

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

II издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 3-4 ноября 2022 г.,
Комитет ОСЖД, г. Варшава

Согласовано совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 8-10 ноября 2022 г.,
Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 10 ноября 2022 г.

Примечание: Теряет силу I издание Памятки от 28.10.2011 г.

Р 603

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ И
ЛИНЕЙНЫХ УСТРОЙСТВ ТЯГОВОГО
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
НА СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения, термины и определения	3
2. Внешнее электроснабжение	3
3. Понижительные трансформаторы и преобразовательные агрегаты	5
4. Компоновка, конструктивное исполнение и схемотехнические решения распределительных устройств тяговых подстанций	
4.1. Общие положения	6
4.2. Распределительные устройства напряжением 110 и 220 кВ	9
4.3. Распределительные устройства напряжением от 6 до 35 кВ переменного тока	12
4.4. Распределительные устройства напряжением 3,3 кВ постоянного тока	13
4.5. Сети собственных нужд и постоянного оперативного тока	15
5. Защита от коротких замыканий и перегрузок, автоматизация управления	15
5.1. Защита от коротких замыканий и перегрузок	15
5.2. Автоматизация управления	17
6. Телемеханизация, техническое диагностирование и мониторинг	18
6.1. Общие положения	18
6.2. Телесигнализация и телеизмерение	20
6.3. Телеуправление	21
6.4. Техническое диагностирование и мониторинг	21
6.5. Цифровые технологии	22

1. Общие положения, термины и определения

1.1. Настоящая Памятка распространяется на железнодорожные тяговые подстанции и линейные устройства системы тягового железнодорожного электроснабжения (в частности, посты секционирования, пункты параллельного соединения, автотрансформаторные пункты и пункты группировки) и устанавливает рекомендации по их проектированию на современной элементной базе.

1.2. В настоящей Памятке применены термины согласно Памятке Р 604 «Терминология электрической и дизельной тяги» (часть 1-ая «Электроснабжение»), II издание.

1.3. Настоящая Памятка предусматривает совместное использование с памятками, на которые приведены нормативные ссылки в 3.5; 4.1.11; 4.3.6; 4.5; 5.1.9; 5.2.4; 6.1.4; 6.2.7, а также с Памяткой Р 612-7 «Рекомендации по экономии электроэнергии в устройствах энергоснабжения электрифицированных железных дорог».

1.4. Предлоги «от» и «до», применяемые в тексте настоящей Памятки при указании диапазонов изменения значений физических величин, следует понимать в значении «включительно».

2. Внешнее электроснабжение

2.1. Для подключения тяговых подстанций рекомендуется использовать существующие сети внешнего электроснабжения. При невозможности использования существующих сетей внешнего электроснабжения должны сооружаться линии электропередачи напряжением не менее 110 кВ.

2.2. Электроснабжение тяговых подстанций должно обеспечиваться по линиям электропередачи, количество которых должно быть не менее двух. При отключении одной из них оставшиеся должны обеспечивать бесперебойное питание подстанции.

2.3. Схемы распределительных устройств высшего напряжения тяговых подстанций определяются в зависимости от схем электрических сетей, от которых питаются подстанции, и должны обеспечивать их надежную работу. Схемы распределительных устройств высокого напряжения должны быть согласованы с энергоснабжающей организацией.

2.4. При высшем напряжении подстанции 110 или 220 кВ рекомендуется:

2.4.1. При включении подстанций в транзит линии напряжением 110 или 220 кВ – схема «мостик с выключателями в цепях трансформаторов и ремонтной перемычкой со стороны трансформаторов» (рисунок 1). Схема дает возможность секционирования линии электропередачи в режиме ремонта любого выключателя без переключения защит линии электропередачи.

2.4.2. Для подстанций, присоединяемых к линиям электропередачи ответвлениями, требованиям надежности удовлетворяет схема «два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линии» (рисунок 2).

2.4.3. При числе заходящих на подстанцию линий электропередачи напряжением 110 или 220 кВ более двух (опорные подстанции) распределительное устройство дополняется обходной системой шин (рисунок 3). Для коммутации линий и трансформаторов опорной подстанции должны устанавливаться выключатели.

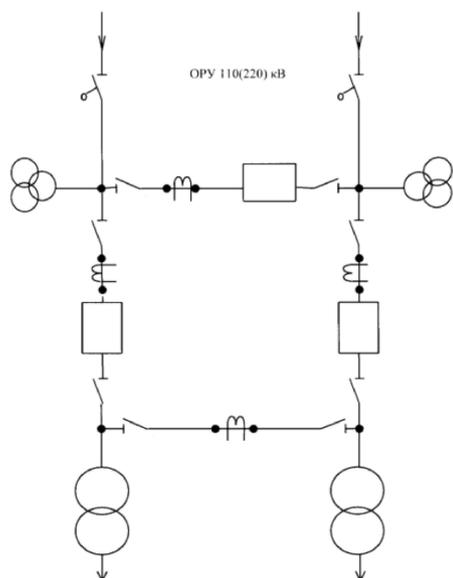


Рисунок 1 – Схема «мостик с выключателями в цепях трансформаторов и ремонтной перемычкой со стороны трансформаторов»

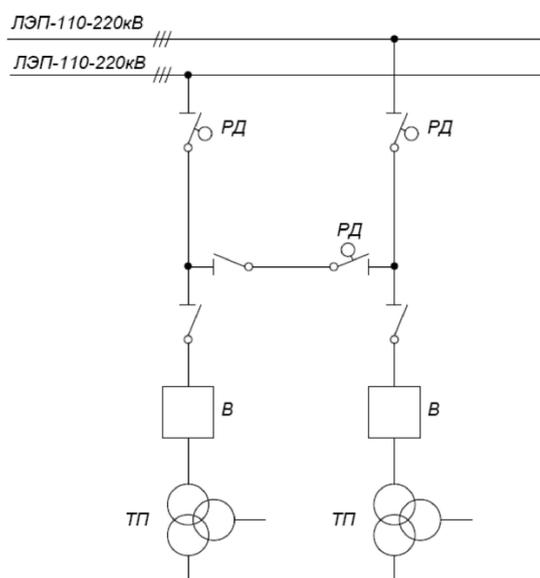


Рисунок 2 – Схема «два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линии»

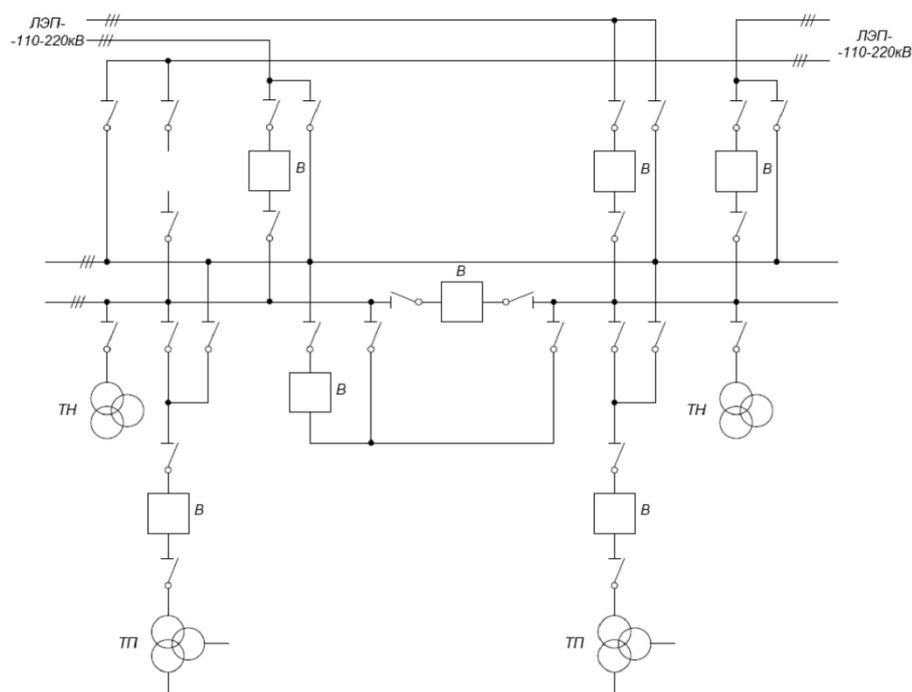


Рисунок 3 – Схема подключения опорной тяговой подстанции (с обходной системой шин)

2.5. Новые подстанции рекомендуется выполнять, как правило, с высшим напряжением не менее 110 кВ. Существующие подстанции с высшим напряжением до 35 кВ при несоответствии качества напряжения на шинах подстанции требованиям нормативных документов подлежат модернизации с повышением первичного напряжения.

3. Понижительные трансформаторы и преобразовательные агрегаты

3.1. Мощность трансформаторов и их количество должны соответствовать размерам и характеру движения на участке, с учетом их перегрузочной способности, а также объему переработки электроэнергии для нетяговых нужд, фактор экономической выгоды железных дорог от которой также должен учитываться. В целях повышения КПД количество трансформаций электроэнергии (преобразований из одного класса напряжения в другой) должно быть минимальным. В экономически обоснованных случаях целесообразно применение трансформаторов с симметрирующим эффектом. Устройства регулирования напряжения под нагрузкой трансформаторов должны обеспечивать возможность дистанционного управления и высокий коммутационный ресурс.

При высшем напряжении до 10 кВ рекомендуется применение сухих силовых трансформаторов.

3.2. На тяговых подстанциях переменного тока и на тяговых подстанциях постоянного тока рекомендуется устанавливать не менее двух понижительных трансформаторов.

3.3. При отключении одного из понижительных трансформаторов или преобразовательного агрегата, электроснабжение потребителей должно обеспечиваться оставшимися в работе трансформаторами и преобразователями в течение заданного времени.

3.4. На тяговых подстанциях переменного тока с однофазными трансформаторами необходимо устанавливать отдельные трансформаторы для питания тяговой сети разных направлений от разных фаз. Для питания каждого из направлений может устанавливаться один или несколько трансформаторов. При необходимости резервирования трансформаторной мощности на таких подстанциях рекомендуется установка запасного (резервного) трансформатора, который должен подключаться к необходимым сочетаниям фаз питающей и тяговой сетей соответствующими коммутационными аппаратами.

3.5. При выборе преобразовательных трансформаторов и статических преобразователей рекомендуется также руководствоваться Памяткой Р 611 «Рекомендации по оптимальным параметрам преобразовательных трансформаторов и статических преобразователей железнодорожных тяговых подстанций постоянного тока».

4. Компоновка, конструктивное исполнение и схемотехнические решения распределительных устройств тяговых подстанций

4.1. Общие положения

4.1.1. Компоновку и конструктивное исполнение распределительных устройств подстанций рекомендуется выполнять таким образом, чтобы:

- вызываемые нормальными условиями работы электроустановки усилия, нагрев, электрическая дуга или другие сопутствующие ее работе явления (искрение, выброс газов и т.п.), не приводили к повреждению оборудования или возникновению короткого замыкания, а также не причиняли вреда обслуживающему персоналу;

- обеспечивалась возможность удобной транспортировки оборудования;

- при снятии рабочего напряжения с какого-либо присоединения (какой-либо цепи) обеспечивалась возможность безопасного выполнения осмотров, замены и ремонтов относящихся к этому присоединению (цепи) аппаратов, токоведущих частей и конструкций без нарушения нормальной работы соседних присоединений.

4.1.2. Для соединения выводов обмоток силовых трансформаторов и преобразовательных агрегатов с соответствующими шкафами распределительных устройств рекомендуется применять кабельные линии или комплектные изолированные токопроводы. При реконструкции действующих подстанций допускается сохранять открытые токопроводы, если это не приводит к образованию новых или сохранению ранее существовавших опасных мест.

4.1.3. Распределительные устройства напряжением свыше 1000 В рекомендуется оборудовать стационарными заземляющими ножами, обеспечивающими заземление аппаратов и ошиновки.

4.1.4. Схемы распределительных устройств рекомендуется выбирать в зависимости от количества силовых трансформаторов с обмотками соответствующего напряжения, количества статических преобразователей и количества присоединений. Кроме того, в обоснованных случаях и по согласованию с владельцем инфраструктуры рекомендуется, чтобы схема распределительного устройства учитывала возможность его поэтапного развития.

4.1.5. Разъединители в распределительных устройствах напряжением выше 1000 В рекомендуется применять в следующих случаях:

а) с обеих сторон от выключателей (за исключением распределительных устройств напряжением до 35 кВ, в которых выключатели размещены на выкатных и(или) подъемно-опускных элементах) следующих присоединений:

1) выключателей отходящих линий электропередачи и питающих линий;

2) секционных и шиносоединительных выключателей;

3) выключателей силовых трансформаторов с числом обмоток 3 и более;

б) между сборными шинами и выключателями присоединений двухобмоточных силовых трансформаторов, в т. ч. трансформаторов собственных нужд (за исключением распределительных устройств напряжением до 35 кВ, в которых выключатели размещены на выкатных и(или) подъемно-опускных элементах);

в) для секционирования сборных шин распределительных устройств (кроме исключений, указанных в перечислениях а) и б));

г) между сборными шинами и предохранителями трансформаторов напряжения в распределительных устройствах напряжением до 35 кВ за исключением следующих случаев:

1) когда трансформаторы напряжения подключены к линиям электропередачи;

2) когда трансформаторы напряжения размещены на выкатных и(или) подъемно-опускных элементах комплектных распределительных устройств;

д) между сборными шинами и выводами обмоток трансформаторов напряжения в распределительных устройствах напряжением 110 и 220 кВ (за исключением случаев, когда трансформаторы напряжения подключены к линиям электропередачи);

е) между сборными шинами распределительных устройств постоянного тока и анодами и катодами преобразовательных агрегатов;

ж) в случаях, когда необходимо образование разилок из разъединителей в цепях, полностью или частично резервирующих друг друга.

4.1.6. Рекомендуются, чтобы распределительные устройства напряжением до 1000 В имели в каждой из своих цепей коммутационные аппараты, позволяющие обеспечить видимый разрыв при отключении основного оборудования данного присоединения (обмотки силового или измерительного трансформатора, выключателя, предохранителя, преобразователя) от сборных шин и(или) отходящих линий. Исключения допускаются для тех присоединений, где имеются предохранители и видимый разрыв может быть обеспечен их снятием.

4.1.7. Рекомендуются применять следующие варианты секционирования сборных шин распределительных устройств:

а) секционирование на две секции выключателем – для распределительных устройств напряжением выше 1000 В трехфазного переменного тока, получающих питание не менее, чем от двух силовых трансформаторов и имеющих присоединения трансформаторов собственных нужд либо взаиморезервирующих отходящих линий электропередачи;

б) секционирование на две секции двумя последовательно включенными разъединителями или одной перемычкой, размещаемой на выкатном и(или) подъемно-опускном элементе:

1) для распределительных устройств напряжением 25 и 2×25 кВ (за исключением подстанций, расположенных в голове участка железной дороги);

2) для распределительных устройств напряжением выше 1000 В трехфазного переменного тока, не удовлетворяющих установленным в перечислении а) условиям;

в) секционирование положительной и отрицательной сборных шин на одну соединительную и две рабочие секции разъединителями – для распределительных устройств напряжением выше 1000 В постоянного тока подстанций, имеющих не менее двух преобразовательных агрегатов и не менее четырех присоединений питающих линий. При этом одна из рабочих секций отрицательной шины может, кроме того, быть секционирована на две полусекции для обеспечения возможности сборки схем профилактического подогрева проводов контактной сети;

г) без секционирования – для распределительных устройств, не удовлетворяющих условиям, установленным в перечислениях а)–в).

4.1.8. Распределение питающих линий по секциям сборных шин распределительных устройств напряжением выше 1000 В постоянного тока, а также 25 и 2×25 кВ переменного тока рекомендуется выполнять таким, чтобы питание всех секций контактной сети главных путей (при необходимости – через продольные разъединители) обеспечивалось при снятии напряжения с одной из секций сборных шин. Кроме того, на подстанциях переменного тока следует обеспечивать возможность подачи в контактную сеть одной и той же межподстанционной зоны напряжения одной и той же фазы.

4.1.9. Рекомендуется, чтобы распределительные устройства напряжением 25 и 2×25 кВ имели обходную шину и по одному запасному выключателю на каждую из секций сборных шин. Каждую из питающих линий рекомендуется соединять с обходной шиной через разъединитель или перемычку, размещаемую на выкатном и(или) подъемно-опускном элементе.

4.1.10. Рекомендуется, чтобы каждая из отходящих от подстанции питающих линий и линий электропередачи, как правило, имела линейный разъединитель, расположенный следующим образом:

а) для питающих линий, выполненных кабелем по всей длине – на опоре в месте подключения питающей линии к контактной сети или шунтирующей линии;

б) для питающих линий и линий электропередачи, имеющих кабельную вставку на выходе из распределительного устройства – на опоре в месте перехода кабельного участка в воздушный;

в) для питающих линий, не имеющих кабельных вставок – на концевой опоре питающей линии со стороны подстанции;

г) для линий электропередачи, не имеющих кабельных вставок напряжением до 15 кВ включительно – на концевой опоре линии электропередачи;

д) для линий электропередачи, не имеющих кабельных вставок напряжением выше 15 кВ – на концевой опоре либо на общей или самостоятельной конструкции.

Исключением являются линии электропередачи, выполненные кабелем по всей своей длине, на которых линейный разъединитель допускается не предусматривать.

4.1.11. На подстанциях, кроме расположенных в районах по толщине стенки гололеда I, рекомендуется предусматривать возможность сборки схемы

плавки гололеда на проводах воздушных линий электропередачи напряжением 110 и 220 кВ, а также плавки гололеда и профилактического подогрева проводов контактной сети.

Примечания:

1 Классификация районов по гололеду – в соответствии с национальными нормами стран-участниц ОСЖД.

2 См. также Памятку Р 610/3 «Рекомендации по обеспечению нормального функционирования электрифицированных железных дорог в условиях гололедообразования».

4.1.12. Двигательным приводом рекомендуется оборудовать следующие разъединители:

- линейные отходящих линий электропередачи, предназначенных для основного или резервного питания СЦБ, а также линий электропередачи напряжением 110 и 220 кВ;

- линейные и дублирующие линейные питающих линий;

- указанные в 4.1.9;

- расположенные по схеме между анодом и катодом преобразовательного агрегата, с одной стороны, и сборными шинами распределительного устройства напряжением выше 1000 В постоянного тока, с другой стороны.

4.1.13. При реконструкции действующих рекомендуется предусматривать демонтаж:

- обходных шин и запасных выключателей в распределительных устройствах напряжением выше 1000 В постоянного тока;

- трансформаторов, распределительных устройств или их отдельных цепей или присоединений, а также иного оборудования, недействующего или являющегося избыточным по отношению к положениям настоящей Памятки.

4.2. Распределительные устройства напряжением 110 и 220 кВ

4.2.1. Для вновь сооружаемых подстанций конструктивное исполнение распределительных устройств напряжением 110 и 220 кВ рекомендуется выбирать из числа следующих:

- а) отдельные элементы элегазового оборудования – элегазовые выключатели и измерительные трансформаторы с полимерной либо фарфоровой внешней и элегазовой внутренней изоляцией (при напряжении 110 кВ вместо элегазовых рекомендуется применять вакуумные выключатели);

- б) комбинированные устройства, представляющие собой выключатель, разъединитель, заземляющие ножи, трансформаторы тока и напряжения, заключенные в общую оболочку, заполненную элегазом;

- в) комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией.

4.2.2. Вариант, указанный в 4.2.1, перечисление а), является основным. Его рекомендуется применять при отсутствии ограничений на площадь, занимаемую распределительным устройством.

Вариант, указанный в 4.2.1, перечисление б), рекомендуется применять с разрешения владельца инфраструктуры в стесненных или геологически сложных условиях, когда высокая стоимость устройства компенсируется

сокращением расходов на отвод или подготовку площадки для сооружения подстанции.

Вариант, указанный в 4.2.1, перечисление в), рекомендуется применять в исключительных случаях с разрешения владельца инфраструктуры при сооружении подстанций в границах перспективного развития крупных городов, заповедников, национальных парков. Технико-экономическую эффективность применения данного варианта на стадии проектирования рекомендуется обосновывать в сравнении с вариантом, указанным в 4.2.1, перечисление б).

4.2.3. При реконструкции действующих подстанций рекомендуется, как правило, применять вариант, указанный в 4.2.1, перечисление а). Исключения допускаются при наличии обоснования и по согласованию с владельцем инфраструктуры. При этом предпочтение рекомендуется отдавать комплектному исполнению распределительных устройств.

4.2.4. Сборные и соединительные шины распределительных устройств напряжением 110 и 220 кВ рекомендуется, как правило, выполнять жесткими из труб из алюминия или сплавов на его основе. Исключения допускаются:

- при реконструкции действующих подстанций, где полностью или частично допускается сохранять гибкую ошиновку;

- на подстанциях, расположенных вблизи морских побережий, соленых озер, химических предприятий и т. п. местах, где рекомендуется применять гибкую ошиновку, выполненную специальными защищенными от коррозии алюминиевыми или сталеалюминевыми проводниками в соответствии с установленной в технической документации изготовителя областью применения этих проводников.

При соединении труб жесткой ошиновки между собой, а также с выводами обмоток трансформаторов и коммутационных аппаратов рекомендуется использовать шинные компенсаторы температурных перемещений.

4.2.5. Для подвески гибкой и крепления жесткой ошиновки рекомендуется применять полимерные изоляторы.

4.2.6. Ответвления от проводов и шин, а также присоединения их к аппаратным зажимам рекомендуется, как правило, производить опрессовкой, в том числе методом взрыва, или сваркой. Исключения допускаются только для ответвлений к разрядникам, ограничителям перенапряжений, конденсаторам связи и трансформаторам напряжения, а также для мест соединения ошиновки с выводами аппаратов, которые могут быть болтовыми.

4.2.7. При выполнении механических расчетов ошиновки рекомендуется руководствоваться следующими правилами:

- а) строительные конструкции подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения целесообразно рассчитывать на механическую прочность при действии нагрузок от размещенного на них оборудования, шин, проводов и изоляторов с учетом гололеда и ветра в соответствии с национальными нормами стран-участниц ОСЖД;

- б) коэффициент запаса механической прочности целесообразно принимать:

1) для проводов (по отношению к значению разрывного усилия) и линейной арматуры (по отношению к значению разрушающей нагрузки) – не менее 3;

2) для подвесных изоляторов (по отношению к значению механической или электромеханической разрушающей силы) – не менее 4;

3) для опорных изоляторов (по отношению к значению механической или электромеханической разрушающей силы) – не менее 2,5;

в) при определении нагрузок на строительные конструкции дополнительно к указанному в перечислении а) рекомендуется учитывать нагрузку от веса человека с инструментами и монтажными приспособлениями при применении:

1) натяжных гирлянд изоляторов – 2,0 кН;

2) поддерживающих гирлянд – 1,5 кН;

3) опорных изоляторов – 1,0 кН.

г) натяжение проводов рекомендуется выбирать таким образом, чтобы при расчетных климатических условиях:

1) не было превышено разрывное усилие провода и линейной арматуры, увеличенное на коэффициент запаса механической прочности, установленный в 4.2.2;

2) обеспечивалась невозможность сближения проводов разных фаз на расстояние менее установленного для номинального напряжения рассматриваемой электроустановки;

д) длину пролета жестких шин рекомендуется выбирать таким образом, чтобы при расчетных климатических условиях прогиб шин не превышал 1/80 длины пролета. При определении прогиба шин наряду с прочими факторами целесообразно учитывать также изменение длины шин вследствие нагрева током, значение которого равно номинальному;

е) токоведущие части подстанций должны быть динамически стойкими к воздействию импульса тока с длительностью и амплитудой, определяемыми параметрами системы внешнего электроснабжения и силовых трансформаторов;

ж) токоведущие части линейных устройств тягового электроснабжения переменного тока должны быть динамически стойкими к воздействию импульса тока длительностью 0,10 с и амплитудой 26 кА.

4.2.8. Как на вновь сооружаемых, так и на реконструируемых подстанциях рекомендуется применять разъединители, вводы силовых трансформаторов, коммутационных аппаратов и комплектных распределительных устройств с твердой изоляцией, выключатели с пружинным приводом и антирезонансные трансформаторы напряжения.

Примечание – в Российской Федерации применяют разъединители по ГОСТ Р 52726—2007 «Разъединители и заземлители переменного тока на напряжение свыше 1 кВ и приводы к ним. Общие технические условия», выключатели по ГОСТ Р 52565—2006 «Выключатели переменного тока на напряжения от 3 до 750 кВ. Общие технические условия», трансформаторы напряжения по ГОСТ 1983—2015 «Трансформаторы напряжения. Общие технические условия».

Вместо электромагнитных трансформаторов тока и трансформаторов напряжения допускается применять оптические цифровые измерительные преобразователи тока и (или) напряжения и емкостные делители напряжения.

Применение отдельно стоящих трансформаторов тока рекомендуется только в тех случаях, когда для целей измерения или обеспечения работоспособности защит нет возможности использовать трансформаторы тока, встроенные в силовые трансформаторы или выключатели.

В случаях, когда необходимо измерение тока и напряжения в одной и той же цепи, рекомендуется применять комбинированные устройства, содержащие трансформаторы тока и напряжения в одном корпусе.

4.2.9. Рекомендуется, чтобы компоновка распределительных устройств, выполненных по вариантам, указанным в 4.2.1, перечисления а) и б), обеспечивала возможность проведения технического обслуживания и ремонта выключателей и измерительных трансформаторов с применением автокранов, гидроподъемников или телескопических вышек преимущественно без снятия напряжения с соседних присоединений, а также возможность подъезда к оборудованию передвижных лабораторий.

4.3. Распределительные устройства напряжением от 6 до 35 кВ переменного тока

4.3.1. Для вновь сооружаемых подстанций рекомендуются следующие варианты конструктивного исполнения распределительных устройств:

а) комплектные распределительные устройства с воздушной изоляцией, размещаемые в зданиях капитального типа;

б) комплектные распределительные устройства с воздушной изоляцией, размещаемые в мобильных зданиях.

4.3.2. Вариант, указанный в 4.3.1, перечисление а), рекомендуется применять в следующих случаях:

а) при реконструкции действующих подстанций с капитальным зданием, если состояние этого здания позволяет разместить в нем все оборудование без значительных затрат на восстановление элементов здания и его перепланировку;

б) при сооружении новых подстанций в холодном макроклиматическом районе, а также независимо от климата в границах перспективного развития крупных городов, в черте заповедников и национальных парков.

Примечание – Классификация районов по климату – в соответствии с национальными нормами стран-участниц ОСЖД.

Вариант, указанный в 4.3.1, перечисление б), рекомендуется применять во всех остальных случаях.

4.3.3. Рекомендуется, чтобы площадь помещения, в котором расположено распределительное устройство, была достаточной для хранения одного запасного выкатного и (или) подъемно-опускного элемента с выключателем вне зависимости от количества присоединений.

4.3.4. Как на вновь сооружаемых, так и реконструируемых подстанциях

рекомендуется применять выключатели переменного тока с пружинным приводом, трансформаторы тока с литой изоляцией, антирезонансные трансформаторы напряжения с литой изоляцией и комплектные шкафы заводского исполнения.

Примечание – в Российской Федерации применяют выключатели по ГОСТ Р 59772—2021 «Выключатели переменного тока на напряжение от 6 до 35 кВ для железнодорожных тяговых подстанций, трансформаторных подстанций и линейных устройств системы тягового железнодорожного электроснабжения. Общие технические условия», трансформаторы напряжения по ГОСТ 1983—2015 «Трансформаторы напряжения. Общие технические условия», трансформаторы тока по ГОСТ 7746—2015 «Трансформаторы тока. Общие технические условия», разъединители по ГОСТ 34452—2018 «Разъединители для тяговой сети железных дорог и приводы к ним. Общие технические условия» и комплектные шкафы по ГОСТ Р 58409—2019 «Устройства комплектные распределительные негерметизированные на напряжение до 35 кВ для тяговых и трансформаторных подстанций железной дороги. Общие технические условия».

Вместо электромагнитных трансформаторов тока и трансформаторов напряжения допускается применять оптические цифровые измерительные преобразователи тока и (или) напряжения и емкостные делители напряжения.

4.3.5. Количество распределительных устройств напряжением выше 1000 В переменного тока, специализированных для подключения линий электропередачи автоблокировки, на каждой подстанции рекомендуется выбирать таким образом, чтобы от одного распределительного устройства отходило не более двух линий электропередачи автоблокировки. При необходимости подключения к одной и той же тяговой подстанции трех и более линий электропередачи автоблокировки рекомендуется предусматривать второе, и, при необходимости, третье распределительное устройство.

Сборные шины распределительных устройств напряжением выше 1000 В переменного тока, специализированных для подключения линий электропередачи автоблокировки, допускается не секционировать.

4.3.6. При выборе мощности и конструктивного исполнения устройств компенсации реактивной мощности рекомендуется руководствоваться Памяткой Р 640 «Общие методы выбора параметров и оценки эффективности применения устройств компенсации реактивной мощности в тяговой сети переменного тока».

4.4. Распределительные устройства напряжением 3,3 кВ постоянного тока

4.4.1. Для вновь сооружаемых подстанций рекомендуются следующие варианты конструктивного исполнения распределительных устройств:

а) комплектные распределительные устройства с воздушной изоляцией, размещаемые в зданиях капитального типа;

б) комплектные распределительные устройства с воздушной изоляцией, размещаемые в мобильных зданиях.

4.4.2. Вариант, указанный в 4.4.1, перечисление а), рекомендуется применять в следующих случаях:

а) при реконструкции действующих подстанций с капитальным зданием,

если состояние этого здания позволяет разместить в нем все оборудование без значительных затрат на восстановление элементов здания и его перепланировку;

б) при сооружении новых подстанций в холодном макроклиматическом районе, а также независимо от климата в границах перспективного развития крупных городов, в черте заповедников и национальных парков.

Примечание – Классификация районов по климату – в соответствии с национальными нормами стран-участниц ОСЖД.

Вариант, указанный в 4.4.1, перечисление б), рекомендуется применять во всех остальных случаях.

4.4.3. Рекомендуется, чтобы площадь помещения, в котором расположено распределительное устройство, была достаточной для хранения запасных выкатных и (или) подъемно-опускных элементов с выключателями в следующем количестве:

- одного – при количестве присоединений питающих линий до 9;
- двух – при количестве присоединений питающих линий 10 и более.

4.4.4. Как на вновь сооружаемых, так и реконструируемых подстанциях рекомендуется применять одиночные выключатели постоянного тока и комплектные шкафы заводского исполнения.

Примечание – в Российской Федерации применяют одиночные выключатели постоянного тока по ГОСТ Р 58365—2019 «Выключатели постоянного тока на напряжение свыше 1000 В для тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения железной дороги. Общие технические условия», разъединители по ГОСТ 34452—2018 «Разъединители для тяговой сети железных дорог и приводы к ним. Общие технические условия» и комплектные шкафы по ГОСТ Р 58409—2019 «Устройства комплектные распределительные негерметизированные на напряжение до 35 кВ для тяговых и трансформаторных подстанций железной дороги. Общие технические условия».

4.4.5. Отрицательную шину распределительного устройства напряжением выше 1000 В постоянного тока рекомендуется соединять с отсасывающей линией через сглаживающий реактор. Параллельно сглаживающему реактору рекомендуется подключать разрядное устройство.

Не рекомендуется предусматривать какие-либо коммутационные аппараты, разрывающие цепь между отрицательной шиной и средней точкой дроссель-трансформатора или рельсами железнодорожного пути.

4.4.6. Рекомендуется, чтобы каждая подстанция была оборудована сглаживающим устройством, состоящим из реактора и фильтрующего устройства, включенного между положительной шиной (если последняя секционирована в соответствии с 4.1.7, перечисление в), то соединительной секцией) и отсасывающей линией через двухполюсный разъединитель.

4.4.7. Параметры сглаживающих устройств рекомендуется выбирать в зависимости от значения коэффициента несимметрии напряжения на стороне высшего напряжения преобразовательного трансформатора, вида линий связи (воздушной или кабельной) и типа автоблокировки на прилегающих к тяговой подстанции межподстанционных зонах.

4.4.8. Между положительной шиной распределительного устройства

(если последняя секционирована в соответствии с 4.1.7, перечисление в), то соединительной секцией) и отсасывающей линией подстанции рекомендуется включать конденсатор емкостью от 10 до 20 мкФ.

4.4.9. Стационарные заземляющие ножи с ручными приводами рекомендуется предусматривать:

- на преобразовательных агрегатах со стороны анода и катода (с общим на два полюса приводом);

- на каждой из секций положительной шины;

- на каждой из секций и полусекций отрицательной шины;

- каждой питающей линии между выключателем и линейным разъединителем;

- в фильтрующем устройстве со стороны как положительной шины, так и отсасывающей линии с общим приводом и одним либо двумя дополнительными полюсами, предназначенными для шунтирования конденсаторов всех емкостных цепей фильтрующего устройства разрядными резисторами и замыкающимися при размыкании основных полюсов.

4.5. Сети собственных нужд и постоянного оперативного тока

При выборе конструктивных и схематических решений сетей собственных нужд и постоянного оперативного тока рекомендуется руководствоваться Памяткой Р 607 «Рекомендации по проектированию сетей собственных нужд и оперативного постоянного тока тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения».

5. Защита от коротких замыканий и перегрузок, автоматизация управления

5.1. Защита от коротких замыканий и перегрузок

5.1.1. К общим принципам построения защит от коротких замыканий и перегрузок, а также блокировок и автоматики электроустановок относятся:

- принцип бысродействия;

- принцип селективности;

- принцип надежности функционирования;

- принцип независимости действия основной и резервной защит;

- принцип приоритета действия основной защиты перед действием резервной защиты;

- принцип приоритета ложного и излишнего срабатывания защиты перед ее отказом;

- принцип устойчивости функционирования.

5.1.2. Принцип бысродействия подразумевает необходимость обеспечивать наименьшее возможное время отключения тока короткого замыкания.

При использовании многоступенчатых защит выдержку времени следует принимать минимально возможной.

5.1.3. Принцип селективности подразумевает, что срабатывание защиты

при коротком замыкании в любой точке электрической сети обеспечивает отключение ближайших к этой точке выключателей со стороны всех источников электроэнергии.

В отдельных случаях для быстрого отключения коротких замыканий, вызывающих тяжелые последствия, допускаются излишние срабатывания защиты с исправлением их последствий с помощью автоматики (например, автоматического повторного включения).

5.1.4. Принцип надежности функционирования подразумевает, что:

а) каждый элемент систем электроснабжения переменного тока должен входить в зону действия основной защиты и защиты дальнего резерва;

б) в дополнение к защитами дальнего резерва рекомендуется предусматривать защиты (ступени защиты) ближнего резерва от коротких замыканий;

в) для повышения надежности функционирования, кроме основной и резервных допускается использование дополнительных защит, выполняющих некоторые вспомогательные функции, например, повышение надежности отключения коротких замыканий, сокращение времени отключения коротких замыканий вблизи источника электроэнергии.

Примечание – В зависимости от назначения и конструктивных особенностей электроустановок в качестве основной и резервных могут использоваться защиты, различные по принципу действия, воздействующим физическим величинам, местам расположения в электрической системе и действующие на отключение различных выключателей.

5.1.5. Принцип независимости действия основной и резервной защит подразумевает, что отказ или повреждение (неисправность) одной из них влияет на работоспособность другой. Для реализации этого принципа, вне зависимости от назначения и конструктивных особенностей электроустановок, целесообразно использовать следующие меры:

а) при воздействии основной и резервной защит на один и тот же выключатель использовать разные:

- 1) первичные преобразователи;
- 2) измерительные органы;
- 3) цепи оперативного тока (в том числе комплекты полюсных выводов батареи аккумуляторов);
- 4) каналы передачи сигнала;
- 5) отключающие катушки выключателя;

б) обеспечить воздействие основной и резервной защит на два разных выключателя при невозможности использования мер по перечислению а).

5.1.6. Принцип приоритета действия основной защиты перед действием резервной защиты подразумевает обязательность принятия мер к тому, чтобы отключение выключателя под действием резервной защиты происходило лишь при отказе основной.

5.1.7. Принцип приоритета ложного или излишнего срабатывания защиты перед отказом защиты подразумевает отдавание преимуществ таким схмотехническим и (или) программным решениям, которые в случае неисправности устройства защиты приводят к ложному или излишнему

срабатыванию, перед схемотехническими и (или) программными решениями, которые в той же ситуации могли бы привести к отказу защиты.

Примечание – В зависимости от назначения и конструктивных особенностей электроустановок к схемотехническим и (или) программным решениям, которые в случае неисправности устройства защиты приводят к ложному или излишнему срабатыванию защиты, могут относиться:

- использование автоматических выключателей, автоматически переходящих в отключенное положение при выходе из допустимых пределов напряжения в системе постоянного оперативного тока;

- использование возбужденного состояния в качестве исходного состояния одностабильных логических и измерительных реле, используемых в измерительных и реагирующих органах устройств защиты.

5.1.8. Принцип устойчивости функционирования подразумевает выполнение следующих условий при выборе уставок защит:

- основная защита и защита ближнего резерва с запасом должны быть чувствительными и реагировать на короткие замыкания по всей протяженности защищаемой зоны;

- все защиты с необходимым запасом не должны иметь ложных срабатываний в отсутствие коротких замыканий или перегрузки;

- все защиты с необходимым запасом не должны иметь излишних срабатываний при внешних коротких замыканиях.

Примечание – Под необходимым запасом понимают учет при выборе уставок защит погрешностей первичных преобразователей и измерительных органов, факторов, оказывающих влияние на точность расчета физических величин, воздействующих на защиту и характеризующих нормальный и аварийные режимы, а также коэффициента чувствительности при коротких замыканиях по всей протяженности защищаемой зоны и выдержки времени, необходимой для отстройки от коротких замыканий за пределами защищаемой зоны, а также коэффициента чувствительности при коротких замыканиях в любой точке защищаемой зоны и выдержки времени, необходимой для отстройки от внешних коротких замыканий.

5.1.9. При построении защит в системах тягового электроснабжения переменного тока рекомендуется руководствоваться Памяткой О+Р 626 «Рекомендации по применению устройств релейной защиты и автоматики в системе тягового электроснабжения переменного тока».

При выборе уставок защит рекомендуется руководствоваться Памяткой Р 606 «Порядок расчёта и выбора уставок защиты тяговой сети постоянного тока» и Памяткой Р 606 «Порядок расчета и выбора уставок защиты тяговой сети переменного тока».

5.2. Автоматизация управления

5.2.1. Присоединения силовых трансформаторов распределительных устройств тяговых подстанций

5.2.1.1. При наличии резервирующего трансформатора рекомендуется предусматривать АВР после срабатывания защит от внутренних повреждений трансформаторов, а также АВР при возникновении перегрузки трансформаторов.

5.2.1.2. На присоединениях вводов от обмоток силовых трансформаторов распределительных устройств переменного тока напряжением от 6 до 35 кВ со сборными шинами, секционированными выключателем, рекомендуется предусматривать АВР без блокировки с выдержкой времени от 2,5 до 40 с.

5.2.1.3. На присоединениях трансформаторов собственных нужд распределительных устройств переменного тока напряжением от 6 до 35 кВ рекомендуется предусматривать АВР с блокировкой по напряжению и выдержкой времени.

5.2.1.4. На трансформаторах с обдувом рекомендуется предусматривать автоматическое включение обдува по температуре верхних слоев масла и по току обмотки высшего напряжения.

5.2.2. Присоединения питающих линий распределительных устройств напряжением 3,3 кВ постоянного тока тяговых подстанций

5.2.2.1. На присоединениях питающих линий контактной сети главных путей перегонов и запасного выключателя рекомендуется предусматривать однократное АПВ с дистанционной блокировкой после срабатывания максимальной импульсной токовой защиты, направленной дистанционной защиты и максимальной токовой защиты прямого направления.

5.2.2.2. На присоединениях питающих линий парков станций и депо АПВ рекомендуется не предусматривать.

5.2.3. Присоединения линий электропередачи напряжением свыше 1000 В, предназначенных для электроснабжения нетяговых потребителей тяговых подстанций

5.2.3.1. На присоединениях линий электропередачи автоблокировки с двусторонним питанием вариант организации работы автоматики рекомендуется выбирать из числа следующих:

- вариант 1: «О – АПВ»;
- вариант 2: «О – АВР».

Примечание – Символом «О» в обозначении вариантов в 5.2.3.1 – 5.2.3.2 обозначено отключение выключателя (для АПВ) или исчезновение напряжения в линии электропередачи (для АВР).

Вариант 1 «О – АПВ» подразумевает следующий алгоритм работы: пуск АПВ происходит при отключении выключателя при срабатывании защит, кроме защиты минимального напряжения, АПВ действует на включение выключателя с выдержкой времени без блокировки.

Вариант 2 «О – АВР» подразумевает следующий алгоритм работы: пуск АВР происходит при исчезновении напряжения в линии электропередачи, АВР действует на включение выключателя с выдержкой времени и блокировкой по минимальному напряжению на стороне низшего напряжения трансформатора, через который сборные шины распределительного устройства соединены с сетью собственных нужд подстанции.

Конкретный вариант работы автоматики рекомендуется выбирать по

минимальному суммарному времени перерыва электроснабжения.

5.2.3.2. На присоединениях линий электропередачи автоблокировки с односторонним питанием рекомендуется применять вариант 2 «О – АПВ».

5.2.3.3. На присоединениях взаиморезервирующих линий электропередачи, не указанных в 5.2.3.1 – 5.2.3.2, может быть предусмотрено АВР.

5.2.4. Присоединения питающих линий распределительных устройств напряжением 25 и 2×25 кВ переменного тока тяговых подстанций

При построении автоматики в системах тягового электроснабжения переменного тока рекомендуется руководствоваться Памяткой О+Р 626 «Рекомендации по применению устройств релейной защиты и автоматики в системе тягового электроснабжения переменного тока».

6. Телемеханизация, техническое диагностирование и мониторинг

6.1. Общие положения

6.1.1. Рекомендуется, чтобы структура телемеханизации в системе электроснабжения железных дорог была построена по иерархическому принципу (см. рисунок 4) при обеспечении возможности использования системы на полигонах железных дорог любой конфигурации (линейной, радиальной, сетевой и их сочетаний) с выделением уровней:

- центральные энергодиспетчерские пункты железных дорог;
- энергодиспетчерские пункты дистанций электроснабжения;
- контролируемые пункты.

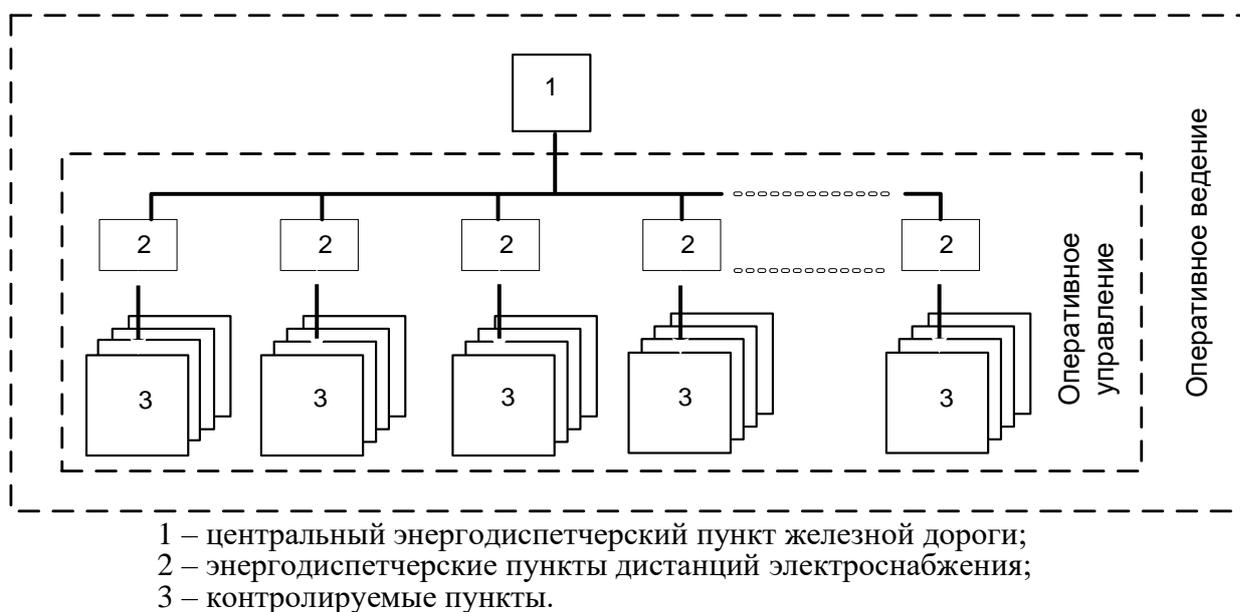


Рисунок 4 – Структура телемеханизации устройств электроснабжения железной дороги

6.1.2. Рекомендуется, чтобы средства телемеханизации обеспечивали непрерывное выполнение следующих функций:

а) при оперативном управлении:

- 1) телеуправление;
- 2) телесигнализация;
- 3) телеизмерение;

б) при оперативном ведении:

- 1) телесигнализация;
- 2) телеизмерение.

Объектами телемеханизации являются выключатели на напряжение выше 1000 В, разъединители, отделители, устройства регулирования напряжения трансформаторов под нагрузкой, устройства управления вводом и выводом автоматического повторного включения и технические средства изменения уставок релейной защиты и автоматики.

6.1.3. Средства телемеханизации рекомендуется изготавливать для работы по каналам железнодорожной связи (далее каналы связи) в соответствии с национальными нормами стран-участниц ОСЖД. Типы каналов связи, по которым работает средство телемеханизации, рекомендуется устанавливать в технических условиях на изделия конкретных групп (видов) по согласованию изготовителя с заказчиком.

В качестве каналов связи для средств телемеханизации могут быть использованы цифровые каналы передачи данных, каналы тональной частоты, каналы железнодорожной радиосвязи.

6.1.4. При проектировании телемеханизации рекомендуется также руководствоваться Памяткой Р 605 «Рекомендации по телемеханизации устройств электроснабжения железных дорог» и Памяткой Р 609 «Рекомендации по организации диспетчерского управления в хозяйстве электроснабжения».

6.2. Телесигнализация и телеизмерение

6.2.1. Рекомендуется, чтобы средства телемеханизации обеспечивали непрерывную передачу от контролируемых пунктов на энергодиспетчерские пункты дистанций электроснабжения следующей информации:

- положение выключателей, разъединителей, отделителей, короткозамыкателей;
- срабатывание защит;
- положение устройств регулирования напряжения трансформатора под нагрузкой;
- срабатывание аварийной сигнализации;
- срабатывание предупредительной сигнализации;
- срабатывание пожарной (охранной) сигнализации;
- состояние объектов постоянного технического диагностирования (нормальное, предаварийное, аварийное состояние);
- прочие сигналы о положении однопозиционных объектов.

6.2.2. Рекомендуется, чтобы каждый выключатель, разъединитель и отделитель кодировался двумя телесигналами – один о включенном, другой – об отключенном положении контактов главной цепи. В качестве источников этих телесигналов рекомендуется использоваться, как правило,

вспомогательные контакты выключателей, разъединителей и отделителей. Исключения допускаются для коммутационных аппаратов, не имеющих достаточного количества вспомогательных контактов. Для таких коммутационных аппаратов в качестве источников телесигналов могут использоваться контакты реле-повторителей.

6.2.3. Рекомендуется использовать непрерывный контроль состояния объектов с циклическим или спорадическим опросом контролируемых пунктов.

6.2.4. Рекомендуется, чтобы время передачи сигналов телесигнализации об изменении положения объекта с момента завершения переключения до отображения сигнала не превышало 5 с.

6.2.5. Рекомендуется, чтобы для приема сигналов телесигнализации средства телемеханизации имели входы типа «сухой контакт», а электрическая прочность изоляции цепи для таких входов по отношению к заземленным частям и всем остальным частям средств телемеханизации была не менее 1 кВ, сопротивление изоляции – не менее 1 МОм.

Примечание – «Сухой контакт» – электрический контакт, не связанный с землей и иными цепями.

6.2.6. Количество сигналов телесигнализации рекомендуется устанавливать в технических условиях на изделия конкретных групп (видов) по согласованию изготовителя с заказчиком и с учетом национальных норм стран-участниц ОСЖД.

6.2.7. Рекомендуется, чтобы средства телемеханизации обеспечивали передачу данных телеизмерений от контролируемых пунктов на энергодиспетчерские пункты дистанций электроснабжения о физических величинах по перечню, содержащемуся в Памятке Р 649 «Рекомендации по составу физических величин, подлежащих регистрации в целях технического диагностирования устройств железнодорожного электроснабжения».

6.2.8. Рекомендуется, чтобы средства телемеханизации обеспечивали:

- фиксацию каждой управляющей команды и времени начала ее передачи, а также фиксацию принимаемого сигнала телесигнализации и времени ее поступления;

- фиксацию телеизмерений с привязкой к реальному времени, при этом время хранения информации целесообразно устанавливать в технических условиях на изделия конкретных групп (видов) по согласованию изготовителя с заказчиком и с учетом национальных норм стран-участниц ОСЖД;

- синхронизацию времени внутренних часов средств телемеханизации на энергодиспетчерских пунктах и на контролируемых пунктах.

6.3. Телеуправление

6.3.1. Рекомендуется, чтобы:

- средства телемеханизации обеспечивали передачу управляющих команд от энергодиспетчерских пунктов дистанций электроснабжения на контролируемые пункты по каналам связи, указанным в 6.1.3;

- время от начала передачи команды до начала ее исполнения не

превышало 5 с.

6.3.2. Количество передаваемых сигналов телеуправления рекомендуется устанавливать в технических условиях на изделия конкретных групп (видов) по согласованию изготовителя с заказчиком и с учетом национальных норм стран-участниц ОСЖД.

6.3.3. Рекомендуется, чтобы в один и тот же момент времени передавалась только одна команда ТУ, а выполнение каждой последующей команды начиналось после окончания выполнения предыдущей.

6.4. Техническое диагностирование и мониторинг

6.4.1. В целях технического диагностирования тяговых подстанций и линейных устройств системы тягового электроснабжения рекомендуется предусматривать средства диагностики и мониторинга, предназначенные для:

- измерения значений физических величин, характеризующих техническое состояние железнодорожных тяговых подстанций и линейных устройств системы тягового электроснабжения согласно 6.2.7;

Примечание – Средства технического диагностирования и мониторинга железнодорожных тяговых подстанций и линейных устройств системы тягового электроснабжения могут быть классифицированы как средство измерений. Порядок классификации – в соответствии с национальными нормами стран-участниц ОСЖД (например, в Российской Федерации действует ГОСТ Р 8.674—2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Общие требования к средствам измерений и техническим системам и устройствам с измерительными функциями»).

- выполнения функций, не имеющих отношения к измерению, но связанных с определением технического состояния железнодорожных тяговых подстанций и линейных устройств системы тягового электроснабжения (см. 6.4.2).

6.4.2. К функциям, не имеющим отношения к измерению, но связанным с определением технического состояния железнодорожных тяговых подстанций и линейных устройств системы тягового электроснабжения, относится регистрация:

- несоответствия положения разъединителя в нейтраль обмотки напряжением 110 или 220 кВ силового трансформатора заданному режиму;

- нарушения целостности мембраны выхлопной трубы масляного силового трансформатора;

- превышения предельно допустимого значения температуры привода устройства регулирования напряжения под нагрузкой силового трансформатора;

- превышения предельно допустимого значения температуры верхних слоев масла масляного силового трансформатора;

- нарушения целостности цепи включения и цепи отключения выключателя;

- нарушения работы обдува статического преобразователя с принудительным охлаждением;

- нарушения целостности цепи управления двигателем приводом

разъединителя;

- неисправности цепи обогрева двигательного привода разъединителя;
- неисправности цепи управления тиристорным ключом устройства продольной компенсации реактивной мощности;
- срабатывания схемы контроля оперативных цепей тяговой подстанции или линейного устройства системы тягового электроснабжения;
- срабатывания схемы самодиагностики интеллектуального терминала присоединения;
- выхода из допустимых пределов температуры технологических помещений (машинного зала, щитовой, аккумуляторной, всех закрытых распределительных устройств, всех камер трансформаторов и реакторов, всех камер фильтрующей аппаратуры);
- срабатывания датчиков утечки элегаза в помещениях закрытых распределительных устройств с элегазовой изоляцией.
- иных несоответствий, номенклатуру которых рекомендуется устанавливать в стандартах и технической документации на изделия конкретного типа и с учетом национальных норм стран-участниц ОСЖД.

6.5. Цифровые технологии

6.5.1. Основными принципами применения цифровых технологий в построения систем управления тяговыми подстанциями являются:

- переход на цифровые технологии съема и обработки данных о состоянии объекта в реальном времени, а также передачи их и команд управления между исполнительными элементами и пользователем (обслуживающим персоналом);
- применение технологий искусственного интеллекта в оборудовании;
- применение единого информационного пространства, взаимосвязь всех информационных потоков (в том числе от внешних информационно-измерительных систем управления) между собой;
- обработка и анализ данных для оперативно-технологического управления тяговой подстанцией, а также данных, полученных путем моделирования режимов работы оборудования;
- выработка и принятие оптимальных решений по управлению режимами и параметрами работы оборудования с использованием цифровых технологий анализа большого объема данных;
- создание инфраструктуры для простого и эффективного управления оборудованием подстанции и взаимодействия со всеми функционально связанными участниками взаимодействия, функционально связанными с технологическими процессами работы тяговой подстанции и ее технического содержания.

6.5.2. Основными подходами к построению цифровой тяговой подстанции являются:

- унификация технических средств управления и контроля, создание информационной структуры, подчиненной единым правилам функционирования;

- интеграция и цифровой обмен данными по стандартным протоколам между всеми сетевыми информационными, технологическими сетями и автоматизированными системами управления на различных иерархических уровнях, сквозная передача данных в технологические и корпоративные информационные системы и обратно;

- расширение количества функций, реализуемых в каждом цифровом терминале, перенос части расчетно-диагностических задач в интерфейсные модули силового электрооборудования;

- развитие непрерывной самодиагностики, автоматического обнаружения и устранения неисправностей компонентов цифровой тяговой подстанции;

- построение реальной цифровой модели системы электроснабжения и интеллектуальной энергетической сети с возможностью выработки управленческих решений по оптимизации режимов работы оборудования тяговых подстанций;

- разработка цифровых моделей прогнозов состояния технологического оборудования тяговой подстанции, уровня потребления и распределения электроэнергии.

6.5.3. Стратегия развития цифровых подстанций подразумевает широкое распространение технологий, позволяющих повысить эффективность работы электросетевого комплекса владельца железнодорожной инфраструктуры в целом. В частности, цифровизация тяговых подстанций направлена на:

- повышение бесперебойности и качества обслуживания;

- повышение надежности и доступности оборудования;

- повышение безопасности транспортной системы;

- снижение трудозатрат, а также капитальных и эксплуатационных расходов;

- снижение энергопотребления;

- снижение рисков ошибок управления и планирования, а так же устранение их последствий.

6.5.4. Релейную защиту и автоматику цифровой тяговой подстанции рекомендуется выполнять с применением следующего оборудования и требований:

а) измерение значений тока и напряжения присоединений осуществляется с использованием цифровых средств измерений тока и напряжения, обеспечивающих гальваническую развязку первичных и вторичных цепей, передачу информации о значениях тока и напряжения устройствам релейной защиты и автоматики в цифровом виде по волоконно-оптическим линиям связи;

б) коммутационные аппараты содержат цифровые терминалы и датчики, передающие информацию о положении аппарата и его техническом состоянии, обеспечивать прием команд управления в цифровом виде по волоконно-оптическим линиям связи;

в) микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики, контроллеры присоединений и другие интеллектуальные электронные устройства осуществляют управление коммутационными аппаратами,

их диагностику в цифровом виде;

г) релейная защита и автоматика контролирует работу присоединений в зависимости от режимов работы системы электроснабжения;

г) устройства противоаварийной автоматики цифровой тяговой подстанции обеспечивают надежную локализацию мест повреждений и восстановление электроснабжения в автоматизированном режиме.

6.5.5. Рекомендуются, чтобы устройства релейной защиты и автоматики, реализуемые на базе высокопроизводительных аппаратных платформ с набором виртуальных интеллектуальных электронных устройств релейной защиты и автоматики, в рамках интеллектуальной системы управления цифровой тяговой подстанцией обеспечивали адаптацию к послеаварийным и вынужденным режимам работы систем электроснабжения, самодиагностику и резервирование.

Основной функцией релейной защиты и автоматики является подача управляющего сигнала на автоматическое отключения выключателя (выключателей) присоединения в случае повреждения или возникновении ненормального режима, а также управление коммутационными аппаратами при поступлении команд оперативного управления. Устройства релейной защиты и автоматики обеспечивают такие сервисные функции как сигнализация, осциллографирование, самодиагностика, тестирование, самоописание, ведение журнала событий и конфигурирование.

6.5.6. Рекомендуются, чтобы защита информационной среды, создаваемой в рамках проекта цифровой тяговой подстанции, удовлетворяла требованиям информационной безопасности и обеспечивать:

- устойчивое функционирование информационной инфраструктуры цифровой тяговой подстанции и электроэнергетических объектов владельце железнодорожных инфраструктур, в том числе при проведении в отношении них компьютерных или сетевых атак;

- предотвращение несанкционированного доступа к обрабатываемой информации, блокирования, модифицирования, уничтожения и распространения, а также иных неправомерных действий в отношении данной информации.

К основным целям в области обеспечения информационной безопасности электроэнергетических объектов владельцев железнодорожных инфраструктур относятся:

- создание условий для устойчивого функционирования в части безопасного управления режимами работы цифровой тяговой подстанции, электрических сетей промышленного и железнодорожного назначения;

- повышение безопасности цифровой тяговой подстанции при применении современных информационных технологий;

- защита интересов субъектов путем предотвращения возможности нанесения ущерба или причинения иного вреда субъектам информационных отношений в результате нарушения установленных режимов обработки информации ограниченного доступа, уничтожения, искажения и блокирования информации, используемой для принятия управленческих решений.

Для достижения целей обеспечения информационной безопасности электроэнергетических объектов владельцев железнодорожных инфраструктур требуется решение следующих основных задач:

- создание вертикально-интегрированной комплексной системы обеспечения информационной безопасности;

- прогнозирование, выявление и оценка угроз информационной безопасности и их источников;

- разработка и внедрение современных методов и средств обеспечения информационной безопасности;

- организация контроля состояния и оценки эффективности системы обеспечения информационной безопасности и реализация мер по ее совершенствованию;

- поддержание системы обеспечения информационной безопасности в состоянии, устойчивом к существующим и вновь выявляемым угрозам в информационной сфере.