Некоммерческое партнерство «Инновации в электроэнергетике»



СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СТО 70238424.29.240.99.007-2011

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКА УСЛОВИЯ ПОСТАВКИ НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ

Дата введения – 2011-12-01

Издание официальное

Москва
2011

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации – ГОСТ Р 1.4–2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов – ГОСТ Р 1.5-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные в Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения».

Настоящий стандарт соответствует международному стандарту IEEE C 37.2 «Стандартные номера функций устройств энергосистемы» (IEEE C 37.2 «Standard Electrical Power System Device Function Numbers») в части перечня базовых функций релейной защиты и автоматики.

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-технический центр электроэнергетики» (ОАО «НТЦ электроэнергетики»)

2 ВНЕСЕН Комиссией по техническому регулированию НП «ИНВЭЛ»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом НП «ИНВЭЛ» от 01.11.2011 №109/4

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© НП «ИНВЭЛ», 2011

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения НП «ИНВЭЛ»

Содержание

1 Область применения 1

2 Нормативные ссылки 1

3 Термины и определения 2

4 Обозначения и сокращения 3

5 Общие положения 4

6 Подтверждение соответствия поставляемого оборудования 4

7 Технические требования к поставляемым устройствам РЗА 5

7.1 Общие технические требования 5

7.2 Технические требования к поставляемым устройствам РЗА трансформаторов (автотрансформаторов) с обмоткой высшего напряжения 6 кВ и выше, шунтирующих реакторов 500, 750 кВ и компенсационных реакторов 8

7.3 Технические требования к поставляемым устройствам РЗА воздушных и кабельных линий в сетях напряжением 6 – 10 кВ 12

7.4 Технические требования к поставляемым устройствам РЗА воздушных и кабельных линий в сетях напряжением 20 – 35 кВ 14

7.5 Технические требования к поставляемым устройствам РЗА линий в сетях напряжением 110 – 750 кВ 15

7.6 Технические требования к поставляемым устройствам РЗА шин и ошиновок и устанавливаемым на обходном, шиносоединительном и секционном выключателях 17

7.7 Технические требования к поставляемым устройствам РЗА в части автоматики повторного включения 19

7.8 Технические требования к поставляемым устройствам РЗА синхронных и асинхронизированных компенсаторов 24

7.9 Технические требования к поставляемым устройствам РЗА в части автоматики включения резервного питания и оборудования 28

7.10 Общие технические требования к конструктивному исполнению поставляемых устройств РЗА 29

7.11 Общие технические требования к надежности поставляемых устройств РЗА 30

7.12 Общие технические требования к поставляемым устройствам РЗА в части их питания оперативным током 31

7.13 Общие технические требования к электромагнитной совместимости поставляемых устройств РЗА 32

7.14 Общие технические требования к поставляемым устройствам РЗА в части устойчивости к механическим воздействиям 32

7.15 Общие технические требования к устойчивости к климатическим воздействиям поставляемых устройств РЗА 33

7.16 Общие технические требования к поставляемым устройствам РЗА в части электробезопасности 33

7.17 Общие технические требования к пожаробезопасности поставляемых устройств РЗА..... 34
7.18 Общие технические требования к изоляции поставляемых устройств РЗА..... 34
7.19 Общие технические требования к взаимодействию с АСУ ТП поставляемых устройств РЗА..... 35
8 Требования к комплектности поставляемых и вводимых в действие устройств РЗА/..... 36
9 Виды и порядок проведения испытаний при вводе в действие устройств РЗА..... 36
10 Гарантийное сопровождение эксплуатации устройств РЗА..... 36
11 Маркировка и упаковка поставляемых устройств РЗА..... 37
12 Транспортирование и хранение поставляемых устройств РЗА..... 38
Приложение А (рекомендуемое) Перечень базовых функций РЗА..... 39

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКА УСЛОВИЯ ПОСТАВКИ НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ

Дата введения 2011-12-01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает нормы и требования к условиям поставки устройств релейной защиты и электроавтоматики (РЗА), включая общие требования к поставляемым устройствам. Объектами регулирования настоящего стандарта организации является совокупность устройств релейной защиты электрических сетей классов напряжения в диапазоне 6 – 750 кВ, а также связанных с ними устройств электроавтоматики: автоматического повторного включения (АПВ), автоматического ввода резерва (АВР).

1.2 Настоящий стандарт распространяется на следующие субъекты:

- электросетевые компании;
- генерирующие компании;
- научно-исследовательские, проектные организации.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.

ГОСТ 12.2.007.6-75 (2001) Система стандартов безопасности труда. Аппараты коммутационнные низковольтные. Требования безопасности.

ГОСТ 12301-2006 Коробки из картона, бумаги и комбинированных материалов. Общие технические условия.

ГОСТ 12303-80 Пачки из картона, бумаги и комбинированных материалов. Общие технические условия.

ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов.

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

ГОСТ 15543.1-89 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам.

ГОСТ 16504–81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 16511-86 Ящики деревянные для продукции электротехнической промышленности. Технические условия.

ГОСТ 17516.1-90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим воздействующим факторам.

ГОСТ 18477-79 Контейнеры универсальные. Типы, основные параметры и размеры.

ГОСТ 18620.1-86 Изделия электротехнические. Маркировка.

ГОСТ 19431–84 Энергетика и электрификация. Термины и определения

ГОСТ 20259-80 Контейнеры универсальные. Общие технические условия.

ГОСТ 23216-78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ 23216-78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, консервация, упаковка. Общие требования и методы испытаний.

ГОСТ 24291-90 Электрическая часть электростанции и электрической сети. Термины и определения.

ГОСТ 27.003-90 Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности.

ГОСТ 4.148-85 Система показателей качества продукции. Устройства комплектные низковольтные. Номенклатура показателей.

ГОСТ Р 50514-93 Реле электрические. Испытание изоляции.

ГОСТ Р 51317.6.5-2006 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых на электрических станциях и подстанциях. Технические требования и методы испытаний.

ГОСТ Р МЭК 60870-5-103-2005 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 103. Обобщающий стандарт по информационному интерфейсу для аппаратуры релейной защиты.

ГОСТ 7376-89 Картон гофрированный. Общие технические условия.

ГОСТ 7933-89 Картон для потребительской тары. Общие технические условия.

СТО 70238424.27.010.001-2008 Электроэнергетика. Термины и определения.

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю "Национальные стандарты", который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 16504–81, ГОСТ 19431–84, ГОСТ 24291-90, СТО 70238424.27.010.001-2008, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **комплекс РЗА элемента электроэнергетической системы**: Совокупность устройств РЗА, обеспечивающих полную защиту элемента электроэнергетической системы при КЗ и ненормальных режимах с заданной надежностью, а также выполняющих требуемые функции автоматики.

3.2 **повреждение элемента электроэнергетической системы**: Нарушение целостности элемента электроэнергетической системы. Основные виды повреждений – короткие замыкания (КЗ) различных видов или обрывы фаз.

3.3 **функция релейной защиты и автоматики**: Алгоритмически завершенное выделение на основе определенного принципа наличия/отсутствия признаков или параметров повреждения элемента электроэнергетической системы или ненормального режима в результате обработки входных воздействующих электрических величин и/или результатов других функций РЗА. Список базовых функций РЗА приведен в Приложении А. Функции РЗА могут быть реализованы аппаратно, программно-аппаратно или программно.

4 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения и обозначения:
АВР – автоматическое включение резерва;
АПВ – автоматическое повторное включение;
ВЛ – воздушная линия;
ВН – высокое напряжение;
ВОЛС – волоконно-оптическая линия связи;
ВЧ – высокая частота;
ДЗ – дистанционная защита;
ДЗЛ – продольная дифференциальная защита линии;
ДТЗ – продольная дифференциальная токовая защита статора;
ДФЗ – дифференциально-фазная защита;
ЗП – защита от симметричных перегрузок обмотки статора;
КЗ – короткое замыкание;
КИВ – контроль и защита изоляции вводов;
КРУ – комплектное распределительное устройство;
КРУН – комплектное распределительное устройство наружное;
КРУЭ – комплектное распределительное устройство элегазовое;
МТЗ – максимальная токовая защита;
ОАПВ – однофазное автоматическое повторное включение;
ОМП – определение расстояния до места повреждения;
ПС – подстанция;
ПУ – пусковое устройство;
ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина;
РЗА – релейная защита и электроавтоматика;
РПН – регулирование под нагрузкой;
СН – среднее напряжение;
ТАПВ – трехфазное автоматическое повторное включение;
ТЗ – техническое задание;
ТТ – трансформатор тока;
ТУ – технические условия;

УРЗА – устройство релейной защиты и автоматики;
УРОВ – устройство резервирования при отказе выключателя.

5 Общие положения

5.1 Каждый элемент электроэнергетической системы напряжением 6 - 750 кВ должен быть оборудован комплексом релейной защиты и электроавтоматики, предназначенным для:

а) надежного автоматического отключения элемента электроэнергетической системы от остальной части электрической сети в случае его электрического повреждения или возникновения ненормального режима работы, который может привести к повреждению элемента электроэнергетической системы;

б) подачи сигнала в случае возникновения ненормального режима, который в течение продолжительного времени не приведет к повреждению элемента электроэнергетической системы;

в) автоматического включения выключателей элемента электроэнергетической системы, отключенных устройствами релейной защиты или отключившихся самопроизвольно тремя фазами, для быстрого восстановления питания потребителей, межсистемных и внутренних связей, а также для улучшения условий сохранения устойчивости;

г) автоматического включения резервного источника питания при отключении рабочего источника или для автоматического включения резервного оборудования при отключении рабочего оборудования, приводящем к нарушению нормального технологического процесса.

5.2 Для вновь вводимых или реконструируемых элементов электроэнергетической системы, а также при полной модернизации релейной защиты и электроавтоматики ПС должен поставляться комплекс РЗА. Для линий электропередачи в этом случае должен поставляться весь комплекс РЗА на оба конца линии (кроме специально оговоренных случаев). При частичной модернизации релейной защиты и автоматики ПС могут поставляться отдельные устройства РЗА.

5.3 Поставляться может только аттестованное в установленном порядке для применения на энергообъектах оборудование.

6 Подтверждение соответствия поставляемого оборудования

6.1 Подтверждение соответствия поставляемого оборудования РЗА осуществляется в целях удостоверения его соответствия стандартам России, стандартам приобретающей организации, а также для содействия приобретателям в компетентном выборе поставляемых комплексов (устройств) РЗА.

6.2 Подтверждение соответствия поставляемого оборудования РЗА может проводиться в форме аттестации, экспертизы, испытания, регистрации, приемки с привлечением органа по сертификации, экспертной организации или самостоятельно приобретателем.

Подтверждение должно проводиться на соответствие базовым (необходимым) техническим требованиям к основным типам (устройств, функций) РЗА.

6.3 При подтверждении соответствия аппаратных комплексов (устройств) РЗА предметом рассмотрения является устройство РЗА элемента электроэнергетической системы.

При подтверждении соответствия программно-аппаратных комплексов (устройств) РЗА предметом рассмотрения может являться семейство устройств на единой аппаратной платформе и программный комплекс функций, исполняемый на этой платформе. Конкретный представитель семейства, имеющий аппаратное исполнение в пределах данной платформы и реализующий подмножество функций из программного комплекса, подлежит подтверждению соответствия в форме полной функциональной проверки при вводе в действие.

6.4 Зарубежные устройства, подтверждение соответствия которых осуществляется, должны иметь обозначения, нанесенные на устройство, и документацию на русском языке.

7 Технические требования к поставляемым устройствам релейной защиты и автоматики

7.1 Общие технические требования

7.1.1 Поставляемые устройства РЗА совместно с коммутационными аппаратами, на которые они воздействуют, должны обеспечивать требуемую быстроту отключения КЗ в целях:

- сохранения бесперебойной работы неповрежденной части системы (обеспечение устойчивой работы энергосистемы и нагрузки, надежной работы атомных станций, возможности восстановления нормальной работы путем успешного действия АПВ и АВР, самозапуска электродвигателей, втягивания в синхронизм и пр.);
- предотвращения нарушений технологии особо ответственных производств,
- обеспечения требований экологии, электробезопасности
- ограничения области и степени повреждения элемента.

7.1.2 Поставляемый комплекс РЗА элемента электроэнергетической системы, действующий на отключение должен обеспечивать селективность действия (кроме специально оговоренных случаев) с тем, чтобы при повреждении какого-либо элемента отключался только этот поврежденный элемент.

Допускается неселективное действие защиты при КЗ (исправляемое последующим АПВ и АВР)

- для обеспечения или ускорения отключения КЗ;
- при использовании упрощенных главных электрических схем с отделителями в цепях трансформаторов или линий, отключающими поврежденный элемент в бестоковую паузу.

7.1.3 В поставляемых устройствах РЗА, имеющих цепи напряжения, должны быть предусмотрены устройства:

- автоматически выводящие защиту из действия при отключении автоматических выключателей, перегорании предохранителей и других нарушениях цепей напряжения (если эти нарушения могут привести к ложному срабатыванию защиты или к излишнему срабатыванию), а также сигнализирующие о нарушениях этих цепей;

- сигнализирующие при нарушении цепей напряжения, если эти нарушения не приводят к ложному срабатыванию защиты в условиях нормального режима и к излишнему срабатыванию, но могут привести к отказу срабатывания.

7.1.4 Поставляемые комплексы РЗА элементов электрических сетей напряжением 110 кВ и выше должны иметь устройства, блокирующие действие устройств защит при качаниях или асинхронном ходе, если в указанных сетях возможны такие качания или асинхронный ход, при которых данные устройства защиты могут срабатывать неправильно.

Допускается применение аналогичных устройств и для линий напряжением ниже 110 кВ, связывающих между собой источники питания (исходя из вероятности возникновения качаний или асинхронного хода и возможных последствий неправильных отключений).

Допускается выполнение устройств защиты без блокировки при качаниях, если данные защиты отстроены от качаний по времени.

7.1.5 В поставляемом комплексе РЗА элемента электроэнергетической системы должно быть предусмотрено устройство (функция) основной защиты, предназначенной для ее действия при повреждениях в пределах всего защищаемого элемента электрической сети с временем меньшим, чем у других имеющихся в данном комплексе РЗА защит.

На особо ответственных элементах электрической сети: линиях 220 - 750 кВ, автотрансформаторах ПС с высшим напряжением 220 - 750 кВ, шунтирующих реакторах 500 и 750 кВ, синхронных компенсаторах, шинах (ошиновках) 220-750 кВ, трансформаторах 110 кВ мощностью 63 МВА и более и элементах КРУЭ, как правило, должны устанавливаться комплексы РЗА, имеющие в составе два устройства основной защиты.

7.1.6 Для действия при отказе срабатывания или выводе из работы устройства основной защиты должно предусматриваться устройство защиты данного элемента электроэнергетической системы, осуществляющее ближнее резервирование основной защиты.

Для действия при отказах срабатывания защит или отказах выключателей смежных элементов в поставляемом комплексе РЗА должна быть предусмотрена резервная защита, предназначенная для обеспечения дальнего резервирования. Например, если в качестве основной защиты от всех видов повреждений линий 110 кВ и выше применена высокочастотная защита, то в качестве резервных могут быть применены ступенчатые дистанционная защита и токовая направленная защита нулевой последовательности. На линиях 500-750 кВ, а также на ряде линий 330 кВ следует ускорять резервные ступенчатые защиты с помощью передачи ВЧ сигналов для выполнения второй быстродействующей защиты.

На всех элементах сети, прилегающей к атомной электростанции, при многофазных КЗ на которых остаточное напряжение прямой последовательности на стороне высшего напряжения блоков этой станции может снижаться ниже 0,45 номинального, следует обеспечивать время отключения КЗ, не превышающее 1,0 с при отказе быстродействующей защиты с учетом времени действия устройства резервирования при отказе выключателя (УРОВ).

Для действия при отказах срабатывания защит или отказах выключателей смежных элементов электрической сети в поставляемом комплексе РЗА должна быть предусмотрена резервная защита, предназначенная для обеспечения дальнего резервирования.

Во всех случаях, когда при КЗ на линии 330 кВ и выше не обеспечивается дальнее резервирование, должны предусматриваться дополнительные меры по ближнему резервированию, например, применение дополнительного комплекта защит на элемент электроэнергетической системы, при повреждении которого не обеспечивается дальнее резервирование.

7.1.7 В комплексе РЗА линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше с целью повышения надежности отключения повреждения в начале линии может быть

предусмотрена в качестве дополнительного устройства (функции) защиты токовая отсечка без выдержки времени при условии выполнения требований по чувствительности.

7.1.8 В комплексе РЗА элемента электрической сети напряжением 110 – 750 кВ должно предусматриваться устройство (функция) резервирования при отказе выключателей.

При отказе выключателя элемента электрической сети (линия, трансформатор, шины и др.) УРОВ должно действовать на отключение выключателей, смежных с отказавшим, через которые может осуществляться подпитка места КЗ.

Если защиты присоединены к выносным трансформаторам тока, то УРОВ должно действовать и при КЗ в зоне между этими трансформаторами тока и выключателем.

При КЗ на стороне низшего напряжения автотрансформаторов 330 кВ и выше, повреждении рабочего трансформатора собственных нужд, подключенного ответвлением без выключателя к блоку, и отказе при этом любого выключателя сторон высшего или среднего напряжения и при недостаточной чувствительности УРОВ выключателей этих сторон рекомендуется принять меры, обеспечивающие отключение выключателей, смежных с отказавшим.

Отказ от применения УРОВ должен в каждом отдельном случае обосновываться, например, в случаях, когда при дальнем резервном действии защит нет потери дополнительных элементов из-за отключения выключателей, непосредственно не примыкающих к отказавшему (отсутствуют секционированные шины, линии с ответвлениями и т.п.).

7.1.9 В поставляемом комплексе РЗА элемента электрической сети должна быть предусмотрена возможность питания устройств основной и резервной защит от разных вторичных обмоток трансформаторов тока.

Для комплексов РЗА линий 220÷750 кВ должно быть предусмотрено резервирование питания их цепей напряжения.

Питание оперативных цепей устройств основной и резервной РЗА линий 110-750 кВ, каждого из устройств ступенчатых защит линий 110 – 220 кВ, каждой из двух групп защит трансформаторов 110 кВ и выше, автотрансформаторов 220 кВ и выше и шунтирующих реакторов 500-750 кВ, каждого из двух устройств дифференциальных токовых защит шин (ошиновок) должно осуществляться через разные автоматические выключатели.

На переменном оперативном токе должно быть предусмотрено разделение выходных цепей основных и резервных защит на разные промежуточные реле.

7.1.10 Поставляемые устройства РЗА, выводимые из работы по условиям режима сети, селективности действия или по другим причинам, должны иметь приспособления для вывода их из работы оперативным персоналом.

Для обеспечения эксплуатационных проверок и испытаний в схемах поставляемых устройств РЗА должны быть предусмотрены испытательные блоки или испытательные зажимы.

7.2 Технические требования к поставляемым устройствам РЗА трансформаторов (автотрансформаторов) с обмоткой высшего напряжения 6 кВ и выше, шунтирующих реакторов 500, 750 кВ и компенсационных реакторов

7.2.1 Поставляемые комплексы РЗА трансформаторов[1] должны предусматривать защиту от следующих видов повреждений и ненормальных режимов работы:

– многофазных коротких замыканий в обмотках и на выводах (ошиновке);

– однофазных коротких замыканий на землю в обмотке и на выводах (ошиновке), присоединенных к сети с глухо или эффективно заземленной нейтралью;

– витковых замыканий в обмотках;

– токов в обмотках, обусловленных внешними КЗ;

– токов в обмотках, обусловленных перегрузкой (см. п. 7.11.14);

– понижения уровня масла;

– снижения уровня изоляции маслонаполненных вводов 500 и 750 кВ;

– однофазных замыканий на землю на стороне 6-35 кВ трансформаторов;

– неполнофазного режима (для автотрансформаторов);

– при необходимости от перевозбуждения трансформатора (превышения индукции)

7.2.2 Поставляемые комплексы РЗА шунтирующих реакторов напряжением 500 и 750 кВ должны предусматривать защиту от следующих видов повреждений и ненормальных режимов работы:

- однофазных коротких замыканий на землю в обмотках;
- однофазных КЗ на землю и многофазных КЗ на выводах при включении защиты на выносные ТТ ВН;
- витковых замыканий в обмотках;
- понижения уровня масла;
- снижения уровня изоляции вводов.

Поставляемые комплексы РЗА компенсационного реактора, устанавливаемого в цепи заземления нейтрали шунтирующего реактора напряжением 500 и 750 кВ, должны предусматривать защиту от следующих видов повреждений:

- коротких замыканий на землю в обмотках и на выводах;
- витковых замыканий в обмотке;
- понижения уровня масла;
- от перегрузки (по требованию изготовителя).

Комплекс РЗА компенсационного реактора должен также включать автоматику ввода/вывода реактора и устройство резервирования при отказе во включении выключателя.

7.2.3 Устройство газовой защиты от повреждений внутри бака, сопровождающихся выделением газа, и от понижения уровня масла должна поставляться:

- для трансформаторов мощностью 4,0 МВА и более;
- для шунтирующих реакторов напряжением 500 – 750 кВ;
- для компенсационных реакторов;

---

[1] Здесь и ниже термин «трансформаторы» распространяется и на автотрансформаторы (соответствующих напряжений и мощностей), на добавочные трансформаторы, включаемые в нейтраль трансформатора (автотрансформатора), трансформаторы поперечного регулирования и линейные добавочные трансформаторы, если в тексте не делается специальной оговорки.

- для внутрицеховых понижающих трансформаторов мощностью 630 кВА и более.

Газовую защиту рекомендуется устанавливать также на трансформаторах мощностью 1 - 2,5 МВА.

Устройство газовой защиты должно действовать на сигнал при слабом газообразовании и понижении уровня масла и на отключение при интенсивном газообразовании и дальнейшем понижении уровня масла.

Защита от повреждений внутри бака трансформатора, сопровождающихся выделением газа, может быть выполнена также с использованием реле давления.

Защита от понижения уровня масла может быть выполнена также в виде отдельного реле уровня в расширителе трансформатора.

Для защиты контактора устройства РПН с разрывом дуги в масле следует предусматривать отдельное реле (струйное или давления).

Для защиты устройства РПН, размещаемого в отдельном объеме масла, следует предусматривать газовое реле.

Должна быть предусмотрена возможность перевода действия отключающего элемента газовой защиты трансформатора на сигнал и выполнения раздельной сигнализации от сигнального и отключающего элементов газового реле (различающейся характером сигнала).

Не допускается перевод действия отключающего контакта реле защиты контактора устройства РПН (струйного или давления) на сигнал.

Допускается выполнение устройства газовой защиты с действием отключающего элемента только на сигнал:

- на трансформаторах, которые установлены в районах, подверженных землетрясениям;

- на внутрицеховых понижающих трансформаторах мощностью 2500 кВА и менее, не имеющих выключателей со стороны высшего напряжения.

7.2.4 Для защиты от внутренних повреждений, а также от повреждений на выводах в комплексе РЗА должны быть предусмотрены следующие устройства (функции):

1) Продольная дифференциальная токовая защита без выдержки времени (на трансформаторах мощностью 4,0 МВА и более, на шунтирующих реакторах напряжением 500-750 кВ и на компенсационных реакторах).

При наличии на стороне низшего напряжения автотрансформатора токоограничивающего реактора, линейного добавочного трансформатора или при работе автотрансформатора в блоке с синхронным компенсатором должна предусматриваться дифференциальная токовая защита цепей стороны низшего напряжения автотрансформатора; последняя может не предусматриваться на автотрансформаторах 220 кВ, если общая дифференциальная защита обеспечивает требуемую чувствительность.

В целях повышения эффективности ближнего резервирования поставляемый комплекс РЗА автотрансформатора с высшим напряжением 220 кВ и выше должен выполняться с разделением на устройства двух групп так, чтобы указанные дифференциальные защиты входили в одну из групп, а газовые – в другую.

Аналогичное выполнение рекомендуется и на трансформаторах 110 кВ и выше. На автотрансформаторах 220 кВ и выше, а также на трансформаторах напряжением 110 кВ и выше мощностью 63 МВА и более рекомендуется установка второй продольной дифференциальной токовой защиты.

Дифференциальную защиту допускается предусматривать на трансформаторах меньшей мощности, но не менее 1 МВ·А, если:

- токовая отсечка не удовлетворяет требованиям чувствительности, а максимальная токовая защита имеет выдержку времени более 0,5 с;

- трансформатор установлен в районе, подверженном землетрясениям.

2) Поперечная дифференциальная токовая защита без выдержки времени на шунтирующих реакторах напряжением 500-750 кВ с выведенными фазными параллельными ветвями и встроенными в них трансформаторами тока.

3) Токовая отсечка без выдержки времени, устанавливаемая со стороны питания и охватывающая часть обмотки трансформатора, если не предусматривается дифференциальная защита.

7.2.5 Устройство (функция) продольной дифференциальной токовой защиты должна обеспечивать отстройку от бросков намагничивающего тока, переходных и установившихся токов небаланса (например, с насыщающимися трансформаторами тока, тормозными обмотками и др.).

Поставляемая продольная дифференциальная защита должна быть выполнена, как правило, так, чтобы в зону ее действия входили соединения трансформатора со сборными шинами.

При использовании для продольной дифференциальной защиты трансформаторов тока, встроенных во вводы трансформатора (автотрансформатора), должны предусматриваться:

- продольная дифференциальная токовая защита ошиновки,
- охват соединений трансформатора (автотрансформатора) со сборными шинами дифференциальной токовой защитой этих шин.

7.2.6 Поставляемое устройство (функция) контроля и защиты изоляции вводов (КИВ) 500 и 750 кВ должно быть выполнено с действием:

на сигнал – при снижении уровня изоляции вводов, не требующем немедленного отключения;

на отключение – при более существенном снижении уровня изоляции вводов.

Должна быть предусмотрена блокировка, предотвращающая ложные срабатывания устройства КИВ при обрывах в цепях присоединения КИВ к выводам.

7.2.7 В комплексе РЗА, поставляемом для трансформаторов мощностью 1 МВА и более, в качестве резервной защиты от внешних междуфазных КЗ должны быть предусмотрены следующие функции защиты с действием на отключение:

1) На повышающих трансформаторах с двусторонним питанием – как правило, токовая защита обратной последовательности от несимметричных КЗ и максимальная токовая защита с пуском минимального напряжения от симметричных КЗ или максимальная токовая защита с пуском напряжения; допускается применение дистанционной защиты.

2) На понижающих трансформаторах – максимальная токовая защита с пуском напряжения или без него; допускается применение дистанционной защиты (например, для трансформаторов собственных нужд блочных электростанций).

3) На автотрансформаторах напряжением 330 кВ и выше следует предусматривать дистанционную защиту от внешних многофазных КЗ (ступенчатую на каждой из сторон ВН и СН). На автотрансформаторах напряжением 220 кВ следует предусматривать дистанционную защиту от внешних многофазных КЗ (в случаях, когда это требуется для обеспечения дальнего резервирования или согласования защит смежных напряжений) или токовую направленную защиту обратной последовательности от несимметричных КЗ и максимальную токовую защиту с пуском минимального напряжения от симметричных КЗ. На стороне низшего напряжения автотрансформаторов 220 кВ и выше должна предусматриваться максимальная токовая защита при необходимости с пуском минимального напряжения.

Резервные защиты автотрансформаторов 220 кВ и выше и трансформаторов 110-220 кВ на сторонах ВН и СН для обеспечения селективности должны действовать с первой выдержкой времени на деление схемы (например, на отключение шиносоединительного или секционного выключателя высшего или среднего напряжения). При согласовании резервных защит допускается не учитывать, при необходимости, выдержки времени на деление схемы.

7.2.8 В комплексе РЗА трансформаторов мощностью менее 1 МВА (повышающих и понижающих) в качестве защиты от внешних многофазных КЗ должна быть предусмотрена устройство (функция) максимальной токовой защиты.

7.2.9 В состав комплекса РЗА должна входить защита от внешних многофазных КЗ для:

1) понижающих двухобмоточных трансформаторов – со стороны основного питания, а также на стороне низшего напряжения при необходимости обеспечения селективности и АПВ шин.

2) многообмоточных трансформаторов, присоединенных тремя и более выключателями – со всех сторон трансформатора.

3) понижающего трансформатора, питающего секции – со стороны питания и со стороны каждой секции.

7.2.10 В состав комплекса РЗА повышающих трансформаторов мощностью 1 МВА и более, трансформаторов с двух- и трехсторонним питанием и автотрансформаторов для резервирования отключения коротких замыканий на землю на смежных элементах, а для автотрансформаторов также и для обеспечения селективности защит от КЗ на землю сетей разных напряжений, должны входить, как правило, токовые защиты нулевой последовательности от внешних коротких замыканий на землю, устанавливаемые на сторонах обмоток, присоединенных к сети с глухо или эффективно заземленной нейтралью.

При наличии части трансформаторов (из числа имеющих неполную изоляцию обмотки со стороны нулевого вывода) с разземленной нейтралью должно обеспечиваться предотвращение недопустимого режима нейтрали этих трансформаторов. С этой целью, например, в случаях, когда на подстанции установлены трансформаторы с заземленной и разземленной нейтралью, имеющие питание со сторон низших напряжений, должна быть предусмотрена защита, обеспечивающая отключение трансформатора с разземленной нейтралью.

7.2.11 В комплексе РЗА автотрансформаторов (многообмоточных трансформаторов) с питанием с нескольких сторон функция защиты от внешних КЗ должна быть направленной, если это требуется по условиям селективности.

7.2.12 В комплексе РЗА автотрансформаторов напряжением 220-750 кВ подстанций у защит от внешних КЗ должна быть предусмотрена возможность оперативного ускорения при выводе из действия дифференциальной защиты автотрансформатора, шин или ошиновки, обеспечивающего отключение повреждений на элементе электрической сети, оставшимся без быстродействующей защиты.

7.2.13 В комплекс РЗА понижающих трансформаторов и блоков трансформатор- линия с высшим напряжением до 35 кВ и соединением обмотки низшего напряжения в звезду с заземленной нейтралью должна входить функция защиты от однофазных коротких замыканий на землю в сети низшего напряжения, осуществляемая применением:

1) максимальной токовой защиты от внешних КЗ в трехрелейном исполнении, устанавливаемой на стороне высшего напряжения;

2) защиты нулевой последовательности, устанавливаемой в нулевом проводе трансформатора.

При применении защиты по п. 2 допускается не согласовывать ее с защитами элемента электрической сети , отходящих от сборки на стороне низшего напряжения.

7.2.14 В комплексе РЗА трансформаторов мощностью 0,4 МВА и более рекомендуется иметь устройство (функцию) максимальной токовой защиты от токов, обусловленных перегрузкой, с действием на сигнал.

Для подстанций без постоянного дежурства персонала допускается предусматривать действие этой защиты на автоматическую разгрузку или отключение (при невозможности ликвидации перегрузки другими средствами).

7.2.15 При наличии со стороны нейтрали автотрансформатора отдельного добавочного трансформатора для регулирования напряжения под нагрузкой необходимо дополнительно в комплексе РЗА иметь следующие защиты:

- газовую защиту добавочного трансформатора;

- максимальную токовую защиту с торможением от повреждений в первичной обмотке добавочного трансформатора, за исключением случаев, когда эта обмотка включается в зону

действия дифференциальной токовой защиты цепей стороны низшего напряжения автотрансформатора;

- дифференциальную защиту, которая охватывает вторичную обмотку добавочного трансформатора.

В комплекс РЗА трансформатора поперечного регулирования, имеющего компенсационную обмотку и включаемого со стороны нейтрали автотрансформатора, должна входить максимальная токовая защита от повреждений на выводах компенсационной обмотки, выполняемая с торможением при внешних однофазных КЗ.

Защиту линейного добавочного трансформатора, установленного со стороны низшего напряжения автотрансформатора, следует осуществлять:

- газовой защитой собственно добавочного трансформатора и защитой контакторного устройства РПН;

- дифференциальной токовой защитой цепей стороны низшего напряжения автотрансформатора или дифференциальной токовой защитой автотрансформатора (последнее допускается, если при этом обеспечивается достаточная чувствительность).

7.2.16 Комплекс РЗА управляемого шунтирующего реактора 500, 750 кВ должен иметь в составе следующие устройства (функции) релейной защиты:

- для защиты сетевой обмотки и компенсационного реактора в нейтрали: такие же устройства (функции), что и для неуправляемого шунтирующего реактора. Дополнительно должна быть предусмотрена защита от перегрузки сетевой обмотки;

- для защиты обмотки управления: максимальная токовая защита в трёхфазном исполнении от всех видов КЗ, предназначенная также для защиты заземляющего трансформатора от междуфазных КЗ;

- для защиты преобразовательного трансформатора: дифференциальная токовая защита с торможением в трёхфазном исполнении от всех видов КЗ, максимальная токовая защита на стороне высшего напряжения в трёхфазном исполнении от однофазных КЗ и максимальная токовая защита на стороне низшего напряжения в трёхфазном исполнении;

- для защиты заземляющего трансформатора: дифференциальная токовая защита с торможением в трёхфазном исполнении от междуфазных КЗ, максимальная токовая защита на стороне низшего напряжения и контроль изоляции на стороне высшего напряжения.

7.3 Технические требования к поставляемым устройствам РЗА воздушных и кабельных линий в сетях напряжением 6-10 кВ

7.3.1 Комплекс РЗА линий в сетях напряжением 6 – 10 кВ с изолированной нейтралью или с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор или резистор, должен иметь в составе устройства (функции) релейной защиты от многофазных коротких замыканий и от однофазных замыканий на землю.

7.3.2 Функция защиты от многофазных коротких замыканий, как правило, должна обеспечивать отключение одного места повреждения в большинстве случаев двойных замыканий на землю.

7.3.3 Комплекс РЗА одиночных линий с односторонним питанием должен иметь в качестве защиты от многофазных КЗ, как правило, двухступенчатую токовую защиту, первая ступень которой выполнена в виде токовой отсечки, а вторая – в виде максимальной токовой защиты с независимой или зависимой характеристикой выдержки времени. На линии питания силовых трансформаторов зона действия первой ступени защиты должна, по

возможности, охватывать всю линию до выводов высшего напряжения питаемых трансформаторов. При необходимости обеспечения термической стойкости линии или устойчивости нагрузки допускаются действие первой ступени защиты без выдержки времени и неселективная ее работа по отношению к предохранителям, установленным для защиты трансформаторов, а также поочередное АПВ. Рекомендуется, чтобы вторая ступень защиты обеспечивала отключение КЗ на выводах низшего напряжения трансформаторов, присоединенных к линии.

На нереактированных кабельных линиях с односторонним питанием, отходящих от шин генераторного напряжения электростанций, токовые отсечки должны быть выполнены без выдержки времени и зона их действия должна быть определена из условия отключения КЗ, сопровождающихся снижением напряжения на шинах указанных электростанций ниже (0,5÷0,6) номинального. Для выполнения указанного условия допускается выполнять защиту неселективной в сочетании с устройствами АПВ и АВР, исправляющими полностью или частично неселективное действие защиты. Допускается устанавливать указанные отсечки также на линиях, отходящих от шин подстанций, питающих крупные синхронные электродвигатели.

На реактированных линиях, выключатели которых не рассчитаны на отключение КЗ до реактора, токовые отсечки не допускаются.

7.3.4 В комплекс РЗА одиночных линий с двухсторонним питанием при наличии или отсутствии обходных связей, входящих в кольцевую сеть с одной точкой питания, рекомендуется включать те же функции защиты, что и на одиночных линиях с односторонним питанием (7.12.3), выполняя их, при необходимости, направленными.

Если ненаправленная или направленная токовая ступенчатая защита не обеспечивает требуемых быстродействия и селективности, допускается предусматривать следующие защиты:

1) дистанционную защиту;

2) поперечную дифференциальную токовую защиту (для сдвоенных кабельных линий);

3) продольную дифференциальную токовую защиту для коротких участков линий.

Для защит, указанных в п.п. 2 и 3, в качестве резервной защиты следует предусматривать максимальную токовую защиту.

7.3.5 При поставке защиты параллельных линий напряжением 6-10 кВ следует руководствоваться указаниями для параллельных линий в сетях 35 кВ (см. п.7.12.6).

7.3.6 Поставляемое устройство защиты от однофазных замыканий на землю должно быть выполнено в виде:

- селективной защиты, действующей на сигнал; допускается также выполнение селективной защиты с действием на отключение линий, питающих электроустановки потребителей, имеющих резервное питание;

- селективной защиты (устанавливающей поврежденный элемент электрической сети или направление) и неселективной резервной защиты, действующих на отключение, когда это необходимо по требованиям безопасности; селективная защита должна быть установлена на всех отходящих линиях, питающих сеть, где отключение необходимо по требованиям безопасности;

- устройства контроля изоляции; при этом отыскание поврежденного элемента должно осуществляться специальными устройствами.

7.3.7 Устройство селективной защиты от однофазных замыканий на землю должно предусматривать, как правило, использование трансформаторов тока нулевой последовательности.

Устройство защиты, в первую очередь, должно реагировать на установившиеся замыкания на землю; допускается также применение устройств, регистрирующих кратковременные замыкания, без обеспечения повторности действия.

Защита от однофазных замыканий на землю, действующая на отключение без выдержки времени по требованиям безопасности, должна отключать только линию поврежденного направления; при этом резервная защита, выполненная в виде защиты напряжения нулевой последовательности, должна действовать с выдержкой времени около 0,5 с на отключение шин или питающего трансформатора с запрещением АПВ и АВР.

7.4 Технические требования к поставляемым устройствам РЗА воздушных и кабельных линий в сетях напряжением 20-35 кВ

7.4.1 Комплекс РЗА линий в сетях напряжением 20 и 35 кВ должен иметь в составе устройства (функции) релейной защиты от многофазных коротких замыканий и от однофазных замыканий на землю.

7.4.2 Функция защиты от многофазных коротких замыканий, как правило, должна обеспечивать отключение одного места повреждения в большинстве случаев двойных замыканий на землю.

В целях повышения чувствительности к повреждениям за трансформаторами с соединением обмоток «треугольник/звезда» и «звезда/треугольник» допускается выполнение трехрелейной защиты.

Комплекс РЗА рекомендуется выполнять аналогично комплексу РЗА ВЛ 6 – 10 кВ.

7.4.3 При выборе типа основной защиты следует учитывать требования обеспечения устойчивости работы энергосистемы и надежной работы потребителя, аналогично тому, как это учитывается для защиты линий напряжением 110 кВ (см. п.7.14.8).

7.4.4 Комплекс РЗА одиночных линий с односторонним питанием должен иметь преимущественно в качестве защит от многофазных замыканий токовые ступенчатые защиты или ступенчатые защиты тока и напряжения, а если такие защиты не удовлетворяют требованиям чувствительности или быстроты отключения повреждения, например, на головных участках, - дистанционную ступенчатую защиту. В последнем случае в качестве вспомогательной защиты рекомендуется использовать токовую отсечку без выдержки времени.

В комплексе РЗА линий, состоящих из нескольких последовательных участков, в целях упрощения допускается использование неселективных ступенчатых защит тока и напряжения в сочетании с устройствами поочередного АПВ.

7.4.5 В комплекс РЗА одиночных линий, имеющих питание с двух или более сторон (последнее – на линиях с ответвлениями), как при наличии, так и при отсутствии обходных связей, а также на линиях, входящих в кольцевую сеть с одной точкой питания, рекомендуется включать те же функции защиты, что и на одиночных линиях с односторонним питанием, выполняя их, при необходимости, направленными. При этом допускается неселективное отключение смежных элементов при КЗ в «мертвой» зоне по напряжению реле направления мощности, когда токовая отсечка, используемая в качестве вспомогательной защиты (7.13.4.), не устанавливается, например, из-за недостаточной ее чувствительности.

7.4.6 В комплексе РЗА коротких одиночных линий с двусторонним питанием, когда это требуется по условию быстродействия, допускается применение продольной дифференциальной защиты в качестве основной. Для контроля исправности вспомогательных проводов защиты должны быть, как правило, предусмотрены специальные устройства.

В дополнение к продольной дифференциальной защите в качестве резервной должна быть применена одна из защит по 7.13.4.

7.4.7 В комплексе РЗА параллельных линий, имеющих питание с двух или более сторон, а также на питающем конце параллельных линий с односторонним питанием могут быть применены те же защиты, что и на соответствующих одиночных линиях.

Для ускорения отключения повреждения, особенно при использовании токовых ступенчатых защит тока и напряжения, на линиях с двухсторонним питанием может быть применена дополнительно защита с контролем направления мощности в параллельной линии. Эта защита может быть выполнена в виде отдельной поперечной дифференциальной токовой направленной защиты или только в виде цепи ускорения установленных защит (максимальной токовой, дистанционной) с контролем направления мощности в параллельной линии.

На приемном конце двух параллельных линий с односторонним питанием, как правило, должна быть использована поперечная дифференциальная направленная защита.

7.4.8 Если защита по 7.13.7 не удовлетворяет требованиям быстродействия, а защита с контролем направления мощности в параллельной линии неприменима или нежелательна, в качестве основной защиты (при работе двух параллельных линий) на двух параллельных линиях с двусторонним питанием и на питающем конце двух параллельных линий с односторонним питанием следует применять поперечную дифференциальную направленную защиту.

7.5 Технические требования к поставляемым устройствам РЗА линий в сетях напряжением 110 – 750 кВ

7.5.1 Комплекс РЗА линий напряжением 110 – 750 кВ должен содержать устройства релейной защиты от многофазных коротких замыканий, от коротких замыканий на землю. Комплекс РЗА линий, оборудованных выключателями с пофазным приводом, должен содержать устройство (функцию) защиты от неполнофазного режима.

7.5.2 Для обеспечения надежного отключения КЗ при возникновении одного отказа в срабатывании любого из устройств релейной защиты комплекса РЗА в расчетном режиме на всех элементах электрической сети 330 – 750 кВ должны предусматриваться не менее двух комплектов быстродействующих защит от всех видов КЗ.

При этом должны рассматриваться следующие варианты:

1) дифференциально-фазная защита (ДФЗ) и комплект ступенчатых защит (дистанционная и токовая направленная защита нулевой последовательности) с передачей разрешающих сигналов;

2) направленная дифференциальная защита (НДЗ) и комплект ступенчатых защит с передачей разрешающих сигналов;

3) продольная дифференциальная защита (ДЗЛ) и комплект ступенчатых защит с передачей разрешающих сигналов;

4) два комплекта ступенчатых защит с передачей блокирующего (первый комплект) и разрешающего (второй комплект) сигналов.

Для обеспечения взаимодействия полукомплектов быстродействующих защит должны использоваться высокочастотные каналы связи или волоконно-оптические линии связи (ВОЛС).

При одном комплекте ступенчатых защит (варианты 1 и 3) в микропроцессорном исполнении предпочтительно, чтобы ступенчатые защиты также входили в состав устройств ДФЗ и ДЗЛ.

Для линий, отходящих от атомных электростанций и крупноблочных электростанций, межгосударственных линий, а также при обосновании (п.6.6), дополнительно к указанным двум комплектам защиты (варианты 1 и 2) должен устанавливаться третий комплект ступенчатых защит, который может использовать те же сигналы, аппаратуру и каналы связи.

7.5.3 Для линий с ОАПВ каждый из комплектов быстродействующей защиты должен иметь логику однофазного/трёхфазного отключения выключателей и возможность перевода ее действия на отключение трёх фаз.

Измерительные органы основных защит, быстродействующих ступеней резервных защит и устройств ОАПВ, входящие в состав устройств комплекса РЗА линий напряжением 330 – 750 кВ, должны обеспечивать нормальное функционирование защит и ОАПВ в условиях интенсивных переходных электромагнитных процессов и значительных емкостных проводимостей линий.

В случае применения ОАПВ устройства релейной защиты комплекса РЗА должны быть выполнены так, чтобы:

1) при коротких замыканиях на землю одной фазы было обеспечено отключением только одной фазы (с последующим ее автоматическим повторным включением);

2) при неуспешном повторном включении на повреждения, указанные в п.1, производилось отключением одной или трех фаз в зависимости от того, предусматривается длительный неполнофазный режим работы линий или не предусматривается;

3) при других видах повреждений защита действовала на отключение трех фаз.

7.5.4 Должна предусматриваться возможность оперативного и автоматического ускорения ступенчатых защит и выбора ускоряемых ступеней.

7.5.5.Защиты, имеющие цепи напряжения, неисправность которых приводит к ложному отключению, должны блокироваться при нарушении цепей напряжения.

7.5.6 Отдельные ступени дистанционной защиты должны блокироваться при качаниях.

7.5.7 В комплексе РЗА линий 330-750 кВ должна быть предусмотрена защита от неполнофазного режима, возникающего при отключении или включении линии не всеми фазами.

Функция защиты от неполнофазного режима должна быть выполнена с пуском от защит от непереключения фаз каждого выключателя линии с контролем по току нулевой последовательности в линии и с контролем положения тех выключателей, отключение любого из которых при не переключении фаз данного выключателя приводит к возникновению неполнофазного режима. Защита должна действовать с выдержкой времени на отключение линии с запретом ТАПВ, передачу отключающего сигнала с запретом ТАПВ на другой конец линии и пуск УРОВ.

7.6.8 На линиях 110 – 220 кВ с двухсторонним питанием должны устанавливаться два независимых устройства защиты от всех видов повреждения: быстродействующая защита с абсолютной селективностью и комплект ступенчатых защит.

Допускается использование только устройств ступенчатых защит, если при этом выполняются требования сохранения устойчивости работы энергосистемы, устойчивости синхронной нагрузки, надежной работы электроустановок потребителей (если это предусмотрено техническим заданием на проектирование), ограничения области и степени повреждения линии, а также, если обеспечивается селективность работы этих защит.

7.5.9 В качестве основной быстродействующей защиты следует применять один из следующих вариантов:

1) продольную дифференциальную защиту (ДЗЛ);

2) дифференциально-фазную (ДФЗ) защиту;

3) защиту с высокочастотной блокировкой;

4) комплект ступенчатых защит с передачей блокирующих или разрешающих сигналов.

7.5.10 Установка второй быстродействующей защиты предусматривается на особо ответственных линиях напряжением 110-220 кВ, если при отказе срабатывания или выведении из действия основной быстродействующей защиты отключение короткого замыкания на линии резервной защитой с выдержкой времени может привести к нарушению устойчивости нагрузки, к нарушению технологии особо ответственных производств, надежной работы атомных станций, а также требований экологии.

Две основные быстродействующие защиты должны устанавливаться на кабельных и кабельно-воздушных линиях, а также на воздушных линиях в местах массовой застройки.

В качестве второй быстродействующей защиты может быть использован комплект ступенчатых защит с передачей разрешающих или блокирующих сигналов.

Для обеспечения взаимодействия полукомплектов быстродействующих защит должны использоваться высокочастотные каналы связи и волоконно-оптические линии связи (ВОЛС).

При одном комплекте ступенчатых защит (варианты 1 и 2) в микропроцессорном исполнении предпочтительно, чтобы ступенчатые защиты также входили в терминалы ДФЗ и ДЗЛ.

7.5.11 Комплект ступенчатых защит должен содержать: дистанционную и токовую направленную защиту нулевой последовательности. Отдельные (по выбору) ступени дистанционной защиты должны блокироваться при качаниях. На случай длительного выведения из действия основной защиты, когда эта защита установлена по требованию быстроты отключения повреждения, допускается предусматривать оперативное ускорение отдельных ступеней указанного комплекта защит.

7.5.12 Должна предусматриваться возможность оперативного и автоматического ускорения ступенчатых защит и выбора ускоряемых ступеней.

7.5.13 На линиях 110 – 220 кВ с односторонним питанием используются два комплекта ступенчатых защит, каждый из которых включает: токовую (если удовлетворяется требование селективности) или дистанционную защиту от многофазных КЗ.

7.5.14 Защиты, имеющие цепи напряжения, неисправность которых приводит к ложному отключению, должны блокироваться при нарушении цепей напряжения.

7.5.15 Допускается предусматривать защиту от неполнофазного режима в комплексе РЗА линий напряжением 110 – 220 кВ, если ложное срабатывание защит смежных линий в этом режиме не может быть предотвращено другими средствами (например, согласование защит в неполнофазном режиме). Защита должна действовать на данном конце линии на останов передатчика высокочастотной защиты и на отключение выключателей.

7.6 Технические требования к поставляемым устройствам РЗА шин и ошиновок и устанавливаемым на обходном, шиносоединительном и секционном выключателях

7.6.1 Для сборных шин напряжением 110 кВ и выше подстанций должны поставляться отдельные устройства релейной защиты шин.

7.6.2 Для сборных шин напряжением 35 кВ подстанций отдельные устройства релейной защиты должны поставляться:

- для двух систем или секций шин, если при использовании для их разделения защит, установленных на шиносоединительном (секционном) выключателе, или защит,

установленных на элементах, которые питают данные шины, не удовлетворяются требования надёжности питания потребителей (с учётом возможностей, обеспечиваемых устройствами АПВ и АВР);

- для секций шин комплектных распределительных устройств.

7.6.3 В качестве защиты сборных шин подстанций напряжением 35 кВ и выше следует предусматривать, как правило, дифференциальную токовую защиту, охватывающую все элементы, которые присоединены к системе или секции шин.

Устройство защиты должно осуществляться с применением специальных органов тока, отстроенных от переходных и установившихся токов небаланса (например, органы, включённые через насыщающиеся трансформаторы тока, органы с торможением и др.).

При присоединении трансформатора (автотрансформатора) напряжением 220 кВ и выше, более чем через один выключатель, рекомендуется предусматривать в комплексе защиты ошиновки отдельную функцию дифференциальной токовой защиты, а при наличии сборных шин (например, при схеме «шины-трансформатор») использовать дифференциальную защиту шин.

Для электроустановок напряжением 330 – 750 кВ должны предусматриваться два устройства дифференциальной токовой защиты шин (ошиновки).

В отдельных случаях допускается установка двух устройств защит шин (ошиновок) напряжением 35 – 220 кВ по условию сохранения устойчивости нагрузки, предотвращения нарушения технологии особо ответственных производств и обеспечения требований экологии.

7.6.4 Для двойной системы шин подстанций напряжением 35 кВ и выше с одним выключателем на присоединённый элемент дифференциальная защита в поставляемом комплексе РЗА должна быть предусмотрена в исполнении для фиксированного распределения элементов.

В устройстве защиты шин напряжением 110 – 220 кВ и в УРОВ следует предусматривать возможность изменения фиксации при переводе элемента электрической сети с одной системы шин на другую.

7.6.5 Поставляемое устройство дифференциальной защиты, указанной в 7.6.3 и 7.6.4, должно быть выполнено с устройством контроля исправности вторичных цепей трансформаторов тока, действующим с выдержкой времени на вывод защиты из работы и на сигнал. Указанное устройство контроля можно не предусматривать для дифференциальной токовой защиты ошиновки.

7.6.6 Функция защиты шин и ошиновки должна быть выполнена так, чтобы при опробовании повреждённой системы или секции шин или ошиновки обеспечивалось селективное отключение опробуемой системы (секции) или ошиновки без выдержки времени.

7.6.7 Для обходного выключателя 110 – 220 кВ должен поставляться комплекс РЗА на случай замены этим выключателем выключателя любой из линий (трансформаторов) и вывода из работы устройств защиты этой линии (трансформатора). Как правило, комплекс РЗА обходного выключателя должен быть аналогичен комплекту, используемому в нормальном режиме эксплуатации элемента электрической сети, и включать в себя следующие защиты:

- ступенчатая дистанционная защита и токовая отсечка от междуфазных КЗ;

- ступенчатая токовая направленная защита нулевой последовательности от КЗ на землю, а также АПВ для переводимых на ОВ элементов электрической сети и УРОВ ОВ. Целесообразно использовать возможности устройств РЗА ОВ по изменению групп уставок.

7.6.8 В комплексе РЗА, устанавливаемом на шиносоединительном и секционном выключателях, должны быть предусмотрены защиты для резервирования защиты шин на случай ее отказа или вывода ее из работы, а также для разделения систем или секций шин при КЗ на элементах электрической сети с целью обеспечения селективной ликвидации КЗ.

Как правило, в комплексе РЗА на шиносоединительном и секционном выключателях должны быть предусмотрены:

- ступенчатая токовая защита от многофазных КЗ;
- ступенчатая токовая защита нулевой последовательности от КЗ на землю.

В случае необходимости допускается применение направленных токовых или дистанционных защит.

В комплексе РЗА, устанавливаемом на шиносоединительном и секционном выключателях 35 кВ, должна предусматриваться ступенчатая токовая защита от многофазных КЗ.

В комплексе РЗА, устанавливаемом на шиносоединительном и секционном выключателях 110 – 220 кВ, предназначенных для выполнения и функции обходного выключателя, должны быть предусмотрены те же защиты, которые предусматриваются для отдельного обходного выключателя.

В комплексе РЗА, устанавливаемом на шиносоединительном и секционном выключателях 6 – 10 кВ, должна предусматриваться максимальная токовая защита от многофазных КЗ.

7.7 Технические требования к поставляемым устройствам РЗА в части автоматики повторного включения

7.7.1 Функция автоматического повторного включение в комплексе РЗА элемента электрической сети должна предусматриваться для быстрого восстановления питания потребителей, межсистемных и внутренних связей, а также для улучшения условий сохранения устойчивости путем автоматического включения выключателей, отключенных устройствами релейной защиты или отключившимися самопроизвольно тремя фазами.

Функция автоматического повторного включения должна предусматриваться в комплексе РЗА:

1) Воздушных и кабельно-воздушных (смешанных) линий напряжением выше 1кВ. Отказ от применения АПВ должен быть в каждом отдельном случае обоснован.

2) Шин и ошиновок подстанций.

Рекомендуется также предусматривать АПВ трансформаторов, (кроме случаев отключения трансформаторов защитами от внутренних повреждений), ответственных электродвигателей, отключаемых для обеспечения самозапуска других электродвигателей, кабельных линий напряжением 35 кВ и ниже в случаях, когда оно может быть эффективным в связи со значительной вероятностью повреждений вне кабеля (например, наличие нескольких промежуточных сборок, питание по одной линии нескольких подстанций).

На кабельных линиях 110 – 220 кВ АПВ, как правило, не должно применяться.

Должна, как правило, предусматриваться функция АПВ в комплексе РЗА, устанавливаемом на обходных, шиносоединительных и секционных выключателях, если на них не предусматривается АВР.

7.7.2 Функция АПВ должна быть выполнена так, чтобы она не действовала при:

- отключении выключателя персоналом дистанционно или при помощи телеуправления;
- отключении выключателя от релейной защиты непосредственно после его включения персоналом;

- при повторном отключении выключателя от релейной защиты до истечения времени готовности устройства АПВ к повторному действию, выбираемого исходя из допустимых циклов работы выключателя и отсчитываемого от момента последнего включения выключателя;

- отключении выключателя защитой от внутренних повреждений трансформатора, шунтирующего реактора, устройствами противоаварийной автоматики, УРОВ, а также в других случаях отключения выключателей, когда действие АПВ недопустимо.

Функция АПВ должна быть выполнена так, чтобы была исключена возможность многократного включения на КЗ (кроме случаев двукратного АПВ).

Функция АПВ должна быть выполнена с автоматическим возвратом.

Должна быть предусмотрена возможность вывода персоналом функции АПВ.

7.7.3 При применении АПВ должно, как правило, предусматриваться ускорение действия (и, при необходимости, повышение чувствительности) защиты включаемого под напряжение элемента электрической сети на случай неуспешного АПВ.

Ускорение действия защиты при неуспешном АПВ следует выполнять с помощью тех же элементов, которые должны использоваться при включении выключателя оперативным персоналом или устройствами АВР.

Допускается не ускорять после АПВ действие защит линий 35 кВ и ниже, выполненных с реле прямого действия.

7.7.4 В поставляемом комплексе РЗА могут применяться функции трехфазного АПВ однократного и двукратного действия (последнее - если это допустимо по условиям работы выключателя). Функции трехфазного АПВ двукратного действия рекомендуется поставлять для воздушных линий, в особенности одиночных с односторонним питанием. Допускается его применение на воздушных линиях с двусторонним питанием, если это целесообразно для упрощения релейной защиты (например, на линиях с промежуточной подстанцией типа "мостик с выключателем в перемычке", оборудованной упрощенной делительной защитой, отключающей этот выключатель после неуспешного АПВ первого цикла с питающих концов). В сетях напряжением 35 кВ и ниже устройства трехфазного АПВ двукратного действия рекомендуется применять в первую очередь для линий, не имеющих резервирования по сети. При подключении на ответвлениях к линии 110 – 220 кВ с двустороннем питанием двух или более подстанций и наличии в составе нагрузки синхронных двигателей допускается применять устройства трехфазного АПВ двукратного действия для обеспечения восстановления питания потребителей при неустойчивых КЗ на линии с минимальной возможной выдержкой времени первого цикла, а при повреждении трансформатора - со временем второго цикла АПВ, учитывающим время отключения синхронных двигателей и последующего отключения отделителя поврежденного трансформатора.

В сетях с изолированной, заземленной через дугогасящий реактор или резистор нейтралью должна быть предусмотрена блокировка второго цикла АПВ в случае замыкания на землю после АПВ первого цикла (например, по наличию напряжения нулевой последовательности). Выдержка времени второго цикла должна быть не менее 15-20 с.

7.7.5 В поставляемых комплексах РЗА для одиночных линий напряжением 110 кВ и выше с односторонним питанием, для которых предусматривается в случае неуспешного ТАПВ переход на длительную работу двумя фазами, должно иметься трехфазное АПВ двукратного действия.

7.7.6 В поставляемых комплексах РЗА для одиночных линий с односторонним питанием при наличии на приемной подстанции синхронной нагрузки следует предусматривать устройства трехфазного АПВ с проверкой отсутствия напряжения на линии.

7.7.7 В поставляемых комплексах РЗА для линий с дву- и многосторонним питанием должен предусматриваться один из следующих видов трехфазного АПВ:

- с контролем синхронизма;
- ускоренное;
- несинхронное;
- с улавливанием синхронизма;
- с самосинхронизацией;
- без контроля синхронизма.

Возможны также сочетания этих видов АПВ.

При всех видах трехфазного АПВ на конце линии, включаемом первым, может применяться в зависимости от конкретных условий устройство АПВ с контролем отсутствия напряжения, отсутствия симметричного напряжения и без контроля напряжения.

7.7.8 В комплексах РЗА линий с двусторонним питанием при наличии двух шунтирующих связей, а также при наличии трех шунтирующих связей, если вероятно одновременное длительное отключение двух из этих связей, например, двухцепной линии (на линиях напряжением 110 – 220 кВ при невозможности выполнения несинхронного АПВ) должно применяться трехфазное АПВ с контролем синхронизма.

При применении трехфазного АПВ с контролем синхронизма измерение скольжения и формирование команды на включение производится в зоне допустимых углов включения.

Функцию АПВ с контролем синхронизма следует выполнять на одном конце линии с контролем отсутствия напряжения и с контролем наличия синхронизма (с проверкой наличия напряжения на линии и на шинах), на другом конце - только с контролем наличия синхронизма (с контролем наличия напряжения на линии и на шинах).

При применении АПВ с контролем синхронизма схемы устройств должны выполняться одинаковыми на обоих концах с учетом возможности изменения очередности включения линии при АПВ.

Рекомендуется использовать устройства АПВ с контролем синхронизма в схемах полуавтоматического включения линии в транзит персоналом.

7.7.9 В комплексах РЗА, поставляемых для линий напряжением 330 кВ и выше, может быть предусмотрено ускоренное трехфазное АПВ с целью снижения выдержки времени включения отключившейся линии с обеих сторон, когда это необходимо по условию сохранения устойчивости энергосистем. Ускоренное трехфазное АПВ должно пускаться при срабатывании быстродействующих защит, защищающих всю линию.

Устройство ускоренного трехфазного АПВ должно выполняться с возможностью включения линии на конце, включаемом первым, с контролем отсутствия напряжения, отсутствия симметричного напряжения или без контроля напряжения; на конце, включаемом вторым, используется контроль синхронизма, включающий в себя контроль напряжения на линии и шинах.

Устройство ускоренного трехфазного АПВ должно выполняться с возможностью осуществления трехфазного АПВ с контролем синхронизма при выведении из действия быстродействующих защит или их отказе в срабатывании.

7.7.10 В комплексе РЗА одиночных линий напряжением 110 – 220 кВ рекомендуется иметь функцию несинхронного АПВ, применяемую если:

- максимальный электромагнитный момент синхронных генераторов и компенсаторов, возникающий при несинхронном включении, меньше (с учетом необходимого запаса) электромагнитного момента, возникающего при трехфазном КЗ на выводах машины; при этом в качестве практических критериев оценки допустимости несинхронного АПВ применяются расчетные начальные значения периодических составляющих токов статора при угле включения 180°;
- максимальный ток через трансформатор (автотрансформатор) при угле включения 180° меньше допустимого тока КЗ на его выводах;
- после АПВ обеспечивается достаточно быстрая ресинхронизация; если в результате несинхронного автоматического повторного включения возможно возникновение

длительного асинхронного режима, должны применяться специальные мероприятия для его предотвращения или ликвидации.

Рекомендуется также рассматривать возможность использования несинхронного АПВ с учетом загрубления токовых защит нулевой последовательности при отстройке их от токов небаланса при несинхронном включении.

При соблюдении этих условий, но для случая отключения всех связей, несинхронное АПВ рекомендуется применять для линий 110-220 кВ при наличии двух связей, а также при наличии трех связей, если вероятно одновременное длительное отключение двух из них (например, двухцепной линии).

При выполнении несинхронного АПВ в комплексе РЗА должны быть реализованы меры по предотвращению излишнего срабатывания защиты. С этой целью рекомендуется, в частности, выполнять в дистанционной защите блокировку при качаниях с возвратом через заданное время и осуществлять включение выключателей в определенной последовательности: с одной из сторон - с контролем отсутствия напряжения на линии, и в случае успешного АПВ - с другой стороны с контролем наличия напряжения.

7.7.11 В поставляемом комплексе РЗА для одиночных линий с двусторонним питанием при допустимых значительных (примерно до 6%) скольжениях и допустимом угле включения рекомендуется применять ТАПВ с улавливанием синхронизма. АПВ с улавливанием синхронизма рекомендуется применять на линиях, имеющих шунтирующие связи, когда последние могут быть длительно отключены или их пропускная способность недостаточна для обеспечения устойчивости параллельной работы связываемых ими частей энергосистемы. На первом конце линии включение выключателя осуществляется с контролем отсутствия напряжения, на втором - с улавливанием синхронизма и наличием напряжения.

7.7.12 В поставляемом комплексе РЗА для одиночных линий с двусторонним питанием, связывающих систему с электростанцией небольшой мощности, могут также применяться:

- трехфазное АПВ с автоматической самосинхронизацией гидрогенераторов - для гидростанций;

- трехфазное АПВ в сочетании с делительными устройствами - для гидро- и теплоэлектростанций.

7.7.13 В поставляемом комплексе РЗА для линий с двусторонним питанием при наличии четырех и более шунтирующих связей, а также при наличии трех шунтирующих связей, если в последнем случае одновременное длительное отключение двух из этих связей маловероятно (например, если все линии одноцепные), должно применяться АПВ без проверки синхронизма.

7.7.14 В комплексе РЗА линий напряжением 330 кВ и выше должно применяться, как правило, однофазное автоматическое повторное включение. Допускается применение однофазного АПВ также и в комплексе РЗА линий напряжением 220 кВ.

Устройство однофазного АПВ должно поставляться в комплексе РЗА:

- одиночных межсистемных или внутрисистемных линий электропередачи;

- межсистемных линий с двумя и более шунтирующими связями при условии, что аварийное отключение одной из них и отключение рассматриваемой линии тремя фазами может привести к нарушению устойчивости энергосистемы;

- межсистемных и внутрисистемных линий, если трехфазное отключение линии может привести к недопустимой перегрузке других линий с возможностью нарушения статической устойчивости энергосистемы;

- линий, связывающих электростанции с системой;

- линий электропередачи, где осуществление трехфазного АПВ сопряжено со значительным сбросом нагрузки.

Пуск функции однофазного АПВ должен осуществляться, как правило, при срабатывании быстродействующих защит линии. При этом должны обеспечиваться выбор и

отключение поврежденной фазы и ее автоматическое повторное включение при однофазном КЗ (с одновременным воздействием на автоматику шунтирующих реакторов).

Комплекс (устройство), оснащенный функцией однофазного АПВ, должен также осуществлять следующие основные функции:

- отключение трех фаз при неуспешном однофазном АПВ или при отказе срабатывания избирательного органа;
- использование избирательного органа в качестве самостоятельной неселективной защиты линии при трехфазном АПВ и оперативном включении линии, а также в неполнофазном режиме цикла однофазного АПВ, если избирательные органы отстроены от качания и неполнофазных режимов;
- пофазный пуск устройства резервирования линейных выключателей;
- блокировку в цикле однофазного АПВ не отстроенных от неполнофазного режима ступеней токовой защиты от коротких замыканий на землю;
- автоматический перевод действия защит линии на отключение трех фаз при выводе однофазного АПВ из работы, исчезновении на нем оперативного постоянного тока;
- пуск высокочастотных сигналов ускорения резервных защит и останов передачи блокирующих сигналов высокочастотной защиты при действии устройства на отключение трех фаз;
- ввод дополнительного замедления в защиту от неперключения фаз каждого линейного выключателя в цикле однофазного АПВ.

Выдержка времени однофазного АПВ должна отсчитываться от момента срабатывания быстродействующей защиты и отстраиваться от времени погасания дуги и деионизации среды в месте однофазного КЗ в неполнофазном режиме с учетом возможности неодновременного срабатывания защиты по концам линии, а также каскадного действия избирательных органов.

Для сокращения паузы однофазного АПВ, повышения его эффективности и предотвращения включения на КЗ в поставляемом комплексе РЗА рекомендуется иметь функцию контроля погасания дуги (на конце линии, включаемом первым) и функцию выявления успешности включения (на конце линии, включаемом вторым).

7.7.15 В комплексе РЗА функция однофазного АПВ должна применяться в сочетании с функцией трехфазного АПВ. При этом должна быть предусмотрена возможность запрета трехфазного АПВ при неуспешном однофазном АПВ.

В зависимости от конкретных условий допускается осуществление трехфазного АПВ после неуспешного однофазного АПВ.

7.7.16 Допускается сочетание трехфазного АПВ с неселективными быстродействующими защитами для исправления неселективного действия последних.

В сетях, состоящих из ряда последовательно включенных линий, при применении для них неселективных быстродействующих защит для исправления их действия рекомендуется применять поочередное АПВ; могут также применяться устройства АПВ с ускорением защиты до АПВ или с кратностью действия АПВ не более двух, возрастающей по направлению к источнику питания.

7.7.17 Функция АПВ шин (ошиновки) подстанций при наличии специальной защиты шин (ошиновки) должна выполняться, как правило,с автоматической сборкой схемы. При этом первым от устройства АПВ включается один из питающих элементов (например, линия, трансформатор). При успешном включении этого элемента производится последующее, возможно более полное автоматическое восстановление схемы доаварийного режима путем включения других элементов. Допускается в отдельных случаях выполнение АПВ шин (ошиновки) автоматическим опробованием (постановкой шин под напряжение выключателем от АПВ одного из питающих элементов).

При выполнении АПВ шин (ошиновки) должны применяться меры, исключающие несинхронное включение (если оно является недопустимым).

Должна обеспечиваться достаточная чувствительность защиты шин (ошиновки) на случай неуспешного АПВ.

7.7.18 В комплексе РЗА шин среднего и низшего напряжений двухтрансформаторных и однотрансформаторных понижающих подстанций, как правило, должны входить устройства (функции) АПВ. При этом на стороне раздельной работы трансформаторов (автотрансформаторов) двухтрансформаторной подстанции, как правило, должны также предусматриваться устройства АВР; при внутренних повреждениях трансформаторов, а также при исчезновении питания должно действовать устройство АВР, при прочих повреждениях - АПВ.

Допускается для двухтрансформаторной подстанции, в нормальном режиме которой предусматривается параллельная работа трансформаторов на шинах данного напряжения, устанавливать дополнительно к устройству АПВ устройство АВР, предназначенное для режима, когда один из трансформаторов выведен в резерв.

7.7.19 Устройствами АПВ допускается оборудовать одиночные понижающие трансформаторы мощностью 1 МВА и более на подстанциях энергосистем, когда отключение трансформатора приводит к обесточению электроустановок потребителей.

7.7.20 В комплексе РЗА элемента электрической сети, подключенного двумя или более выключателями, при неуспешном АПВ включаемого первым выключателя должен быть предусмотрен запрет АПВ остальных выключателей.

7.7.21. При поочередном включении с помощью устройств АПВ нескольких выключателей должны использоваться устройства двукратного действия с применением различных выдержек времени.

7.7.22. Действие устройств АПВ должно фиксироваться сигнальными приборами (регистрироваться).

7.8 Технические требования к поставляемым устройствам РЗА синхронных и асинхронизированных компенсаторов

7.8.1 Для защиты синхронного и асинхронизированного компенсатора должны предусматриваться по два независимых комплекта РЗА. При этом комплекты должны включаться независимо один от другого по цепям переменного тока и цепям питания оперативным постоянным током и иметь независимые цепи отключения. Каждый из комплектов должен размещаться в отдельном шкафу и иметь возможность полностью независимого обслуживания.

7.8.2 Комплекс РЗА компенсатора должны включать:

- два комплекта продольной дифференциальной токовой защиты статора;
- 100% защиту от замыканий на землю в обмотке статора;
- 90% защиту от замыканий на землю в обмотке статора (100% и 90% защиты должны быть выполнены в разных комплектах РЗА);
- два комплекта двухступенчатой максимальной токовой защиты по току обратной последовательности для защиты от внешних несимметричных КЗ и от перегрузки машины токами несбалансированной нагрузки;
- два комплекта защиты от перегрузки статора симметричными токами;
- два комплекта двухступенчатой дистанционной защиты от внешних многофазных коротких замыканий и резервирования быстродействующих защит. В одном из комплектов вместо ДЗ может выполняться МТЗ с пуском по напряжению;

- два комплекта защиты от повышения напряжения с контролем тока статора;
- два комплекта защиты минимального напряжения;
- два комплекта защиты минимальной частоты;
- защиту (или сигнализацию) от потери возбуждения;
- защиту от выпадения из синхронизма;
- защиту от многофазных коротких замыканий в обмотке статора и в цепях пускового устройства в режимах пуска.

7.8.3 В составе системы управления возбуждением должны быть предусмотрены:
- защита от перегрузки обмоток ротора постоянным током;
- защита от замыканий на землю в одной точке обмотки ротора.

В составе системы управления пускового устройства среди прочего должны быть предусмотрены специальные функции РЗА (обеспечивающие свою работу в диапазоне частот от 0 до 70 Гц) для защиты машины и самого пускового устройства в режимах пуска. При использовании частотного пуска должны быть выполнены:
- защита от перевозбуждения машины токами низкой частоты;
- защита от затянувшегося пуска;
- защита от коротких замыканий в машине и самом пусковом устройстве в режиме пуска;
- защита от потери фазы;
- защиту от замыканий на землю в обмотке статора;
- защиту от токовой перегрузки пускового устройства.

На выключателе компенсатора должны предусматриваться:
- УРОВ выключателя;
- защита от несанкционированного включения выключателя.

7.8.4 Продольная дифференциальная токовая защита статора (ДТЗ).

ДТЗ должна обеспечивать быстродействующую защиту от многофазных коротких замыканий на выводах машины, в обмотке статора и на части ошиновки. В составе ДТЗ должна быть предусмотрена дифференциальная токовая отсечка, обеспечивающая защиту машины при внутренних больших токах КЗ, могущих вызвать насыщение ТТ.

Основные требования к защите:
- Для реализации ДТЗ могут использоваться только устройства, специально разработанные для целей РЗА генераторов большой мощности.
- ДТЗ должна быть выполнена с торможением для отстройки от токов небаланса, вызванных сквозными токами при внешних КЗ, при пусках агрегата и качаниях.
- Диапазон регулирования минимального тока срабатывания ДТЗ должен быть обеспечен в диапазоне (0,05 – 2,0) относительно номинального тока статора.
- Время срабатывания ДТЗ должно быть не менее 30мс при дифференциальном токе, превышающем двухкратное значение тока срабатывания.
- ДТЗ должна обеспечивать свою правильную работу с заданными параметрами срабатывания в диапазоне частот измеряемых токов не менее (20 – 70) Гц.
- ДТЗ не должна ложно срабатывать при насыщениях ТТ вызванных сквозными переходными сверхтоками, а также при токах низкой частоты в режимах частотного пуска агрегата (при использовании частотного пуска).
- ДТЗ должна обеспечивать защиту машины в режимах пуска агрегата.

7.8.5 Дистанционная защита (ДЗ) (Максимальная токовая защита с пуском по напряжению).

Основные требования к защите:
- Защита должна быть выполнена с двумя ступенями срабатывания.
- ДЗ должна быть снабжена блокировкой при качаниях.
- ДЗ не должна ложно работать при любых неисправностях в цепях напряжения, в том числе при полнофазном обрыве цепей ТН.

- Защита должна блокироваться в режимах пуска.

7.8.6 Защита от симметричных перегрузок обмотки статора (ЗП).

ЗП должна обеспечивать защиту обмотки статора от недопустимой токовой перегрузки в режимах работы машины с выдачей или потреблением мощности.

Защита должна содержать сигнальный и отключающий органы.

Основные требования к защите:

- Сигнальный орган ЗП должен быть выполнен с независимой выдержкой времени.

- Отключающий орган ЗП должен выполняться в виде интегрального токового элемента, имитирующего тепловую модель машины. ЗП допускается выполнить в виде МТЗ с обратнозависимой (инверсной) характеристикой срабатывания.

7.8.7 Максимальная защита по току обратной последовательности (МТЗ I2).

МТЗ I2 обеспечивает защиту машины от несимметричных перегрузок и от внешних несимметричных КЗ.

МТЗ I2 должна содержать сигнальную ступень, ступень токовой отсечки и интегральный отключающий орган.

Основные требования к защите:

- Сигнальный орган МТЗ I2 должен быть выполнен с независимой выдержкой времени.

- Токовая отсечка МТЗ I2 выполнятся с независимой выдержкой времени.

- Интегральный отключающий орган МТЗ I2 должен быть выполнен с обратнозависимой, квадратичной характеристикой срабатывания.

7.8.8 Основные требования к 90% и 100% защитам обмоток статора от замыканий на землю:

- 90% защита статора, выполняется на принципе измерения 3Uo.

- 100% защита, выполняется на принципе измерения составляющей третьей гармоники в напряжении 3Uo и включается на два ТН, со стороны сетевых выводов и в нейтрали статора.

100% защита может выполняться на принципе измерении высших гармоник в токе 3Io. Для выполнения данной защиты должен использоваться ТТ нулевой последовательности, устанавливаемый на токопроводе машины.

- Защиты должны быть снабжены блокировками при неисправности цепей ТН, и не должны ложно работать при несимметричной нагрузке.

- Защиты не должны ложно работать при внешних многофазных коротких замыканиях или должны быть снабжены соответствующими блокирующими органами.

- Защиты не должны ложно работать при повышенном уровне линейного напряжения (в допустимых для машины пределах), в том числе в режиме форсировки возбуждения, а также при переходных процессах.

При использовании частотного пуска в составе системы управления и контроля пускового устройства должна быть предусмотрена защита с аналогичными функциями, которая может выявлять повреждение изоляции не менее 90% обмотки статора в режиме подачи на машину напряжения низкой частоты и обеспечивать аварийное отключение машины.

7.8.9 Защита от повышения напряжения должна обеспечивать защиту обмотки статора от перенапряжений при потере нагрузки (потери связи с питаемой энергосистемой) и действовать с контролем отсутствия тока в обмотке статора

7.8.10 Защита минимального напряжения и минимальной частоты должна исключать возможность несинхронного включения машины в режимах оперативного или автоматического восстановления питания подстанции. Защита минимального напряжения выполняет аналогичные функции при больших и относительно длительных провалах напряжения, вызванных внешними короткими замыканиями, которые могут приводить к выпадению из синхронизма отдельной машины

7.8.11 Основные требования к защите от потери возбуждения:

- Защита от потери возбуждения должна выполняться с полнофазным контролем тока и напряжения статора и при необходимости может дополняться полнофазным контролем напряжения, поданого на многофазную (двух- или трехфазную) обмотку возбуждения.

- Защита должна выявлять полную и «неполную» потери возбуждения машины, а также иметь возможность определять обрыв любой из фаз в цепи ротора (если защита от асинхронного хода не способна выявить данную неисправность).

- Защита может выполняться с контролем синхронного сопротивления машины.

- Защита должна блокироваться при неисправности цепей трансформатора напряжения и при КЗ.

7.8.12 Основные требования к защите от выпадения из синхронизма:

- Защита может выполняться с использованием дистанционных органов, или органов направления активной мощности.

- Для асинхронизированной машины не могут быть использованы традиционные защиты, контролирующие частоту вращения ротора от датчиков скорости (тахогенераторов).

7.8.13 Основные требования к устройству резервирования при отказе выключателя (УРОВ):

- Пуск УРОВ должен осуществляться при действии всех защит, действующих на отключение этого выключателя.

- УРОВ должен иметь двухступенчатое действие: без выдержки времени на отключение резервируемого выключателя; с выдержкой времени на отключение.

7.8.14 Защита от несанкционированного включения генераторного выключателя может входить в состав схемы управления выключателем и обеспечивать блокировку включения выключателя при заторможенной машине. Дополнительно должна предусматриваться токовая отсечка, реагирующая на ток машины при прямом пуске, которая должна автоматически вводиться на заданное время в момент включения выключателя.

7.8.15 Защиты обмоток ротора, а именно, защита от перегрузки и защита от замыканий на землю в одной точке обмоток ротора, выполняются в составе одного из комплектов РЗА. Защиты могут не выполняться, если аналогичные функции предусмотрены в системе АРВ.

Основные требования к защитам:

- Для защит должны использоваться устройства с аналоговыми «миллиамперными» входами постоянного тока (4-20мА) и с соответствующими защитными функциями.

- Защита от перегрузки ротора должна включать сигнальный и отключающий элементы. Сигнальный элемент в виде токовой защиты с независимой выдержкой времени Отключающий элемент с обратнозависимой выдержкой времени). Токи ротора должны измеряться на шунтах включаемых в цепях всех фаз обмоток возбуждения.

- Для выполнения защит от замыканий на землю в одной точке должны предусматриваться дополнительные измерительные блоки, включаемые в цепи обмоток возбуждения, которые должны поставляться комплектно с устройствами защиты. Защита выполняется с сигнальной и отключающей ступенями, и должна реагировать на уменьшение сопротивления изоляции. Защита не должна реагировать на высшие гармонические составляющие, наводимые тиристорной системой возбуждения.

7.8.16 Максимальная токовая защита для режима пуска компенсатора.

При использовании частотного пуска компенсатора должна предусматриваться специальная максимальная токовая защита, автоматически вводимая в режиме пуска и обеспечивающая резервную защиту обмотки статора и цепей ПУ.

Основные требования к защите:

- Защита должна быть выполнена с двумя ступенями срабатывания: первая ступень без выдержки времени, вторая с выдержкой времени;

- Защита должна реагировать на действующее значение пускового тока компенсатора в диапазоне частот 2 – 70 Гц. Допускается выполнить защиту, реагирующую на мгновенное значение тока.

7.9 Технические требования к поставляемым устройствам РЗА в части автоматики включения резервного питания и оборудования

7.9.1 Устройство (функция) АВР должна предусматриваться для восстановления питания потребителей путем автоматического включения резервного источника питания при отключении рабочего источника. Устройство (функция) АВР должна предусматриваться также для автоматического включения резервного оборудования при отключении рабочего оборудования, приводящем к нарушению нормального технологического процесса.

Устройства АВР могут включаться в комплекс РЗА трансформаторов, линий, секционных и шиносоединительных выключателей и т.п.

7.9.2 Устройство АВР должно действовать, как правило, при исчезновении напряжения на шинах питаемого элемента.

В поставляемом устройстве АВР комплектных распределительных устройств напряжением 6 кВ и выше должна быть предусмотрена блокировка его действия в случае отключения рабочего питания при КЗ на шинах питаемого элемента электрической сети или на отходящих от этих шин элементах.

7.9.3 Поставляемое устройство АВР при отключении выключателя приемной стороны рабочего источника питания должно включать, как правило, без дополнительной выдержки времени, выключатель резервного источника питания, при этом должна быть обеспечена однократность действия устройства. Допускается включать выключатель резервного источника с выдержкой времени, не приводящей к нарушению основного технологического процесса.

7.9.4 Для обеспечения действия АВР при обесточении потребителей в связи с исчезновением напряжения со стороны питания рабочего источника (не связанным с отключением выключателя ввода на секцию или систему шин, к которой присоединены указанные потребители) в устройстве АВР, должен предусматриваться дополнительно пусковой орган минимального напряжения.

Указанный пусковой орган при исчезновении напряжения на питаемом элементе и при наличии напряжения со стороны питания резервного источника должен действовать с выдержкой времени на отключение рабочего источника питания с приемной стороны.

7.9.5 Пусковой орган минимального напряжения поставляемого устройства (функции) АВР должен быть выполнен так, чтобы исключалась его ложная работа при:

- перегорании одного из предохранителей трансформатора напряжения со стороны обмотки высшего напряжения;
- отключении автоматического выключателя трансформатора напряжения;
- выкатывании тележки с трансформатором напряжения в КРУ и КРУН.

7.9.6 Если при использовании пуска АВР по напряжению время его действия может оказаться недопустимо большим (например, при наличии в составе нагрузки значительной доли синхронных электродвигателей), рекомендуется в поставляемом устройстве (функции) АВР иметь в дополнение к пусковому органу напряжения пусковые органы других типов (например, реагирующие на исчезновение тока, снижение частоты, изменение направления мощности и т.п.).

В случае применения пускового органа частоты последний при снижении частоты на стороне рабочего источника питания до заданного значения и при нормальной частоте со стороны резервного питания должен действовать с выдержкой времени на отключение выключателя рабочего источника питания.

7.9.7 В комплексе РЗА при применении АВР должна учитываться недопустимость его действия на включение потребителей, отключенных устройствами АЧР и САОН. С этой целью должны применяться специальные мероприятия (например, блокировка по частоте); в отдельных случаях, при специальном обосновании невозможности выполнения указанных мероприятий, допускается не предусматривать АВР.

7.10 Общие технические требования к конструктивному исполнению поставляемых устройств РЗА

7.10.1 Степень защиты персонала от соприкосновения с токоведущими частями устройства, находящимися под оболочкой (кроме входных и выходных зажимов для подключения проводников), а также от проникновения и отложения пыли должна быть не менее IPX5 для всех устройств РЗА.

Предотвращение попадания воды в устройства РЗА должно обеспечиваться защитной оболочкой устройства и дополнительно защитной оболочкой каркаса, в который необходимо встроить устройство РЗА и обеспечить защиту для обычно встречающихся условий - IPX4.

Если устройство РЗА устанавливается в шкафах, отсеках КРУ, то степень защиты IP5X определяется с учетом наличия оболочек, исключая случаи установки РЗА на двери шкафов КРУ.

7.10.2 В устройствах РЗА программно-аппаратного исполнения должен быть предусмотрен встроенный человеко-машинный интерфейс с мини-дисплеем и клавиатурой. Допускается применение переносного пульта. Объем возможных операций с помощью местного интерфейса задается в соответствии с типом защиты и областью ее применения и устанавливается в технических требованиях, ТЗ или ТУ на конкретное устройство.

Местный интерфейс «человек - машина» должен устанавливаться на лицевой стороне конструктива и может содержать элементы сигнализации о срабатывании, о действии на отключение, о возникновении неисправности, дисплей и клавиатуру и (или) порт для подключения внешнего пульта или ПЭВМ для ввода-вывода данных и управления защитой.

Некоторые функции интерфейса «человек - машина», такие как задание уставок и выбор характеристик защит, должны быть защищены от прямого доступа оперативного персонала. Другие функции, такие как вывод защиты из действия и ввод ее в действие, должны быть доступны оперативному персоналу.

7.10.3 Должны использоваться общепринятые в отрасли символы, размерности, сокращения терминов и т.п. Надписи на лицевой панели должны быть понятными, используемые мнемокоды должны быть стандартизованы.

7.11 Общие технические требования к надежности поставляемых устройств РЗА

7.11.1 Устройства РЗА в части требований по надежности должны соответствовать ГОСТ 4.148-85 и ГОСТ 27.003-90.

Здесь и далее рассматривается надежность устройств РЗА, как самостоятельных изделий, без учета влияния надежности внешних цепей датчиков, цепей команд управления, цепей внешних источников электроснабжения, если иное не оговорено в ТЗ и/или ТУ на УРЗА.

7.11.2 Устройства РЗА должны поставляться, в основном, восстанавливаемые и ремонтопригодные, рассчитанные на длительное функционирование в режиме «ожидания» и требующие в процессе эксплуатации технического обслуживания. При этом ремонт неисправного устройства производится обезличенным способом.

По числу возможных состояний (по работоспособности) поставляемые устройства РЗА относятся к изделиям вида 2 по ГОСТ 27.003-90.

7.11.3 Надежность программно-аппаратных устройства РЗА определяется надежностью ее алгоритмов, технических и программных средств. В таких устройствах РЗА должны быть использованы следующие основные способы обеспечения необходимой надежности:

– резервирование аппаратных средств, функций защиты и программного обеспечения (два или более устройства, две или более системы защит, функциональное резервирование, резервирование защит смежных элементов);

– применение отказоустойчивых структур (в том числе архитектурных решений);

– автоматическая диагностика аппаратных средств и целостности программного кода;

– применение современной малопотребляющей (не требующей принудительного охлаждения) элементной базы;

– хранение констант, кода программ и данных саморегистрации в энергонезависимой памяти.

7.11.4 Для однозначной фиксации технического состояния устройства и фактов отказов и/или неисправностей в ТЗ на поставляемый комплекс РЗА должны быть приведены критерии отказов и критерии предельных состояний, а также должно указываться время ожидания ремонта, то есть замены неисправного элемента.

7.11.5 Номенклатура и значения показателей надежности для поставляемых устройств РЗА должны указываться в ТЗ на конкретные виды устройств и составлять:

– средняя наработка на отказ сменного элемента – не менее 100 тыс. ч.;

– среднее время восстановления (замены сменного элемента с учетом определения поврежденного узла) – не более 3 ч.;

– средний срок службы сменного элемента до капитального ремонта – не менее 10 лет;

– параметр потока отказов в срабатывании устройства за год (при наличии требования) – не более $3*10^{-4}$;

– параметр потока ложных срабатываний устройства в год (при отсутствии требования) – не более 10^{-6};

– полный средний срок службы устройства – не менее 20 лет.

Значения показателей надежности сменных элементов различного назначения могут отличаться.

7.11.6 Для серийных устройств РЗА соответствие требованиям по надежности простых устройств или сменных элементов сложных устройств должно подтверждаться специальными контрольными испытаниями.

Соответствие требованиям надежности устройств РЗА оценивается по статистическим данным о числе и видах отказов устройств, полученным из опыта эксплуатации.

7.12 Общие технические требования к поставляемым устройствам РЗА в части их питания оперативным током

7.12.1 Электропитание устройств РЗА может выполняться:

- от сети оперативного постоянного тока - аккумуляторная батарея;
- от сети переменного оперативного тока – от трансформаторов тока или трансформаторов напряжения или трансформаторов собственных нужд;
- от выпрямленного переменного оперативного тока – от трансформаторов собственных нужд.

7.12.2 Устройства РЗА должны иметь защиту от подачи напряжения оперативного постоянного тока обратной полярности.

7.12.3 Устройство РЗА не должно повреждаться, или ложно срабатывать при подключении и (или) отключении источника питания.

7.12.4 Устройства РЗА должны сохранять работоспособность, заданные параметры и программы действия после перерывов питания любой длительности с последующим восстановлением.

7.12.5 Устройства РЗА должны удовлетворять следующим требованиям при питании от постоянного оперативного тока:

- номинальное напряжение питания - ±110 В или ±220 В
- допустимые длительные отклонения напряжения питания (рабочий диапазон) - +10% , -20%
- допустимые кратковременные (0,3 с) отклонения напряжения питания (предельный диапазон), при котором устройства РЗА не должны повреждаться или формировать ложные выходные команды - +20% , -50%
- допустимые пульсации в напряжении питания - 12 %
- допустимые перерывы питания согласно ГОСТ Р 51317.6.5-2006.

Устройства РЗА не должно повреждаться, или ложно срабатывать при замыканиях на землю в цепи оперативного тока.

7.12.6 Устройства РЗА должны удовлетворять следующим требованиям при питании от выпрямленного оперативного тока:

- номинальное напряжение питания - ±110 В ±220 В
- допустимые длительные отклонения напряжения питания (рабочий диапазон) - +10%, -15%
- допустимые кратковременные (0,3 с) отклонения переменного напряжения (предельный диапазон), питающего выпрямитель, при котором устройства МП РЗА не должны повреждаться или формировать ложные выходные команды - +15% , -50%
- допустимые пульсации в напряжении питания (после выпрямителя) - 12 %
- допустимые перерывы питания согласно ГОСТ Р 51317.6.5-2006.
- допустимые длительные отклонения частоты напряжения, питающего выпрямитель -5 Гц, +3 Гц

7.12.7 Устройства РЗА должны удовлетворять следующим требованиям при питании от переменного оперативного тока:

- номинальное напряжение питания -100 В или 220 В

- допустимые длительные отклонения напряжения питания (рабочий диапазон) - +10% , -15%

- допустимые кратковременные отклонения напряжения питания (предельный диапазон), при котором устройства МП РЗА не должны повреждаться или формировать ложные выходные команды - +15% , -50%

- допустимые перерывы питания согласно ГОСТ Р 51317.6.5-2006.

- допустимые длительные отклонения частоты, питающего выпрямитель напряжения -5 Гц, +3 Гц

7.12.8 Комплекс РЗА элемента электроэнергетической системы должен иметь сигнализацию об исчезновении питающего напряжения.

7.13 Общие технические требования к электромагнитной совместимости поставляемых устройств РЗА

7.13.1 Электромагнитная совместимость поставляемых комплексов (устройств) РЗА элементов электроэнергетической системы должна обеспечиваться согласно ГОСТ Р 51317.6.5-2006

7.13.2 В части устойчивости к магнитному полю промышленной частоты по ГОСТ Р 50648 программно-аппаратные УРЗА должно соответствовать 5 степени жесткости.

7.14 Общие технические требования к поставляемым устройствам РЗА в части устойчивости к механическим воздействиям

7.14.1 Устройства РЗА по устойчивости к внешним механическим воздействующим факторам должны соответствовать требованиям ГОСТ 17516.1-90Е.

7.14.2 Требования к стойкости устройств РЗА при воздействии механических факторов в условиях хранения и транспортирования должны соответствовать группе С по ГОСТ 23216-78.

Устройства РЗА должны допускать транспортирование железнодорожным и автомобильным транспортом и их сочетанием, а также водным путем (кроме моря). При этом допустимое число перегрузок устройств не должно быть менее 4.

7.15 Общие технические требования к устойчивости к климатическим воздействиям поставляемых устройств РЗА

7.15.1 Устройства РЗА в части воздействия климатических факторов при эксплуатации, в режимах хранения и транспортирования должны соответствовать ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89Е.

7.15.2 Группы исполнения устройств РЗА должны предусматривать эксплуатацию в умеренных и холодных климатических зонах УХЛ4, УХЛ3, УХЛ3.1, УХЛ2.1 и в тропиках — 04, Т3, Т3.1, Т2.1.

Поставляемые УРЗА должны предусматривать эксплуатацию на высоте до 2000 м над уровнем моря.

Устройства РЗА должны предназначаться для эксплуатации в районах с атмосферой типа II (промышленная), где среда не взрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, а концентрация сернистого газа в воздухе не превышает норм, оговоренных ГОСТ 15150-69.

При тепловых испытаниях устройств РЗА, которые должны эксплуатироваться в закрытых объемах (в отсеках ячеек КРУ, КТП СН или в других, где возможно выделение тепла от установленной там аппаратуры), за эффективное значение температуры окружающей среды должно приниматься верхнее рабочее значение, увеличенное на 10°С.

7.16 Общие технические требования к поставляемым устройствам РЗА в части электробезопасности

7.16.1 Требования по электробезопасности должны соответствовать нормам ГОСТ 12.2.007.6-98.

7.16.2 По способу защиты человека от поражения электрическим током устройства РЗА должны относиться к классу 01 по ГОСТ 12.2.007.6-98.

7.16.3 Сопротивление изоляции цепей в пределах одного устройства должно быть не менее 100 МОм.

7.16.4 Устройства должны иметь болт для подключения защитного заземления по ГОСТ 12.1.030-81 к общему контуру заземления.

Способы и элементы заземления должны обеспечить значения переходных сопротивлений не более:

- 600 мкОм – в местах непосредственного соединения деталей между собой;
- 2000 мкОм – в цепи заземления РЗА (сумма переходных сопротивлений между болтом заземления и деталями корпуса)

7.17 Общие технические требования к пожаробезопасности поставляемых устройств РЗА

7.17.1 Пожарная безопасность УРЗА должна удовлетворять требованиям ГОСТ 12.1.004-89.

7.17.2 Пожаробезопасность должна быть обеспечена;

- применением материалов не поддерживающих горения и исключением использования легковоспламеняющихся материалов;
- применением средств защиты для отключения в аварийном режиме работы (перегрев, короткое замыкание и др.).

7.18 Общие технические требования к изоляции поставляемых устройств РЗА

7.18.1 Изоляция аппаратуры устройств РЗА должна подвергаться испытаниям в соответствии с ГОСТ Р 50514-93.

Проверка электрической прочности изоляции должна выполняться между каждой независимой цепью и корпусом, между независимыми цепями.

К независимым цепям устройства РЗА должны быть отнесены:

- входные цепи от измерительных трансформаторов тока;
- входные цепи от измерительных трансформаторов напряжения;
- входные цепи питания от сети оперативного тока;
- входные цепи контактов реле других устройств;
- цепи цифровых связей с верхним уровнем АСУ ТП;
- цепи цифровой связи с местной ПЭВМ.

Климатические условия проведения испытаний должны быть следующими:

- температура окружающей среды от 15 до 30 °С;
- относительная влажность от 45 до 75 %;
- атмосферное давление от 86,0 до 106,0 кПа.

Испытания должны проводиться на не нагретом устройстве.

7.18.2 Сопротивление изоляции между каждой независимой цепью (гальванически не связанной с другими цепями), за исключением цепей цифровых связей с АСУ ТП и ПЭВМ (для программно-аппаратных УРЗА), и корпусом, соединенным со всеми остальными независимыми цепями, должно быть не менее 100 МОм при напряжении постоянного тока 1000 В.

Сопротивление изоляции цифровых связей с АСУ ТП и ПЭВМ не измеряется, а отсутствие замыкания на корпус контролируется омметром.

7.18.3 Электрическая изоляция каждой из входных и выходных независимых цепей устройства, за исключением цепей цифровых связей, по отношению ко всем остальным цепям и корпусу должна выдерживать без повреждений испытательное напряжение действующим значением 2,0 кВ частоты 50 Гц в течение 1 мин.

Электрическая изоляция цепей цифровых связей с верхним уровнем АСУ ТП (для программно-аппаратных УРЗА) с номинальным напряжением не более 60 В относительно

корпуса, соединенного с другими независимыми цепями, должна выдерживать без повреждений испытательное напряжение действующим значением 0,5 кВ частоты 50 Гц в течение 1 мин.

Электрическая изоляция цепей цифровых связей с местной ПЭВМ (для программно-аппаратных УРЗА) испытаниям на электрическую прочность не подвергается.

7.18.4 Электрическая изоляция каждой из входных и выходных цепей устройства РЗА, за исключением цепей цифровых связей, относительно корпуса, соединенного с другими независимыми цепями, должна выдерживать без повреждений три положительных и три отрицательных импульса испытательного напряжения следующих параметров:

- амплитуда - 5,0 кВ с допустимым отклонением 10 %;
- длительность переднего фронта – 1,2 мкс ± 30 %;
- длительность полуспада заднего фронта – 50 мкс ± 20 %;
- длительность интервала между импульсами – не менее 5 с.

Электрическая изоляция цепей цифровых связей с верхним уровнем АСУ ТП (для программно-аппаратных УРЗА) относительно корпуса, соединенного с другими независимыми цепями, должна выдерживать без повреждений три положительных и три отрицательных импульса испытательного напряжения следующих параметров:

- амплитуда - 1,0 кВ с допустимым отклонением 10 %;
- длительность переднего фронта - 1,2 мкс ± 30 %;
- длительность полуспада заднего фронта - 50 мкс ± 20 %;
- длительность интервала между импульсами - не менее 5 с.

Электрическая изоляция цепей цифровых связей с местной ПЭВМ (для программно-аппаратных УРЗА) испытаниям импульсным напряжением не подвергается.

7.19 Общие технические требования к взаимодействию с АСУ ТП поставляемых устройств РЗА

7.19.1 Действие поставляемых устройств РЗА, в том числе и срабатывание/возврат их органов, должны фиксироваться для учета и анализа работы защиты. Должна предусматриваться передача информации в устройства центральной сигнализации, на регистратор событий и/или в АСУ ТП ПС.

7.19.2 Комплексы (устройства) РЗА, поставляемые на ПС, оснащенные АСУ ТП, должны интегрироваться с этой системой.

7.19.3 Протокол обмена данными между программно-аппаратными УРЗА и АСУ ТП определен ГОСТ Р МЭК 61850.

7.19.4 Все основные функции поставляемых программно-аппаратных комплексов РЗА элемента электроэнергетической системы должны выполняться без деградации при любых отказах каналов связи с верхним уровнем АСУ ТП.

8 Требования к комплектности, поставляемых и вводимых в действие устройств РЗА

8.1 В комплект поставки устройств должны входить:

- комплекс (устройство) РЗА, типоисполнение которого зависит от заказа. При поставке комплексов РЗА линий должны поставляться комплекты защиты для всех концов линии (кроме специально оговоренных случаев);
- запасные части для пуско-наладочных работ по перечню предприятия-изготовителя;
- техническая документация производителя на поставляемые устройства РЗА: руководство по эксплуатации, паспорт на устройство, компакт-диск с программным обеспечением в соответствии с заказом и руководством пользователя программ для программно-аппаратных комплексов (устройств) РЗА.

8.2 В технической документации производителя должны приводиться рекомендации по расчету, выбору и настройке уставок поставляемых им устройств РЗА. Документация на импортные устройства должна предоставляться на русском языке с принятой в отрасли терминологией и обозначениями.

9 Виды и порядок проведения испытаний при вводе в действие устройств РЗА

Вид и порядок проведения испытаний определяется документацией по наладке поставляемых комплексов (устройств) РЗА.

Если устройство РЗА, поставляемое на конкретный энергообъект, требует перепрограммирования изготовителем для учета особенностей применения на данном объекте, необходимо проведение испытаний на заводе-изготовителе. Результат испытаний должен быть оформлен протоколом.

10 Гарантийное сопровождение эксплуатации устройств РЗА

Гарантийное сопровождение эксплуатации устройств РЗА определяется контрактом с поставщиком оборудования, но оно не должно быть менее 2 лет с момента ввода в эксплуатацию.

11 Маркировка и упаковка поставляемых устройств РЗА

11.1 Устройства должны иметь маркировку согласно ГОСТ 18620.1-86 в соответствии с технической документацией.

Маркировка должна быть выполнена способом, обеспечивающим ее четкость и сохраняемость.

11.2 Транспортная маркировка тары должна выполняться по ГОСТ 14192-96. Нанесение изображений манипуляционных знаков «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги», «Ограничение температуры» (интервал температур от минус 50°С до плюс 50°С), «Верх» должно быть определено в технической документации на поставляемое устройство.

11.3 На внутренней упаковке или внутри этой упаковки, если она прозрачна, должны быть указаны:

- товарный знак предприятия-изготовителя
- структурное обозначение устройства, в соответствии с заказом;
- дата изготовления.

11.4 Поставляемые устройства не должны подлежать консервации маслами и ингибиторами.

11.5 Упаковка устройств должна производиться по ГОСТ 23216-78 для условий хранения и транспортирования и допустимых сроков сохраняемости, определяемых в технической документации.

11.6 Сочетание видов и вариантов транспортной тары с типами внутренней упаковки по ГОСТ 23216-78:

- для поставок устройств РЗА в районы с умеренным климатом категория упаковки КУ-2: ТК/ВУ-IIIА
- для поставок устройств РЗА в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности категория упаковки КУ-3А: ТК/ВУ-IIIБ.

11.7 Каждое поставляемое устройство должно быть уложено в коробку по ГОСТ 12301-2006, или пачку по ГОСТ 12303-80 из гофрированного картона по ГОСТ 7376-89 или коробочного картона по ГОСТ 7933-89 при выполнении условий, обеспечивающих их сохраняемость при транспортировании. Размеры пачки должны исключать возможность свободного перемещения в ней изделий. При необходимости изделие в коробке (пачке) должно быть уплотнено от перемещений прокладками.

На коробке должна быть наклеена этикетка согласно п. 11.3. Допускается нанесение данных непосредственно на коробку.

11.8 Упакованное устройство должно быть уложено в ящик дощатый по ГОСТ 16511-86, защищающий устройство от механических повреждений при транспортировании и хранении.

Допускается отгрузка устройств в универсальных контейнерах без транспортной тары по ГОСТ 18477-79. При транспортировании в контейнерах должны учитываться требования ГОСТ 20259-80.

11.9 Упаковка запасных частей поставляемых устройств, технической и сопроводительной документации и маркировка ее упаковки должны производиться в соответствии с ГОСТ 23216-78.

12 Транспортирование и хранение поставляемых устройств РЗА

12.1 Условия транспортирования и хранения устройств и допустимые сроки сохраняемости в упаковке до ввода в эксплуатацию должны соответствовать указанным в таблице 12.1.

Таблица 12.1

Вид поставки	Обозначение условий транспортирования в части воздействия		Обозначение условий хранения по ГОСТ 15150-69	Допустимый срок сохраняемости в упаковке поставщика, годы
	механических факторов по ГОСТ 23216-78	климатических факторов по ГОСТ 15150-69		
Для районов с умеренным климатом по ГОСТ 15846	Л	5 (ОЖ4)	1(Л)	2
Для районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностям по ГОСТ 15846	С	5 (ОЖ4)	2(С)	2

12.2 Нижнее значение температуры окружающего воздуха при транспортировании и хранении минус 40 °С.

12.3 Требования по условиям хранения распространяются на склады изготовителя и потребителя поставляемых устройств РЗА.

12.4 Транспортирование упакованных устройств может производиться любым видом закрытого транспорта, предохраняющим изделия от воздействия солнечной радиации, резких скачков температур, атмосферных осадков и пыли с соблюдением мер предосторожности против механических воздействий.

5.4 Погрузка, крепление и перевозка устройств в транспортных средствах должна осуществляться в соответствии с действующими правилами перевозок грузов на соответствующих видах транспорта.

Приложение А
(Рекомендуемое)
Перечень базовых функций РЗА

В Таблице А.1 приведен перечень базовых функций РЗА и их номера.

Таблица А.1

Номер функции	Описание функции
21	Дистанционная защита, пофазная
21G	Дистанционная защита от замыканий на землю
21P	Дистанционная защита от междуфазных замыканий
21N	Дистанционная защита, земляная
21FL	ОМП
25	Реле контроля синхронизма
27	Реле минимального напряжения
27P	Контроль понижения фазного напряжения
27X	Контроль понижения напряжения собственных нужд
32	Реле направления мощности
32F	Реле прямой мощности
32R	Реле обратной мощности
37	Реле минимального тока или мощности
50	Реле максимального тока с независимой выдержкой времени
50BF	Реле тока УРОВ
50G	Токовая защита нулевой последовательности (подключена к ТТ нулевой последовательности) с независимой выдержкой времени
50N	Токовая защита нулевой последовательности (расчет, исходя из фазных токов) с независимой выдержкой времени
50_2	Токовая защита обратной последовательности с независимой выдержкой времени
51	Реле максимально тока с зависимой выдержкой времени
51G	Токовая защита нулевой последовательности (подключена к ТТ нулевой последовательности) с зависимой выдержкой времени
51N	Токовая защита нулевой последовательности (расчет, исходя из фазных токов) с зависимой выдержкой времени
51P	Фазная токовая защита с зависимой выдержкой времени
51V	Реле максимально тока с (зависимой) выдержкой времени с контролем по напряжению
51_2	Токовая защита обратной последовательности с зависимой выдержкой времени
55	Реле коэффициента мощности (cos φ)
59	Реле повышения напряжения
59N	Контроль повышения напряжения нейтрали
59P	Контроль повышения фазного напряжения
59X	Контроль повышения напряжения собственных нужд
59_2	Контроль повышения напряжения обратной последовательности
60	Реле разности напряжений (токов)
67	Токовая направленная защита

Окончание таблицы А.1

67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности с независимой выдержкой времени
67P	Фазная токовая направленная защита
67_2	Токовая направленная защита обратной последовательности с независимой выдержкой времени
68	Блокировка при качаниях мощности
76	Максимальное реле постоянного тока
78	Реле угла
79	АПВ
81	Реле частоты
81O	Контроль повышения частоты
81U	Контроль понижения частоты
87	Дифференциальная токовая защита
87B	Дифференциальная защита шин
87G	Защита от замыкания на землю трансформатора с нейтралью заземленной через резистор
87L	Дифференциальная токовая защита линии
87P	Реле сравнения фаз
87T	Ограниченная дифференциальная защита трансформатора

УДК 621.316.925.1 ОКС

Ключевые слова: подстанция (ПС), релейная защита (РЗ), условия поставки, функции релейной защиты и автоматики, электроавтоматика

Руководитель организации-разработчика

Открытое акционерное общество «Научно-технический центр электроэнергетики»
наименование организации

Заместитель генерального директора	личная подпись	Ю.И. Моржин
должность		инициалы, фамилия

Руководитель разработки:

Зам. зав. отделом	личная подпись	Т.А. Коржецкая
должность		инициалы, фамилия

Исполнители:

Ст. научн. сотрудник	личная подпись	М.В. Вазюлин
должность		инициалы, фамилия
Вед. научн. сотрудник	личная подпись	Г.Г. Фокин
должность		инициалы, фамилия

СОИСПОЛНИТЕЛИ

Руководитель организации-соисполнителя

Открытое акционерное общество «Институт Энергосетьпроект»
наименование организации

Главный инженер – Первый заместитель Генерального директора	личная подпись	В.А. Воронин
должность		инициалы, фамилия

gost.e-ecolog.ru