомления

№ п/п	Должность	ФИО	Дата	Подпись
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Лист изменений

№ п/п	Основание (№ приказа/ рег.№ изменения)	Ответственный за внесение изменений	Дата внесения изменений в документ	Подпись лица, внесшего изменение