

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

I издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 24 - 26 мая 2011 г.,

Комитет ОСЖД, г. Варшава

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 25 – 28 октября 2011 г.,

Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 28 октября 2011 г.

**Р
603**

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ
И ЛИНЕЙНЫХ УСТРОЙСТВ ТЯГОВОГО
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА СОВРЕМЕННОЙ
ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ**

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|----|---|----|
| 1. | Схемы внешнего электроснабжения и распределительных устройств высокого напряжения | 3 |
| 2. | Понижительные трансформаторы и преобразовательные агрегаты | 4 |
| 3. | Распределительные устройства тяговых подстанций | 5 |
| 4. | Собственные нужды | 8 |
| 5. | Защита, автоматика, управление, измерения | 9 |
| 6. | Автоматизация управления подстанцией | 12 |
| 7. | Здания подстанций. Общие вопросы проектирования тяговых подстанций | 13 |

1. Схемы внешнего электроснабжения и распределительных устройств высокого напряжения

1.1. Для питания тяговых подстанций рекомендуется использовать существующие сети внешнего электроснабжения.

При невозможности использования существующих сетей внешнего электроснабжения должны сооружаться высоковольтные линии электропередачи.

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

1.3. Схемы распределительных устройств (РУ) питающего 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 электроснабжающей организацией.

1.4. При напряжении питания подстанции 110-220 кВ на стороне высокого напряжения рекомендуется:

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

1.4.2. Для подстанций, присоединяемых к ВЛ ответвлениями, требованиям надежности удовлетворяет схема РУ «два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линии» (рис. 2)

1.4.3. При числе линий 110-220 кВ, заходящих на подстанцию, более двух (опорные подстанции) распределительное устройство высокого напряжения дополняется обходной системой шин (рис. 3).

Для коммутации линий и трансформаторов опорной подстанции должны устанавливаться выключатели.

1.5. Новые подстанции должны выполняться, как правило, с первичным напряжением не менее 110 кВ. Существующие подстанции с первичным напряжением до 35 кВ при несоответствии качества напряжения на шинах подстанции требованиям нормативных документов подлежат модернизации с повышением первичного напряжения. РУ напряжением 110 кВ и выше рекомендуется выполнять открытыми рамного или бесфундаментного исполнения.

1.6. На стороне высокого напряжения рекомендуется использовать:

1.6.1. Трансформаторы тока и напряжения классов, необходимых для учета электроэнергии на первичной стороне подстанций (границе раздела балансовой принадлежности с энергосистемой). Исключением может стать случай, когда транзит мощности по рабочей перемычке значительно превышает мощность, потребляемую трансформаторами подстанции. Перспективно применение аппарата, совмещающего в себе функции трансформатора тока и напряжения.

Такое исполнение дешевле двух аппаратов (необходим только один высоковольтный изолятор), занимает меньшую площадь и проще в обслуживании.

1.6.2. В качестве оборудования РУ напряжением 110 кВ и выше на сегодняшний день наиболее перспективной является аппаратура с элегазовой изоляцией. В зависимости от климатических условий, требований по занимаемой площади, возможностей финансирования может быть выбран один из трех следующих вариантов:

1.6.2.1. Использование отдельных элементов элегазового оборудования:

- элегазовых выключателей;
- разъединителей с защитой стальных деталей горячим цинкованием, розеточными серебрёными контактами, закрытой конструкцией привода с долговременной смазкой (тефлоновые вкладыши);
- измерительных трансформаторов с полимерной внешней изоляцией и элегазовой внутренней.

Данный вариант оптимален, как правило, при отсутствии ограничений на площадь, занимаемую РУ.

1.6.2.2. Использование комбинированных устройств, представляющих собой выключатель, разъединитель, заземляющие ножи, датчики тока и напряжения, заключённые в общую оболочку, заполненную элегазом. Такое решение целесообразно при сооружении подстанций вновь в стеснённых или геологически сложных условиях, когда высокая стоимость устройства компенсируется сокращением расходов на отвод или подготовку земельного участка.

1.6.2.3 Применение закрытого РУ с элегазовым заполнением. Этот вариант требует минимального отвода площади и соответствует требованиям, предъявляемым к оборудованию малообслуживаемых подстанций, но, вместе с тем, является наиболее дорогостоящим.

Во всех случаях целесообразно применение выключателей с пружинным приводом, что позволит снизить требования к мощности источника оперативного тока подстанции.

2. Понижительные трансформаторы и преобразовательные агрегаты

2.1. 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.

В перспективе при появлении возможности изготовления сухих трансформаторов или трансформаторов с другими хладагентами и необслуживаемой системой охлаждения следует ориентироваться на их использование.

2.2. На тяговых подстанциях переменного тока и на тяговых подстанциях постоянного тока рекомендуется устанавливать не менее двух понизительных трансформаторов.

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

2.4. 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 коммутирующими аппаратами.

2.5. На тяговых подстанциях постоянного тока рекомендуется использовать преобразовательные агрегаты с двенадцатипульсным выпрямлением и соответствующие понижающие трансформаторы.

2.6. Рекомендуется применять выпрямители с естественным воздушным охлаждением, допускающие как внутреннюю, так и наружную установку.

2.7. Рекомендуется использовать преобразователи (выпрямители, инверторы) на закрываемых тиристорах GCT и интеллектуальных модулях IGCT, что позволит в ряде случаев применить более простую трехфазную мостовую схему выпрямления. Эта схема имеет такие же энергетические параметры, что и двенадцатипульсовая, возможность бесконтактного отключения токов КЗ, а также, в случае необходимости, возможность регулирования выпрямленного напряжения.

3. Распределительные устройства тяговых подстанций

3.1. Распределительные устройства (РУ) тяговых подстанций рекомендуется выполнять с одинарной системой шин, секционированной разъединителями. Рекомендуется предусматривать запасную шину, секционированную разъединителями, с выключателем, который может заменять любой из выключателей фидеров контактной сети (рис. 4а).

На подстанциях переменного тока рекомендуется к каждой из секций шин подключать фидера контактной сети, питающихся от разных фаз (фидера различных направлений).

Рекомендуется сооружать распределительное устройство на выкатных коммутационных ячейках, допускается в некоторых случаях вместо запасной шины предусматривать запасной коммутационный блок (рис. 4б).

Ячейки РУ должны иметь одинаковую конструкцию и быть снабжены интеллектуальными терминалами, совместимыми с АСУ ТП, системами телемеханики и теледиагностики.

Оборудование для РУ-3,3 кВ должно поставляться как в виде законченных ячеек, так и в виде комплектов оборудования для модернизации существующий ячеек (если здание модернизируемой подстанции не позволяет заменять ячейки полностью).

При этом должно производиться оборудование следующих типов:

- ячейка фидера;
- ячейка подключения выпрямителя;
- ячейка подключения инвертора;
- ячейка разъединителя плавки гололеда;
- фильтр-устройство.

3.2. На подстанциях рекомендуется устанавливать не менее двух трансформаторов собственных нужд. Эти трансформаторы подключаются (рис. 4а):

3.2.1. К сборным шинам тягового напряжения – на подстанциях переменного тока 27,5 кВ;

3.2.2. К сборным шинам распределительного устройства промежуточного (при двойной трансформации) напряжения или напряжения питания (при одинарной трансформации) – на подстанциях постоянного тока;

3.2.3. К шинам питающих проводов на тяговых подстанциях переменного тока 2х25 кВ;

3.2.4. На подстанциях, понижающие трансформаторы которых имеют обмотку для питания нетяговых потребителей, трансформаторы собственных нужд должны, как правило, подключаться к этой обмотке. Следует резервировать питание наиболее ответственной части собственных нужд от одной из линий продольного электроснабжения и (или) применять источник бесперебойного питания на основе накопителей энергии.

3.3. В качестве трансформаторов собственных нужд должны преимущественно применяться сухие трансформаторы.

3.4. На тяговых подстанциях переменного тока рекомендуется применять вместо фидеров системы два провода – рельс (ДПР) продольные линии электропередачи соответствующего напряжения на отдельно стоящих опорах, питающиеся от третьей стороны понижающих трансформаторов.

Величина напряжения этих линий выбирается в зависимости от длины линии и величины подключенной к ней мощности.

3.5. В случаях, если применение системы ДПР обосновано экономическими или иными требованиями, фидера подключаются к шинам тягового напряжения (в системе электроснабжения 2х25 кВ – к шинам питающих проводов).

3.6. На подстанциях переменного и постоянного тока должна предусматриваться установка трансформаторов и распределительных устройств электроснабжения автоблокировки, а также возможность установки устройств поперечной и продольной компенсаций реактивной мощности и (на подстанциях постоянного тока) устройств для инвертирования или поглощения избыточной энергии рекуперации электроподвижного состава.

3.7. При соответствующих технико-экономических обоснованиях, а также по требованию электроснабжающей организации может быть предусмотрено наличие распределительных устройств для питания нетяговых потребителей.

3.8. Для подстанций постоянного и переменного тока рекомендуется применять закрытые распределительные устройства всех классов напряжений с установкой аппаратуры управления и защиты непосредственно у оборудования.

Ячейки РУ напряжением от 6 до 35 кВ должны выполняться в виде функциональных блоков, состоящих из комплектных ячеек выкатного типа с вакуумными выключателями. Ячейки должны быть оснащены микроэлектронными терминалами и устройствами дуговой защиты и иметь шкафную конструкцию, обеспечивающую как возможность поэтапного наращивания РУ, так и быстрой замены его элементов. Конструкция ячеек должна обеспечивать его установку на гладкий пол без кабельных каналов для вторичных цепей, а также комплект ошиновки и соединителей коммутации для максимального упрощения процесса монтажа.

Закрытые распределительные устройства рекомендуется размещать как в зданиях подстанций, так и в металлических утепленных модулях.

Допускается проектирование и применение открытых распределительных устройств.

3.9. Во всех распределительных устройствах 3 кВ и выше рекомендуется применять стационарные заземляющие ножи, в том числе с дистанционно управляемыми приводами.

3.10. На тяговых подстанциях постоянного тока следует устанавливать блок устройства для сглаживания пульсирующего выпрямленного напряжения.

Блок фильтрующего устройства должен содержать собственно фильтр, а также элементы управления разрядным устройством, короткозамыкателем, устройства сигнализации и электромагнитных блокировок, элементы схемы земляной защиты. Параметры цепей фильтра и их количество должны обеспечивать допустимый по требованиям электромагнитной совместимости уровень пульсаций выпрямленного напряжения.

3.11. В зависимости от местных условий, рекомендуется предусматривать возможность подключения к распределительным устройствам подстанций дополнительного силового передвижного оборудования – трансформаторов, преобразовательных агрегатов, компенсирующих устройств и т. п.

3.12. Распределительные устройства подстанций должны защищаться от грозовых перенапряжений с помощью молниеотводов.

3.13. Оборудование тяговых подстанций необходимо защищать от коммутационных и других перенапряжений с помощью ограничителей перенапряжений, которые должны устанавливаться, как на шинах тяговых подстанций, так и на всех отходящих присоединениях (между выключателем и линейным разъединителем).

При необходимости, отдельные типы оборудования, (например, полупроводниковые преобразователи) могут защищаться специальными разрядниками, резисторно-емкостными контурами и т.п.

3.14. Все линейные, а по возможности и шинные разъединители необходимо оснащать двигательными приводами.

3.15. Отсасывающая линия на подстанциях постоянного тока должна выполняться изолированной от контура заземления.

Отсасывающую линию на подстанциях переменного тока рекомендуется соединять с контуром заземления и (при наличии) с железнодорожным подъездным путем на территории подстанции.

Отсасывающая линия должна выполняться не менее чем двумя проводами.

3.16. Металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей, металлические трубопроводы различного назначения (в том числе и водопроводы), выходящие за территорию контура подстанции, должны иметь надежное соединение с последним. При этом должны предусматриваться меры против выноса потенциала.

3.17. В качестве выключателей переменного тока рекомендуется применять элегазовые или вакуумные выключатели.

4. Собственные нужды

4.1. Рекомендуется выбирать величину напряжения собственных нужд переменного тока 400/230 В с заземленной нейтралью.

4.2. Распределительное устройство (щит) собственных нужд необходимо исполнять с одинарной секционированной (рубильником, контактором или автоматом) системой шин.

4.3. Для резервирования электроснабжения собственных нужд и устройств автоблокировки, исходя из местных условий, рекомендуется:

4.3.1. Установка на подстанции стационарного дизель-генератора;

4.3.2. Предусматривать возможность подключения передвижного дизель-генератора;

4.3.3. Предусматривать подключение резервной линии 400/230 В от постороннего местного источника;

4.3.4. Устанавливать комплектную трансформаторную подстанцию на линии продольного электроснабжения или ДПР за линейным разъединителем соответствующего присоединения.

4.4. Во избежание выноса потенциала с территории подстанции не следует питать от собственных нужд подстанции потребителей, расположенных вне контура заземления подстанции. При необходимости такое питание может осуществляться только с использованием защитных разделительных трансформаторов.

4.5. На тяговой подстанции необходимо устанавливать необслуживаемую, герметизированную (малообслуживаемую) аккумуляторную батарею, напряжение и мощность которой выбирается в зависимости от оборудования подстанции.

4.6. Аккумуляторная батарея должна работать в режиме постоянного подзаряда. Зарядно-подзарядные агрегаты должны быть резервированы.

4.7. Защиту присоединений собственных нужд постоянного и переменного тока необходимо производить с помощью автоматических выключателей. Желательно применять выключатели, позволяющие настраивать уставки по току и времени отключения. Применение для этих целей предохранителей не рекомендуется.

4.8. Состояние изоляции системы постоянного оперативного тока должно постоянно автоматически контролироваться.

5. Защита, автоматика, управление, измерения

5.1. На тяговых подстанциях постоянного и переменного тока все присоединения высокого напряжения рекомендуется оборудовать микропроцессорными интеллектуальными терминалами присоединений (ИТП), которые выполняют на конкретном присоединении все функции управления, автоматики, диагностики, сигнализации и измерений, а также функции защиты и автоматики более высоких уровней.

ИТП являются адекватным средством реализации малолюдной технологии эксплуатации подстанции, т.е. возможности работы оборудования без постоянного обслуживающего персонала и с минимальным объемом процедур технического обслуживания, требующих временного присутствия персонала. Они обеспечивают максимальную автоматизацию процедур обслуживания, которая достигается путем создания автоматизированных систем управления (АСУ) технологическими процессами. При этом ИТП используются в АСУ в качестве контроллеров нижнего уровня и управляются по каналам телемеханики.

Эти устройства должны обеспечивать мониторинг величин соответствующих параметров оборудования, в том числе при коротких замыканиях.

5.2. Присоединения стороны тягового напряжения рекомендуется оборудовать:

5.2.1. Системой резервирования отказа выключателей;

5.2.2. Логической защитой шин;

5.2.3. «Близким» и «дальним» резервированием отказа защит;

5.2.4. Устройствами отключения выключателей присоединений в случае снижения напряжения в системе оперативного тока ниже допустимого.

5.3. На фидерах контактной сети переменного тока рекомендуется реализовывать следующие функции защиты и автоматики (не менее):

5.3.1. Двухступенчатую токовую отсечку без выдержки времени, причем одна из них должна реагировать на действующее значение тока фидера, вторая – на мгновенное.

5.3.2. Четырехступенчатую дистанционную защиту, причем первая ступень может быть направленной (первый квадрат) или ненаправленной (с блокировкой по току и (или) напряжению), вторая и третья – направленной, с зоной действия по углу (48-50) – (90-95) Эл. Град., четвертая – направленная, с зоной действия, вытянутой вдоль оси активных сопротивлений (*рис. 5*).

5.3.3. Защиту от минимального напряжения.

5.3.4. Автоматическое повторное включение.

5.4. На фидерах контактной сети постоянного тока рекомендуется реализовывать следующие функции защиты и автоматики (не менее):

5.4.1. Одноступенчатую максимально-токовую защиту.

5.4.2. Одноступенчатую дистанционную защиту.

5.4.3. Защиту от минимального напряжения.

5.4.4. Автоматическое повторное включение.

5.5. На фидерах ДПП и продольного электроснабжения рекомендуется реализовывать следующие функции защиты и автоматики (не менее):

5.5.1. Трехступенчатую максимально-токовую защиту.

5.5.2. Токовую защиту обратной последовательности.

5.5.3. Защиту от минимального напряжения.

5.5.4. Автоматическое повторное включение.

5.6. На фидерах электроснабжения устройств автоблокировки рекомендуется реализовывать следующие функции защиты и автоматики (не менее):

5.6.1. Трехступенчатую максимально-токовую защиту.

5.6.2. Защиту от минимального напряжения.

5.6.3. Защиту от замыканий на землю.

5.6.4. Автоматическое повторное включение.

5.6.5. Автоматическое включение резерва.

5.7. На понижающих трансформаторах рекомендуется реализовывать следующие функции защиты и автоматики (не менее):

5.7.1. Дифференциальную токовую защиту.

5.7.2. Двухступенчатую газовую защиту.

5.7.3. Максимально-токовую защиту с блокировкой по напряжению, двухступенчатую дистанционную защиту - с тяговой стороны трансформатора на подстанциях переменного тока.

5.7.4. Двухступенчатую максимально-токовую защиту с блокировкой по напряжению – с питающей стороны трансформатора на подстанциях переменного тока.

5.7.5. Защиту от минимального напряжения.

5.7.6. Защиту от подпитки коротких замыканий на стороне высокого напряжения.

5.7.7. Автоматику обдува.

5.8. На трансформаторах собственных нужд рекомендуется реализовывать следующие функции защиты и автоматики (не менее):

5.8.1. Максимально-токовую защиту.

5.8.2. Защиту от минимального напряжения.

5.8.3. Автоматическое повторное включение.

5.9. Рекомендуется применять программное управление режимами работы присоединений, в частности, включение и отключение преобразовательных агрегатов в зависимости от величины нагрузки и других факторов.

5.10. Рекомендуется применение на тяговых подстанциях устройства телемеханики в полном объеме – телеуправления, телесигнализации, телеизмерений (текущих и интегральных величин).

5.11. Необходимо предусматривать местное управление и сигнализацию.

5.12. Перевод на ручное местное управление коммутационными аппаратами подстанции должен происходить без изменения оперативного положения оборудования.

5.13. Для питания устройств защиты и автоматики тяговых подстанций, а также для управления оборудованием, рекомендуется применять постоянный оперативный ток. Допускается в обоснованных случаях применять выпрямленный или переменный ток.

5.14. На фидерах контактной сети, линиях автоблокировки, продольного электроснабжения, ДПР рекомендуется устанавливать аппаратуру для определения расстояния до места короткого замыкания.

5.15. На фидерах контактной сети постоянного тока рекомендуется устанавливать «испытатели коротких замыканий», проверяющие исправность линий до оперативного включения или АПВ.

5.16. На подстанциях постоянного тока и в закрытых распределительных устройствах переменного должна предусматриваться «земляная» защита, отключающая оборудование при замыкании токоведущих частей на корпус внутри распределительного устройства.

5.17. На всех присоединениях необходимо устанавливать блокировки безопасности, предотвращающие возможность отключения и включения разъединителей под нагрузкой, включение присоединения на заземленный участок электрической цепи, открывание дверей распределительных устройств, с которых не снято напряжение, и т. п.

5.18. Учет электроэнергии выполняется по схемам, согласованным с энергосистемой, причем коммерческий учет электроэнергии рекомендуется устанавливать на стороне питающего напряжения.

Рекомендуется при проектировании предусматривать создание автоматизированных систем комплексного учета электроэнергии.

5.19. Тяговые подстанции переменного и постоянного тока рекомендуется оборудовать информационно-диагностическими комплексами, с возможностью передачи информации о состоянии оборудования на энергодиспетчерский пункт.

5.20. Линии электропередачи переменного тока, подвешенные на опорах контактной сети на участках, электрифицированных на постоянном токе и имеющие рельсовые цепи СЦБ, работающие на переменном токе, должны оборудоваться защитой, отключающей эти линии при замыканиях на землю.

6. Автоматизация управления подстанцией

Для решения задачи создания малолюдной подстанции автоматизированная система управления (АСУ) должна удовлетворять следующим основным требованиям:

6.1. АСУ должна совмещать функции телеизмерения, телесигнализации и телеуправления.

6.2. АСУ должна допускать возможность дистанционного управления подстанцией с оперативного пункта управления (ОПУ) во время нахождения на ней персонала.

6.3. АСУ должна осуществлять функциональную и тестовую диагностику состояния оборудования и подстанции в целом, необходимую и достаточную для оценки состояния как «нормальное», «требующее детального обследования» (при наличии признаков развивающихся неисправностей) и «предаварийное» (при выработке 90 % ресурса). При этом аппаратные средства АСУ, реализующие функции диагностики, должны быть минимизированы до уровня, обеспечивающего возможность идентификации состояния объекта диагностики только до указанного уровня детализации (с целью упрощения аппаратуры диагностики и обеспечения показателей надежности системы диагностики выше аналогичных показателей объекта диагностирования).

6.4. АСУ должна передавать на верхний уровень управления данные учета электроэнергии.

6.5. Вышеперечисленные функции должны выполняться в едином программно-аппаратном комплексе по типу АСКУЭ.

6.6. Все функции должны быть реализованы с использованием единых каналов связи.

6.7. Структура АСУ должна соответствовать структуре объекта управления – функционально-блочной подстанции, т.е. быть распределенной, реализуемой на полнофункциональных ИТП, встроенных в соответствующие присоединения и соединяемых с центральным контроллером (контроллер подстанции) последовательным каналом с интерфейсом RS-485, USB.

6.8. Составной частью АСУ должна быть система противопожарной автоматики, а также охранной сигнализации, включающей в себя средства видеонаблюдения.

6.9. Для обеспечения высокой надежности АСУ она должна реализовывать следующие принципы:

6.9.1. Резервирование защитных функций отдельных ИТП «снизу вверх» (от фидеров к вводам РУ);

6.9.2. Резервирование при отказах выключателя (УРОВ) всех присоединений;

6.9.3. Резервирование источников питания для ИТП;

6.9.4. Разделение локальной сети подстанции на несколько независимых частей, охватывающих близко расположенные присоединения (ячейки) и подключаемых к индивидуальным входам контроллеров подстанции так, что выход из строя любой из частей сети не влияет на работоспособность остальных;

6.9.5. Резервирование каждой из частей локальной сети путем использования топологии «кольца», разрыв которого в любом месте не приводит к потере связи;

6.9.6. Постоянная самодиагностика терминалов, контроллера подстанции и локальной сети.

7. Здания подстанций.

Общие вопросы проектирования тяговых подстанций

7.1. Подстанции рекомендуется выполнять как совмещенными, так и не совмещенными с дежурными пунктами контактной сети.

7.2. Для проектирования тяговых подстанций рекомендуется использование комплекта укрупненных функциональных блоков полной заводской готовности, позволяющего путем агрегатирования соответствующих разновидностей блоков реализовать все требуемые типы подстанций и, в то же время, учесть особенности конкретных требований в каждом отдельном случае.

Комплект функциональных блоков для модернизации и реконструкции подстанций должен, кроме того, удовлетворять следующим принципиальным требованиям:

7.2.1. Функциональные блоки должны поставляться на монтажную площадку подстанции в полностью смонтированном виде, агрегатирование должно сводиться к монтажу внешних ошиновок, элементы которых также должны поставляться в готовом виде;

7.2.2. Функциональные блоки должны устанавливаться как в стационарных зданиях (если здания действующих подстанций это позволяют), так и в легко

возводимых зданиях с общим объемом, а также в отдельных контейнерах, стыкуемых друг с другом для образования общих объемов;

7.2.3. Должна быть также обеспечена возможность использования контейнеров по отдельности (например, для создания временных схем при капитальном ремонте или реконструкции).

7.3. В зданиях подстанций рекомендуется предусматривать помещения щитовой, аккумуляторной батареи, распределительных устройств (при распределительных устройствах внутренней установки), служебное помещение для нахождения персонала, а также бытовые помещения для персонала: кабинет начальника подстанции, комната приема пищи с бытовыми приборами, душ, туалет, кладовая.

7.4. На подстанциях рекомендуется применять освещение лампами, реализующими спектр естественного дневного света. Также должно предусматриваться аварийное освещение, присоединенное к сети, независимой от рабочего освещения (аккумуляторной батареи).

7.5. Отопление зданий подстанции рекомендуется выполнять исходя из местных условий (электрическим, водяным с питанием от имеющихся местных тепловых сетей или от теплогенераторов).

7.6. В случае применения открытых распределительных устройств, их рекомендуется выполнять из железобетонных или металлических конструкций.

7.7. При применении модульных закрытых распределительных устройств, их рекомендуется выполнять двухслойными, с заполнением пространства между внешней и внутренней стенами теплоизоляционным материалом.

7.8. Заземляющие устройства подстанций рекомендуется выполнять в виде контура из полосового (ленточного) заземлителя и вертикальных электродов. Параметры заземляющего устройства должны соответствовать принятым в стране нормам и правилам.

7.9. Кабели в зданиях и на открытой части подстанций рекомендуется прокладывать в специальных кабельных каналах.

7.10. К территориям подстанций рекомендуется сооружать автомобильные и железнодорожные подъезды, а в случае невозможности или нецелесообразности – только автомобильные.

7.11. На подстанции должны предусматриваться уловители трансформаторного масла (в соответствии с национальными нормами), не допускающие его растекания или проникновения в почву при авариях маслонаполненного оборудования.

7.12. Все металлические конструкции, которые могут оказаться под напряжением при нарушении изоляции должны быть соединены с заземляющими

устройствами. В распределительных устройствах выпрямленного тока и в закрытых распределительных устройствах переменного тока металлоконструкции, во избежание неправильного действия токовой «земляной» защиты, должны изолироваться от токопроводящих строительных конструкций (полов и стен) здания подстанции изолирующими элементами (изоляторами, прокладками).

7.13. Строительные конструкции из монолитного бетона и кирпича следует считать практически нетокопроводящими.

7.14 Установку охранной и пожарной сигнализации (в том числе и видеонаблюдения) необходимо выполнять в объеме, диктуемом местными условиями с питанием от шин собственных нужд подстанции. Сигнализацию о несанкционированном проникновении на тяговую подстанцию рекомендуется передавать на энергодиспетчерский пункт с помощью устройств телемеханики.

7.15. Рекомендуется применять соответствующие системы и устройства, обеспечивающие их режим работы без постоянного дежурного персонала.

7.16. В зависимости от местных условий, закрытые распределительные устройства и здание подстанции рекомендуется оборудовать автоматизированными устройствами обогрева и вентиляции.

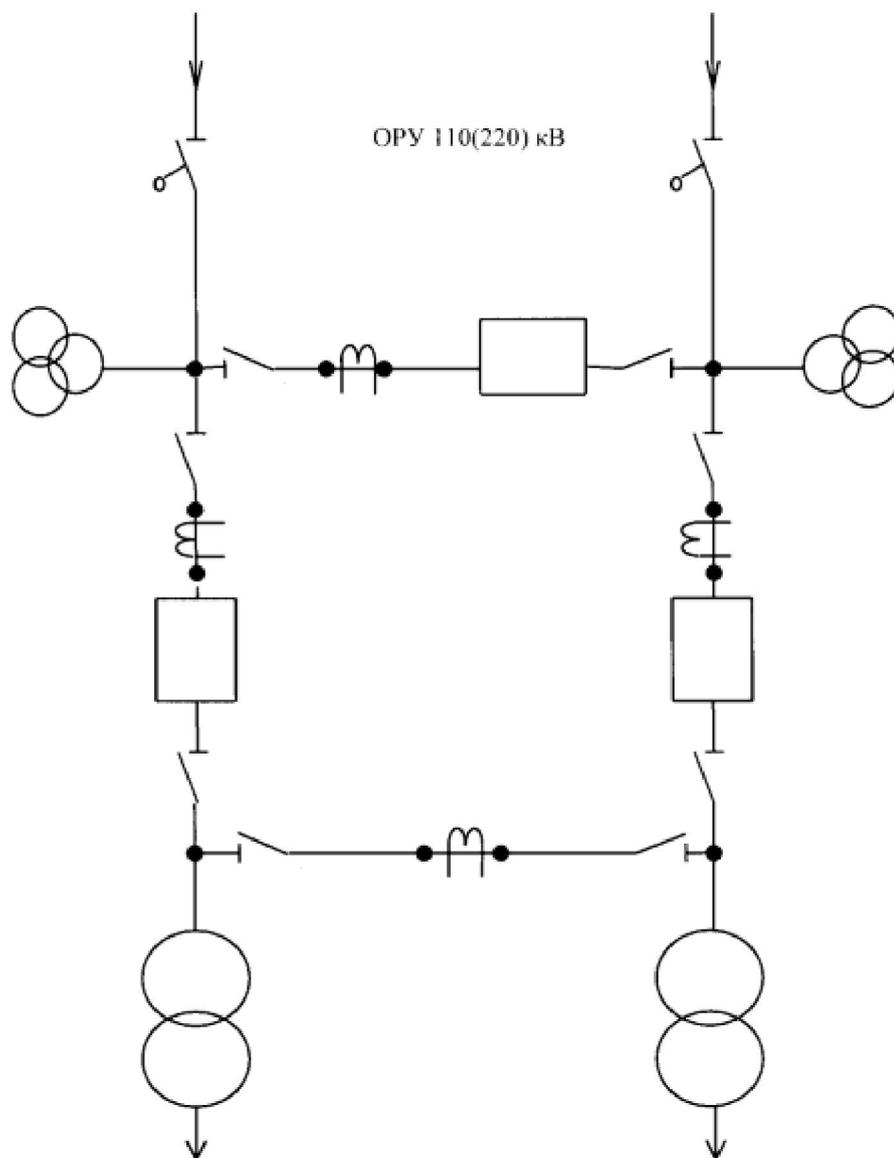


Рис. 1

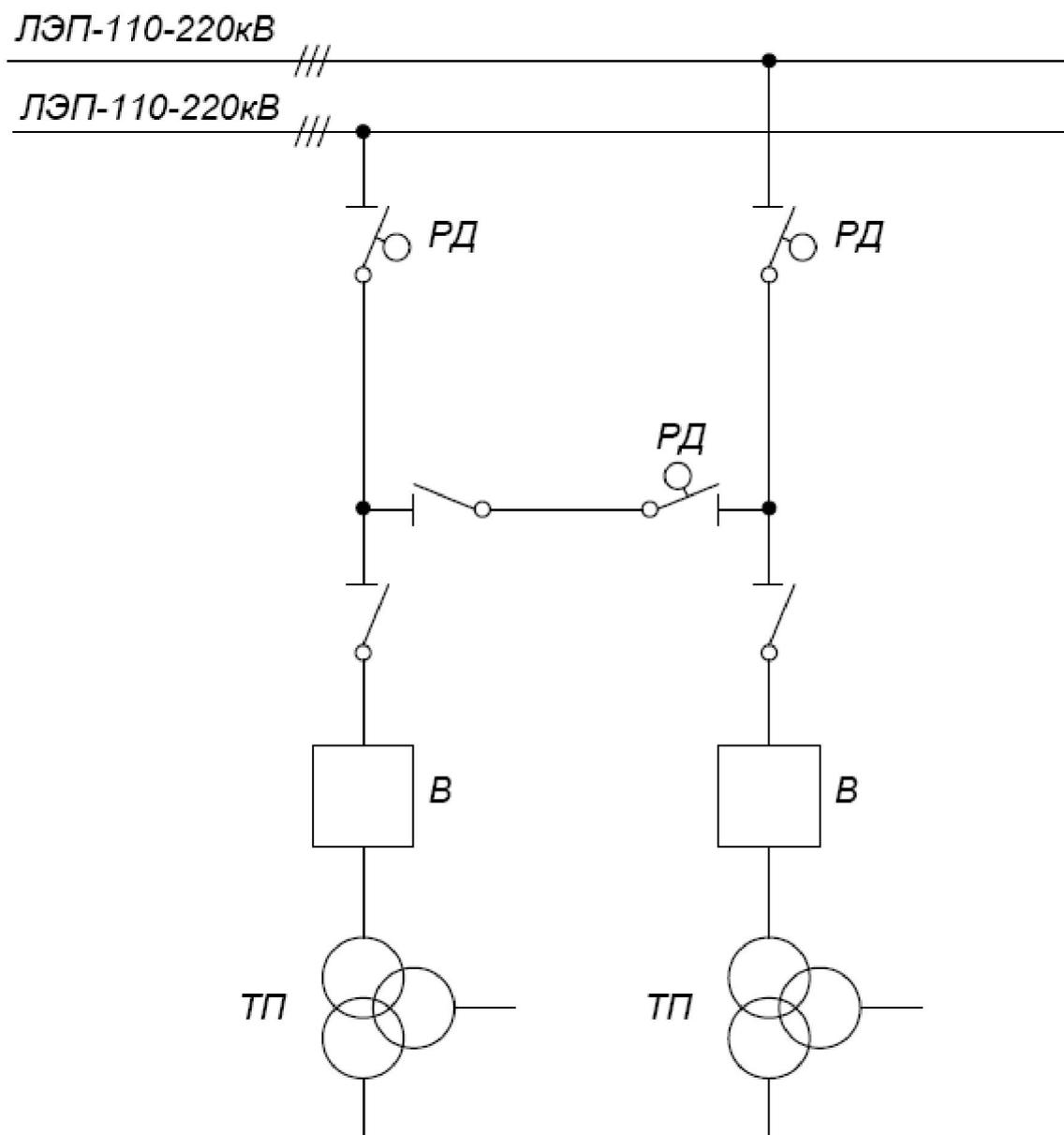


Рис. 2 – Схема подключения отпаечной тяговой подстанции к сети высокого напряжения

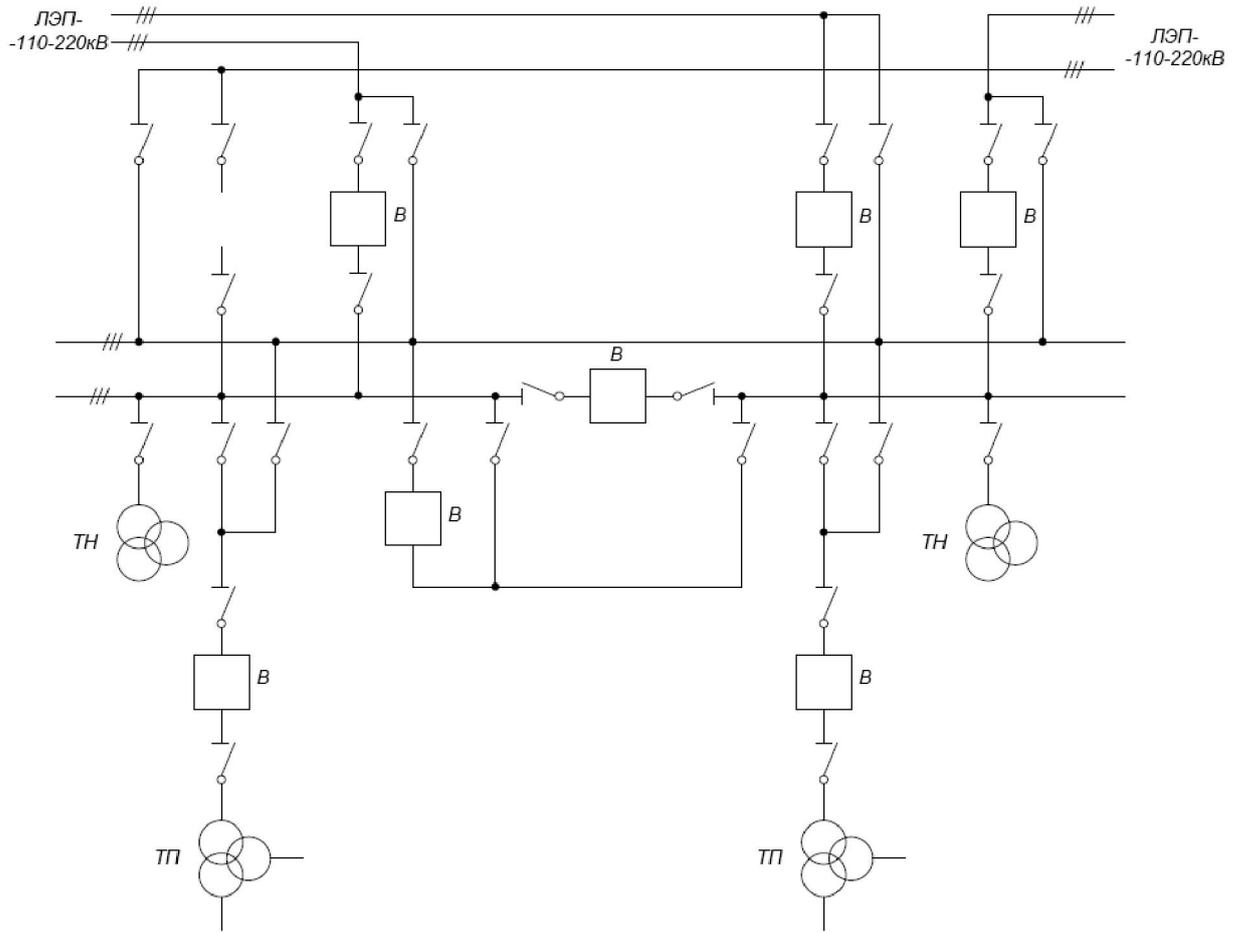
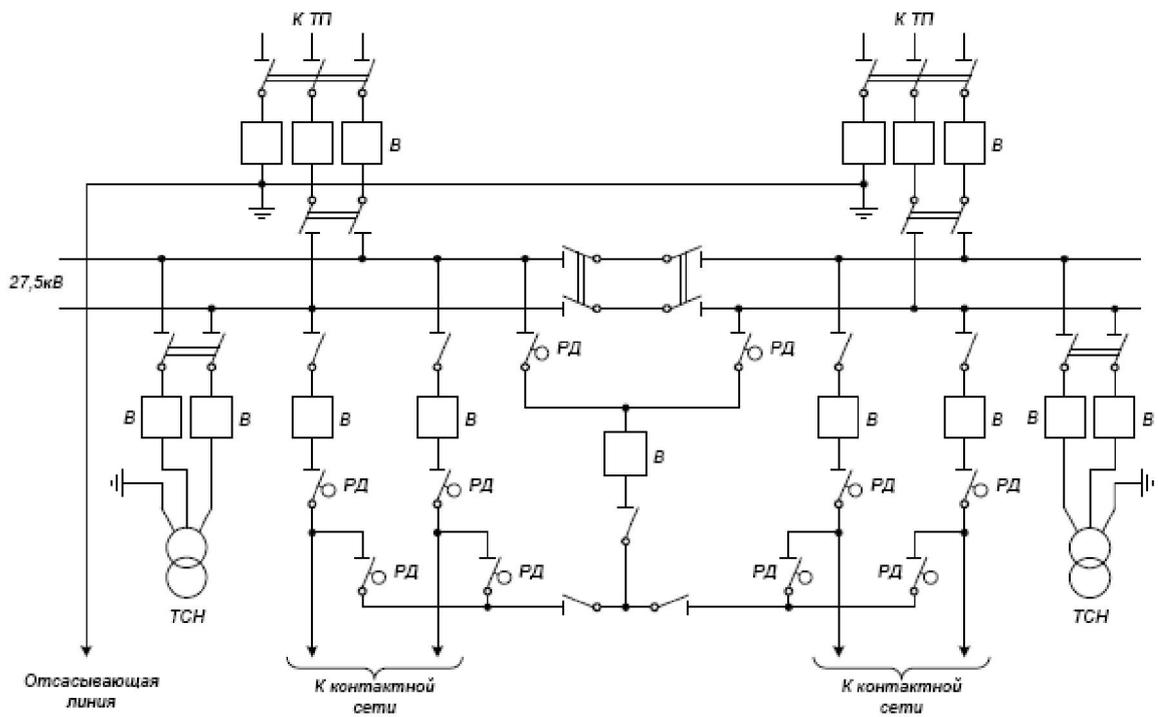
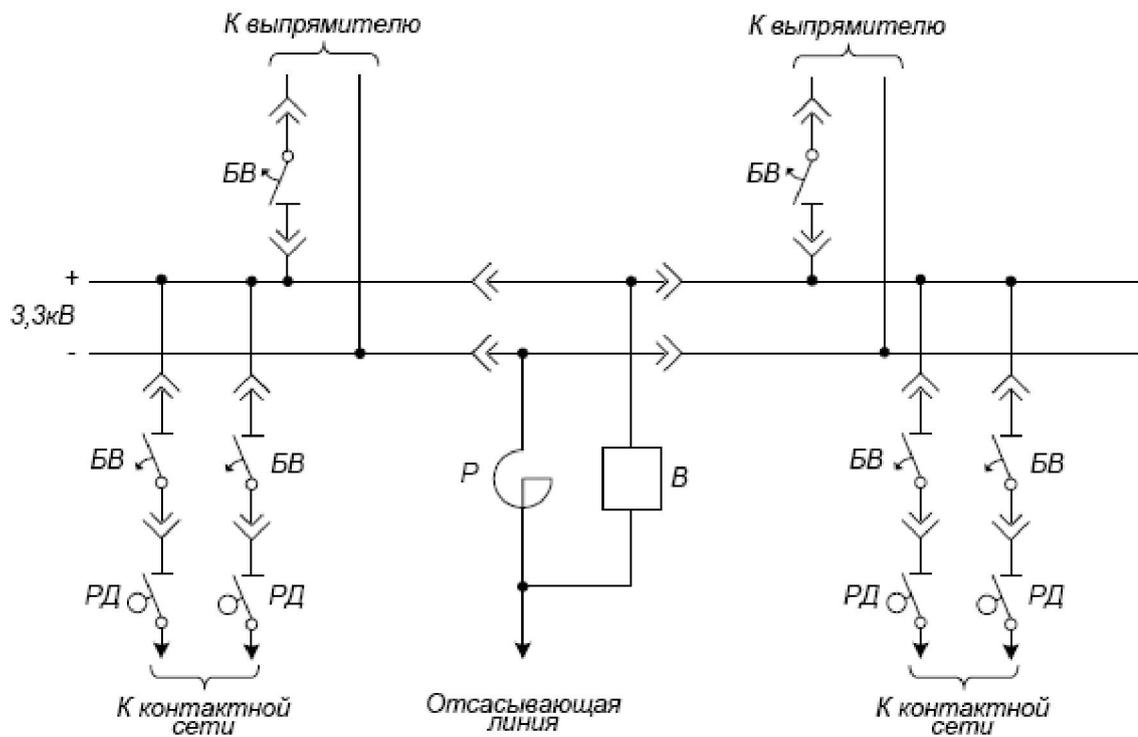


Рис. 3 – Схема подключения опорной тяговой подстанции к сети высокого напряжения



ТСН – трансформатор собственных нужд

а)



БВ – быстродействующий выключатель

Р – реактор

б)

Рис. 4 – Примеры схем распределительных устройств тягового напряжения переменного (а) и постоянного тока (б)