

Практическое занятие 2 (ПЗ 2)

ПЗ - 2.1 Виды средств сигнализации и связи, применяемых на железнодорожном транспорте, принцип работы, конструктивное исполнение

Основные определения, связанные с технической эксплуатацией устройств СЦБ железнодорожного транспорта

Устройства сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) - предназначены для автоматизации процессов, связанных с управлением движением поездов, обеспечения безопасности и необходимой пропускной способности железных дорог, а также повышения производительности труда.

На железнодорожном транспорте устройства СЦБ в зависимости от их назначения подразделяют на две группы:

– **устройства СЦБ на перегонах** - автоматическая блокировка (АБ), автоматическая локомотивная сигнализация (АЛС), путевая полуавтоматическая блокировка (ПАБ), система диспетчерского контроля за движением поездов и автоматическая переездная сигнализация;

– **устройства СЦБ на станциях** - электрическая и диспетчерская централизация (ЭЦ и ДЦ), комплекс устройств горочной автоматики и др.

–
Автоблокировка (АБ)– является основной системой регулирования движения поездов на одно - и двухпутных линиях магистральных железных дорог. При использовании АБ межстанционный перегон разделен на блок-участки. Каждый блок-участок огражден проходным светофором.

Сигнал - условный видимый или звуковой знак, при помощи которого подается определенный приказ.

Блок-участок - часть межстанционного перегона при автоблокировке или при автоматической локомотивной сигнализации, применяемой как самостоятельное средство сигнализации и связи, ограниченная проходными светофорами (границами блок-участков) или проходным светофором (границей блок-участка) и входным светофором железнодорожной станции, а также выходным светофором и первым попутным проходным светофором (границей блок-участка).

Основными средствами сигнализации и связи при движении поездов являются автоматическая и полуавтоматическая путевые блокировки.

При организации двустороннего движения на двухпутных и многопутных перегонах, оборудованных автоблокировкой в одном направлении, движение поездов в противоположном направлении (по неправильному железнодорожному пути) может осуществляться по сигналам локомотивных светофоров.

На отдельных участках может применяться как самостоятельное

средство сигнализации и связи автоматическая локомотивная сигнализация.

Автоматическая локомотивная сигнализация

Автоматическая локомотивная сигнализация (АЛС) предназначена для повышения безопасности движения поездов и улучшения условий труда локомотивных бригад. При плохой видимости (дождь, туман, снегопад) машинист поезда может своевременно не заметить показания светофора, что приведет к проезду запрещающего сигнала. Чтобы исключить такие негативные случаи, автоблокировку дополняют АЛС, с помощью которой показания путевых светофоров при приближении к ним поезда передаются на локомотивный светофор, установленный в кабине машиниста. Систему АЛС дополняют автостопом, который останавливает поезд перед закрытым светофором, если машинист не принимает мер к своевременному торможению.

Систему АЛС дополняют также устройством для проверки бдительности машиниста и контроля скорости движения поезда, а наиболее совершенные системы — устройствами автоматического регулирования скорости.

АЛС с автостопом осуществляет торможение поезда и в случае превышения допустимой скорости или отсутствия подтверждения бдительности машиниста.

В зависимости от способа передачи показаний путевых сигналов на локомотив (непрерывно или только в определенных точках пути) различают АЛС непрерывного типа с автостопом (АЛСН) и точечного типа с автостопом (АЛСТ), причем последняя может применяться только на участках, оборудованных полуавтоматической блокировкой.

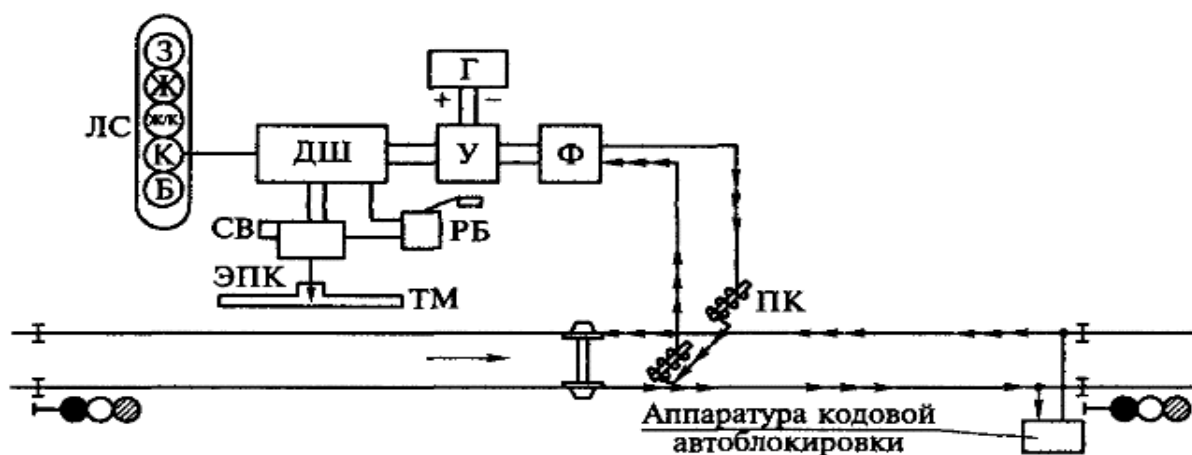


Схема автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа:

ЛС — локомотивный светофор; ДШ — дешифратор; Г — генератор; У — усилитель; Ф — фильтр; СВ — свисток; РБ — рукоятка бдительности; ЭПК — электропневматический клапан; ТМ — тормозная магистраль; ПК — приемные катушки

АЛСН служит для постоянной передачи на локомотив (по рельсовым цепям) показаний путевого светофора, к которому приближается поезд.

Навстречу движущемуся поезду от стоящего впереди светофора в рельсовую цепь подается переменный кодовый ток. Он наводит в приемных катушках ПК локомотива кодовые импульсы переменного тока (напряжением около 0,2 В). Эти импульсы поступают через фильтр Ф в усилитель У, с помощью которых преобразуются и усиливаются. В дешифраторе ДШ коды расшифровываются, и в зависимости от их значения включается соответствующий огонь локомотивного светофора ЛС. Если на путевом светофоре горит зеленый огонь, то в цепи проходят три импульса тока в кодовом цикле и на локомотивном светофоре горит также зеленый огонь. При включенном желтом сигнале проходят два импульса тока в кодовом цикле, и на локомотивном светофоре горит также желтый огонь. От светофора с красным огнем поступает код с одним импульсом тока в цикле, и на светофоре локомотива включается желтый огонь с красным.

При вступлении поезда на занятый блок-участок на ЛС загорается красный огонь. Белый огонь на ЛС включается при следовании поезда по некодированным путям, когда машинист должен руководствоваться показаниями путевых светофоров. В момент смены на ЛС более разрешающего огня на менее разрешающий машинисту подается предупредительный свисток о возможности срабатывания автостопа. В этом случае машинист должен в течение 6...8 с нажать рукоятку бдительности, в противном случае произойдет экстренное автоматическое торможение поезда. После нажатия рукоятки бдительности машинист должен снизить скорость движения до разрешенной или остановить поезд. Когда машинист проезжает светофор с желтым огнем и движется на красный, на ЛС происходит смена огня на желтый с красным, после чего машинист руководствуется показаниями путевых светофоров.

С момента появления на локомотивном светофоре желтого огня с красным машинист обязан периодически, через каждые 20... 30 с, нажимать рукоятку бдительности во избежание экстренной остановки. Для контроля за действиями машинистов на локомотивах применяют скоростемеры, которые записывают на ленту фактическую скорость движения и регистрируют горение красного или желтого с красным огня на ЛС, нажатие рукоятки бдительности и работу автостопа.

Система АЛСН используется на магистральных железных дорогах, где скорость движения пассажирских поездов не превышает 120 км/ч, а грузовых — 80 км/ч. На линиях с более высокой скоростью движения, достигающей 200 км/ч, требуется расширение значности локомотивной сигнализации, так как возрастает тормозной путь и необходимо передавать информацию о приближении поездов не за два, а за три или четыре блок-участка. С этой целью применяют многозначные частотные АЛС.

Для повышения безопасности движения поездов, предупреждения проезда запрещающих сигналов и увеличения пропускной способности участков устройства АЛСН дополняют системой автоматического

управления торможением (САУТ) и комплексом локомотивных устройств безопасности (КЛУБ). Устройства САУТ и КЛУБ взаимосвязаны, что позволяет более точно определять расстояние до препятствий, используя спутниковую навигационную связь.

На малоинтенсивных линиях (участках) железнодорожных путей общего пользования и на железнодорожных путях необщего пользования в качестве средств связи при движении поездов допускается применять электрожелезную систему и телефон.

На железнодорожных линиях, оборудованных автоблокировкой с трехзначной сигнализацией, расстояние между смежными светофорами должно быть не менее тормозного пути, определенного для данного места при полном служебном торможении на максимальной реализуемой скорости, но не более 120 км/ч для пассажирских поездов и 80 км/ч для грузовых поездов и, кроме того, должно быть не менее тормозного пути при экстренном торможении с учетом пути, проходимого поездом за время, необходимое для воздействия устройств автоматической локомотивной сигнализации на тормозную систему поезда. При этом на участках, где видимость сигналов менее 400 м, а также на железнодорожных линиях, вновь оборудуемых автоблокировкой, указанное расстояние, кроме того, должно быть не менее 1000 м (Рисунок 1).

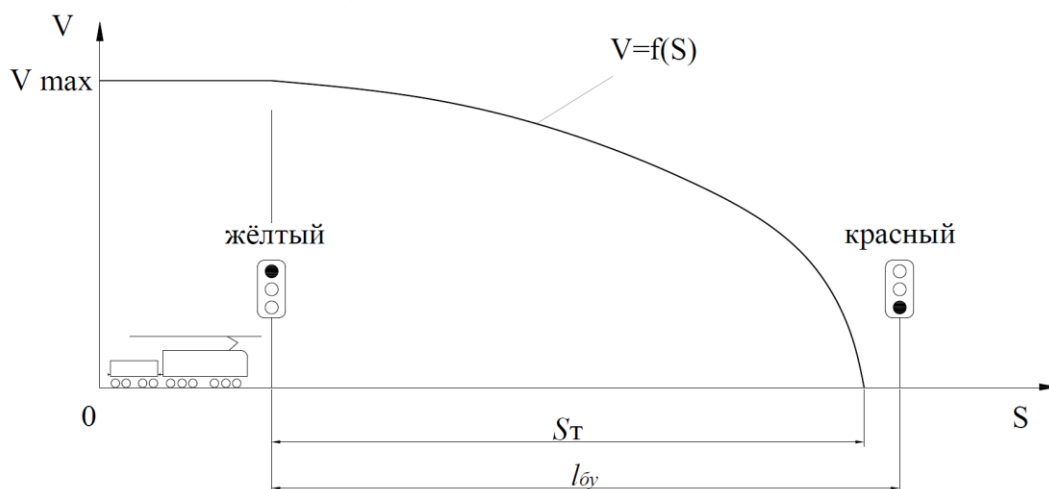


Рисунок 1 Определение длины блок-участка при автоблокировке

Железнодорожные линии с особо интенсивным движением пассажирских поездов пригородного назначения, где требуется иметь блок-участки короче минимальной длины, установленной для трехзначной сигнализации, оборудуются автоблокировкой с четырехзначной сигнализацией.

На железнодорожных линиях, оборудованных автоблокировкой с трехзначной сигнализацией, на которых обращаются пассажирские поезда со скоростью более 120 км/ч или грузовые поезда со скоростью более 80 км/ч, движение с установленной максимальной скоростью разрешается при зеленом огне локомотивного светофора, если обеспечивается остановка поезда перед путевым светофором с запрещающим показанием при

применении служебного торможения после смены зеленого огня локомотивного светофора на желтый.

На участках, оборудованных диспетчерской централизацией, основными средствами сигнализации и связи при движении поездов являются автоблокировка, АЛСН, применяемая как самостоятельное средство сигнализации и связи или полуавтоматическая блокировка с автоматическим контролем прибытия поезда в полном составе.

Управление всеми станционными светофорами и стрелками железнодорожных станций, находящихся на диспетчерском управлении, осуществляется непосредственно ДНЦ. Положение стрелок, открытое или закрытое состояние светофоров, свобода или занятость главных и приемо-отправочных железнодорожных путей, изолированных участков железнодорожных станций, блок-участков (при автоблокировке) или перегонов (при полуавтоматической блокировке) контролируется на аппарате управления ДНЦ. Электрическая централизация стрелок и светофоров ЭЦ является основным видом управления стрелками и сигналами.

Станционный пост централизации - пост на железнодорожной станции, в котором сосредоточено управление группой централизованных стрелок и сигналов.

Основные определения, связанные с технической эксплуатацией технической электросвязи

Технологическая электросвязь—электросвязь для ведения служебных переговоров по обеспечению производственной деятельности, управления технологическими процессами в производстве и подразделяющаяся на следующие виды:

- двусторонняя парковая связь – связь для ведения служебных переговоров между работниками железнодорожного транспорта, выполняющими работы на железнодорожных станциях;
- перегонная связь – связь для ведения служебных переговоров между дежурными по железнодорожным станциям и работниками, выполняющими работы и находящимися на перегоне;
- поездная межстанционная связь – связь для ведения служебных переговоров между дежурными по железнодорожным станциям соседних железнодорожных станций;
- поездная диспетчерская связь – связь для ведения служебных переговоров между диспетчером поездным и дежурными по железнодорожным станциям, входящими в обслуживаемый диспетчерский участок;
- стрелочная связь – связь для ведения служебных переговоров между дежурным по железнодорожной станции с исполнительными и распорядительными постами железнодорожной станции по вопросам приготовления маршрутов (включая проверку свободности железнодорожных путей и стрелок) и закрепления железнодорожного

подвижного состава на смежных железнодорожных путях.

На всех участках железнодорожного пути должна быть обеспечена поездная диспетчерская и поездная межстанционная технологическая электросвязь.

Энергодиспетчерская связь – вид технологической электросвязи, предназначенной для ведения служебных переговоров работников, производственная деятельность которых непосредственно связана с электроснабжением объектов железнодорожного транспорта.

На участках, оборудованных автоблокировкой, диспетчерской централизацией и на всех электрифицированных участках, кроме того, должна быть перегонная связь и энергодиспетчерская связь.

Все участки железнодорожного транспорта, где обращаются поезда, должны быть оборудованы поездной радиосвязью.

Поездная радиосвязь - система железнодорожной радиосвязи для оперативного управления движением поездов, обеспечивающая обмен информацией между машинистами железнодорожного подвижного состава и оперативным диспетчерским персоналом диспетчерских центров управления, дежурными по железнодорожным станциям, машинистами встречных и вслед идущих поездов и другим персоналом, связанным с поездной работой.

Поездная радиосвязь должна обеспечивать устойчивую двустороннюю связь машинистов поездных локомотивов, моторвагонных поездов, специального самоходного подвижного состав.

Автоматическую запись служебных переговоров, производимых по железнодорожной технологической электросвязи, обеспечивается с помощью электронного устройства – **регистратора переговоров**.

Автоблокировка, полуавтоблокировка, электрожелезная система – назначение и принцип действия

Автоблокировка - автоматическая система регулирования движения поездов.

При автоблокировке перегоны делятся на блок-участки длиной от 1000 до 2600 м, ограждаемые проходными сигналами, открывающимися и закрывающимися автоматически под действием поезда. Это позволяет находиться на перегоне не одному, а нескольким попутно следующим поездам.

АБ не допускает открытия выходного или проходного сигнала до освобождения ограждаемого блок - участка.

Во время отправления поезда со станции разрешение машинисту занять блок-участок подается выходным светофором, открываемым дежурным по станции. Блокирование первого блок-участка происходит в тот момент, когда выходной светофор при проходе его головой поезда автоматически закрывается и тем самым замыкается ограждаемый им блок-участок. Деблокирование первого блок-участка тоже происходит автоматически после

того, как участок будет фактически освобожден поездом и можно, открывая выходной светофор, отправлять следующий поезд.

Поезда, находящиеся на перегоне, движутся по сигналам проходных светофоров. Нормально проходной светофор открыт, разрешая занять блок-участок. Как только поезд вступает на ограждаемый им участок, светофор автоматически закрывается, запрещая следующему поезду движение на этот участок пути до полного его освобождения. Проверка освобождения блок-участка поездом, а также открытие проходного светофора происходят автоматически.

В зависимости от условий эксплуатации на железных дорогах страны сейчас применяются **однопутная, двухпутная и двусторонняя системы автоблокировки.**

Однопутная автоблокировка применяется на однопутных участках и служит для разграничения поездов при движении по одному пути в любом из направлений и исключает встречное одновременное движение.

Двухпутная автоблокировка используется при движении поездов по каждому пути двухпутного участка только в одном направлении. Это позволяет организовывать движение поездов в попутном направлении через 8 мин и даже меньше и увеличивать тем самым пропускную способность двухпутных линий по перегонам.

На отдельных грузонапряженных линиях предусматривается двустороннее движение поездов по обоим путям двухпутного перегона или участка. Только тогда, когда возникает временная необходимость в пропуске поездов преимущественно в одном направлении, организуется движение поездов в одну сторону по обоим путям перегона. Автоблокировку, предназначенную для таких целей, называют двусторонней. Светофоры неустановленного направления при однопутной и двусторонней автоблокировке погашены.

Полуавтоматическая путевая блокировка - система интервального регулирования движения поездов.

При ПАБ блок-участком является весь перегон между соседними станциями.

Разрешением на занятие перегона, на котором может находиться только один поезд, служит зелёный огонь выходного или проходного светофора. Дежурный станции приёма (блокпоста), убедившись в прибытии поезда, подаёт на станцию отправления электрический блокировочный сигнал, который деблокирует светофоры. Это необходимо, так как на однопутных участках выходные светофоры соседних станций, ограничивающих перегон, закрыты и для отправления поезда нужно предварительно получить блокировочный сигнал согласия от дежурного станции приёма.

ПАБ широко применяется на железных дорогах преимущественно на однопутных линиях. Если для увеличения пропускной способности межстанционный перегон делится отдельным пунктом (блокпостом) на два межпостовых перегона, то на блокпосту устанавливают проходные

светофоры и аппараты полуавтоматической блокировки, обслуживаемые дежурным по этому разделному пункту или действующие автоматически. При ПАБ, как и при автоблокировке, для машиниста правом на занятие поездом перегона служит разрешающий сигнал выходного или проходного светофора. Дежурный по станции выполняет ряд действий при отправлении поезда.

Первое действие — открывает выходной светофор, что ведет к блокированию (исключению возможности вторичного открытия) не только его, но и выходного светофора с любого другого пути станции для отправления на этот же перегон, т. е. открытие выходного светофора расценивается как отправление поезда.

Второе действие — подает блокировочный сигнал отправления (блокирование перегона) либо отдельным действием после закрытия выходного светофора, либо одновременно с открытием выходного светофора. Прибытие поезда на следующую станцию фиксируется на ней устройством электрического контроля входа поезда с перегона на станцию, чтобы предупредить преждевременную подачу сообщения о прибытии на станцию, отправившую прибывший поезд. Однако прибытие или проследование поезда в полном составе определяется дежурным по станции фактически по хвостовым сигналам или автоматически приборами. Подача прибытия станцией, на которую прибыл поезд, является конечным действием, подтверждающим освобождение перегона — его деблокирование.

Полуавтоматическая блокировка существует двух видов: релейная и электромеханическая.

Релейная ПАБ называется так потому, что в ней все зависимости осуществляются при помощи электрических реле.

Электромеханическая ПАБ. При этой системе станции связаны друг с другом блок - механизмами.

Электрожелезная система (ЭЖС) является средством сообщений между отдельными пунктами железных дорог, предназначенная для регулирования движения поездов на однопутных участках. Правом на занятие перегона при этой системе служит жезл, относящийся к этому перегону и вручаемый дежурным по станции машинисту локомотива. При этом изъятие жезла из аппарата возможно только с разрешения дежурного соседней станции, в направлении которой должен следовать поезд.

При ЭЖС на каждой станции для одного и того же перегона имеется по одному жезловому аппарату одной серии, которые связаны между собой электрически линейным проводом, обратным проводом служит земля. Зависимость между жезловыми аппаратами осуществлена таким образом, что изъять жезл для отправления поезда можно только в том случае, если в обоих аппаратах в сумме находится четное количество жезлов и если дежурный соседней станции дает согласие на изъятие жезла электрическим блокировочным сигналом.

При извлечении жезла внутри аппарата проворачиваются кодовые диски, и вся система автоматически блокируется. С этого момента ни на

одной, ни на другой станции, ни одного жезла больше извлечь невозможно. Следовательно, невозможно и отправить следующий поезд. Система остаётся заблокированной до тех пор, пока перевезённый машинистом на следующую станцию жезл не будет помещён в электрожезловой аппарат станции приёма.

Для отправления следующего поезда необходимо, чтобы отправленный поезд прибыл на соседнюю станцию, а привезенный жезл был вставлен в аппарат станции прибытия.

Если произошла отмена маршрута и поезд не отправлялся, то изъятый жезл вкладывается в аппарат, из которого был изъят.

Все жезлы представляют собой круглый стальной стержень, на котором расположены 3 кольцевидных утолщения. Чтобы исключить возможность вкладывания жезла в аппарат, относящийся к другому перегону, а, следовательно, отправить поезд на занятый перегон, жезловые аппараты имеют различные серии. Это отличие состоит в различном расположении выточек и углублений на жезлах относительно кольца 1.

Всего существует 6 основных серий (А, В, С, D, E, F) и 3 дополнительные (К, М, Р) аппаратов.

Главный недостаток ЭЖС в том, что необходимый уровень безопасности движения поездов обеспечивается лишь при безупречной дисциплине локомотивных бригад и дежурных по станции.

Другой недостаток ЭЖС – необходимость остановки поезда на каждой станции для обмена жезлами быстро был преодолен изобретением специальных жезлоподавателей и жезлообменивателей.

Устройства диспетчерского контроля за движением поездов

Устройства диспетчерского контроля за движением поездов (ДК) применяют на участках, оборудованных АБ, для передачи информации поезвному диспетчеру об установленном направлении движения (на участках однопутной блокировки), о занятости блок-участков, главных и приемоотправочных путей промежуточных станций, показаниях входных и выходных светофоров.

Кроме того, устройства ДК дают возможность дежурным промежуточных станций следить за движением поездов на прилегающих перегонах, а также получать информацию о повреждениях перегонных устройств АБ и переездной сигнализации на этих перегонах.

На железных дорогах применяют систему частотного диспетчерского контроля (ЧДК). Она включает в себя устройства телеконтроля, информирующие о состоянии перегонов в пределах диспетчерского круга. С перегонов информация о состоянии контролируемых объектов по специально выделенным проводам сначала передается на промежуточные станции, а затем по цепи ДК поступает на центральный диспетчерский пункт.



Контрольная информация отправляется с каждой перегонной установки в виде определенного частотного кода, и на табло дежурного по промежуточной станции включается соответствующая контрольная лампочка. Частотные сигналы, принятые на диспетчерском пункте, усиливаются, расшифровываются, и определяются станции, с которых они поступили, и состояние контролируемого объекта. Сигнальная индикация состояния контролируемых объектов в системе ЧДК высвечивается на табло, где показываются все блок-участки перегона, главные и приемоотправочные пути промежуточных станций, все входные и выходные светофоры. Дальность действия системы, определяемая видом линии связи, составляет для кабельных линий 180 км, а для воздушных — 300 км. При использовании каналов высокочастотной связи дальность действия ДК практически неограниченна.

ПЗ 2.2 Основные сведения о системе тягового электроснабжения, схемах питания, секционирования и защитах контактной сети

СООРУЖЕНИЯ И УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

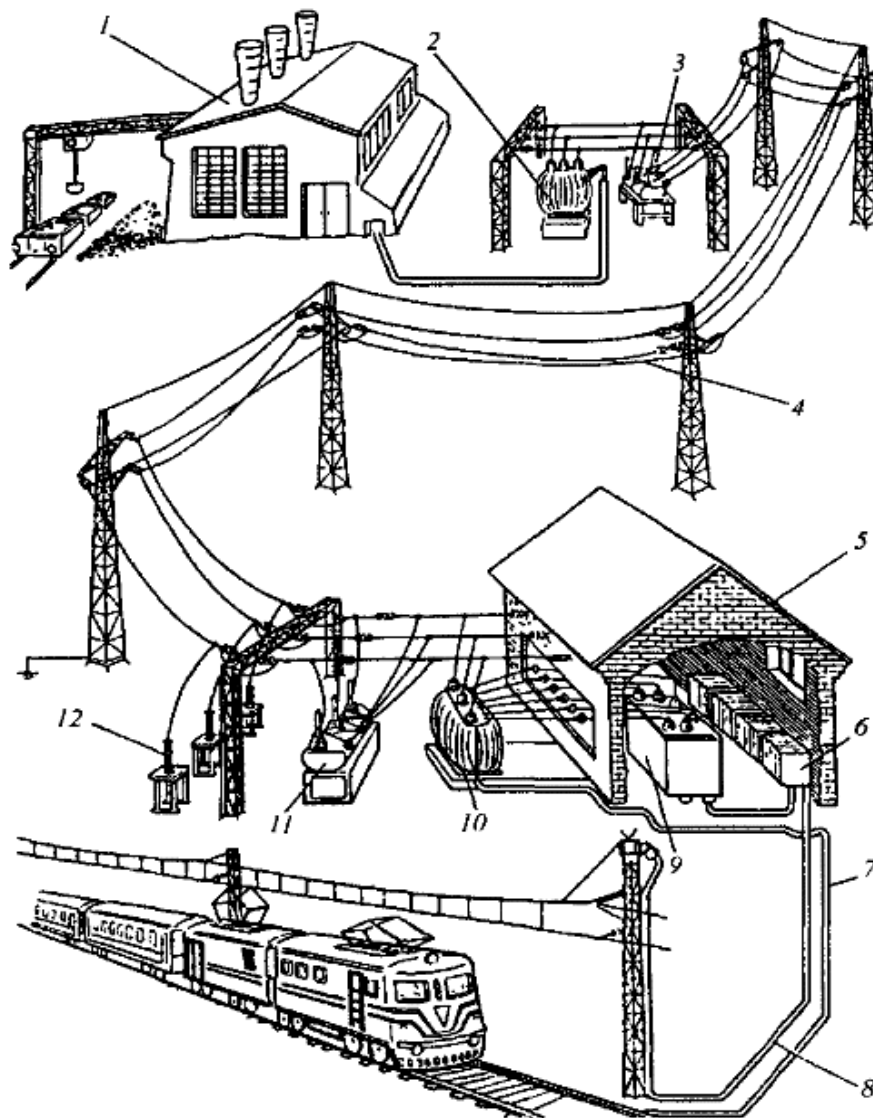
Железнодорожный транспорт потребляет около 7 % энергии, производимой электростанциями России. В основном она расходуется на обеспечение тяги поездов и питания нетяговых потребителей, к которым относятся станции, депо, мастерские и устройства регулирования движения поездов. Кроме того, к системе электроснабжения железной дороги могут быть подключены расположенные вблизи нее предприятия и небольшие населенные пункты.

Система электроснабжения электрифицированных дорог состоит из внешней (электростанции, районные трансформаторные подстанции, сети и линии электропередач) и тяговой (тяговые подстанции и электротяговая сеть) частей.

На тепловых, гидравлических и атомных электростанциях вырабатывается трехфазный переменный ток напряжением 6...21 кВ и частотой 50 Гц. Для передачи электрической энергии к потребителям напряжение на трансформаторных подстанциях повышают до 750 кВ в зависимости от протяженности высоковольтных линий электропередачи (ЛЭП). Вблизи мест потребления электроэнергии напряжение понижают до 110... 220 кВ и подают в районные сети, к которым наряду с другими потребителями подключены тяговые подстанции электрифицированных железных дорог и трансформаторные подстанции дорог с тепловозной тягой.

Нарушение электроснабжения железных дорог может привести к сбою в движении поездов. Чтобы обеспечить надежное питание электроэнергией тяговой сети железнодорожного транспорта, как правило, предусматривают ее подключение к двум независимым источникам. В отдельных случаях допускается питание от двух одноцепных линий электропередачи или одной двухцепной.

Тяговая сеть состоит из контактных и рельсовых проводов, представляющих собой соответственно питающую и отсасывающую линии. Участки контактной сети подсоединяют к соседним тяговым подстанциям. Это позволяет более равномерно загружать подстанции и контактную сеть, что в целом способствует снижению потерь электроэнергии в тяговой сети.



Общий вид электрифицированной железной дороги постоянного тока и питающих ее устройств: 1 — электростанция; 2 — повышающий трансформатор; 3 — высоковольтный выключатель; 4 — линия электропередачи; 5 — тяговая подстанция; 6 — блок быстродействующих выключателей и разъединителей; 7 — отсасывающая линия; 8 — питающая линия; 9 — выпрямитель; 10 — тяговый трансформатор; 11 — высоковольтный выключатель; 12 — разрядник

Системы тока. Напряжение в контактной сети

На железных дорогах России используют две системы электроснабжения: постоянного и однофазного переменного тока. Тяга на трехфазном переменном токе не получила распространения, поскольку технически сложно изолировать близко расположенные провода двух фаз контактной сети (третья фаза — рельсы). Электрический подвижной состав обеспечивают тяговыми двигателями постоянного тока, так как предлагаемые модели двигателей переменного тока не отвечают предъявляемым требованиям по мощности и надежности. Поэтому железнодорожные линии снабжают системой однофазного переменного тока,

а на локомотивах устанавливают специальное оборудование, преобразующее переменный ток в постоянный.

Правилами технической эксплуатации регламентированы номинальные уровни напряжения на токоприемниках электрического подвижного состава: 3 кВ — при постоянном токе и 25 кВ — при переменном. При этом определены допустимые с точки зрения обеспечения стабильности движения колебания напряжения: при постоянном токе — 2,7...4 кВ, при переменном — 21 ...29 кВ. На отдельных участках железных дорог допускается уровень напряжения не менее 2,4 кВ при постоянном токе и 19 кВ — при переменном.

Основными параметрами, характеризующими систему электроснабжения электрифицированных железных дорог, являются мощность тяговых подстанций, расстояние между ними и площадь сечения контактной подвески.

На железных дорогах, электрифицированных на постоянном токе, тяговые подстанции выполняют две функции: понижают напряжение подводимого трехфазного тока и преобразуют его в постоянный. Все оборудование, подающее переменный ток, размещается на открытых площадках, а выпрямители и вспомогательные агрегаты — в закрытых помещениях. От тяговых подстанций электроэнергия поступает в контактную сеть по питающей линии — фидеру.

Основными недостатками системы электроснабжения постоянного тока являются его полярность, относительно низкое напряжение и отсутствие возможности обеспечить полную электроизоляцию верхнего строения пути от нижнего. Рельсы, служащие проводниками тока разной полярности, и земляное полотно представляют собой систему, в которой возможна электрохимическая реакция, приводящая к коррозии металла. В результате снижается срок службы рельсов и искусственных сооружений. Для предотвращения этого применяют соответствующие защитные устройства (анодные заземлители, катодные станции и др.).

Из-за относительно низкого напряжения ($U = 3$ кВ) в системе постоянного тока по контактной сети к электрическому подвижному составу подводится мощность при большой силе тягового тока. Для этого тяговые подстанции размещают недалеко друг от друга (10... 20 км) и увеличивают площадь сечения проводов контактной подвески.

При переменном токе повышается эффективность использования электрической тяги, поскольку по контактной сети передается требуемая мощность при меньшей силе тока по сравнению с системой постоянного тока. Тяговые подстанции в этом случае располагаются на расстоянии 40... 60 км друг от друга. Их задачей является только понижение напряжения со ПО...220 до 25 кВ, поэтому их техническое оснащение проще и дешевле, чем у тяговых подстанций постоянного тока. Кроме того, в системе однофазного переменного тока площадь сечения проводов контактной сети примерно в два раза меньше. Для размещения оборудования на тяговых подстанциях при переменном токе используют открытые площадки. Однако конструкция

локомотивов и электропоездов при переменном токе сложнее, а их стоимость выше.

В результате воздействия электромагнитного поля переменного тока на металлические конструкции и коммуникации, расположенные вдоль железнодорожных путей, в них появляется опасное для людей напряжение, а в линиях связи и автоматики возникают помехи. Поэтому применяют особые меры защиты сооружений. Затраты на такие защитные меры, как улучшение электрической изоляции между рельсами и землей, замена воздушных линий кабельными или радиорелейными, составляют 20...25 % общей стоимости работ по электрификации.

Стыкование контактных сетей линий, электрифицированных на постоянном и переменном токе, осуществляют на специальных железнодорожных станциях. В ряде случаев, когда создание таких станций представляется нецелесообразным, применяют электровозы двойного питания, работающие как на постоянном, так и на переменном токе.

Основные определения, связанные с технической эксплуатацией сооружений и устройств технологического электроснабжения железнодорожного транспорта

Устройства технологического электроснабжения должны обеспечивать надежное электроснабжение:

- электроподвижного состава (включая моторвагонный железнодорожный подвижной состав) для движения поездов с установленными нормами массы, скоростями и интервалами между ними при установленных размерах движения;

- устройств сигнализации, централизации и блокировки, связи и вычислительной техники не менее, чем от двух независимых источников электроэнергии, при которых переход с основной системы электроснабжения на резервную или наоборот должен происходить автоматически за время не более 1,3 секунды.

Устройства технологического электроснабжения - устройства, обеспечивающие электроснабжение железнодорожных потребителей, частичное или полное ограничение режима потребления которых может привести к возникновению угрозы жизни и здоровью людей, экологической безопасности (тяговые и трансформаторные подстанции, пункты питания, контактная сеть, линии электропередачи, обеспечивающие электроснабжение тяги поездов, объектов технологической электросвязи, объектов систем диспетчерского управления, блокировки, сигнализации и защиты железнодорожного транспорта).

Уровень напряжения на токоприемнике электроподвижного состава должен быть не менее 21 кВ при переменном токе, 2,7 кВ при постоянном токе и не более 29 кВ при переменном токе и 4 кВ при постоянном токе.

В исключительных случаях, на отдельных участках железнодорожных путей общего пользования по разрешению владельца инфраструктуры допускается уровень напряжения не менее 19 кВ при переменном токе и 2,4 кВ при постоянном токе.

Схема питания и секционирования контактной сети, линий автоблокировки и продольного технологического электроснабжения определяется, соответственно, владельцем инфраструктуры, владельцем железнодорожных путей необщего пользования.

Контактная сеть, линии электропередачи автоблокировки и продольного электроснабжения напряжением свыше 1000 В должны разделяться на секции при помощи изолирующих сопряжений анкерных участков (предусматривающих электрическую независимость смежных секций), нейтральных вставок, секционных и врезных изоляторов, разъединителей.

Контактная сеть - совокупность проводов, конструкций и оборудования, обеспечивающих передачу электрической энергии от тяговых подстанций к токоприемникам электроподвижного состава.

Воздушный промежуток (изолирующее сопряжение) - сопряжение смежных участков контактной сети с электрической изоляцией (токораздел), допускающее электрическое соединение сопрягаемых участков при проходе токоприемника железнодорожного подвижного состава на электрической тяге (электроподвижного состава) (Рисунок 2).

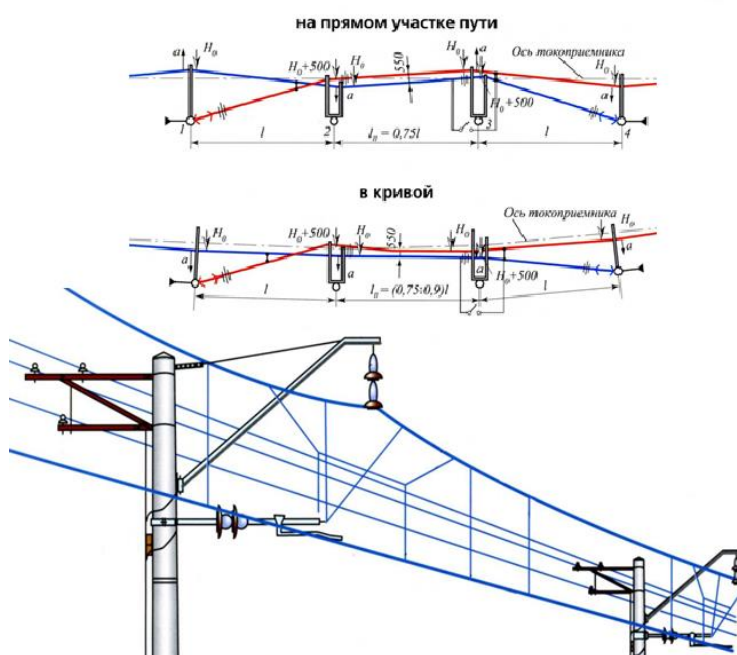


Рисунок 2 Воздушный промежуток

Нейтральная вставка - участок контактной подвески между двумя воздушными промежутками (изолирующими сопряжениями), на котором отсутствует напряжение, обеспечивающий электрическую изоляцию сопрягаемых участков при прохождении токоприемников электроподвижного состава (Рисунок 3).

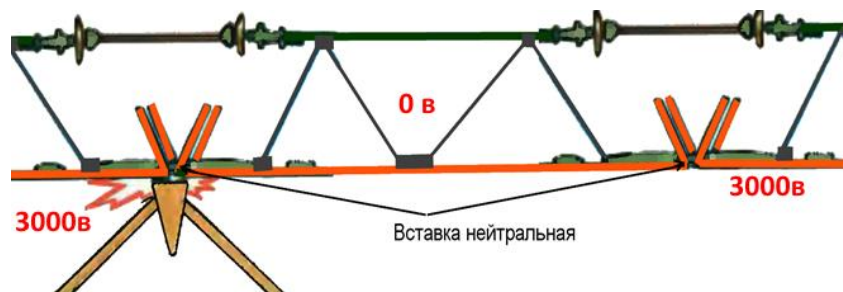


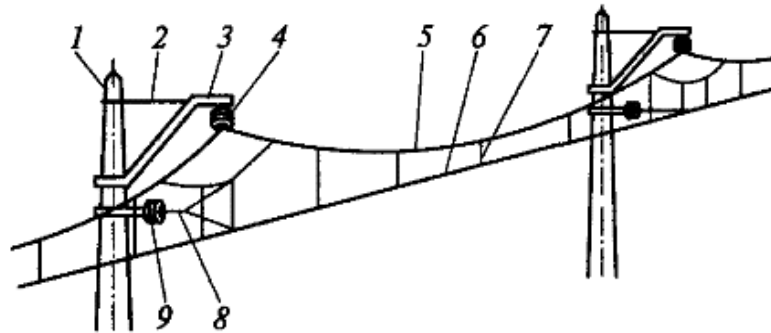
Рисунок 3 Нейтральная вставка

ТЯГОВАЯ СЕТЬ

Тяговая сеть состоит из *контактной* (питающей) и *рельсовой* (отсасывающей) сетей. Рельсовая сеть представляет собой рельсы, имеющие стыковые электрические соединения. Контактная сеть — это совокупность проводов, конструкций и оборудования, обеспечивающих передачу электрической энергии от тяговых подстанций к токоприемникам электрического подвижного состава.

Основным требованием к конструкции контактной сети является обеспечение надежного постоянного контакта провода с токоприемником независимо от скорости движения поездов, климатических и атмосферных условий. В контактной сети нет дублируемых элементов, поэтому ее повреждение может повлечь за собой нарушение установленного графика движения поездов.

В соответствии с назначением электрифицированных путей используют простые и цепные воздушные контактные сети. На второстепенных станционных и депокских путях при сравнительно небольшой скорости движения может применяться простая контактная подвеска, представляющая собой свободно висящий провод, который закреплен на опорах.



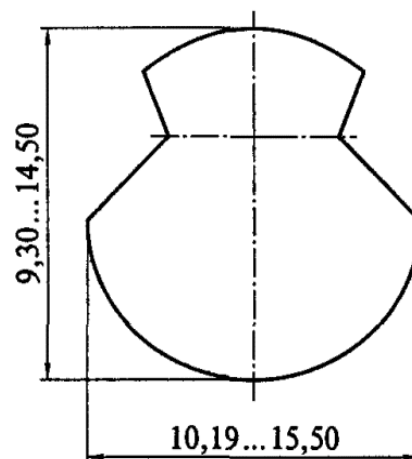
Цепная подвеска:

1 — опора; 2 — тяга; 3 — консоль; 4, 9 — изоляторы; 5 — несущий трос; 6 — контактный провод; 7 — струна; 8 — фиксатор

При высокой скорости движения провисание контактного провода должно быть минимальным. Это обеспечивается конструкцией цепной подвески, в которой контактный провод между опорами подвешен не свободно, как в простой подвеске, а прикреплен к несущему тросу с помощью часто расположенных проволочных струн. Благодаря этому расстояние между поверхностью головки рельса и контактным проводом остается практически постоянным. Для цепной подвески в отличие от простой требуется меньше опор: они располагаются на расстоянии 70...75 м друг от друга.

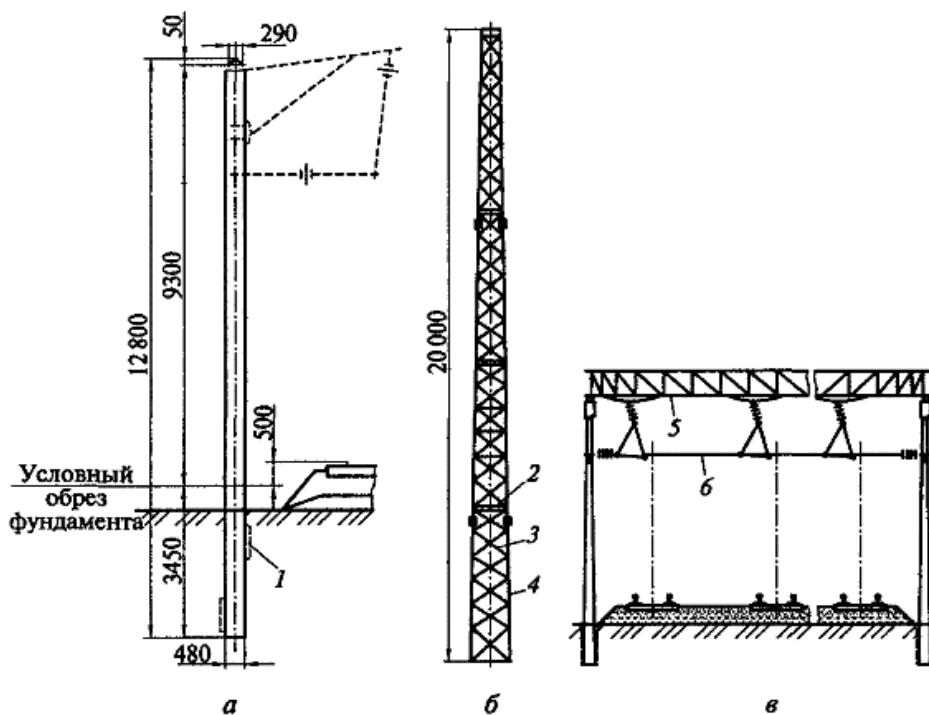
В соответствии с ПТЭ высота контактного провода над поверхностью головки рельса на перегонах и станциях должна составлять не менее 5750 мм, а на переездах — 6000...6800 мм.

В горизонтальной плоскости контактный провод расположен зигзагообразно относительно оси пути с отклонением у каждой опоры на ± 300 мм. Благодаря этому обеспечиваются его ветроустойчивость и равномерное изнашивание контактных пластин токоприемников.



Профиль контактного провода МФ

Контактный провод изготавливают из твердотянутой электролитической меди. Он может иметь площадь сечения 85, 100 или 150 мм². Наиболее распространены медные фасонные (МФ) провода. Для увеличения срока службы контактных проводов используют различные технические решения (сухая графитовая смазка медных накладок на полозе токоприемника и др.), снижающие их износ.



Опоры контактной сети:

a — консольные железобетонные; *б* — металлические для гибких поперечин; *в* — железобетонные для жестких поперечин; 1 — лежень; 2 — диафрагма; 3 — раскос решетки; 4 — стойка; 5 — ригель; 6 — фиксирующий трос

На строящихся магистральных железных дорогах применяют металлические (высотой до 15 м и более) и железобетонные (до 15,6 м) опоры контактной сети. Расстояние от оси крайнего пути до внутреннего края опор на прямых участках должно составлять не менее 3100 мм. На существующих линиях, оборудованных контактной сетью, и в особых случаях на электрифицируемых линиях допускается сокращение указанного расстояния до 2450 мм — на станциях и до 2750 мм — на перегонах. Схема оснащения контактными проводами станционных путей зависит от их назначения и типа станции. Над стрелочными переводами контактная сеть имеет так называемые воздушные стрелки, образуемые пересечением двух контактных подвесок.

Надежное электроснабжение подвижного состава и безопасность работников, обслуживающих контактную сеть, обеспечиваются, в частности, ее секционированием (делением на отдельные участки) с помощью воздушных промежутков, нейтральных вставок (изолирующих соединений), а также секционных и врезных изоляторов.

Нейтральные вставки представляют собой несколько последовательно включенных воздушных промежутков, исключающих кратковременное электрическое соединение смежных секций контактной сети токоприемниками электрического подвижного состава в процессе его движения. Применение нейтральных вставок обязательно на участках переменного трехфазного тока с питанием секций от разных фаз. Перегоны и промежуточные станции, а на крупных станциях группы электрифицированных путей выделяются в отдельные секции. Соединение или разъединение секций осуществляется посредством секционных разъединителей, размещаемых на опорах контактной сети.



Для защиты контактной сети от короткого замыкания между соседними тяговыми подстанциями располагают посты секционирования, оборудованные автоматическими выключателями. Кроме того, с целью обеспечения безопасности обслуживающего персонала и других лиц, а также защиты систем автоматики и телемеханики от токов короткого замыкания все металлические конструкции, непосредственно взаимодействующие с элементами контактной сети или находящиеся в радиусе 5 м от них, заземляют или оборудуют устройствами отключения. Для предохранения подземных металлических сооружений от повреждения блуждающими токами их изолируют от земли.

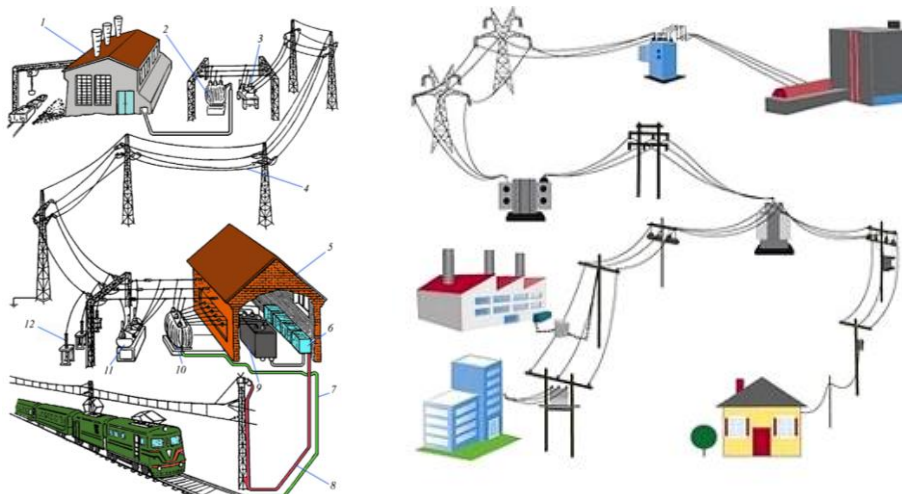
Снабжение электроэнергией линейных железнодорожных потребителей осуществляется посредством использования специальной трехфазной линии с напряжением 10 кВ, которая подвешивается на опорах контактной сети.

На электрифицированных железных дорогах по рельсам проходит тяговый ток. Для сокращения потерь электроэнергии и обеспечения нормального режима работы устройств автоматики и телемеханики на таких

линиях предусматривают следующие особенности устройства верхнего строения пути:

- к головкам рельсов с наружной стороны колеи приваривают медные стыковые соединители, снижающие электрическое сопротивление рельсовых стыков;
- рельсы изолируют от шпал с помощью резиновых прокладок в случае применения железобетонных шпал и пропиткой деревянных шпал креозотом;
- используют щебеночный балласт, обладающий хорошими диэлектрическими свойствами, и между подошвой рельса и балластом обеспечивают зазор не менее 3 см;
- на линиях, оборудованных автоблокировкой и электрической централизацией, применяют изолирующие стыки (для того чтобы пропускать тяговый ток в обход их, устанавливают дроссель-трансформаторы или частотные фильтры).

Устройства электроснабжения



Устройства технологического электроснабжения должны обеспечивать - надежное электроснабжение ЭПС с установленными нормами массы, скоростями и интервалами движения

(Прил.№4 п.1 ПТЭ)

Устройства электроснабжения



Питание устройств СЦБ выполняют от двух независимых источников электроэнергии - переход с основной системы на резервную или наоборот должен происходить автоматически за время не более 1,3 секунды, при питании от аккумуляторного резерва обеспечивать бесперебойную работу в течение не менее 8 часов при условии, что основное электропитание не отключалось в предыдущие 36 часов (Прил.№4 п.1 ПТЭ)

7



Уровень напряжения в контактной сети



На постоянном токе - не менее 2,7кВ и не более 4кВ, как исключение не менее 2,4кВ

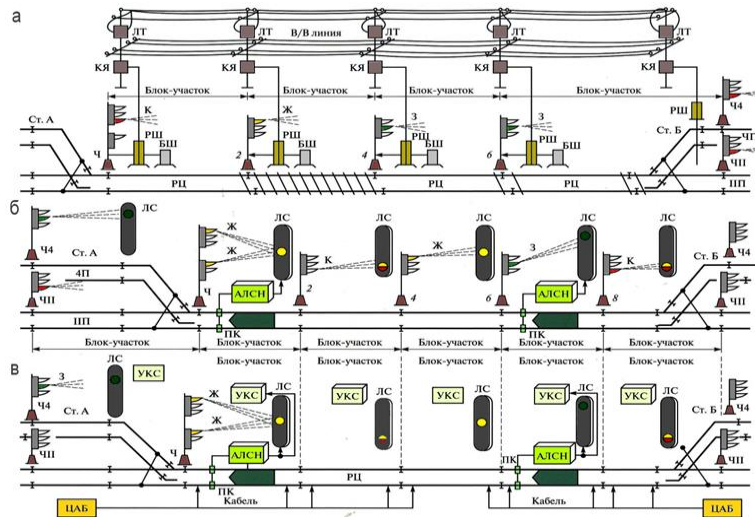


На переменном токе - не менее 21кВ и не более 29кВ, как исключение не менее 19кВ

8



Питание устройств СЦБ



Должно быть - 110, 220 или 380 вольт переменного тока, с отклонением не более чем на 10% (Прил. №4 п.2 ПТЭ)

9

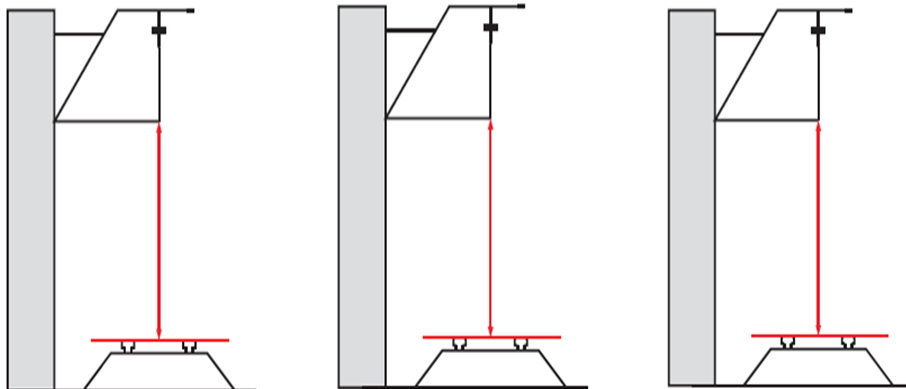
РЖД

Высота подвески контактного провода

6800 мм

6000 мм

5750 мм

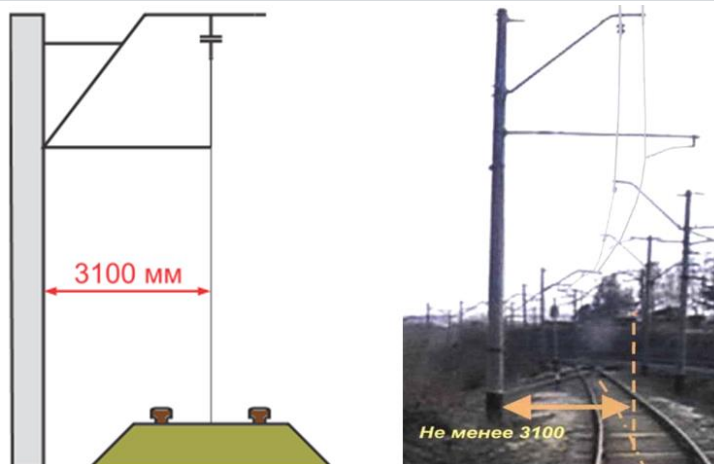


Над уровнем верха головки рельса должна быть: на перегонах и станциях не ниже 5750 мм, а на переездах - не ниже 6000 мм, не должна превышать 6800 мм (Прил. №4 п.4 ПТЭ)

10

РЖД

Установка опор контактной сети



Расстояние от оси крайнего пути до внутреннего края опор на перегонах и станциях должно быть - **не менее 3100 мм**, в особо сильно снегозаносимых выемках (кроме скальных) и на выходах из них (на длине 100 м) расстояние от оси крайнего пути до внутреннего края опор контактной сети должно быть - **не менее 5700 мм** (Прил. №4 п.6 ПТЭ)

11

ржд

Устройства электроснабжения



Расстояние от токоведущих частей контактной сети, находящихся под напряжением, до заземленных частей сооружений и подвижного состава должно быть - **не менее 200 мм** - на постоянном токе; **не менее 270 мм** - на переменном токе (Прил. №2 п.5. ПТЭ)

12

ржд

Устройства электроснабжения

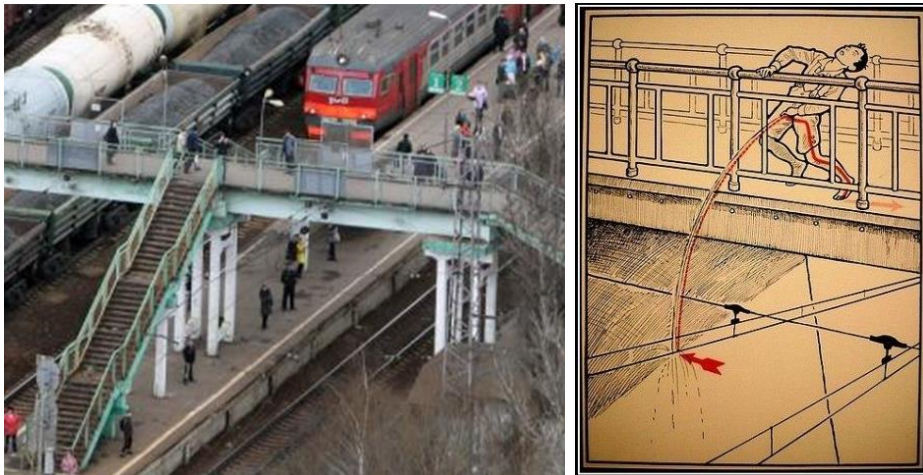


Все металлические сооружения и конструкции, расположенные на расстоянии менее 5 метров от частей контактной сети, должны быть – **заземлены** (Прил.№4 п.7 ПТЭ)

13



Устройства электроснабжения

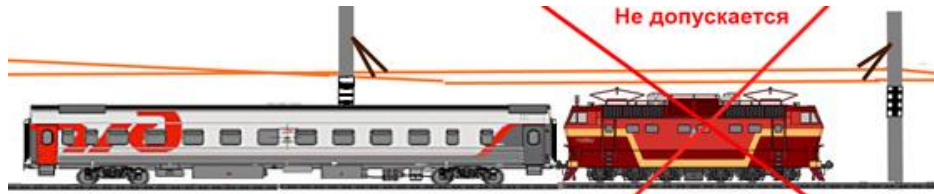
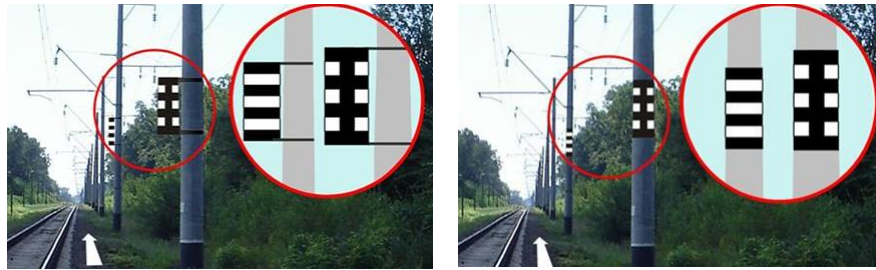


На путепроводах и пешеходных мостах, расположенных над электрифицированными путями, должны быть установлены - предохранительные щиты и сплошной настил (Прил.№4 п.7 ПТЭ)

14



Устройства электроснабжения

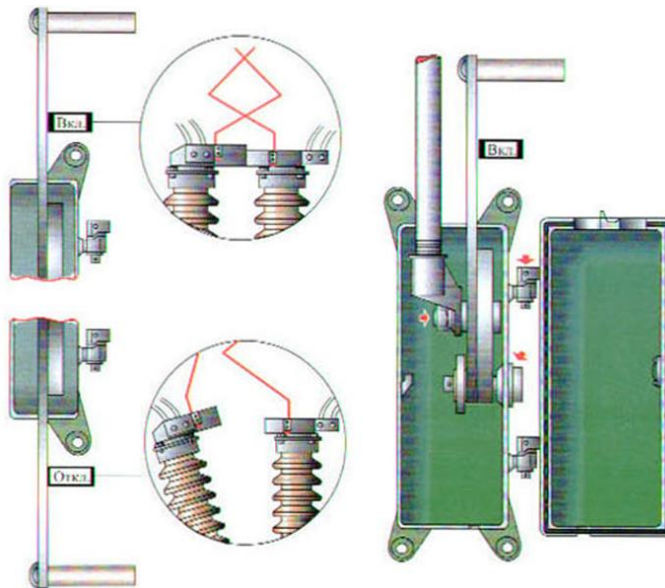


Опоры контактной сети или щиты, установленные на границах воздушных промежутков, должны иметь - отличительную окраску
Между этими опорами или щитами запрещается - остановка электроподвижного состава с поднятым токоприемником (Прил.№4 п.8 ПТЭ)

15



Устройства электроснабжения



Приводы секционных разъединителей с ручным управлением должны быть заперты на замки (Прил.№4 п.10 ПТЭ)

16

