

Е.А. Ерохин

**УСТРОЙСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИЯ
И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
КОНТАКТНОЙ СЕТИ
И ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ**

Рекомендовано

*Управлением учебных заведений и правового обеспечения
Федерального агентства железнодорожного транспорта
в качестве учебника для профессиональной подготовки работников
железнодорожного транспорта*

Москва
2007

УДК 621.332.3(075)

ББК 39.217

Е76

Рецензенты: зам. начальника Департамента электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД» *В.М. Долдин*; начальник службы электрификации и энергетического хозяйства Приволжской железной дороги — филиала ОАО «РЖД» *С.Б. Буковец*; зам. начальника по учебной работе Ростовской дорожной технической школы *Л.Е. Попова*

Ерохин Е.А.

Е76 Устройство, эксплуатация и техническое обслуживание контактной сети и воздушных линий: Учебник для профессиональной подготовки работников. — М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007. — 406 с.

ISBN 978-5-89035-426-6

Представлены устройство контактной сети и воздушных линий электрифицированных железных дорог, приспособления и механизмы, применяемые при их эксплуатации. Рассмотрены вопросы организации работ и техники безопасности при техническом обслуживании и ремонте контактной сети и воздушных линий, изложены методы восстановления устройств электроснабжения; приведены справочные данные.

Учебник предназначен для профессиональной подготовки работников по профессии электромонтер контактной сети, а также может быть использован инженерно-техническими работниками дистанций электроснабжения, студентами техникумов, колледжей и вузов железнодорожного транспорта.

УДК 621.332.3(075)

ББК 39.217

ISBN 978-5-89035-426-6

© Ерохин Е.А., 2007

© ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007

ОТ АВТОРА

На дорогах страны увеличивается движение тяжеловесных и длинно-составных поездов, вводятся в эксплуатацию новые современные типы электровозов, повышаются скорости движения и грузонапряженность. В таких условиях возрастают требования к надежности устройств контактной сети и воздушных линий, что приводит к необходимости постоянного совершенствования их конструкций, методов монтажа, технического обслуживания и ремонта.

В учебнике приведены материалы по устройству, эксплуатации и техническому обслуживанию контактной сети и воздушных линий железных дорог. Приведены новые требования Правил устройства и технической эксплуатации контактной сети электрифицированных железных дорог (ЦЭ-868), постановления ОАО «Российские железные дороги», технические указания Департамента электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД», а также номенклатура современного оборудования, изоляторов, арматуры, средств малой механизации, машин и механизмов, применяемых при электроснабжении железных дорог.

Все замечания и предложения по учебнику будут приняты автором с благодарностью. Их следует направлять по адресу:

107078, Москва, Басманный пер., 6 ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте».

Глава 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

1.1. Электрификация железных дорог

Применение электрической тяги является одним из основных средств усиления технического оснащения железнодорожного транспорта, комплексно решающим основные вопросы развития железных дорог, повышения их производительности, надежности работы и экономичности. Введение электрической тяги повышает пропускную и провозную способность железнодорожных линий.

Потребность в топливе и эксплуатационные расходы при электрической тяге уменьшаются в связи с сокращением количества локомотивных бригад и персонала по экипировке и ремонту локомотивов; значительно улучшаются условия работы локомотивных бригад, а также использование подвижного состава, уменьшаются его простои в ремонте и под экипировкой; повышается надежность работы железнодорожных линий в суровых зимних условиях, что имеет особенно важное значение для дорог Севера, Урала и Сибири; скорости движения поездов увеличиваются и на отдельных участках достигают 200 км/ч.

В начале XX в. российскими инженерами и учеными были разработаны проекты электрификации железнодорожных участков: Москва—Воскресенск; Москва—Подольск—Обираловка (ныне Железнодорожная) (1910 г.); Москва—Одинцово (1910—1911 гг.); Петербург—Медный Завод—Финляндская граница (1913 г.); Сурамский перевал и др. В 1913 г. было начато сооружение пригородной электрической железной дороги Петербург (Нарвские ворота)—Ораниенбаум—Красная Горка (66 км) на постоянном токе 1200 В, прерванное первой мировой войной.

В 1926 г. было открыто движение на первом электрифицированном участке Баку—Сабунчи—Сурахань; в 1929 г. вступил в эксплуатацию пригородный электрифицированный участок Московского узла — Москва—Мытищи постоянного тока напряжением 1650 В.

В 1932 г. на электрическую тягу напряжением 3300 В постоянного тока было переведено грузовое и пассажирское движение на Сурамском перевале Закавказской ж.д. на участке Хашури — Зестафони, имеющем тяжелый горный профиль с большим числом кривых малого радиуса.

В период 1932—1941 гг. советские ученые и инженеры создали ряд новых типов электровозов и электропоездов.

В те же годы была осуществлена электрификация магистральных линий на Пермской, Свердловской, Томской, Кировской, Сталинской, Ярославской и Орджоникидзевской железных дорогах (названия дорог даны по наименованиям, существовавшим в то время). Электрификация железных дорог не прекращалась и в годы Великой Отечественной войны: были начаты работы по электрификации участка Челябинск—Златоуст Южно-Уральской ж.д., была введена также моторвагонная тяга на ряде пригородных линий. В послевоенные годы еще шире развернулись работы по электрификации железных дорог; на электрическую тягу переводится ряд важнейших железнодорожных линий Урало-Сибирского направления, Закавказья и железнодорожные узлы крупных центров нашей страны.

В феврале 1956 г. в СССР был принят «Генеральный план электрификации железных дорог», которым предусматривалась электрификация 40 тыс. км железных дорог за 15 лет. В процессе осуществления этого решения темпы электрификации резко увеличились (до 2300 км в год). К концу XX в. были электрифицированы направления: Брест—Минск—Москва—Омск—Иркутск—Хабаровск—Владивосток; Мурманск—Ленинград—Москва—Харьков—Ростов-на-Дону—Тбилиси—Ереван; Москва—Киров—Свердловск—Курган; Сызрань—Пенза—Купянск—Харьков; Москва—Киев—Львов—Чоп.

Пригородное сообщение всех крупных городов, расположенных на электрифицированных магистралях, и в городах, расположенных не на электрифицированных магистралях осуществляются электропоездами (например, Волгоград, Саратов и др.).

С 1956 г. началось применение системы однофазного переменного тока напряжением 25 кВ для электрификации железных дорог, а с 1979 г. — системы 2×25 кВ.

Электрификация является основным видом тяги на российских железных дорогах. На начало 2004 г. электрифицировано 42,0 тыс. км железно-

дорожных линий. Хотя это чуть меньше половины всей протяженности сети, по ним выполняется 82,3 % объема всех перевозок. Электрическая тяга — наиболее энергоэкономически эффективная технология перевозочного процесса в транснациональных и федеральных транспортных коридорах. Грузонапряженность электрифицированных линий в 3—4 раза выше тепловозных ходов. Расход условного топлива на электрифицированных линиях в 1,8 раза ниже, чем при тепловозной тяге, а вес поезда и скорость выше на 20—30 %. Все это лишний раз подтверждает необходимость дальнейшей электрификации железнодорожного транспорта.

1.2. Основные устройства электрифицированных железных дорог

Электрическая энергия, необходимая для электроподвижного состава ЭПС, вырабатывается на тепловых, гидравлических, атомных и других электростанциях, объединенных в общую энергетическую систему. От электрических станций непосредственно или через районные трансформаторные подстанции по трехфазным линиям электропередачи (ЛЭП) высокого напряжения электрическая энергия передается к преобразовательным подстанциям электрифицированных железных дорог. Эти подстанции называют тяговыми, а системы передачи электроэнергии к ним — системами первичного электроснабжения.

В качестве примера рассмотрим возможную схему первичного электроснабжения тяговых подстанций, питающихся от двухцепной ЛЭП (рис. 1.2.1). Две цепи линии необходимы для повышения надежности питания тяговых подстанций, которые относятся к потребителям первой категории. Однако применяют и одноцепные линии электропередачи. Тяговые подстанции 1 и 5, на которые заводятся обе цепи ЛЭП, называются опорными. Они наиболее надежны в работе, но имеют высокую строительную стоимость. Тяговые подстанции, называемые промежуточными, врезают или в какую-либо одну из цепей ЛЭП (транзитные подстанции 2 и 4), или присоединяют на ответвлениях (подстанция 3). На участках переменного тока при напряжении питающей ЛЭП 110 кВ между двумя опорными тяговыми подстанциями допускается размещать не более трех, а при напряжении 220 кВ — не более пяти промежуточных подстанций; на участках постоянного тока при любом первичном напряжении питающей ЛЭП — также не более пяти.

В системе электрической тяги на переменном токе тяговые подстанции являются трансформаторными, они просто понижают подведенное

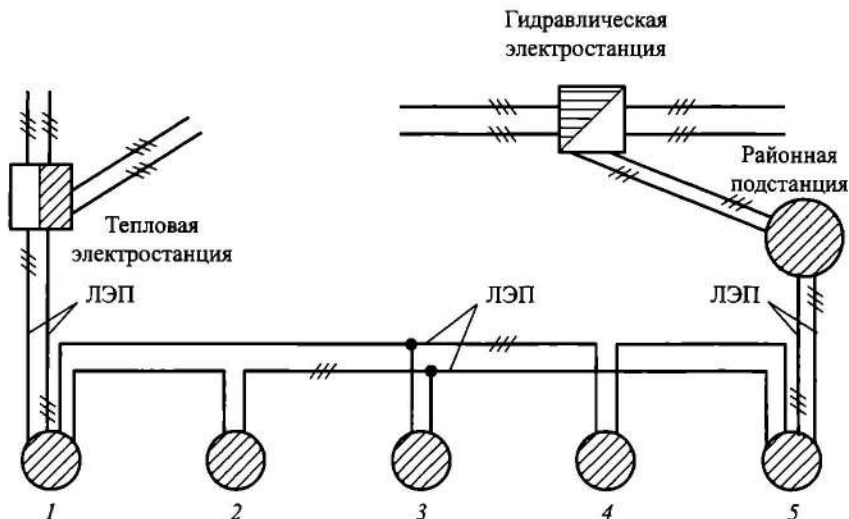


Рис. 1.2.1. Схема первичного электроснабжения электрифицированной железной дороги:

1, 5 — опорная тяговая подстанция; 2, 4 — транзитная (промежуточная) тяговая подстанция; 3 — подстанция на ответвлении

к ним напряжение и распределяют его. От такой тяговой подстанции с трехобмоточными трансформаторами 1 (рис. 1.2.2, а) по фидерным линиям 4 подается напряжение на ЭПС, по линиям 3 — к нетяговым потребителям, расположенным вдоль железной дороги, а по линиям 2 — к районным потребителям (число линий показано условно).

На тяговой подстанции постоянного тока (рис. 1.2.2, б) дополнительно к трехобмоточным трансформаторам устанавливают специальные понижающие трансформаторы б и выпрямительные установки 5 для преобразования переменного тока в постоянный. Трансформатор вместе с выпрямительной установкой называют преобразовательным агрегатом. В выпрямительных установках используют полупроводниковые кремниевые вентили, соединенные в последовательно-параллельные группы.

Номинальное напряжение на шинах тяговых подстанций выше, чем в контактной сети: при переменном токе оно составляет 27,5 кВ (в контактной сети 25 кВ), при постоянном — 3,3 кВ (в контактной сети 3 кВ). Уровень напряжения на токоприемнике ЭПС должен быть не менее 21 и не более 29 кВ при переменном токе и не менее 2,7 и не более 4 кВ — при постоянном. На отдельных участках с разрешения ОАО «РЖД» до-

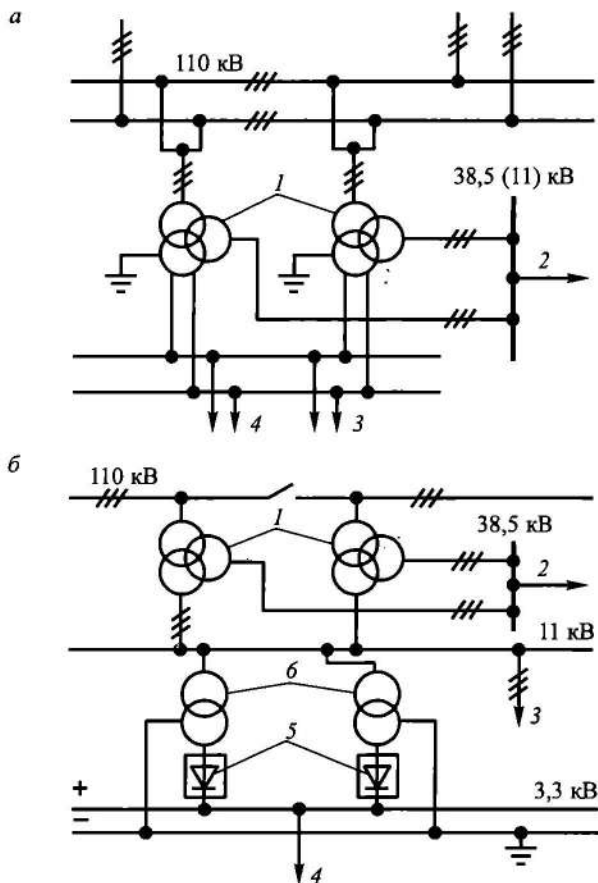


Рис. 1.2.2. Упрощенные принципиальные схемы опорной тяговой подстанции переменного тока (а) и транзитной постоянного тока (б):
 1 — трехобмоточный трансформатор; 2 — линия к районным потребителям; 3 — линия к нетяговым потребителям, расположенным вдоль железной дороги; 4 — линии, питающие ЭПС; 5 — выпрямитель; 6 — тяговый трансформатор

пускается уровень напряжения не менее 19 кВ при переменном токе и 2,4 кВ — при постоянном.

От тяговых подстанций электрическая энергия к локомотивам поступает по тяговой сети, которая состоит из четырех частей: контактной и рельсовой сетей, питающих и отсасывающих проводов (рис. 1.2.3). Питающие и отсасывающие провода выполняют в виде воз-

душных или кабельных линий, соединяющих контактную, также рельсовую сеть с соответствующими шинами тяговой подстанции. Рельсовая сеть представляет собой совокупность электротяговых нитей ходовых рельсов. По контактной сети осуществляется подача электрической энергии к движущимся локомотивам путем непосредственного контакта с их токоприемниками. Поэтому устройство контактной сети значительно сложнее, чем других частей тяговой сети.



Рис. 1.2.3. Принципиальная схема тяговой сети

На электроподвижном составе постоянного тока применяют тяговые двигатели, рассчитанные на напряжение не более 1,5 кВ, так как на более высокое напряжение сложно выполнить их изоляцию, поэтому при напряжении в контактной сети 3 кВ всегда необходимо включать последовательно не менее двух двигателей (рис. 1.2.4, а).

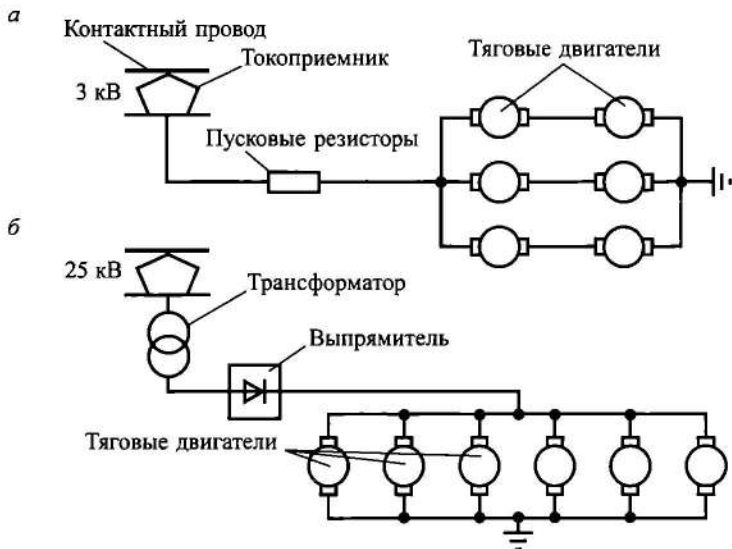


Рис. 1.2.4. Упрощенные принципиальные схемы электровозов постоянного (а) и переменного (б) тока

Основной недостаток системы постоянного тока заключается в относительно низком напряжении контактной сети, из-за чего возникает необходимость размещать тяговые подстанции близко друг к другу (10—20 км) и иметь большое сечение контактной подвески (до 700 мм² на путь) для поддержания нужного уровня напряжения на токоприемниках локомотивов. Часто сечение всех ее проводов оказывается меньше необходимого по расчету. В этих случаях подвешивают специальные провода, которые называют усиливающими. Все это приводит к значительному росту стоимости электрификации и к большому расходу цветных металлов.

При системе переменного тока применяют однофазную схему питания ЭПС. Система тяги на трехфазном переменном токе не получила распространения из-за того, что очень сложно изолировать близко расположенные провода двух фаз контактной сети (третья фаза — рельсы). В то же время установка однофазных тяговых электродвигателей на локомотивах переменного тока возможна только при условии регулирования частоты переменного тока, что значительно усложняет конструкцию двигателя. Поэтому при системе питания однофазным током промышленной частоты применяют локомотивы с двигателями постоянного тока, для чего на электровозах монтируют понижающие трансформаторы и выпрямители, преобразующие переменный ток в постоянный (рис. 1.2.4, б). При этом можно подводить к тяговым двигателям более низкое напряжение, чем на электровозах постоянного тока, что увеличивает надежность изоляции и работу двигателей. Кроме того, возможность параллельного соединения всех двигателей значительно улучшает тяговые свойства локомотива.

При системе однофазного переменного тока вследствие высокого напряжения можно располагать тяговые подстанции гораздо реже (40—60 км) и существенно снизить сечение контактной подвески (до 120—140 мм² на путь). В этом случае потребность в цветных металлах для контактной подвески снижается примерно в 2 раза и, кроме того, облегчаются опорные и поддерживающие конструкции.

Вариантом системы однофазного переменного тока является система 2×25 кВ, при которой вдоль электрифицированной линии монтируют дополнительный питающий провод с напряжением 50 кВ. Напряжение в этот провод подается от специальных трансформаторов тяговых подстанций и от автотрансформаторов, расположенных на расстоянии 8—15 км друг от друга (рис. 1.2.5). При системе 2×25 кВ питание контактной сети осуществляется напряжением 50 кВ, вследствие чего существенно снижаются

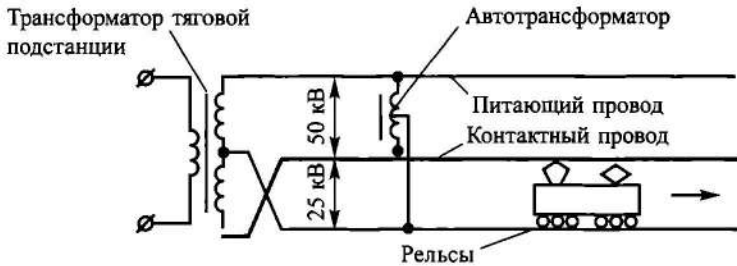


Рис. 1.2.5. Принципиальная схема питания электрифицированной железной дороги при системе 2×25 кВ

потери напряжения и энергии и оказывается возможным увеличить расстояние между тяговыми подстанциями до 120 км. Между контактным проводом и рельсами сохраняется напряжение 25 кВ, что позволяет эксплуатировать те же электровозы, что и на линиях переменного тока 25 кВ.

Питание нетяговых потребителей на участках постоянного тока осуществляют от специальной трехфазной воздушной линии (ВЛ) напряжением 6 (10) кВ, провода которой обычно подвешивают на опорах контактной сети. При переменном токе для питания нетяговых потребителей применяют систему ДПР (два провода — рельс), при которой вдоль линии железной дороги на опорах контактной сети подвешивают провода двух фаз, не используемых на данном участке для целей тяги, а в качестве третьей фазы используют ходовые рельсы.

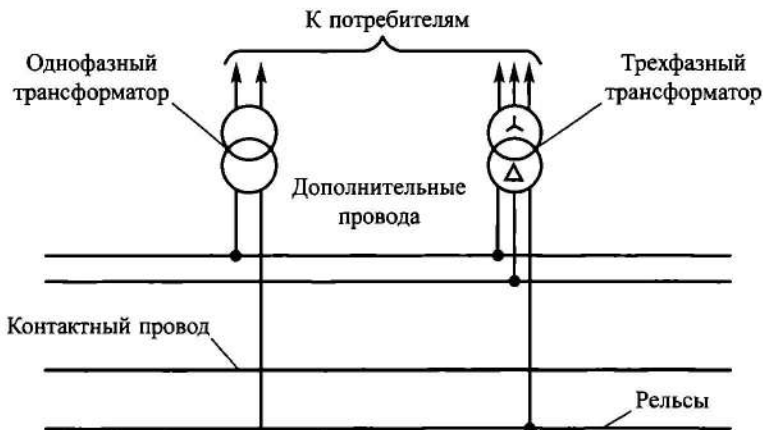


Рис. 1.2.6. Схема подключения комплектных подстанций переменного тока с однофазным и трехфазным трансформатором

Для понижения напряжения, подводимого к нетяговым потребителям, устанавливают комплектные трансформаторные подстанции КТП, а при однофазных — КТПО и КТППО (подъемно-опускные). Подстанции КТП устанавливают на специальных фундаментах, а КТПО и КТППО — на опорах контактной сети. КТППО имеют втычные контакты, что позволяет отказаться от установки разъединителя. На дорогах переменного тока подстанции КТПО и КТП включают так, как показано на рис. 1.2.6. При постоянном токе КТП и КТПО (КТППО) подключают к проводам ВЛ 6 (10) кВ.

1.3. Общие сведения о контактных сетях

Контактная сеть должна обеспечивать бесперебойный стабильный токосъем при заданных скоростях движения и расчетных климатических условиях. Это значит, что скользящий контакт между движущимся токоприемником локомотива и контактным элементом сети должен быть надежным в указанных условиях. Бесперебойный токосъем должен быть обеспечен также при изменениях температуры воздуха, в период гололедных образований на проводах, при максимальной скорости ветра в районе, где расположена электрифицированная линия, и т.п. экстремальных обстоятельствах. Кроме того, чем выше скорость движения поезда, тем труднее сохранить скользящий контакт непрерывным. При этом необходимо, чтобы устройства контактной сети не ограничивали наибольшую скорость поездов, установленную графиком движения.

В то же время контактная сеть находится в особо трудных условиях — в отличие от всех других устройств системы электроснабжения она не имеет резерва. При повреждениях линии электропередачи, трансформатора или выпрямителя на тяговой подстанции всегда предусматривают возможность замены вышедшего из строя элемента резервным. В случае же повреждения контактной сети движение поездов по этому пути прекращается на время, которое требуется для ее восстановления. На многопутных дорогах при повреждении контактной сети на одном из путей возможно организовать движение поездов по оставшимся в работе путям, но это, как правило, вызывает серьезные нарушения графика движения поездов.

Вот почему к устройствам контактной сети предъявляются особенно высокие требования как по совершенству их конструкций, так и по качеству выполненных монтажных работ и тщательному содержанию в условиях эксплуатации.

Контактная сеть может быть выполнена в виде контактных рельсов или воздушных контактных подвесок.

Контактные рельсы широко применяют на метрополитенах. На наземных дорогах контактные рельсы применяют очень редко, так как трудно обеспечить безопасность людей и животных, которые могут оказаться на электрифицированной линии, где контактный и ходовые рельсы (рис. 1.3.1) расположены в непосредственной близости друг от друга.



Рис. 1.3.1. Схема расположения контактного рельса на метрополитене

Так как эти рельсы присоединяют к разным шинам тяговой подстанции, одновременное прикосновение к ним даже при самом низком напряжении, применяемом для электрической тяги, смертельно. Чтобы не допустить нахождения на железнодорожных путях посторонних лиц и животных, необходимо устроить надежные ограждения на большом протяжении на всех перегонах и станциях, что очень трудно и дорого. При этом эксплуатация наземных электрифицированных дорог с контактными рельсами во время снегопадов также будет осложнена даже при наличии специальных снегоочистителей.

Поэтому для электрификации железных дорог применяют воздушные контактные подвески, которые могут быть простыми или цепными. Простая контактная подвеска, часто называемая трамвайной, представляет собой провод, свободно висящий между точками его подвеса на опорах, установленных вдоль линии на расстоянии, называемом длиной пролета, или просто пролетом (рис. 1.3.2). Этот провод имеет непосредственный контакт с токоприемником подвижного состава и поэтому его называют контактным. Простые подвески обеспечивают бесперебойный токосъем при сравнительно небольших скоростях движения, их применяют в основном на трамвайных линиях.

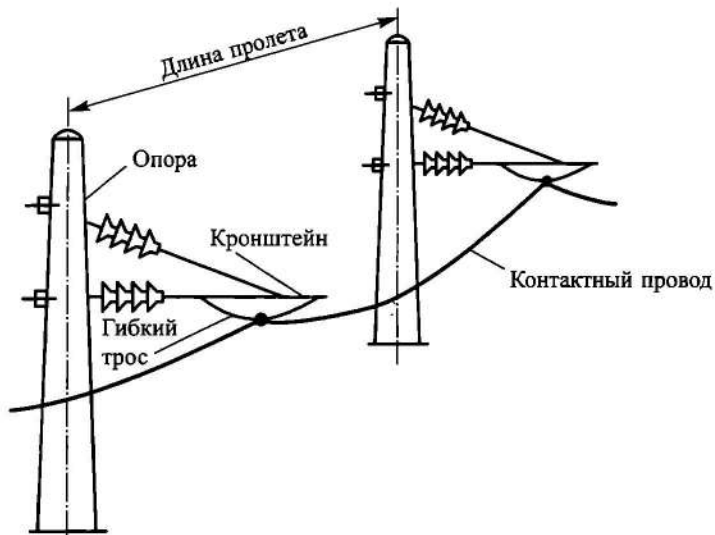


Рис. 1.3.2. Схема простой контактной подвески

При высоких скоростях движения поездов применяют цепные контактные подвески, в которых контактный провод висит в пролете между опорами не свободно, а подвешен с помощью часто расположенных вертикальных проволок (струн) к другому дополнительному продольному проводу — несущему тросу (рис. 1.3.3).

Известно много разновидностей цепных контактных подвесок. При определенной конструкции подвески (и конструкции токоприемника) на них можно реализовать очень высокие скорости движения поездов — до 300 км/ч и более.

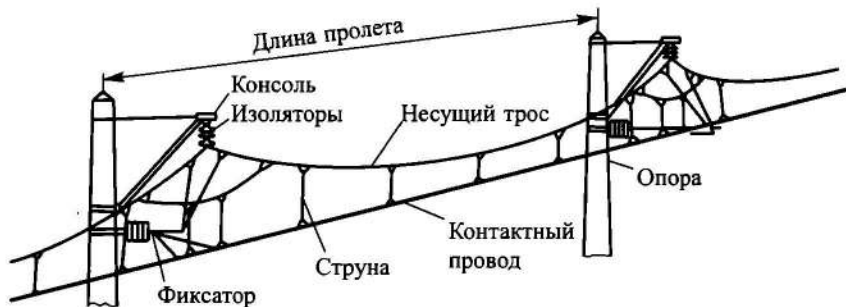


Рис. 1.3.3. Схема цепной контактной подвески

1.4. Токоприемники

На электровозах и моторных вагонах электропоездов применяют различные токоприемники. Качество токосъема и состояние контактной сети во многом зависит от того, насколько отвечает необходимым требованиям конструкция токоприемника.

Токоприемники состоят из четырех основных частей: основания, укрепленного на четырех опорных изоляторах; подвижной системы, собранной из легких элементов — рычагов, связанных шарнирами; контактной системы — кареток и одного или двух полозов с токоснимающими пластинами; механизма подъема и опускания, состоящего из пневматического привода, пружин и рычагов.

Типы некоторых токоприемников, применяемых на различном ЭПС, приведены в табл. 1.4.1.

Таблица 1.4.1

Типы токоприемников

Тип токоприемника	ДЖ-5 ДЖ-5К	П-3 П-3А	Т-5	10РР 17РР	Сп-6М	П-1В	П-7А	Л-13У	2SLS-1 3SLS-1
Число полозов	1	2	2	1	1	1	1	1	1
Число рычагов подвижной системы	4	4	4	4	4	4	2	2	4
Электровозы	ВЛ19 ВЛ22 ВЛ22 ^М	ВЛ23 ВЛ8	ВЛ10 ВЛ10 ^У ВЛ11	ЧС2 ЧС2 ^Т ЧС6 ЧС7	ЧС200	ВЛ60 ВЛ60 ^К ВЛ60 ^П	ВЛ60 ^Р ВЛ80 ^К ВЛ80 ^Р ВЛ80 ^Т ВЛ80 ^С ВЛ85	ВЛ80 ^К ВЛ80 ^Р ВЛ80 ^Т ВЛ80 ^С ВЛ85 ЭП-1	ЧС4 ЧС4 ^Т ЧС8
Электропоезда	С	—	—	—	ЭР200	ЭР1 ЭР2	ЭР1 ЭР2 ЭР22 ЭР22М	ЭР9П ЭР9М ЭД9 ЭР1 ЭР2 ЭР22 ЭР22М	—

Для примера рассмотрим устройство и работу токоприемника П-3 (рис.1.4.1). Нижняя часть его выполнена из конусных стальных труб 8, укрепленных на основании 9 с помощью валов 2. Одновременное движение всех деталей вверх или вниз обеспечивается соединением валов

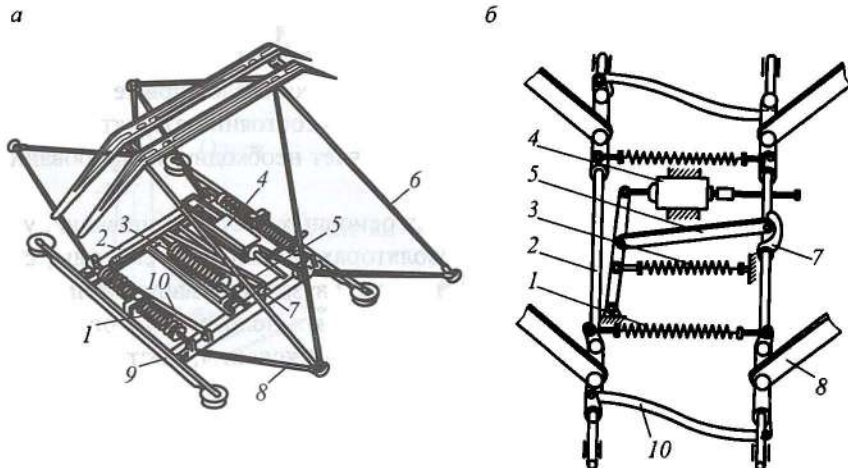


Рис. 1.4.1. Общий вид токоприемника П-3 (а) и схема его приводного механизма (б)

двумя тягами 10. Верхняя часть токоприемника также состоит из стальных труб 6, собранных в две рамы с распорками, расположенными по диагонали и направленными противоположно друг другу.

Для подъема и опускания токоприемника предусмотрены пружины 1 и 3, цилиндр 4 и рычажная система. Когда давление в цилиндре равно атмосферному, токоприемник опущен. При этом пружины 1 растянуты, но не могут поднять его, так как им противодействует давление пружины 3, приложенное к рычагу 7. Для подъема токоприемника подают сжатый воздух в цилиндр, поршень которого отводит в сторону рычаг 5, воздействие пружины 3 на рычаг 7 прекращается, и пружины 1 поднимают токоприемник. Чтобы опустить токоприемник, выпускают воздух из цилиндра, тогда пружина 3 нажимает на рычаг 7 и токоприемник опускается.

На полозах токоприемников крепят различные токосъемные элементы. Обычно медные и металлокерамические токосъемные элементы называют пластинами, а угольные — вставками. Медные пластины обеспечивают небольшое переходное сопротивление в месте контакта, но вызывают значительный износ контактных проводов. При угольных вставках износ меньше, но больше переходное сопротивление, что при значительных токах повышает опасность перегоя контактных проводов, особенно в случае съема тока неподвижным токоприемником. Поэтому угольные вставки применяют там, где меньше токовые нагрузки, т.е. на дорогах переменного тока и для электропоездов.

Угольные вставки изготовляют из коксовых (угольных) или графитовых порошков, связанных смолой. Для увеличения твердости вставок в порошок добавляют сажу. Подогретую массу выпрессовывают и подвергают длительному обжигу при температуре 1100—1350 °С, в результате чего получают достаточную прочность и электропроводность вставок. При частичной замене кокса графитом можно увеличить электропроводность, но при этом снижется прочность.

Угольные вставки 2 (рис. 1.4.2) обычно укрепляют с помощью зажимов 3 на специальном полозе 1 в два-три ряда. Каждый наружный ряд длиной 960 мм состоит из четырех вставок, а внутренний — из трех (720 мм). Наружные ряды стыкуются со стальными (медными) пластинами, а склоны полоза снабжены дюралюминиевыми пластинами. Все пластины служат для обеспечения токосъема в относительно редких случаях значительного смещения контактного провода от оси токоприемника.

Металлокерамические пластины обладают многими преимуществами угольных, но допускают гораздо большие токовые нагрузки. Основой для таких пластин служит металлический (медный или железный) порошок, к которому добавляют порошковый графит и порошки свинца, олова, никеля. Все составные части смешивают в специальном смесителе, после чего прессуют при нормальной температуре. Затем заготовки нагревают в обжиговой печи и спекают. После достижения

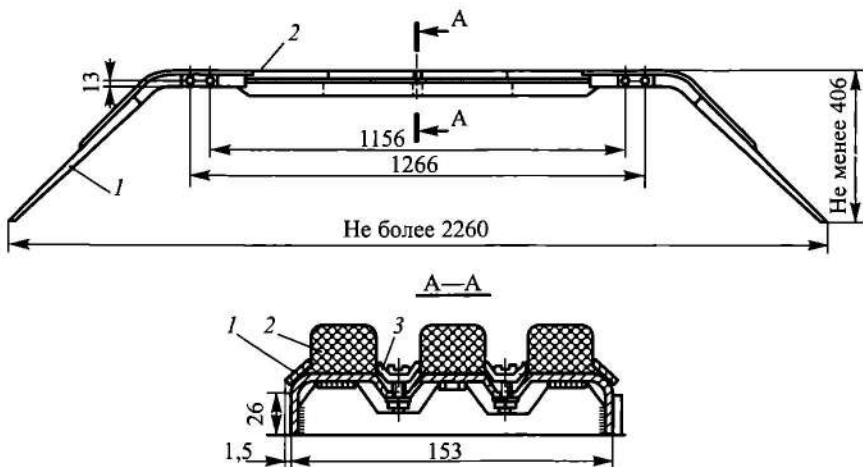


Рис. 1.4.2. Полоз токоприемника с угольными вставками

необходимой твердости им придают заданную форму и пропитывают сплавом из свинца и олова.

Токоприемники, предназначенные для ЭПС магистральных железных дорог постоянного и переменного тока, должны обеспечивать скорости движения 160—200 км/ч. В зависимости от токовой нагрузки они изготовляются двух типов:

– типа Т, предназначенного для использования на грузовых и пассажирских электровозах постоянного тока и двойного питания; при движении они должны длительно обеспечивать съём с контактных проводов тока 2200 А, при стоянке — 300 А для расчетного зимнего и 160 А для расчетного летнего режимов;

– типа Л, предназначенного для применения на грузовых и пассажирских электровозах переменного тока и электропоездов постоянного и переменного тока; при движении они должны обеспечивать длительный съём с контактных проводов тока 500 А, а при стоянке — 80 А для расчетного зимнего и 50 А для расчетного летнего режимов.

Для высокоскоростного ЭПС (электровозы ЧС200 и электропоезда ЭР200), предназначенного для работы со скоростями 200 км/ч, используются специальные токоприемники Сп-6М и Сп-6У. Конструктивно они выполнены двухрусными. Собственно токоприемник располагается не на крыше локомотива, а на специальной подвижной раме, которая может складываться и выпрямляться. При нормальной высоте контактных проводов нижняя рама не работает, т.е. находится на одном и том же положении. Если высота контактных проводов существенно уменьшается, нижняя рама автоматически складывается, а при восстановлении нормальной высоты занимает исходное положение. Собственно токоприемник имеет значительно меньшие размеры и массу, чем обычный. Это является одним из основных условий обеспечения хорошего качества токосъема при высоких скоростях.

Нажатие токоприемника P в общем случае складывается из четырех составляющих:

$$P = P_1 \pm P_2 \pm P_3 \pm P_4, \quad (1.4.1)$$

где P_1 — сила воздействия подъемных пружин; P_2 — сила сопротивления трению в шарнирах; P_3 — инерционная сила; P_4 — аэродинамическая сила.

Знак «плюс» в этом выражении принят для сил, направленных вверх, а «минус» — вниз. Сила сопротивления трения в шарнирах P_2 при опускании токоприемника направлена вверх и увеличивает общее нажатие, а при подъеме его направлена вниз и снижает результирующее нажатие.

Сила P_2 зависит от числа шарниров и их состояния: чем меньше шарниров и чем лучше они содержатся, тем меньше трение и его влияние на общее нажатие.

Сила P_3 зависит от массы и ускорения движущихся вверх и вниз частей токоприемника, которые оказывают неодинаковое воздействие на контактную подвеску: чем ближе к точке контакта расположена масса, тем больше ее влияние. В основном инерционная сила определяется массой ползцов токоприемника, находящихся в непосредственной близости от подвески. Инерционная сила в местах, где траектория токоприемника является вогнутой, имеет отрицательный знак, а где выпуклой — положительный.

Аэродинамическая сила P_4 зависит от скорости движения поезда, скорости и направления ветра, конструкции токоприемника, формы крыши и лобовой части локомотива. Особенно большие аэродинамические силы действуют на передний по ходу поезда токоприемник.

Первые два слагаемых в выражении (1.4.1) определяют так называемое статическое нажатие токоприемника, которое получается при его медленном движении вверх и вниз с равномерной скоростью. Нажатие, возникающее при движении токоприемника вверх, называют активным, при движении вниз — пассивным. Их значения зависят от высоты, на которую поднят токоприемник. Разность между активным и пассивным статическими нажатиями в пределах рабочей высоты токоприемника (400—1900 мм от опущенного положения) характеризует его качество: чем меньше эта разность, тем лучше работает токоприемник.

Статические характеристики токоприемника, т.е. зависимости активного и пассивного нажатий от высоты, снимают медленно перемещая токоприемник вверх и вниз и измеряя нажатие во время движения закрепленным на ползках динамометром.

Статические нажатия токоприемников в диапазоне рабочей высоты нормируются: активные — должны быть не менее 10 для типа Т и не менее 6 кгс для типа Л, пассивные — не более 13 для типа Т и не более 9 кгс для типа Л. Максимальное пассивное нажатие специальных токоприемников принято равным 10, а минимальное активное — 8 кгс. Статическое нажатие токоприемника П-3 в пределах нормальной рабочей высоты должно быть не менее 8 при подъеме и не более 12 кгс при опускании. Разность между нажатиями при подъеме и опускании в каждом отдельном положении токоприемника не должна превышать 3 кгс.

Для оценки токоприемников используют характеристику опускающей силы, т.е. зависимость силы опускания ползца от его высоты при

сообщении цилиндра привода с атмосферой. Опускающая сила для токоприемников типа Т должна быть не менее 20, а для токоприемников типа Л — не менее 12 кгс. Время опускания токоприемников всех типов от максимальной рабочей высоты до сложенного положения должно находиться в пределах 3,5—6 с (при номинальном давлении сжатого воздуха в цилиндре привода).

Токоприемник каждого типа можно еще характеризовать удерживающей силой, необходимой для подъема его из опущенного положения. В тех случаях, когда аэродинамические силы, возникающие при движении поезда и воздействии ветра, больше удерживающей, его необходимо закреплять в нерабочем состоянии специальным запором (в противном случае может произойти самопроизвольное поднятие опущенного токоприемника).

Для осуществления бесперебойного токосъема необходимо, чтобы конструкция токоприемника обеспечивала:

- нажатие подъемных пружин, достаточное для того, чтобы токоприемник не отрывался от контактного провода;
- минимальные силы трения в шарнирах, при этом будет минимальной разность между активным и пассивным давлением;
- возможно меньшую массу движущихся вверх и вниз частей токоприемника, что снизит инерционные силы;
- незначительный размах колебаний токоприемника и быстрое их затухание.

Детали токоприемника должны иметь обтекаемую форму, при которой аэродинамические силы уменьшаются до целесообразного уровня.

Для снижения аэродинамических воздействий необходимо придать обтекаемую форму лобовой части локомотива и его крыше, а также использовать во время движения второй по ходу поезда токоприемник. При высоких скоростях движения для снижения колебаний токоприемника и обеспечения их быстрого затухания устанавливают специальные устройства (демпферы) между его подвижной рамой и крышей локомотива.

Глава 2

КОНТАКТНЫЕ ПОДВЕСКИ И ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ

2.1. Основные требования, предъявляемые к цепным подвескам для обеспечения надежного токосъема

Процесс токосъема считается бесперебойным только в том случае, если контакт между токоприемником и контактным проводом не прерывается, так как при отрыве токоприемника между ними возникает искрение и даже электрическая дуга, а повторное соприкосновение с проводом сопровождается ударом, что снова приводит к отрыву токоприемника. Электрическая дуга приводит к тяжелым последствиям: из-за высокой температуры контактные пластины токоприемника и провод оплавляются, поверхность их становится неровной, что затрудняет контакт, при этом контактные провода, выполняемые из твердотянутой меди, при нагреве теряют механическую прочность. Удары токоприемника также повреждают контактные поверхности проводов. Все это приводит к повышенному износу контактных пластин и проводов, а иногда и к обрыву последних.

Оценить качество токосъема можно по двум показателям — изменению контактного нажатия и характеру траектории токоприемника в пролете (под траекторией токоприемника понимают путь точки контакта его полоза с контактным проводом в вертикальной плоскости).

Необходимо, чтобы контактное нажатие изменялось как можно меньше и не выходило за пределы, допускаемые нормами. Нижний предел устанавливают таким, чтобы при неблагоприятных условиях токоприемник не отрывался от контактного провода. Верхний предел необходим для того, чтобы токоприемник не вызывал слишком больших отжатий контактного провода, так как при этом возможно задевание токоприем-

ника за детали контактной подвески и разрушение как самих деталей, так и токоприемника. Считают приемлемыми изменения нажатий токоприемников на участках переменного тока в пределах 4—20 кгс, постоянного 6—36 кгс.

Для обеспечения минимальных изменений контактного нажатия траектория токоприемника должна быть определенной. Экспериментальные данные показывают, что чем ближе траектория к прямолинейной, тем меньше изменяется контактное нажатие и лучше качество токосъема. Обеспечить высокое качество токосъема, т.е. наиболее близкую к прямой линии траекторию токоприемника и наименьшие изменения контактного нажатия, возможно, если воздушные контактные подвески будут отвечать нижеследующим основным требованиям: по эластичности подвески, стреле провеса контактного провода, количеству жестких точек и ветроустойчивости.

Эластичностью контактной подвески называют отношение высоты, на которую поднялся контактный провод, к силе нажатия токоприемника, вызвавшей его подъем. В любой точке эластичность определяется по формуле

$$\eta = \Delta h / P, \quad (2.1.1)$$

где η — эластичность подвески; Δh — подъем контактного провода; P — нажатие токоприемника.

Эластичность подвески в пролете должна быть возможно более равномерной. Если эластичность неравномерна, токоприемник будет поднимать контактный провод в различных местах пролета неодинаково и траектория его будет отклоняться от прямолинейной. Чем больше неравномерность эластичности контактной подвески, тем труднее обеспечить бесперебойный токосъем. Желательно иметь определенную эластичность. При этом для соответствующего токоприемника тяжелые контактные подвески с малой эластичностью обеспечивают лучшее качество токосъема, чем легкие с высокой.

Величину, обратную эластичности контактной подвески, называют ее жесткостью:

$$Ж = P / \Delta h. \quad (2.1.2)$$

Жесткость контактной подвески показывает, какую силу нужно приложить в данной точке, чтобы поднять подвеску на 1 м.

Стрелой провеса контактного провода называют расстояние, измеренное в плоскости расположения провода между точкой его

подвеса и точкой наибольшего провисания (рис. 2.1.1, а). Она должна быть *оптимальной*, т.е. такой стрелой провеса, при которой удается получить наименьшие вертикальные перемещения точки контакта контактного провода с токоприемником и соответственно минимальные изменения контактного нажатия. Стрела провеса зависит от длины пролета, типа контактной подвески, натяжения проводов, а также от типа токоприемника и контактного нажатия, которое в свою очередь определяется скоростью движения. Чем больше стрела провеса контактного провода отклоняется от оптимального значения, тем хуже качество токосъема.

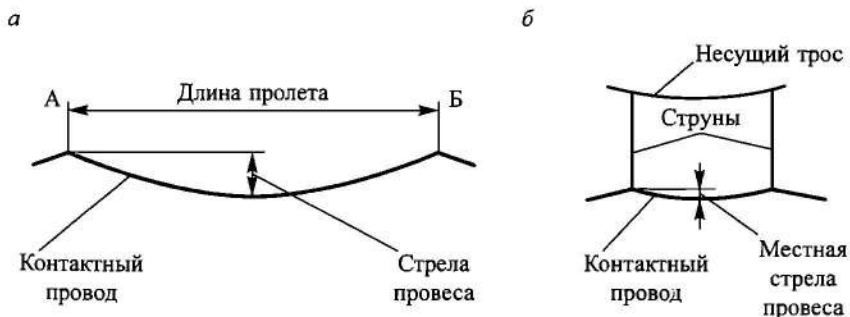


Рис. 2.1.1. Стрела провеса контактного провода

У цепных контактных подвесок различают стрелы провеса между двумя соседними струнами (рис. 2.1.1, б). Желательно, чтобы эти стрелы провеса были невелики.

Жесткой точкой называют такую точку на подвеске, эластичность в которой значительно меньше, чем в середине пролета. *Число жестких точек и сосредоточенных нагрузок на контактной подвеске должно быть возможно наименьшим.* Во время прохода токоприемника через жесткую точку при больших стрелах провеса контактного провода токоприемник может оторваться от провода и прикоснуться к нему снова уже в середине пролета. На рис. 2.1.2, а штриховой линией показана примерная траектория токоприемника, проходящая под жесткой точкой А при значительной скорости движения поезда. Такое нарушение бесперебойного токосъема не может быть допущено. Если полностью устранить жесткие точки на контактной подвеске нельзя, необходимо, насколько это возможно, повысить эластичность подвески в этих точках.

Сосредоточенной называют всякую нагрузку на контактный провод, приложенную к нему в одном месте. Там, где находится сосредоточен-

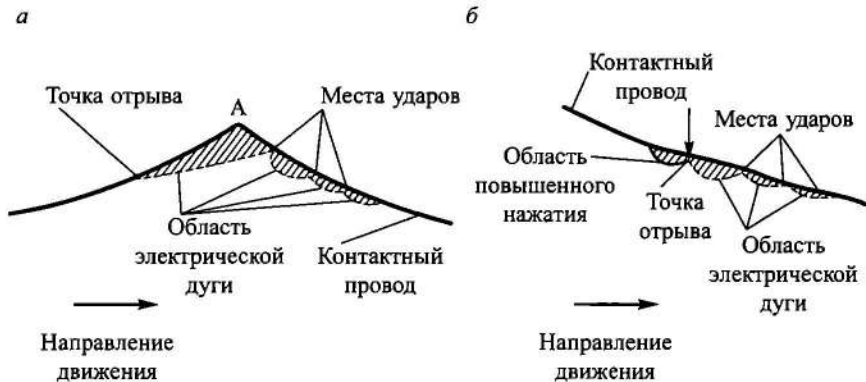


Рис. 2.1.2. Области возникновения отрывов, ударов и электрической дуги при проходе токоприемника под жесткой точкой (а) и под сосредоточенной нагрузкой (б)

ная нагрузка, контактный провод получает местный прогиб (рис. 2.1.2, б). Токоприемник, подходя к сосредоточенной нагрузке, оказывает на провод повышенное нажатие. При значительной скорости движения токоприемник оторвется от контактного провода и затем будет описывать траекторию, примерный вид которой показан штриховой линией. Наличие сосредоточенных нагрузок на контактной подвеске крайне нежелательно, и если полностью устранить их не удастся, то для улучшения качества токосъема необходимо как можно больше снизить нагрузку, приходящуюся на контактный провод.

Воздействие токоприемника на контактную подвеску при движении поезда вызывает ее колебания, амплитуда которых должна быть незначительной. При некоторых скоростях движения могут возникнуть резонансные явления, во время которых увеличивается амплитуда таких колебаний, при этом чем она больше, тем труднее сохранить постоянный контакт между токоприемником и контактным проводом. Для обеспечения надежного токосъема при любых скоростях движения необходимо стремиться к тому, чтобы колебания контактной подвески имели малые амплитуды и как можно скорее затухали.

Ветроустойчивостью подвески называют способность ее проводов сопротивляться отклонению под действием ветра. *Ветроустойчивость контактной подвески должна быть возможно большей.* При заданном положении относительно оси токоприемника контактный провод под действием ветра не должен отклоняться в обе стороны больше, чем на ширину контактной части полоза. При большем отклонении провод мо-

жет соскользнуть и попасть под полоз, что приведет к повреждению и токоприемника и контактной подвески. Кроме того, воздействие ветра может вызвать автоколебания (пляску) проводов подвески. При этом размах колебаний становится значительным, что затрудняет токосъем, а иногда делает его невозможным. Необходимо, чтобы ветроустойчивость контактной подвески была достаточной для обеспечения бесперебойного токосъема.

Состояние контактной подвески должно соответствовать расчетному. Каждую контактную подвеску при проектировании рассчитывают и устанавливают ее основные параметры. Если состояние подвески отклоняется от расчетного больше, чем допускается нормами, возможно нарушение токосъема. Чтобы токосъем был бесперебойным, необходимо обеспечить хорошее качество монтажа подвески и тщательный уход за ней при эксплуатации: точно соблюдать те расчетные положения, которые заданы проектом и установлены Правилами устройства и технической эксплуатации контактной сети электрифицированных железных дорог (ПУТЭКС) и другим нормативными документами.

2.2. Простые контактные подвески

Качество токосъема во многом зависит от стрелы провеса f контактного провода. Для простой подвески

$$f = gl^2/(8K), \quad (2.2.1)$$

где g — нагрузка на 1 м провода; l — длина пролета; K — натяжение провода.

Стрела провеса тем больше, чем больше нагрузка на провод, и тем меньше, чем больше его натяжение. От длины пролета стрела провеса находится в квадратичной зависимости: например, при уменьшении пролета в два раза стрела провеса уменьшится в четыре. Формула (2.2.1) может быть применена в тех случаях, когда требуется определить натяжение провода при известной стреле провеса:

$$K = gl^2/(8f). \quad (2.2.2)$$

Если не принять специальных мер для поддержания определенного натяжения провода, оно, а также и стрела провеса при колебаниях температуры и нагрузки будут изменяться. В случае увеличения температуры длина провода возрастает, вследствие чего стрела провеса увеличивается, а натяжение снижается. Наоборот, при понижении температуры длина провода уменьшается, вследствие чего стрела провеса также умень-

шается, а натяжение увеличивается. Примерные положения провода при средней $t_{\text{ср}}$, максимальной t_{max} и минимальной t_{min} температурах показаны на рис. 2.2.1, а.

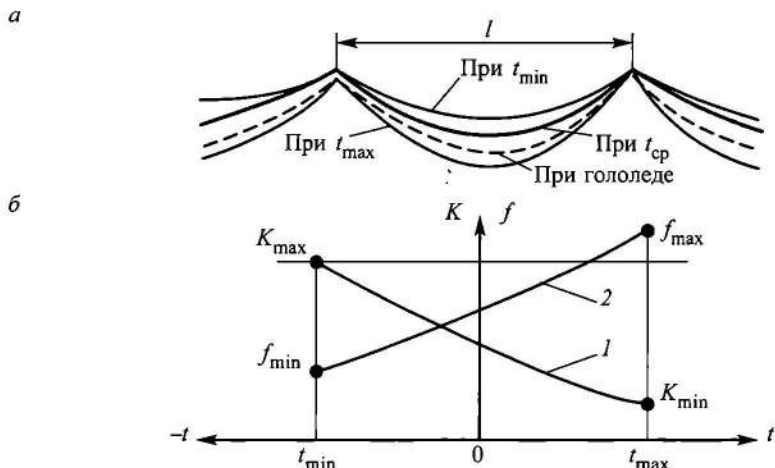


Рис. 2.2.1. Примерные положения (а) и изменения натяжения (кривая 1) и стрелы провеса (кривая 2) некомпенсированного провода (б)

Стрела провеса будет меняться и при изменении нагрузки. Например, в случае образования на проводе гололеда нагрузка увеличится и стрела провеса провода возрастет. Иногда при значительных гололедных образованиях она может стать больше, чем при максимальной температуре. Под действием ветра нагрузка, действующая на провод, также увеличится, и провод отклонится от вертикального положения. Эти отклонения и стрела провеса будут тем больше, чем сильнее ветер.

Для обеспечения высокого качества токосъема необходимо уменьшить стрелу провеса контактного провода. Этого можно достичь снижением нагрузки на провод, уменьшением длины пролета и увеличением натяжения. Изменить нагрузку на провод (за исключением случаев удаления гололедных образований) нельзя. Уменьшить длину пролета нежелательно, так как увеличится число опор и, следовательно, увеличится стоимость контактной сети; кроме того, в этом случае увеличится число жестких точек. Поэтому длину пролета обычно принимают большой, а уменьшить стрелы провеса стремятся, увеличивая натяжение провода. Однако повысить натяжение провода можно только до максимального допустимого в условиях эксплуатации значения:

$$K_{\max} = K_p / i, \quad (2.2.3)$$

где K_p — разрывное натяжение, при котором происходит разрушение провода; i — коэффициент запаса прочности, определяемый нормами.

Разрывное натяжение может быть вычислено по формуле

$$K_p = \sigma_{кр} S k, \quad (2.2.4)$$

где $\sigma_{кр}$ — временное сопротивление провода на разрыв; S — площадь поперечного сечения провода; k — коэффициент, зависящий от конструкции провода; для сплошных проводов $k = 1$, для многопроволочных $k = 0,95$, кроме проводов из семи проволок (при наличии в них соединений), для которых $k = 0,9$.

В зависимости от мер, принимаемых для регулирования натяжения контактного провода, простые контактные подвески делят на некомпенсированные, с сезонной регулировкой натяжения, и компенсированные.

Некомпенсированные подвески не имеют приспособлений для автоматической регулировки натяжения провода и поэтому оно изменяется в широких пределах. Расчет провода выполняют так, чтобы максимальным его натяжение было только в самых тяжелых условиях — или при минимальной температуре или при максимальной нагрузке (которая обычно получается в случае действия ветра на провод, покрытый гололедом), или при их совпадении. Во всех других условиях натяжение провода будет меньше, а при максимальной температуре оно может снизиться значительно (рис. 2.2.1, б). Кривые, приведенные на рис. 2.2.1, б, называют монтажными, так как их (или таблицы, в которых приведены те же величины) используют при монтаже провода: задают ему необходимое при данной температуре натяжение или требуемую стрелу провеса.

Поскольку в условиях высоких температур натяжение некомпенсированных контактных проводов сильно падает, а стрелы провеса увеличиваются, трудно обеспечить бесперебойный токосъем даже при сравнительно невысоких скоростях движения. Поэтому некомпенсированные контактные провода в простых подвесках на магистральных дорогах не применяют. По схеме некомпенсированной простой подвески монтируют питающие, отсасывающие, усиливающие и другие провода, не связанные непосредственно с токосъемом.

Чтобы уменьшить стрелы провеса контактного провода при высоких температурах, выполняют *сезонную регулировку натяжения*, для чего в контактный провод включают специальные приспособления (например, натяжные муфты), с помощью которых можно изменять его длину. Обычно сезонную регулировку проводят два раза в год: весной провод натягивают, а осенью — отпускают. Границы зимнего сезона определяются

температурами t_{\min} и t'_{\max} , границы летнего сезона — температурами t'_{\min} и t_{\max} (рис. 2.2.2). Практически регулировать натяжение можно при любой температуре, находящейся в интервале Δt . Например, необходимо отрегулировать натяжение при температуре t_m . Если это происходит весной (при переходе от зимнего сезона к летнему), провод подтягивают и натяжение в нем поднимают от значения K_1 до K_2 . Если же регулировку производить при переходе от летнего сезона к зимнему (осенью), то провод отпускают так, чтобы его натяжение снизилось с K_2 до K_1 .



Рис. 2.2.2. График изменения натяжения контактного провода при сезонной регулировке

Интервал температур Δt не следует устанавливать слишком малым, чтобы не создавать для работников районов контактной сети затруднений с выбором времени для производства регулировок. Обычно интервал Δt выбирают на основании многолетних наблюдений за температурами, наиболее часто встречающимися в данном районе весной и осенью.

Сезонную регулировку натяжения контактного провода используют лишь на городском электрическом транспорте.

На магистральных железных дорогах в случае применения простой контактной подвески ее выполняют компенсированной. Один конец провода закрепляют на опоре (анкеруют) жестко (опора А на рис. 2.2.3, а), а второй — через устройство, состоящее из блоков и груза, которое называют компенсатором (опора Б).

Расстояние между анкерными опорами А и Б называют длиной анкерного участка или просто *анкерным участком*. Изменение длины кон-

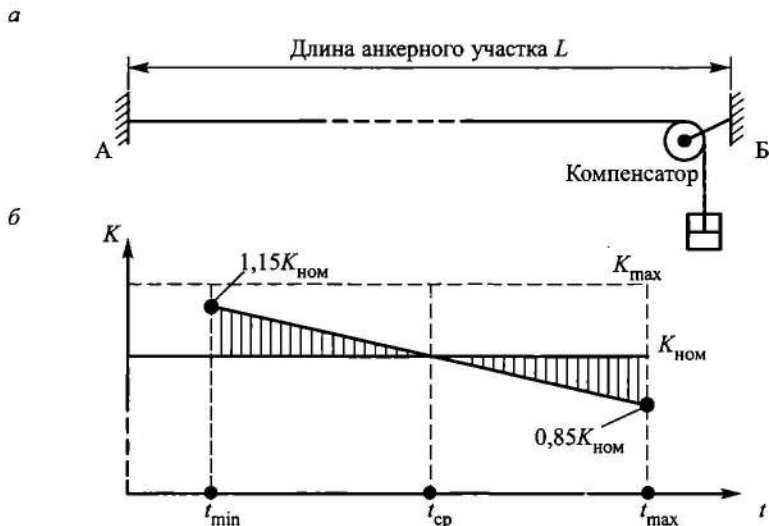


Рис. 2.2.3. Схема компенсации (а) и график изменения натяжения (б) компенсированного контактного провода

тактного провода в пределах анкерного участка компенсируется перемещением груза компенсатора: при повышении температуры и удлинении провода груз опускается вниз, а при понижении температуры и укорочении провода — поднимается вверх.

В компенсированном контактном проводе натяжение поддерживается значительно более высоким, чем при сезонной регулировке. Это обеспечивает небольшие стрелы провеса, что улучшает качество токосъема. Желательно было бы с помощью компенсатора задать проводу максимальное допускаемое натяжение. Однако этого сделать нельзя. Натяжение провода в пределах анкерного участка не остается постоянным: при перемещении провода возникают силы в точках его крепления, препятствующие этому перемещению и меняющие натяжение провода. Допускаемые пределы изменения натяжения контактного провода установлены в размере $\pm 15\%$ номинального $K_{\text{ном}}$, т.е. того натяжения, которое задается компенсатором. Следовательно, номинальное натяжение уже на 15 % ниже максимального допускаемого. Но так как в процессе эксплуатации провод изнашивается и его сечение уменьшается, то номинальное натяжение должно быть еще ниже, иначе в изношенном проводе могут возникнуть напряжения, превышающие допускаемые. График измене-

ния натяжения компенсированного контактного провода вблизи жесткой анкеровки (точка А) показан на рис. 2.2.3, б.

От допускаемого изменения номинального натяжения зависит длина анкерного участка. Чем больше отклонение натяжения от номинального, тем длиннее может быть анкерный участок. Длинные анкерные участки предпочтительнее коротких, так как вследствие уменьшения числа анкерных опор и мест, где надо устраивать сопряжения проводов двух смежных анкерных участков, снижается стоимость контактной сети. Однако при чрезмерной длине анкерного участка натяжение контактного провода будет значительно отклоняться от номинального, что приведет к ухудшению качества токосъема. Нормируемое значение допускаемого отклонения при схеме анкеровки, показанной на рис. 2.2.3, а, определяет максимальную длину анкерного участка около 800 м для прямых участков пути.

Так как натяжение компенсированного контактного провода меняется в ограниченных пределах, стрелы провеса его при любых изменениях температуры изменяются незначительно, что обеспечивает хорошее качество токосъема. Но при увеличении нагрузки на провод его стрелы провеса тоже увеличиваются, причем значительно больше, чем при отсутствии компенсаторов. Особенно опасно для работы компенсированного контактного провода отложение на нем гололеда, вследствие чего удалению гололедных образований при эксплуатации компенсированных подвесок надо уделять самое серьезное внимание.

Простые контактные подвески, выполненные по схеме на рис. 1.3.2, не могут быть применены при скоростях движения поездов более 50 км/ч. Эластичность контактного провода неравномерна по пролету, стрелы провеса из-за больших пролетов довольно значительны, число жестких точек велико. Поэтому такие простые контактные подвески применяют только в тех случаях, когда скорости движения поездов невелики.

2.3. Особенности цепных контактных подвесок и их классификация

При цепной подвеске (см. рис. 1.3.3) благодаря наличию несущего троса можно задать любую стрелу провеса контактного провода путем соответствующего выбора длины струн в пролете. Можно обеспечить и так называемое беспровесное положение контактного провода, при котором нижние концы всех струн находятся на одном и том же расстоянии от головок ходовых рельсов. В этом случае считают, что контактный провод располагается по прямой линии и его стрела провеса равна нулю.

Изменение стрелы провеса контактного провода в цепной подвеске в основном зависит от изменения стрелы провеса несущего троса, а не от ее абсолютного размера. Если устранить колебания стрелы провеса несущего троса, то, не учитывая весьма незначительного удлинения или укорочения струн, можно считать, что стрела провеса контактного провода также будет неизменной.

Местные стрелы провеса контактного провода (межструновые) можно довести до чрезвычайно малых значений, практически неощутимых для токоприемника, поддерживая высокое натяжение контактного провода и соответственно уменьшая расстояние между струнами.

Цепные подвески имеют много разновидностей. Для того чтобы удобнее рассмотреть все виды цепных подвесок, воспользуемся классификацией их по следующим признакам: способ подвешивания контактного провода к несущему тросу; тип опорных узлов (конструкция подвески у опор); взаимное расположение проводов в плане; способ регулирования натяжения проводов.

В зависимости от способа подвешивания контактного провода к несущему тросу различают одинарные, двойные и тройные цепные подвески. Одинарными называют подвески, в которых контактный провод (или провода) подвешивают на струнах непосредственно к несущему тросу. К двойным относят такие цепные подвески, в которых крепление контактного провода к несущему тросу производится через продольный вспомогательный трос. В тройных цепных подвесках применяют два вспомогательных троса, расположенных один над другим. Тройные подвески практически не получили распространения (вследствие сложности и высокой стоимости) и поэтому в дальнейшем не рассматриваются.

По типу опорных узлов цепные подвески бывают с простыми опорными (расположенными у опор) струнами и с рессорными тросами; по взаимному расположению проводов в плане — вертикальные, полукосые и косые; по способу регулирования натяжения проводов — некомпенсированные, полукompенсированные и компенсированные.

Схема *одинарной цепной подвески с простыми опорными струнами*, расположенными в точках подвеса несущего троса, приведена на рис. 2.3.1, где штриховые линии соответствуют расположению проводов при беспровесном положении контактного провода, а сплошные — при более высокой температуре (местные стрелы провеса на рисунке не показаны). Подобным образом располагаются провода цепных подвесок при отсутствии автоматического регулирования натяжения несущего троса.

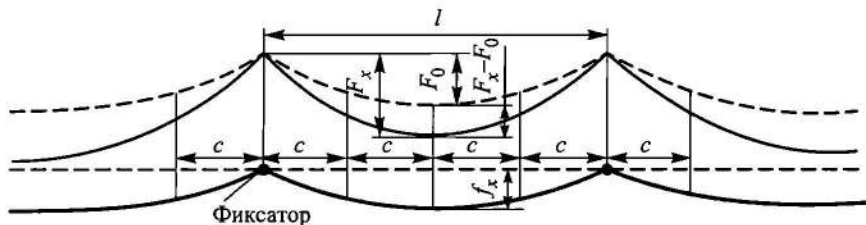


Рис. 2.3.1. Схема одинарной цепной подвески с опорными струнами в точках подвеса несущего провода

Верхние концы опорных струн в подвеске не могут перемещаться, поэтому высота контактного провода у опор при изменении температуры остается неизменной. В середине пролета контактный провод опустится на такое же расстояние, на которое переместится в этом месте несущий трос. Поэтому стрелу провеса контактного провода f_x определяют как разность стрел провеса в рассматриваемом режиме F_x и при беспрепятственном положении контактного провода F_0 :

$$f_x = F_x - F_0. \quad (2.3.1)$$

В случае значительного перепада температур от минимальной до максимальной стрела провеса несущего троса изменяется в широких пределах; стрела провеса контактного провода также будет изменяться и может достичь значений, при которых для большой скорости движения невозможно будет обеспечить бесперебойный токосъем.

В опорных узлах расположены фиксаторы контактного провода. Часть веса этих фиксаторов воспринимается токоприемником при проходе под опорным узлом как сосредоточенная нагрузка и увеличивает жесткость подвески в этом месте. В момент, когда токоприемник находится под фиксатором, несущий трос не разгружается и не поднимается. Следовательно, подъем контактного провода у опор не может быть значительным. При нахождении токоприемника в середине пролета несущий трос разгружается, так как уменьшается нагрузка, передающаяся на него от ряда струн. В результате несущий трос поднимается примерно на такое же расстояние, что и контактный провод, подъем которого в середине пролета больше, чем у опор.

Таким образом, эластичность рассматриваемой подвески неравномерна по пролету, что затрудняет обеспечение бесперебойного токосъема при высоких скоростях движения поездов.

В одинарной цепной подвеске со смещенными опорными струнами последние сдвинуты в обе стороны от оси опор (рис. 2.3.2). При увеличении температуры воздуха нижние концы струн опустятся настолько, насколько в этих местах опустится несущий трос. В случае симметричного сдвига струн относительно оси опоры контактный провод между ними лишь опустится ниже или поднимется выше в зависимости от того, увеличилась или уменьшилась температура. Контактный провод в середине пролета опустится на величину, равную разности стрел провеса несущего троса $F_x - F_0$, а у опор — на величину h . Таким образом, стрела провеса контактного провода будет меньше разности $F_x - F_0$:

$$f_x = (F_x - F_0) - h. \quad (2.3.2)$$

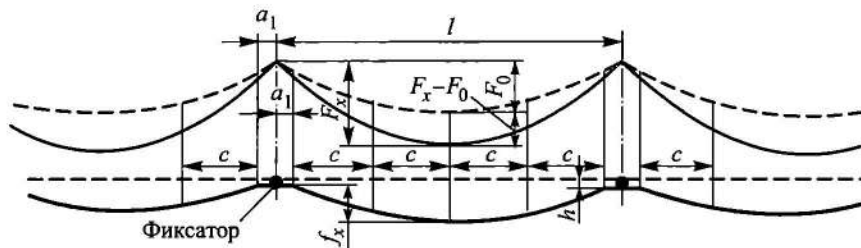


Рис. 2.3.2. Схема одинарной цепной подвески со смещенными опорными струнами

Очевидно, чем больше h , тем меньше f_x , что желательно. Значение h зависит от того, на какое расстояние a_1 от оси опор сдвинуты опорные струны: чем дальше они отодвинуты, тем больше h . Однако очень далеко относить опорные струны нельзя, так как вес расположенного между ними фиксатора при увеличении расстояния $2a_1$ все более будет восприниматься токоприемником как сосредоточенная нагрузка, что ухудшает токосъем. Практически на прямых участках пути опорные струны сдвигают от оси опор примерно на 2 м. Поэтому, хотя подвеска со смещенными струнами несколько лучше, чем с несмещенными, получаемое уменьшение f_x незначительно. Для улучшения качества необходимо раздвинуть опорные струны на значительные расстояния и в то же время не оставить без поддержки фиксаторы.

Такое улучшение токосъема обеспечивает *одинарная цепная подвеска с рессорными струнами*, при которой в опорных узлах устанавливают рессорные тросы l с двумя или несколькими вертикальными струнами 2 (рис. 2.3.3). Цепные подвески с такими тросами иногда

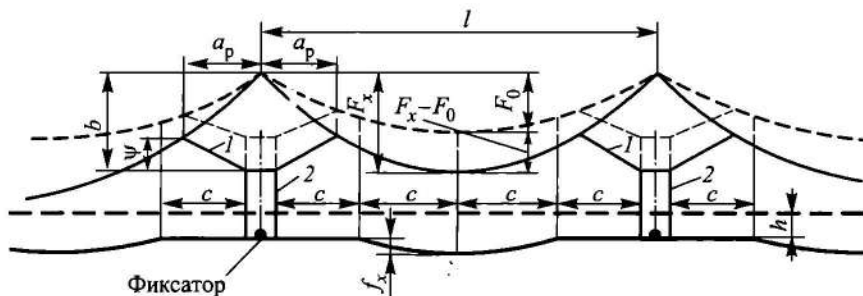


Рис. 2.3.3. Схема одинарной цепной подвески с рессорными тросами:
 1 — трос эластичной струны (рессорный трос); 2 — звеньевая струна

называют *рессорными*. Рессорные тросы значительно увеличивают эластичность опорных узлов, что способствует выравниванию ее в пролете и улучшению условий токосъема.

Размеры a_p и ψ (см. рис. 2.3.3) рассчитывают так, чтобы при максимальной скорости движения эластичность подвески у опоры и под ближайшими к ней простыми струнами была примерно одинаковой. При подъеме и опускании контактного провода под ближайшими к опоре простыми струнами величина h значительно больше, чем в подвеске со смещенными опорными струнами. Следовательно, стрела провеса контактного провода f_x , определяемая выражением (2.3.2), при такой подвеске будет значительно меньше. Колебания стрел провеса контактного провода при изменениях температуры также невелики, что благоприятно отражается на качестве токосъема.

Расположение струн на рессорных тросах позволяет разместить обратные сочлененные фиксаторы и фиксаторы (см. п. 2.4) на тросах, расположенных поперек пути, что особенно важно при выполнении рессорной подвески в пределах станций и на перегонах, где ее закрепляют на гибких или жестких поперечинах.

2.4. Фиксаторы

Для того чтобы контактный провод занимал определенное положение относительно оси токоприемника и не отклонялся под действием ветра на недопустимое расстояние, на опорах устанавливают фиксаторы.

Для создания зигзагов контактного провода у опор и для ограничения его ветровых отклонений применяют фиксаторы разных типов. Чтобы

при отжати контактного провода во время прохода токоприемника его полз не задел за приподнятый фиксатор, последнему придают изогнутую форму, и место крепления на опоре или на другом устройстве оказывается выше контактного провода. Каждый фиксатор увеличивает жесткость опорного узла и воспринимается токоприемником как сосредоточенная нагрузка. Поэтому очень важно, чтобы фиксаторы были возможно более легкими и имели хорошие шарниры, обеспечивающие их перемещение в вертикальной плоскости и вдоль пути.

Лучшее качество токосъема и меньший износ контактных проводов обеспечивают сочлененные фиксаторы. Сочлененный фиксатор состоит из двух элементов — основного и дополнительного. Вес основного фиксатора благодаря специальным струнам передается на несущий трос цепной подвески. Дополнительный фиксатор всегда устанавливают так, чтобы он был растянутым, что существенно улучшает условия токосъема и уменьшает износ контактного провода. Дополнительный фиксатор легче обычного (трубчатого), что также улучшает процесс токосъема.

Фиксаторы могут оказаться сжатыми в тех случаях, когда контактный провод меняет направление при отводе в какую-либо сторону, например, для анкеровки. Установка сжатых фиксаторов на рабочих контактных проводах в этих случаях не допускается. Запрещается также применять фиксаторы, работающие на сжатие, на главных путях. Как устроены фиксаторы будет рассмотрено далее.

2.5. Вертикальные, полукосые и косые цепные подвески с различными фиксаторами

Расположение контактного провода в плане. Для обеспечения равномерного истирания контактных пластин токоприемника по ширине контактный провод (провода) располагают со смещениями относительно оси токоприемника. Смещения у опор называют зигзагами, а смещения в пролете — выносами. На прямых участках пути приняты зигзаги, направленные в разные стороны от оси пути на каждой паре соседних опор (рис. 2.5.1, а); нормальный зигзаг принят равным 300 мм. Зигзаги, направленные от опор, называют плюсовыми, а к опорам — минусовыми. В отдельных случаях зигзаги могут быть уменьшены, а направление их изменено. Увеличение зигзагов недопустимо, так как при этом снижается ветроустойчивость подвески, что может привести к сходу контактного провода с ползота токоприемника.

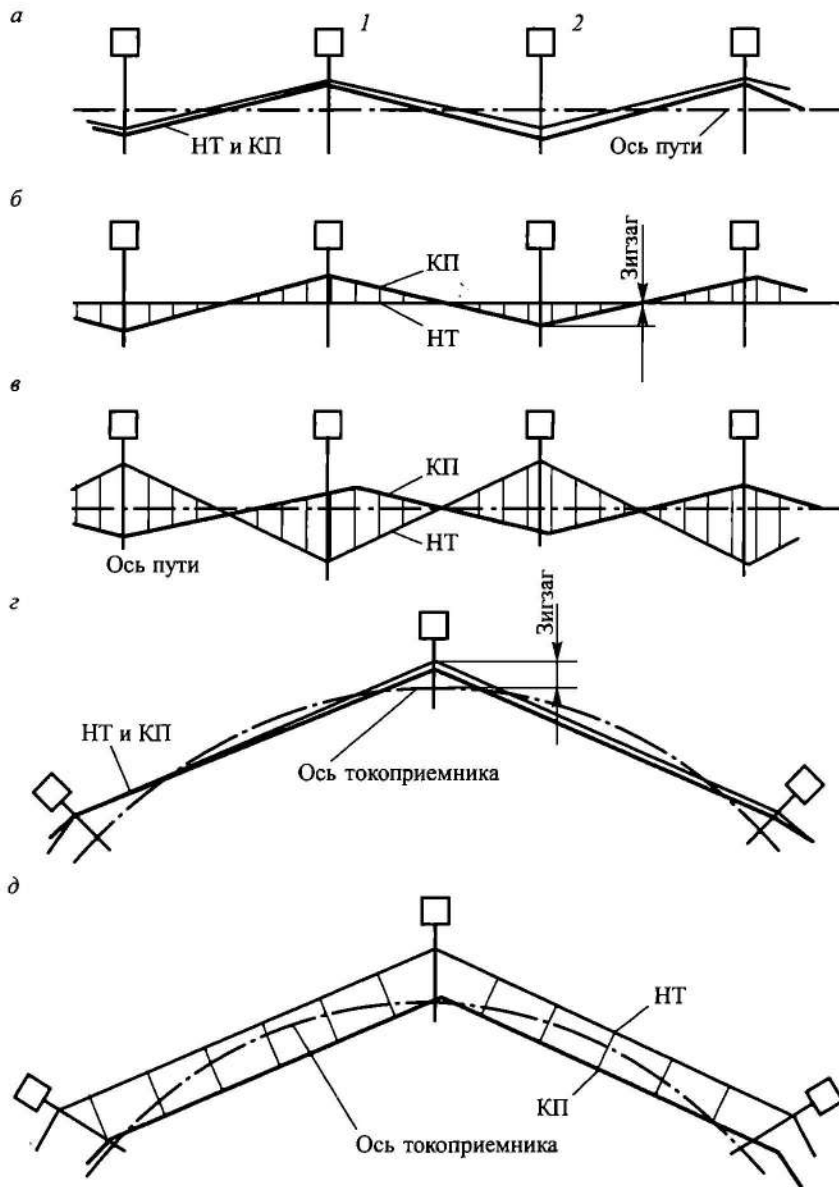


Рис. 2.5.1. Схема вертикальной (а), полукосой (б) и косой (в) цепных подвесок на прямых участках пути; вертикальной (г) и косой (д) в кривых:
 НТ — несущий трос, КП — контактный провод

На кривых участках пути контактный провод подвешивают так, чтобы он образовывал хорды по отношению к оси токоприемника, т.е. к линии, характеризующей движение точки, расположенной в центре полоза (рис. 2.5.1, з). Для этого у опор выполняют зигзаги провода в направлении от центра кривой. Нормальный зигзаг контактного провода на кривых равен 400 мм, но при больших радиусах в кривых пути для того, чтобы провод под действием ветра не сошел с полоза в пролете между опорами, зигзаги уменьшают. В этих случаях предельный размер зигзага a устанавливают таким, чтобы контактный провод располагался по касательной к оси токоприемника:

$$a = l^2 / (8R), \quad (2.5.1)$$

где l — длина пролета, принятая для прямого участка пути при одинаковых расчетных условиях.

При цепных подвесках с двумя контактными проводами указанные выше значения зигзагов относят к дальнему от оси токоприемника проводу. В зависимости от характера трассы электрифицированной линии и расположения несущего троса относительно контактного провода в плане различают следующие виды цепных подвесок.

При *вертикальной цепной подвеске* на прямом участке пути (см. рис. 2.5.1, а) несущий трос расположен точно над контактным проводом. Следовательно, на прямых участках пути несущему тросу должны быть заданы такие же зигзаги, как и контактному проводу. Но если зигзаги контактного провода необходимы, то зигзаги несущему тросу не нужны, поэтому вертикальные цепные подвески на прямых участках пути обычно не применяют.

В *полукосявой цепной подвеске* на прямом участке пути несущий трос (рис. 2.5.1, б) подвешивают без зигзагов, т.е. над осью пути. Из-за того что в полукосявой подвеске несущий трос и контактный провод расположены в разных вертикальных плоскостях, струны получают некоторый перекося, который тем больше, чем ближе к опоре находится струна.

Ветроустойчивость полукосявой подвески несколько выше, чем вертикальной. На рис. 2.5.2, а штриховой линией показано примерное положение контактного провода при воздействии ветра, направление которого показано стрелками. Наиболее опасно ветровое отклонение контактного провода в левой части пролета, так как здесь провод и при отсутствии ветра уже отнесен от оси пути в рассматриваемом направлении. Из схемы расположения сил, действующих на струну, находя-

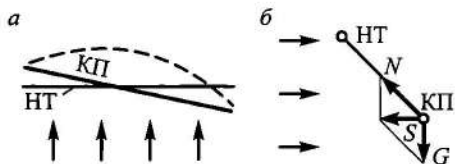


Рис. 2.5.2. Схема расположения проводов в плане под действием ветра при полукосой подвеске (а) и схема расположения сил, действующих на струны в левой части пролета (б)

щуюся в левой части пролета (рис. 2.5.2, б), горизонтальная составляющая S натяжения N в струне, определяемого весом контактного провода G , направлена против действия ветра, что и повышает ветроустойчивость подвески. В правой части пролета сила S направлена в другую сторону, но здесь вет-

ровое отклонение контактного провода не так опасно, как в левой. При изменении направления ветра опасным станет ветровое отклонение в правой части пролета.

Косую цепную подвеску на прямом участке пути применяют для увеличения угла наклона струн и повышения ветроустойчивости цепной подвески. Увеличить зигзаг контактного провода нельзя, поэтому выполняют зигзаги несущего троса (см. рис. 2.5.1, в). Они направлены противоположно зигзагам контактного провода и имеют значительно большие размеры. Такую цепную подвеску с разносторонними зигзагами контактного провода и несущего троса называют косой.

При косой подвеске перекося струн велик, горизонтальная составляющая их натяжения значительна и, следовательно, ветровое отклонение контактного провода по сравнению с отклонением при полукосой подвеске меньше. Косые подвески сложны при монтаже и требуют тщательного ухода в эксплуатации.

Вертикальную цепную подвеску на кривом участке пути (см. рис. 2.5.1, г), которую называют также хордовой, обычно применяют тогда, когда на прямых участках пути монтируют полукосую подвеску. Несущий трос располагают точно над контактным проводом, для чего на каждой опоре ему дают такой же зигзаг во внешнюю сторону кривой, что и контактному проводу. Ветроустойчивость вертикальной подвески на кривой примерно такая же, как у полукосой подвески на прямой.

Косую цепную подвеску на кривом участке пути (см. рис. 2.5.1, д) монтируют, если на прямых участках пути также применена косая подвеска. Наклон струн на кривых участках пути создают, значительно смещая несущий трос в направлении внешней стороны кривой. Наиболее опасным в кривой является направление ветра к ее центру, но все струны наклонены в том же направлении и поэтому несущий трос будет ограничивать отклонение контактного провода, придавая под-

веске примерно такую же ветроустойчивость, как и у косой на прямом участке пути.

Контактный провод косой подвески на кривом участке пути располагается не по хорде, а криволинейно, и в отдельных случаях при совпадении радиусов кривизны контактного провода и пути можно не устанавливать фиксаторы, что благоприятно скажется на качестве токосяема.

2.6. Некомпенсированные, полукompенсированные и компенсированные цепные подвески

В *некомпенсированной цепной подвеске* натяжение всех проводов не регулируется. Схематически анкеровка одинарной некомпенсированной цепной подвески представлена на рис. 2.6.1, а, где показана верхняя часть анкерной опоры с жестко закрепленными на ней несущим тросом и контактным проводом.

Максимальные допускаемые значения натяжения контактного провода K_{\max} и T_{\max} определяют по формуле (2.2.3). Примерное значение натяжения контактного провода K_x при температуре t_x (рис. 2.6.1, б):

$$K_x = K_{\max} - \alpha ES(t_x - t_{\min}), \quad (2.6.1)$$

где E — модуль упругости материала провода, характеризующий сопротивляемость изменению длины при растяжении; S — площадь поперечного сечения провода; α — коэффициент линейного расширения материала провода, показывающий изменение длины провода при изменении температуры на 1°C .

При увеличении температуры длина несущего троса и контактного провода будет увеличиваться, а при понижении — уменьшаться. В проводах некомпенсированной подвески изменение температуры вызовет значительные изменения натяжений. Поэтому стрела провеса несущего троса будет изменяться в широких пределах. Это приведет к соответствующим изменениям стрелы

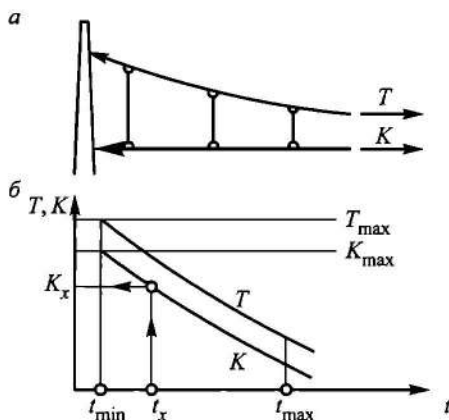


Рис. 2.6.1. Схема анкеровки (а) и график изменения натяжения проводов некомпенсированной подвески в зависимости от температуры (б)

провеса контактного провода, в результате чего ухудшится качество токосъема. При высоких температурах натяжение несущего троса может снизиться настолько, что нормальный токосъем окажется невозможным. Натяжение контактного провода также будет изменяться значительно; при высоких температурах сильно возрастут местные стрелы провеса (см. рис. 2.1.1, б), что также ухудшит качество токосъема.

Разновидностью некомпенсированной подвески является подвеска с сезонной регулировкой натяжения провода. Сезонная регулировка натяжения несколько улучшает условия токосъема, однако недостаточна для обеспечения бесперебойного токосъема при больших скоростях движения поездов и колебаниях температуры. Поэтому некомпенсированные цепные подвески на железных дорогах Российской Федерации не применяются.

В *полукомпенсированной цепной подвеске* (рис. 2.6.2, а) несущий трос анкеруют жестко, а контактный провод через компенсаторы. Натяжение несущего троса (рис. 2.6.2, б) изменяется так же, как в некомпенсированной цепной подвеске. Почему меняется натяжение контактного провода в пределах анкерного участка? Контактный провод перемещается

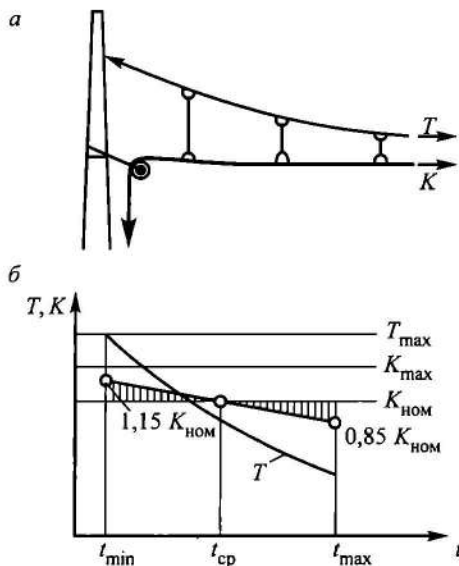


Рис. 2.6.2. Схема анкеровки (а) и график изменения натяжения проводов полукомпенсированной подвески в зависимости от температуры (б)

ется вдоль анкерного участка, а несущий трос перемещаться не может. Поэтому струны, установленные между несущим тросом и контактным проводом, занимают вертикальное положение только при одной температуре воздуха. Эту температуру t_{sp} выбирают равной средней между минимальной и максимальной, чтобы сделать одинаковыми перекосы струн при наибольших отклонениях температуры от средней (рис. 2.6.3, а). При всех температурах, отличающихся от средней, струны будут располагаться с некоторым наклоном, поэтому натяжение N каждой струны уравновешивается не только весом

поддерживаемого ею отрезка контактного провода G , но и горизонтальной составляющей P , направленной вдоль провода (рис. 2.6.3, б).

Таким образом, появляются силы, которые или складываются с натяжением, создаваемым компенсатором, или вычитаются из него в зависимости от того, в какую сторону по отношению к компенсатору наклонены струны.

На изменение натяжения контактного провода влияют также фиксаторы, которые занимают перпендикулярное по отношению к пути положение только при температуре t_{cp} . При всех других температурах фиксаторы, перемещаясь вдоль анкерного участка вместе с контактным проводом, располагаются по отношению к среднему положению под некоторым углом α , который имеет наибольшее значение при крайних температурах (рис. 2.6.4, а).

На прямых участках пути при установке жестких фиксаторов каждая пара соседних фиксаторов испытывает различные по направлению усилия (растяжения и сжатия), составляющие этих усилий вдоль провода имеют противоположенное направление и уравнивают друг друга (рис. 2.6.4, б). При установке сочлененных фиксаторов действующие вдоль провода составляющие усилий от зигзагов оказываются направленными в одну и ту же сторону (рис. 2.6.4, в), и, следовательно, к влиянию струн добавляется влияние фиксаторов.

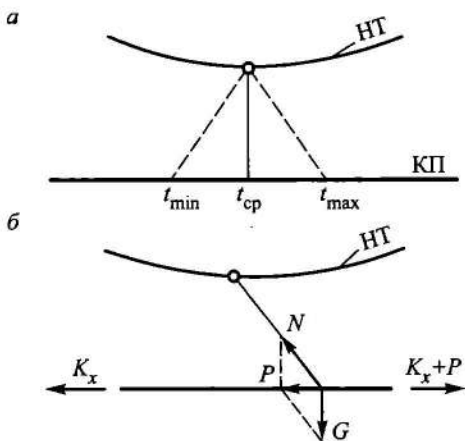


Рис. 2.6.3. Схемы, поясняющие влияние наклона струны (а) на натяжение контактного провода (б)

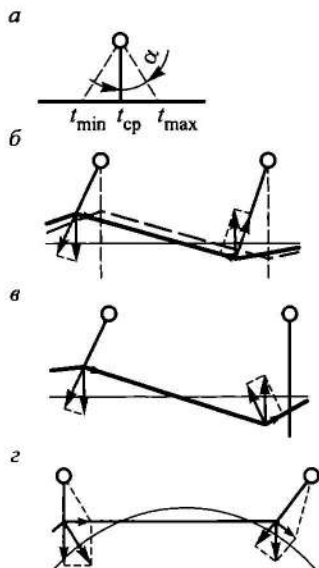


Рис. 2.6.4. Схемы (а, б, в, г), поясняющие влияние перемещения фиксаторов на натяжение контактного провода

Особенно сильно на изменение натяжения контактного провода влияют фиксаторы на кривых участках пути. На все фиксаторы действуют усилия, вызванные изменением направления провода у опор, причем эти усилия значительно больше, чем на прямых участках пути. Действующие вдоль провода составляющие усилий при перемещении фиксаторов направлены в одну сторону (рис. 2.6.4, з) и существенно влияют на натяжение контактного провода.

Как было указано ранее, допускается отклонение натяжения компенсированного контактного провода в размере $\pm 15\%$ номинального. Если применена односторонняя схема компенсации, то определяемая этим отклонением натяжения наибольшая длина анкерного участка для прямых и кривых должна быть уменьшена. Чем больше кривых в пределах анкерного участка и чем меньше их радиус, тем сильнее влияют фиксаторы на изменение натяжения контактного провода и тем короче анкерные участки.

Обычно применяют схему двусторонней компенсации (рис. 2.6.5), при которой компенсаторы устанавливают с обеих сторон анкерного участка контактного провода. Однако если не создать где-то в середине анкерного участка точку, относительно которой контактный провод не может перемещаться в продольном направлении, то провод может сдвинуться в сторону одного из компенсаторов, что вызвало бы повреждение цепной подвески на всем анкерном участке. Такое перемещение провода может произойти при расположении подвески на уклонах, при неравенстве веса грузов компенсаторов и при движении токоприемников все время в одну и ту же сторону. В случае обрыва контактного провода будет нарушена целостность цепной подвески во всем анкерном участке, так как компенсаторы перестанут тянуть контактный провод только тогда, когда опустятся на землю. Поэтому при двусторонней компенсации обязательно выполняют среднюю анкеровку. Разность натяжений в частях анкерного участка будет восприниматься одной из половин троса средней анкеровки. При обрыве контактного провода в какой-либо части анкерного участка вторая часть останется неповрежденной, так как кон-



Рис. 2.6.5. Схема двусторонней компенсации провода со средней анкеровкой

тактный провод удерживается тросом средней анкеровки и не перемещается. Применение двусторонней компенсации контактного провода со средней анкеровкой позволяет увеличить длину анкерного участка L на прямых до 1600 м, а в отдельных

случаях — 1800 м. Если на участке пути имеются кривые, длины анкерных участков по причинам, изложенным выше, уменьшаются.

Большое значение для обеспечения бесперебойного токосъема при крайних (t_{\min} , t_{\max}) температурах имеет правильный выбор той температуры, при которой контактный провод будет занимать беспровесное положение. Это положение может быть задано для любой температуры соответствующим подбором длины струн. Задавать контактному проводу беспровесное положение при какой-либо из крайних температур нельзя, так как будет значительно ухудшен токосъем при другой крайней температуре. Если же задавать его при средней температуре, то и тогда условия токосъема при t_{\min} и t_{\max} не будут одинаковыми.

На (рис. 2.6.6, а) сплошными линиями показаны положения проводов при крайних температурах t_{\min} и t_{\max} , а штрихпунктирной — при средней температуре $t_{\text{ср}}$.

Провисание контактного провода вниз относительно горизонтальной линии называется положительным провесом, а выгибание вверх — отрицательным. Появление отрицательных стрел провеса контактного провода объясняется тем, что сокращение длины несущего троса при пони-

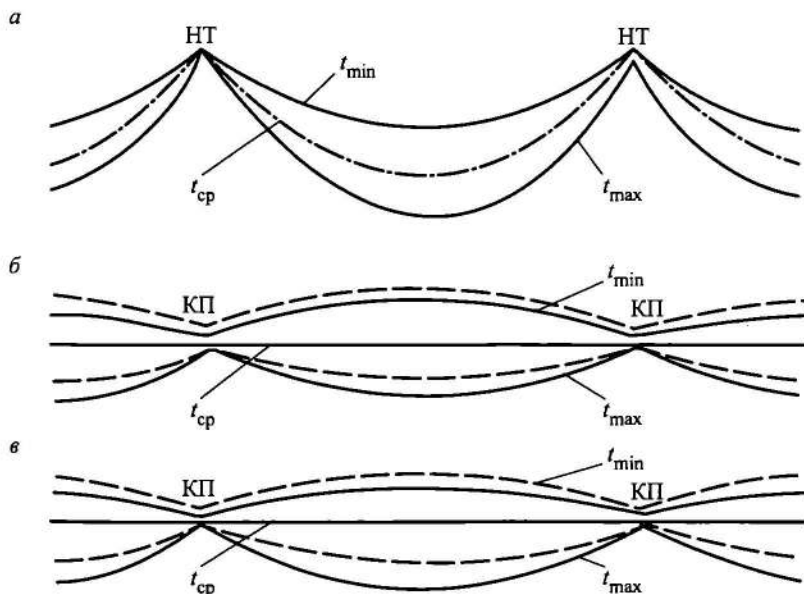


Рис. 2.6.6. Положения проводов (а) и траекторий токоприемника (б, в) при различных температурах

жении температуры вызывает увеличение его натяжения и уменьшение стрел провеса. Поднимаясь, несущий трос струнами тянет за собой контактный провод, заставляя его выгибаться кверху.

В рассматриваемом случае положительная и отрицательная стрелы провеса контактного провода примерно одинаковы. Но так как токоприемник при движении поднимает провод (пунктирные линии на рис. 2.6.6, б), то при минимальной температуре условия токосъема будут хуже, чем при максимальной, так как траектория токоприемника больше отклонится от прямой линии. Беспровесное положение контактного проводу должно быть задано при температуре, более близкой к минимальной. Тогда отрицательная стрела провеса будет меньше положительной (рис. 2.6.6, в). Поэтому температуру t_0 , при которой контактный провод должен занимать беспровесное положение, выбирают ниже средней t_{cp} на некоторое значение t' :

$$t_0 = t_{cp} - t'. \quad (2.6.2)$$

Среднюю температуру t_{cp} воздуха для данного района выбирают исходя из наиболее часто наблюдаемых значений крайних температур. Значение t' для подвесок с одним контактным проводом принимают равным 15°C , при двух контактных проводах — 10°C .

В условиях высоких скоростей движения температуру беспровесного положения контактных проводов нужно выбирать в зависимости от скорости. Она должна быть определена так, чтобы при средней температуре данного района у контактных проводов стрела провеса была оптимальной. При этом в периоды крайних температур, учитывая их небольшую длительность, можно считать качество токосъема удовлетворительным, если не наблюдаются отрывы токоприемника от контактных проводов.

Цепные подвески характеризуются конструктивной высотой h_0 — расстоянием между несущим тросом и контактным проводом, измеренным у опоры при беспровесном положении контактного провода, которое определяется по формуле

$$h_0 = F_0 + C_{\min}, \quad (2.6.3)$$

где F_0 — стрела провеса несущего троса при беспровесном положении контактного провода; C_{\min} — длина наиболее короткой струны (или расстояние между несущим тросом и контактным проводом в середине пролета при отсутствии в этом месте струны).

Номинальная конструктивная высота контактной подвески во всех местах крепления к поддерживающим конструкциям, кроме искусственных сооружений, должна быть 1,8 м, но не более 2,4 и не менее 1,5 м.

Для контактных подвесок КС-200 допускается отклонение от конструктивной высоты 1,8 м в пределах ± 10 мм.

Чем короче струны, тем меньше конструктивная высота цепной подвески, тем сильнее перекосят струны при изменениях температуры и, следовательно, тем больше изменения натяжения контактного провода, что нежелательно. При длинных струнах их влияние на изменение натяжения контактного провода уменьшится, но конструктивная высота подвески увеличится, что может вызвать затруднения с размещением устройств для крепления несущего троса при обычно применяемой высоте опор. Наименьшая длина струн при полукompенсированной подвеске принята равной 0,8 м, однако, если высота опор позволяет применить более длинные струны, то это обычно и делают.

Угол наклона струн к вертикали не должен превышать 30° , при больших углах струны будут вызывать местные подъемы контактного провода, что затруднит токосъем. Когда не удастся выдержать допускаемый наклон струн, устанавливают скользящие струны.

При *компенсированной цепной подвеске* все провода анкеруют через компенсаторы, которые выполняют общими (рис. 2.6.7, а) или раздельными для несущего троса и контактного провода. График натяжения контактного провода, приведенный на (рис. 2.6.7, б), построен так, как было указано выше (см. рис. 2.6.2, б). Допускаемые изменения номинального натяжения несущего троса установлены равными ± 10 %.

Натяжение изменяется под действием сил, возникающих при перемещении несущего троса вдоль анкерного участка на каких-то поворотных конструкциях. Так как несущий трос в эксплуатации не изнашивается токоприемником, то его номинальное натяжение $T_{\text{ном}}$ принимают на 10 % ниже максимального допускаемого T_{max} (см. рис. 2.6.7, б). Перекосят струн в компенсированных подвесках значительно меньше, чем в полукompенсированных, а при одинаковых материалах несущего троса и контактного провода наклон струн практически отсутствует. Основное влияние на натяжение контактного провода оказывают перемещения фиксаторов. При компенсированных подвесках длины анкерных участков несущего троса и контактного провода принимают одинаковыми с теми же параметрами, что и при полукompенсированной подвеске. В случае двусторонней компенсации устройство средней анкеровки компенсированной подвески сложнее, чем у полукompенсированной, так как она выполняется не только для контактного провода, но и для несущего троса.

Эластичность подвески в середине пролета обычно выше, чем у опор, и контактный провод там поднимается токоприемником больше (контакт-

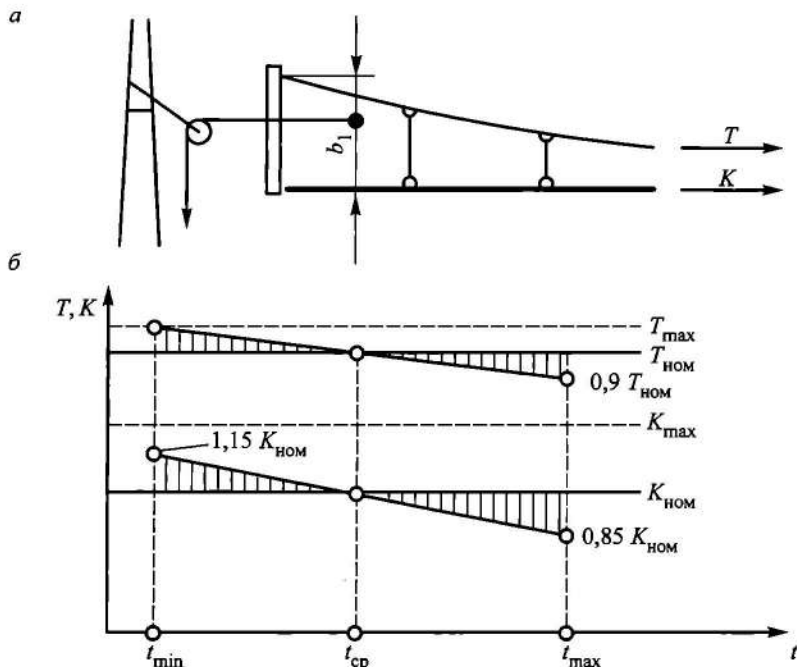


Рис. 2.6.7. Схема анкеровки (а) и график изменения натяжения проводов компенсированной подвески в зависимости от температуры (б)

ная подвеска не должна допускать отжатие контактных проводов токоприемниками на расстояние более 250 мм при крайних расчетных значениях ветра, температуры и суммарного нажатия токоприемников ЭПС), его стрела провеса должна быть положительной, чтобы при проходе токоприемника по пролету его траектория приближалась к прямой линии. Оптимальная стрела провеса контактного провода невелика и составляет примерно $1/1000$ длины пролета, уменьшенной на 20 м. Так как изменения натяжения несущего троса при колебаниях температуры незначительны, изменения стрел провеса всех проводов также невелики, что позволяет обеспечить бесперебойный токосъем при высоких скоростях движения.

Сильно ухудшается качество токосъема при образовании гололеда на проводах, когда нагрузка велика и стрелы провеса контактного провода значительно больше тех, которые были заданы.

В местах, подверженных особенно сильным ветровым воздействиям, при двух контактных проводах в цепной подвеске их располагают так,

как показано на рис. 2.6.8, а. Такая подвеска получила название ромбовидной. Чем более жесткой оказывается вся система, тем больше ее ветроустойчивость и меньше ветровые отклонения. Однако абсолютно жесткие скрепления следует использовать только в случае крайней необходимости, так как они не допускают взаимных продольных перемещений контактных проводов, а это необходимо для проводов, подверженных вытяжке. Лучше работают шарнирные скрепления, жесткость которых проявляется только при ветровом воздействии.

Места скреплений целесообразно размещать на расстоянии примерно $1/4$ пролета от опор, что наряду с хорошей ветроустойчивостью обеспечивает еще и достаточно равномерный износ контактных пластин токоприемника. Скрепления обязательно должны быть подвешены струнами к несущему тросу.

Ветроустойчивость ромбовидной подвески повышается с уменьшением расстояния между контактными проводами в средней части пролета и с увеличением зигзагов у опор. Поэтому стремятся к минимально возможному по конструктивным условиям расстоянию между контактными проводами в местах их скреплений. Зигзаги же более 400 мм применять не следует, так как в сочленениях фиксаторов при ветре возникают значительные поперечные смещения, которые суммируются с зигзагом. Общее отклонение в этом случае может превысить допустимое, равное 500 мм. Кроме того, при значительных зигзагах труднее соблюсти необходимые расстояния между фиксаторами двух соседних путей, так как все фиксаторы при ромбовидной подвеске должны иметь длинные основные стержни. На вновь электрифицируемых двухпутных участках, где запроектирована ромбовидная подвеска, опоры с раз-

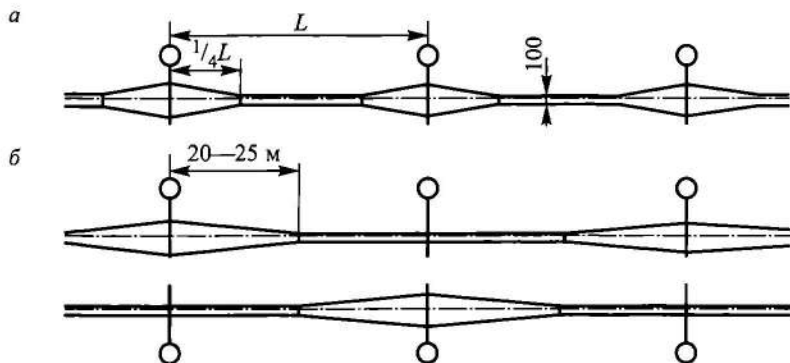


Рис. 2.6.8. Схемы расположения в плане контактных проводов ромбовидных подвесок

ных сторон путей устанавливаются не в створе друг с другом, а со сдвигом вдоль пути на 5 м.

На эксплуатируемых дорогах при замене обычной цепной подвески ромбовидной можно выполнять ромбы не на каждой опоре, а через одну (рис. 2.6.8, б), причем только на одной из опор, установленных друг против друга. Однако эффект от применения ромбовидной подвески снижается и увеличивается износ в средней части контактных пластин токоприемников. На опорах, где отсутствуют ромбы, для предотвращения раскрытия фиксаторов необходимо монтировать жесткие распорки между стержнями фиксаторов и несущим тросом. Ромбовидная подвеска может быть применена и в кривых больших радиусов. Вследствие повышенного износа контактных пластин токоприемников общая протяженность ромбовидных подвесок в пределах участка обслуживания не должна превышать 20 %.

На ряде железных дорог эксплуатируется пространственно-ромбовидная контактная подвеска (рис. 2.6.9) с двумя несущими тросами. Отличительной особенностью ее является то, что контактные провода расположены в виде ромбов относительно оси пути. Для этого провода в пролете соединяются шарнирной планкой, а в середине между планками каждый провод крепится к соответствующему несущему тросу фиксирующим элементом. Фиксирующие элементы выполняют двойную функцию: являются точками подвешивания контактных проводов и одновременно фиксируют провода относительно оси пути. Конструктивно они выполняются в виде гибких фиксаторов и жестко крепятся на несущем тросе и контактном проводе.

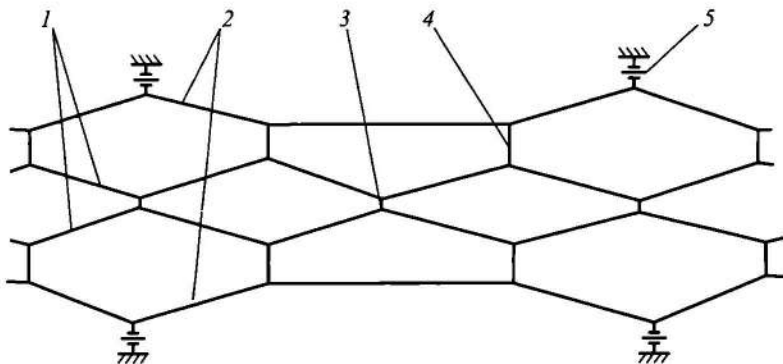


Рис. 2.6.9. Схемы пространственно-ромбовидной контактной подвески на прямом участке пути:

1 — контактный провод; 2 — несущий трос; 3 — стяжка; 4 — фиксатор; 5 — изолятор

Такая конструкция обеспечивает компенсацию возникающих при температурных изменениях напряжений в проводах при отсутствии их продольных перемещений, т.е. пространственно-ромбовидная контактная подвеска является автокомпенсированной системой, что снимает ограничения по длине анкерного участка.

2.7. Длина пролета между опорами контактной сети

Длина пролета в большой степени определяет как строительную стоимость контактной сети, так и ее надежность в эксплуатации. Чем больше длина пролета, тем дешевле контактная сеть, так как меньше необходимое число опор и поддерживающих устройств, поэтому с экономической точки зрения всегда выгодно иметь большие пролеты. Однако при увеличении длины пролетов условия токосъема ухудшаются, так как повышается неравномерность эластичной подвески в пролете и увеличиваются стрелы провеса всех проводов и отклонения контактного провода под действием ветра.

Длину пролета между опорами выбирают возможно наибольшей, но так, чтобы была обеспечена необходимая надежность работы контактной сети в эксплуатации. Для этого необходимо, чтобы при выбранной длине пролета:

- ветровые отклонения контактного провода были максимально допустимыми, но не вызывающими опасности схода провода с токоприемника;

- сохранялись нормальные условия токосъема, т.е. контактное нажатие не имело резких колебаний в разных местах пролета;

- соблюдались установленные границы высоты контактного провода от уровня головок рельсов (УГР) на всех перегонах и станциях.

Рабочая ширина полозов токоприемников составляет около 1300 мм. Таким образом, максимальное смещение контактного провода от оси токоприемника не должно превышать 650 мм. Смещение контактного провода может быть вызвано отклонением его под действием ветра, прогибом опор, вызванным дополнительной нагрузкой от ветра на провода цепной подвески и на опору, неравномерной просадкой пружин рессор локомотива, поперечными колебаниями его кузова, а также отклонением уровня головок ходовых рельсов от нормального положения, когда кузов получает наклон, отличный от расчетного.

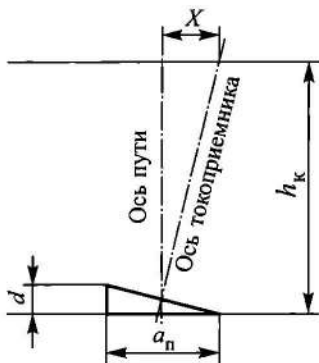


Рис. 2.7.1. Схема для определения смещения центра полоза токоприемника при наклоне кузова локомотива

Небольшой перекося кузова вниз на величину d (рис. 2.7.1) вызывает довольно значительное смещение X оси токоприемника на высоте контактного провода h_k :

$$X = h_k d / a_n, \quad (2.7.1)$$

где a_n — ширина колеи.

Отклонения, определяемые перемещением кузова локомотива и состоянием пути, составляют $\pm(150—200)$ мм.

Поэтому максимальное допускаемое ветровое отклонение контактного провода в одну сторону от оси токоприемника с учетом прогиба опор установлено равным 500 мм на прямых и 450 мм на кривых участках пути.

Если контактный провод на прямых участках пути имеет зигзаги, ветровые отклонения его быстрее достигают допустимого значения, чем при расположении провода по оси пути. Поэтому в случае увеличения зигзагов для обеспечения допустимого ветрового отклонения контактного провода необходимо уменьшать длину пролета. Максимальную допустимую длину пролета по ветровым отклонениям контактного провода устанавливают такой, чтобы максимальное ветровое отклонение было равно допустимому. Отсюда ясно, как важно правильно содержать контактную сеть в эксплуатации: при нарушении расчетных положений ветровое отклонение контактного провода может стать больше допустимого и он соскользнет с полоза токоприемника.

Когда железнодорожный путь находится в защищенной от ветра местности, длины пролетов, определяемые ветровыми отклонениями, могут получиться довольно значительными. Однако пролеты длиной более 70 м не применяют.

Очень важно соблюдать установленные вертикальные габаритные размеры контактных проводов, что в значительной степени зависит от принятой длины пролета.

В некомпенсированных и компенсированных цепных подвесках провод при изменениях температуры будет перемещаться по высоте на величину, определяемую разностью между максимальным и минимальным значениями стрелы провеса несущего троса. Кроме того, провод дополнительно поднимется при минимальной температуре во время прохода

токоприемника, а при максимальной температуре дополнительно провиснет вследствие нагрева его тяговыми токами. Могут быть нарушены габаритные размеры и при опускании провода во время гололеда.

Для компенсированных цепных подвесок основную опасность представляет провисание провода при гололеде; общее перемещение провода следует определять с учетом максимального подъема его токоприемником при отсутствии гололеда. Вертикальные перемещения контактного провода строго ограничены, так как его высота над УГР должна быть не ниже 5750 мм, чтобы было обеспечено соответствующее расстояние до наиболее высокой части подвижного состава. В отдельных случаях с разрешения ОАО «РЖД» высота контактного провода может быть уменьшена до 5675 мм при переменном токе и до 5550 мм при постоянном. Наибольшая допустимая высота контактного провода установлена равной 6800 мм.

2.8. Области применения различных контактных подвесок

Применение на электрифицируемой дороге цепных контактных подвесок того или иного типа зависит от заданной максимальной скорости движения поездов, принятой системы тока и напряжения, определяющей общее сечение проводов контактной сети, и длительных тяговых токов, диапазона изменения температуры, гололедных образований и скорости ветра.

На главных путях перегонов и станций при скорости движения более 120 км/ч применяют компенсированную рессорную цепную подвеску. На станционных путях (кроме главных), а также на тракционных и малодейственных путях, где скорость движения не превышает 70 км/ч, применяют полукомпенсированную подвеску с простыми опорными струнами, смещенными относительно оси пути. На второстепенных станционных путях и путях депо при скорости до 50 км/ч применяют компенсированную простую подвеску.

Тип подвески выбирают в зависимости от скорости движения одинаково для линий как постоянного, так и переменного тока; однако при переменном токе для главных путей применяют компенсированную подвеску независимо от реализуемой скорости. На давно эксплуатируемых дорогах постоянного тока, где изношенный контактный провод требует замены, или возросшие размеры движения вызывают необходимость увеличения сечения контактной сети — переоборудуют одинарную под-

веску в двойную. В качестве вспомогательного троса используют старый контактный провод, а усиливающие провода или не подвешивают или уменьшают их число.

Вертикальные и полукосякие цепные подвески применяют независимо от интенсивности ветра на данной трассе. Полукосякие подвески монтируют на прямых участках пути, а вертикальные — на кривых. Косые подвески используют в районах с особо сильными ветрами; их удобно применять в случаях, когда в качестве поддерживающих устройств устанавливают гибкие или жесткие поперечины.

Типы основных контактных подвесок и область их применения приведены в табл. 2.8.1

Таблица 2.8.1

Типы основных контактных подвесок и область их применения

№ п/п	Типы подвесок	Область применения
1	Компенсированная рессорная с одним или двумя контактными проводами, улучшенными параметрами и коэффициентом неравномерности эластичности не более 1,2 (КС-200)	Главные пути перегонов и станций при скорости движения поездов от 161 до 200 км/ч
2	Компенсированная рессорная с одним или двумя контактными проводами, улучшенными параметрами и коэффициентом неравномерности эластичности не более 1,35 (КС-160)	Главные пути перегонов и станций при скорости движения от 141 до 160 км/ч
3	Компенсированная рессорная с одним или двумя контактными проводами (КС-140)	Пути перегонов при скорости движения поездов от 71 до 140 км/ч. Главные пути станции при скорости движения поездов от 121 до 140 км/ч
4	Полукомпенсированная рессорная с одним или двумя контактными проводами (КС-120)	Главные пути станций при скорости движения поездов от 71 до 120 км/ч
5	Полукомпенсированная с простыми опорными струнами и одним или двумя контактными проводами (КС-70)	Пути перегонов и станций при скорости движения поездов до 70 км/ч
6	Простая (без несущего троса) компенсированная с одним контактным проводом (КС-50)	По согласованию со службой электрооборудования дороги второстепенные пути станций, депо и пути малодействительных участков при скорости движения поездов до 50 км/ч

№ п/п	Типы подвесок	Область применения
7	Компенсированная или полукompенсированная ромбовидная с двумя контактными проводами (КС-Р)	Открытые места, где скорость ветра выше нормативной для данного района и провода подвержены автоколебаниям. Протяженность подвески в пределах тягового плеча по условиям износа контактных вставок не должна превышать 50 %
8	Полукompенсированная рессорная двойная (КС-Д)	При обновлении и реконструкции контактной подвески по согласованию со службой электроснабжения дороги главные пути перегонов и станций при скорости движения поездов от 71 до 120 км/ч
9	Автокомпенсированная пространственно-ромбическая с двумя несущими тросами и двумя контактными проводами (КС-ПР)	Тоннели и искусственные сооружения при скорости движения поездов до 120 км/ч

Анализ работы контактной сети постоянного тока за семь последних лет конца XX в. свидетельствует, что неуклонно растет доля поврежденных от старения, коррозии, износа основных элементов. Надежность работы контактной сети зависит от срока эксплуатации. Удельная повреждаемость на наиболее старых участках выше средней в 1,6 раза, на участках со сроком эксплуатации 10 лет — в 2,3 раза, на участках внекатегорийных и I категории она соответственно больше в 2,7 и в 8 раз. Существующая система текущего и капитального ремонтов и реализации технических мероприятий достаточно эффективна до срока службы контактной сети 30—35 лет. Рост удельной повреждаемости устройств выше средней на участках со сроком службы свыше 35 лет свидетельствует о недостаточной эффективности существующей системы ремонта.

Департаментом электрификации ОАО «РЖД» разработана концепция и установлены нижеследующие основные принципы полной и частичной модернизации.

Полной модернизации подлежат: контактная сеть постоянного и переменного тока на участках со сроком службы более 40 лет внекатегорийных и I категории по электропотреблению с полукompенсированной подвеской с переводом ее в компенсированную; контактная сеть на участках перспективного повышения скоростей движения до 160 км/ч.

Частичной модернизации подлежат: контактная сеть на участках постоянного тока, электрифицированных до 1956 г.; контактная сеть на внекатегорийных и I категории со сроком службы более 40 лет независимо от рода тока; контактная сеть постоянного тока на станциях с металлическими опорами гибких поперечин при сроке службы более 40 лет.

При модернизации предполагается заменить устройства и основное силовое оборудование, выработавшие более 75 % нормативного срока службы или понизившие более чем на 25 % несущую способность.

Основным средством механизации оздоровления контактной сети являются дрезины и автомотрисы, обеспечивающие подъем ремонтного персонала в рабочую зону. В отличие от зарубежной практики значительная часть операций (до 40 %) ранее проводилась без снятия напряжения с изолирующих площадок дрезин. Это привело к формированию взгляда о невозможности механизации работ по ремонту контактной сети. Переход на конструкцию неизолированных монтажных площадок на автомотрисах позволяет механизировать ряд наиболее повторяющихся и трудоемких операций. Область применения изолированных съёмных вышек должна резко сокращаться.

При модернизации контактной сети должны быть решены задачи:

- повышен срок службы контактного провода на участках постоянного тока до 1,5 млн проходов токоприемников;
- исключена необходимость ревизий основных объемов массовых узлов контактной подвески, существенно снижены объемы по диагностике, существенно снижена периодичность планово-предупредительных работ, конструкция подвески должна быть малообслуживаемой;
- повышена надежность работы контактной подвески за счет исключения повреждений из-за низкого качества изделий, снижения нарушений работы из-за ошибок персонала при обслуживании, повышение устойчивости работы при сложных метеоусловиях;
- продлен и сближен ресурс основных элементов для создания предпосылок комплексного ремонта;
- снижен за счет рециклинга расход на капитальные ремонты.

Реализация предложенных технических решений позволит существенно изменить технологический процесс обслуживания и ремонта. Будут исключены из этого процесса диагностика изоляторов и электрических соединений, ручные замеры износа контактного провода. Состояние опор на участках постоянного тока начнут диагностировать только на коррозионно-опасных участках. Исключат текущий ремонт контактной сети с

периодичностью 1 раз в год и станут проводить его выборочно по результатам осмотров. Периодичность капитального ремонта основных элементов увеличится в 1,5—2 раза.

2.9. Воздушные линии на опорах контактной сети и на самостоятельных опорах

На электрифицированных железных дорогах имеются питающие и отсасывающие провода, линии продольного электроснабжения (ВЛ ПЭ) — трехфазные на 6 или 10 кВ (на участках постоянного тока) и одно- или двухфазные линии ДПР (на участках переменного тока) для питания нетяговых потребителей, питающие провода при системе 2×25 кВ, волноводные провода, провода обратного тока на участках с отсасывающими трансформаторами, провода линий напряжением до 1000 В, предназначенных для освещения различных железнодорожных объектов, провода группового заземления опор, экранирующий провод и др.

Работники района контактной сети обслуживают линии, по которым осуществляется питание устройств безопасности движения поездов. На железных дорогах с электрической тягой применяют систему кодовой автоблокировки переменного тока. На участках постоянного тока кодовые сигналы передаются на промышленной частоте 50 Гц, а на участках переменного тока на частоте 25 или 75 Гц (обеспечивающей устойчивую работу аппаратуры автоблокировки), для получения которой применяются статические преобразователи частоты.

Устройства автоблокировки относятся к потребителям I категории, которые должны обеспечиваться электрической энергией от двух независимых источников питания — основного и резервного. Основное питание осуществляют от высоковольтной линии 6 (10) кВ (линии автоблокировки АБ), расположенной вдоль железнодорожного пути на самостоятельных опорах, а резервное — от линий ПЭ 6 (10) кВ или ДПР 27,5 кВ.

Высоковольтная линия автоблокировки (ВЛ АБ) выполняется воздушной. Кабельные вставки допускаются в отдельных местах, например, при пересечении с другими высоковольтными линиями, при переходах через электрифицированные железные дороги и т.д. ВЛ АБ могут быть двух- или одноцепными (рис. 2.9.1, а, б). Каждая цепь представляет собой трехфазную трехпроводную линию напряжением 6 (10) кВ частотой 50 Гц с изолированной нейтралью. При двухцепных линиях одна цепь (ВЛ АБ) служит для основного питания устройств

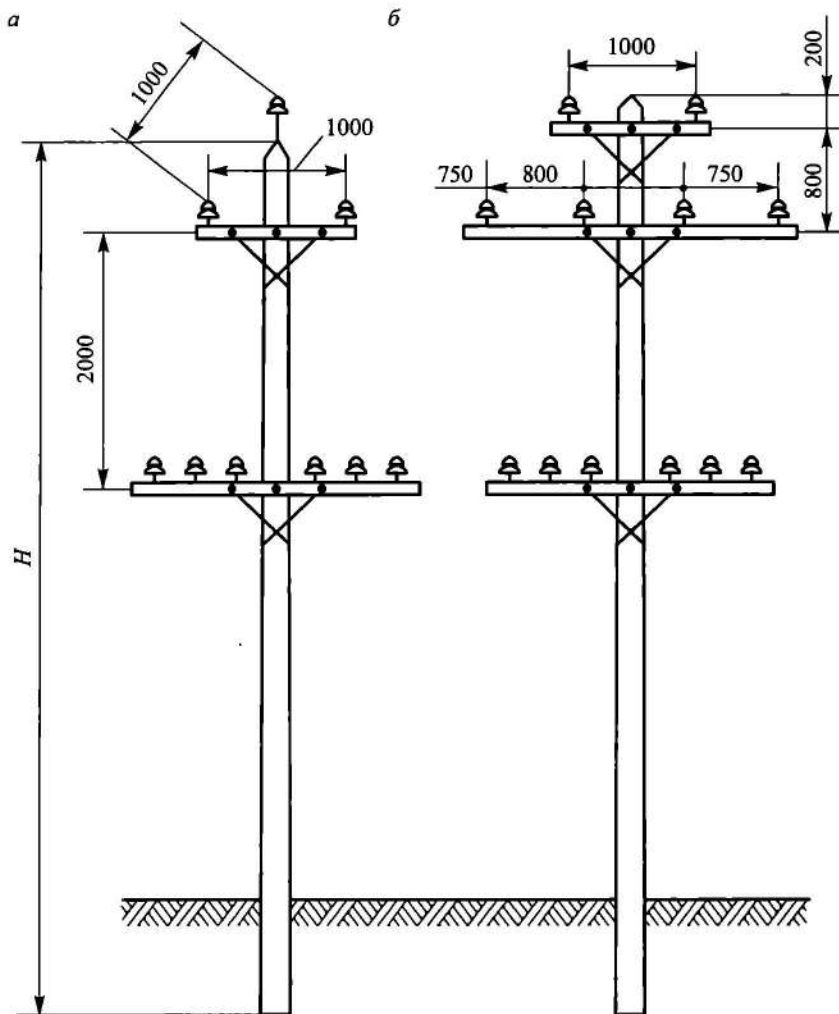


Рис. 2.9.1. Схема размещения проводов двухцепной (а) и одноцепной (б) ВЛ АБ

автоблокировки, а вторая — (ВЛ ПЭ) для питания малых станций, линейно-путевых зданий и других объектов, а также для резервного питания автоблокировки. На электрифицированных железных дорогах на переменном токе цепь ВЛ ПЭ не нужна, так как ее функции выполняют линии ДПР, расположенные на опорах контактной сети. На вновь электрифицируемых участках ВЛ АБ 10 кВ выполняют одноцепными и при-

соединяют к каждой тяговой подстанции независимо от расстояния между ними.

Для выполнения ремонтных работ ВЛ АБ разделяют (секционируют) на отдельные участки. Обычно осуществляют одностороннее питание от одной тяговой подстанции до другой, или при наличии поста секционирования между подстанциями — от тяговой подстанции до него. Для повышения надежности автоблокировки каждый объект должен иметь возможность получать питание с двух сторон с взаимным резервированием. Питание ВЛ АБ от тяговых подстанций осуществляют по двум кабелям, обеспечивая, как правило, возможность подключения линий, отходящих в разные стороны от подстанции, к любому из них. Это выполняется применением шунтирующей перемычки с разъединителем.

Воздушные линии АБ могут быть трех типов, которые различаются мощностью опор и длинами пролетов между ними. Тип линии выбирают в зависимости от интенсивности гололедных образований. При толщине стенки льда до 10 мм сооружают нормальную (Н) линию с пролетами длиной 50 м, при толщине до 15 мм строят усиленные (У) линии с пролетами 40 м и при толщине до 20 мм — особо усиленные (ОУ) с пролетами 35 м. В отдельных случаях (переходы через реки, овраги) длина пролета нормальной линии может быть увеличена до 200 м, а усиленной и особо усиленной — до 150 м.

Для уменьшения взаимного электромагнитного влияния воздушных линий на линии связи изменяют взаимное расположение проводов линии (осуществляют транспозицию). Полный цикл транспозиции выполняется на длине 9,6 км, при этом провода меняются местами (рис. 2.9.2) равномерно через каждые 3,2 км (кабельные участки линии не учитываются).

Экранирующие провода подвешивают на одном кронштейне с усиливающим проводом со стороны опоры и присоединяют к средней точке путевого дроссель-трансформатора через два дроссельных стыка на тре-

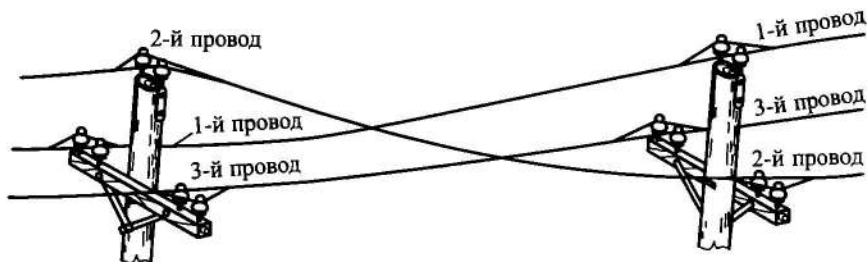


Рис. 2.9.2. Схема транспозиции проводов одноцепной ВЛ АБ

тий, но не чаще 4 км. Разанкеровку экранирующих проводов производят на промежуточных опорах через 3—4 км.

На участках, электрифицированных на переменном токе, для возможности производства ремонтных работ на ВЛ АБ без снятия напряжения с контактной сети расстояние между линиями устанавливают равным не менее 25 м. Минимальное расстояние от ВЛ АБ до любой другой линии допускается не менее длины наземной части опоры, увеличенной на 1 м.

Размещение на опорах контактной сети большого числа проводов различного назначения с соблюдением расстояний по техническим требованиям вызывает определенные трудности. В некоторых случаях разместить все провода с полевой стороны опоры не удается и приходится (при достаточной высоте опоры или ее удлинении надставкой) занимать сторону, которая обращена к пути. При размещении на одной опоре проводов с различными напряжениями провода с более высоким напряжением располагают выше проводов, напряжение которых ниже.

Конкретные схемы размещения различных проводов в основном зависят от рабочей высоты опоры и типа конструкции, поддерживающей контактную подвеску: консоль, жесткая или гибкая поперечина. В качестве примеров на рис. 2.9.3 приведено несколько наиболее часто встречающихся схем размещения различных проводов ВЛ на консольных железобетонных опорах контактной сети высотой 9,6 и 12,4 м. Для расположения на опоре проводов линии 6 (10) кВ, волновода и усиливающего

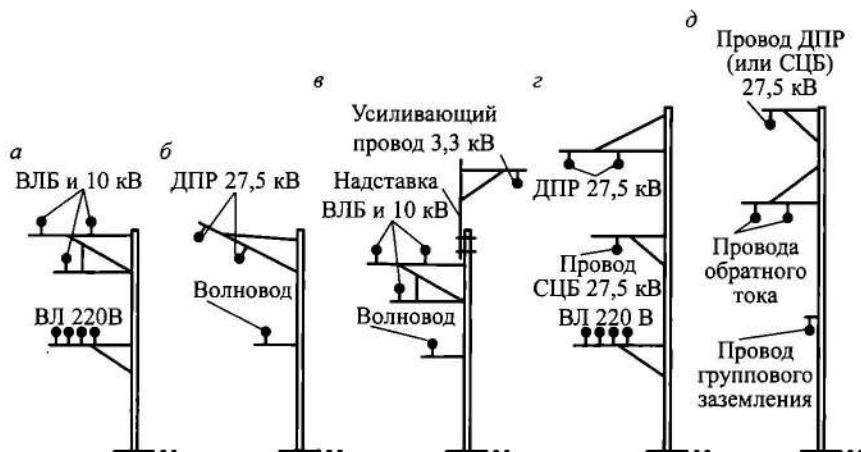


Рис. 2.9.3. Схемы расположения проводов различных воздушных линий на консольных железобетонных опорах контактной сети (а—д)

провода на участке постоянного тока при высоте опоры 9,6 м требуется специальная надставка. Провода ВЛ на полевой стороне опор с жесткими поперечинами размещают аналогично показанному выше для консольных опор, а при недостаточной высоте опор применяют надставки.

Установка Т-образных надставок и стоек для подвески проводов ДПР на опорах и ригелях не допускается; при обновлении и реконструкции контактной сети они должны быть заменены; в исключительных случаях их применение может быть допущено с разрешения службы электрооборудования железной дороги. На опорах гибких поперечин из-за их большой высоты ВЛ располагают без каких-либо затруднений.

Между тяговыми подстанциями и опорами контактной сети сооружают специальные фидерные линии, на опорах которых размещают питающие контактную сеть или отсасывающие провода, а также ВЛ ПЭ или ДПР. Обычно с каждой стороны опоры подвешивают только одну питающую линию, закрепляя на одной изоляторной гирлянде до четырех проводов. Для отсасывающих проводов используют отдельные опоры; провода ВЛ АБ монтируют также на самостоятельных опорах.

В качестве примера рассмотрим размещение проводов двух- и одноцепной ВЛ 10 кВ. При двухцепной линии на опоре устанавливают две траверсы для крепления проводов 6 (10) кВ (см. рис. 2.9.1, а). При одноцепной линии эти провода размещают в вершинах равностороннего треугольника, изолятор верхнего провода крепят на штыре, установленном на вершине опоры, а два нижних провода — на траверсе (см. рис. 2.9.1, б). Сигнальные провода (на участках переменного тока эти провода не монтируются) располагают на отдельной траверсе, находящейся на расстоянии 2 м под нижней траверсой для высоковольтных проводов. Длину и количество траверс для сигнальных проводов выбирают в зависимости от количества сигнальных проводов (8, 12, 16). Вторую траверсу для сигнальных проводов устанавливают на 0,6 м ниже первой (см. рис. 2.9.1, б).

Для питания перегонных и станционных устройств СЦБ и других нагрузок, присоединяемых к ВЛ АБ, применяют однофазные масляные трансформаторы типа ОМ 2 (рис. 2.9.4) и трехфазные типа ТМ соответствующей мощности и напряжения. Однофазные комплектные трансформаторные подстанции (КТПО) на напряжение 6 (10) кВ мощностью 1,25 и 2,5 кВ·А присоединяют к линии через дополнительные разъединители. Более мощные КТП 6, 10 и 25 кВ, кроме подъемно-опускных, подключают через выносной разъединитель, установленный на опоре контактной сети или на отдельно стоящей опоре. Для однофазных КТПО-2/25, КТПО-4/25 и КТП-25/25 разрядники, ограничители пере-

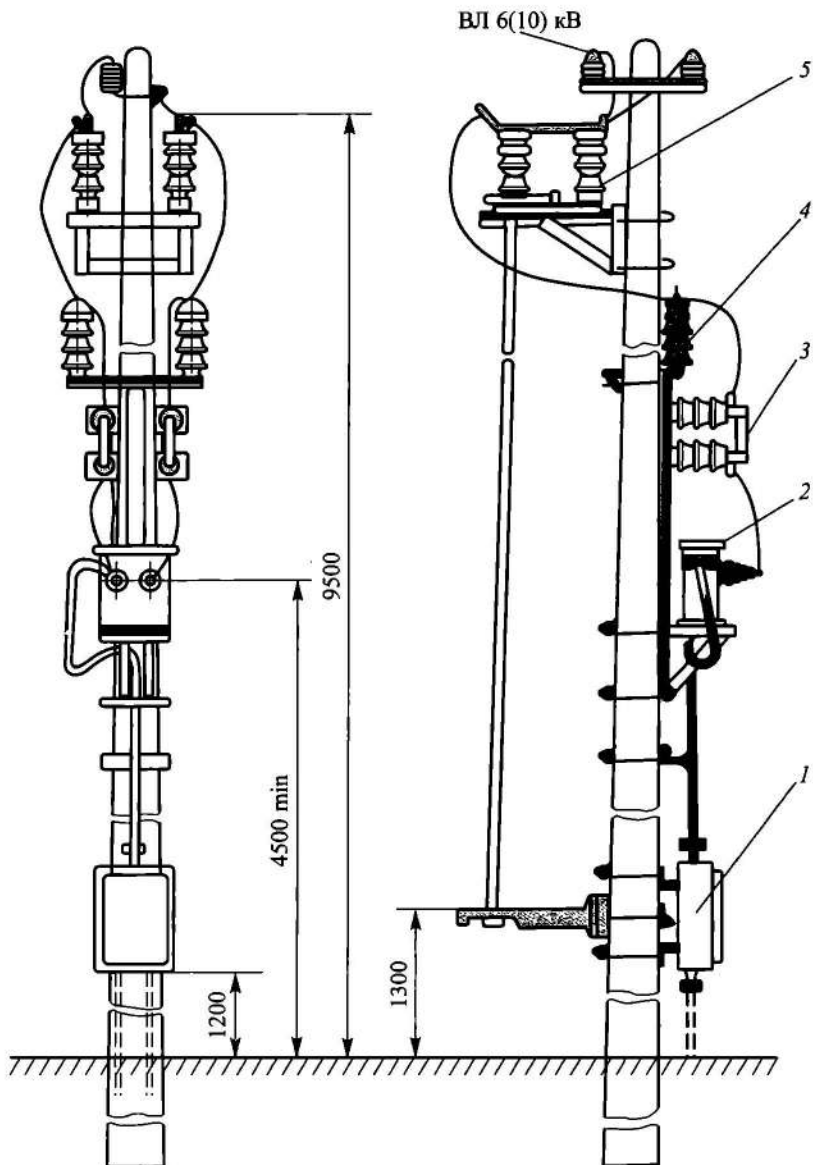


Рис. 2.9.4. Общий вид железобетонной силовой выносной опоры:
 1 — кабельный ящик низкого напряжения; 2 — трансформатор силовой; 3 — предохранитель высоковольтный; 4 — ограничитель перенапряжений высоковольтный (разрядник); 5 — разъединитель

напряжения и высоковольтные предохранители должны быть вынесены за пределы КТП и установлены на отдельной опоре с разъединителем. Трехфазные трансформаторы могут быть установлены в комплектных подстанциях, изготовленных на заводах, в закрытых подстанциях. Эксплуатируется также новая система питания сигнальных точек АБ на перегоне от трехфазного трансформатора типа ТМ, установленного на станции, по кабелю, проложенному вдоль железной дороги. Для защиты линии электропередачи от токов короткого замыкания в трансформаторах применяют комбинированные предохранители 3 (см. рис. 2.9.4) типа ПКН на 6 (10) кВ, устанавливая их на опорах или в линейных металлических шкафах, и типа ПК — на мачтовых подстанциях.

Силовые трансформаторы к проводам ВЛ АБ присоединяют через двухколонковые горизонтально-поворотные разъединители 5 типа РЛНД-10, устанавливаемые на вершинах силовых выносных опор. На этих же опорах устанавливают вентильные разрядники 4 типа РВП. Управляют разъединителями с помощью моторных (двигательных) УМП или ручных приводов типа ПРН-10М.

Для секционирования высоковольтных цепей ВЛ АБ применяют трехфазные разъединители РЛНД-10 с моторными или ручными приводами.

Глава 3

ПРОВОДА И ИЗОЛИРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

3.1. Провода контактных подвесок

Контактные провода должны иметь высокую механическую прочность, быть износостойчивыми, не подверженными коррозии и обладать высокой электрической проводимостью. Контактные провода на второстепенных станционных путях могут иметь пониженную проводимость и меньшую износостойкость.

Площадь поперечного сечения проводов контактной сети должна обеспечивать прохождение тока, необходимого для тяги поездов при требуемых размерах движения с установленными весовыми нормами, скоростями, интервалами и с учетом разгона после остановки.

Наибольшее применение получили контактные провода марки МФ (М — медный, Ф — фасонный). Фасонными их называют из-за двух продольных пазов l (рис. 3.1.1), необходимых для закрепления различных зажимов. Контактные провода марки МФ (см. рис. 3.1.1, *a*) изготовляют из меди, протянутой в холодном состоянии для придания им большей механической прочности. Для твердотянутых контактных проводов очень опасно возникновение дуги во время токосъема; кроме того, нельзя осуществлять стыкование таких проводов термическими способами, так как при значительном нагреве их механические свойства ухудшаются.

На главных путях участков переменного тока применяют контактные провода марки МФ-100 (100 — сечение провода в мм^2), на станционных — МФ-85. На контактной сети постоянного тока используют провода марки МФ-150, так как провод сечением 100 мм^2 не обеспечивает допустимую плотность тока в месте контакта с токоприемником.

Такой же профиль, что и провода МФ, имеют меднокадмиевые и медномагниевые провода марки БрФ (бронзовые) сечением 100 мм^2 . При изготовлении этих проводов к меди добавляют в небольшом количестве

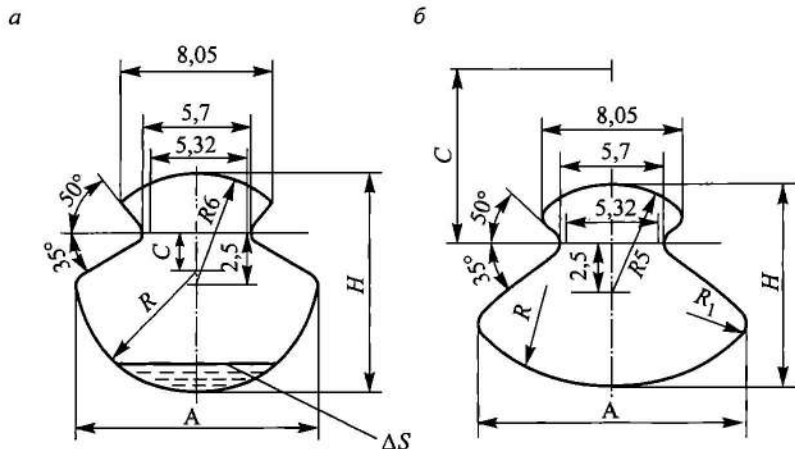


Рис. 3.1.1. Контактные провода:

a — фасонные; *б* — овалыные; *l* — продольный паз; ΔS — износ контактного провода в мм^2

присадки из кадмия или магния, из-за чего повышается их механическая прочность и износостойкость. Установлена также эффективность использования присадок из циркония, хрома и др. Например, сплавы, содержащие цирконий, выгодно отличаются высокой сопротивляемостью разупрочнению при нагреве, хорошей износостойкостью; у них в меньшей степени наблюдается падение электропроводности. Проводимость меднокадмиевых бронзовых проводов составляет примерно 87 % проводимости медных.

Все бронзовые провода имеют отличительную канавку с левой стороны головки относительно направления волочения или прокатки (рис. 3.1.2, *a*). На трафарете барабана с бронзовым проводом после слов «Бр» указывают состав и расчетный процент содержания легирующей присадки (например, для бронзового провода с присадкой 1 % кадмия — БрКд 1Ф).

Кроме того, выпускают низколегированные контактные провода марки НЛФ такого же профиля, что и провода марок МФ и БрФ. Низколегированные контактные провода имеют на верхней части сечения две отличительные канавки, расположенные симметрично относительно вертикальной оси провода (рис. 3.1.2, *б*). В качестве легирующих компонентов могут применяться магний, цирконий, олово, кремний и титан, добавляемые в количестве не более 0,06 % (титан — не более 0,04 %).

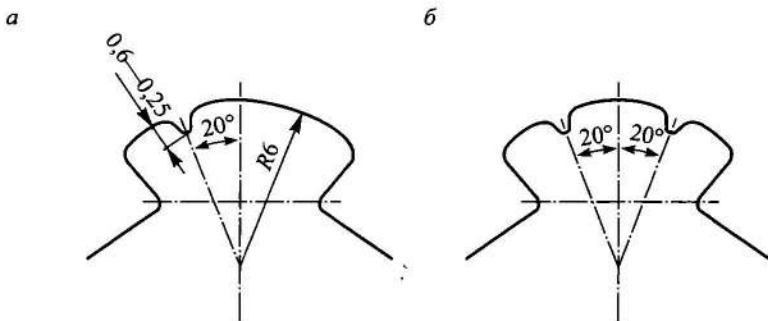


Рис. 3.1.2. Расположение канавок на бронзовых (а) и низколегированных (б) контактных проводах

В небольшом количестве ранее применялись овальные контактные провода МФО-100 повышенной ветроустойчивости (см. рис. 3.1.1, б).

На контактном проводе не должно быть изгибов и других дефектов, нарушающих качество токосъема. Не допускается становиться ногами и перемещаться по контактному проводу при монтаже и ремонтах, так как состояние рабочей поверхности контактного провода определяет качество токосъема.

Контроль износа контактного провода ведется в соответствии с установленными нормативами ПУТЭКС. Замена контактного провода производится на анкерном участке при среднем износе 30 % для провода сечением 100 мм² и 25 % сечением 85 мм². Средний срок службы контактного провода на участках постоянного тока составляет 18—22 года, переменного тока — более 50 лет.

Натяжение и стрелы провеса контактного провода не должны превышать ±10 % от установленного монтажными таблицами или графиками в любом пролете и при любой температуре окружающего воздуха. Натяжение компенсированных контактных проводов обеспечивается компенсирующими устройствами. Применение некомпенсированных контактных проводов в простых подвесках на магистральных дорогах не допускается. По схеме некомпенсированной простой подвески монтируют питающие, отсасывающие, усиливающие и другие провода, не связанные непосредственно с токосъемом. По мере износа контактного провода производится снижение натяжения провода.

Контроль за состоянием и износом контактного провода выполняется периодически визуально, а также с выборочными измерениями износа провода (при величине износа до 25 % — высота профиля провода марки МФ-100 8,64 мм). Измерения выполняются вручную или автоматизи-

рованным способом. При ручном способе применяют микрометр, штангенциркуль, измерительные скобы, электронный толщиномер и др. Определение износа контактного провода в зависимости от высоты сечения производится согласно Приложению к ПУТЭКС (ЦЭ-868).

При обнаружении в нескольких местах анкерного участка износа сечения контактного провода 25 % и более измеряется износ на всем протяжении участка: в середине пролетов, у фиксирующих, стыковых и питающих зажимов, у зажима средней анкеровки, а также в других местах с заметно повышенным износом.

На барабан провод должен быть намотан правильными, не перепутанными и не перекрученными рядами; контактная поверхность провода должна быть обращена к оси барабана.

Провода несущих и вспомогательных тросов цепных подвесок должны обладать высокой механической прочностью и антикоррозийной стойкостью. Их стрелы провеса при колебаниях температуры должны изменяться незначительно, чтобы не вызывать больших изменений стрел провеса контактных проводов. Для несущих тросов, применяемых на главных путях дорог постоянного тока, желательна возможно большая электрическая проводимость, чтобы можно было уменьшить число усиливающих проводов.

Несущие тросы представляют собой многопроволочные провода, свитые из семи или девятнадцати проволок (рис. 3.1.3). Каждый последующий ряд проволок навивают в обратном направлении по отношению к предыдущему, причем наружный повив всегда делают правым.

На главных путях дорог постоянного тока применяют медные несущие тросы, выполняемые проводами марки М (см. рис. 3.1.3, а) сечением 95 и

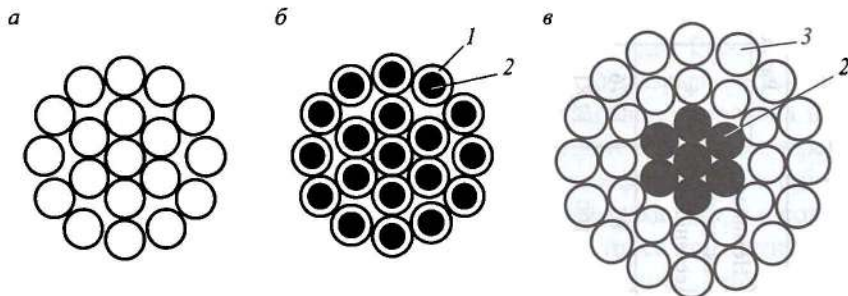


Рис. 3.1.3. Конструкция многопроволочных проводов: а — медных (М), стальных (С, ПС), алюминиевых (А); б — биметаллических стале-медных (ПБСМ) и сталеалюминиевых (ПБСА); в — сталеалюминиевых (АС); 1 — медь; 2 — сталь; 3 — алюминий

Таблица 3.1.1

Основные параметры контактных проводов

Марка контактного провода	Номинальная площадь сечения мм ²	Размеры сечения провода, мм (рис. 3.1.1)				Электрическое сопротивление 1 км провода при 20 °С, Ом, не более	Временное сопротивление при растяжении (кгс/мм ²), не менее	Масса 1 км провода, кг	
		A	H	C	R				R ₁
МФ-85	85	11,76	10,8	1,3	6,0	—	0,207	37,5	755
МФ-100	100	12,81	11,8	1,8	6,5	—	0,177	37,0	890
НЛЮл 0,04Ф-100	100	12,81	11,8	1,8	6,5	—	0,185	38,5	890
БрФ-100	100	12,81	11,8	1,8	6,5	—	0,215	43,0	890
МФО-100	100	14,92	10,5	13	20	1,8	0,177	37,0	890
МФ-120	120	13,9	12,9	2,4	7,0	—	0,147	36,5	1068
МФО-120	120	16,1	11,5	17	25	2,3	0,147	36,5	1068
МФ-150	150	15,5	14,5	3,2	7,8	—	0,118	36,0	1335
МФО-150	150	18,86	12,5	27	36	2,3	0,117	36,0	1335

Условные обозначения проводов: М — медный; Ф — фасонный; О — овалный; НЛЮл — низколегированный; 0,04 — присадка олова 0,04 %; Бр — бронзовый.

120 мм² (М-120, М-95). Эти провода свивают из твердотянутых проволок, изготовленных из чистой меди. К достоинствам медных несущих тросов относится их высокая электрическая проводимость и стойкость к коррозии, а к недостаткам — значительное колебание стрел провеса при изменениях температуры по сравнению с биметаллическими и стальными тросами.

На всех путях электрифицированных на переменном токе и на станционных путях участков постоянного тока применяют биметаллические несущие тросы ПБСМ1 или ПБСМ2 сечением 70 и 95 мм² (ПБСМ-70, ПБСМ-95). Они свиты из отдельных биметаллических проволок, каждая из которых имеет стальную сердцевину, покрытую тонким слоем меди (см. рис. 3.1.3, б), и изготовлена путем проката с последующей протяжкой. Такие же несущие тросы применяют на главных путях участков постоянного тока в тех случаях, когда целесообразнее выполнять необходимое по расчету сечение контактной сети не медным несущим тросом, а алюминиевыми усиливающими проводами.

Провода ПБСМ1 свиты из биметаллических проволок марки БСМ1, у которых толщина медной оболочки составляет 10 % радиуса проволоки, а марки ПБСМ2 — из проволок БСМ2 с толщиной медной оболочки 7 % радиуса проволоки. При том же сечении, что и медные, сталемедные несущие тросы имеют более высокую механическую прочность.

На путях станций иногда применяют стальные несущие тросы сечением 70 мм². Их основной недостаток — подверженность коррозии, несмотря на то что они свиты из оцинкованных проволок, и необходимость в защите антикоррозионной смазкой в течение всего срока эксплуатации.

С целью экономии меди применяют биметаллические сталеалюминиевые провода марки ПБСА-50/70, изготовленные по типу сталемедных (рис. 3.1.3, в), в числителе указано номинальное сечения (мм²) алюминиевой, а в знаменателе — стальной части провода. Расчетный диаметр провода 14 мм, расчетная масса 1 км 650 кг, разрывное усилие не менее 5,8 тс. Каждая из 19 биметаллических проволок провода имеет диаметр 2,8 мм. Провод ПБСА-50/70 используют в первую очередь в местах активного химического воздействия атмосферы (кроме приморских дорог и зон с содержанием в атмосфере аммиака, хлора и соляной кислоты). Его применяют в качестве несущего троса контактной сети деповских и тракционных путей (до выхода на главные), троса группового заземления, фиксирующего троса жестких и гибких поперечин, поддерживающего троса для линий освещения.

В качестве вспомогательных тросов двойных цепных подвесок могут быть применены медные и сталемедные провода сечением не менее 50 мм².

Снижение сечения провода вследствие обрыва проволок или коррозии не должно превышать 15 % его полного сечения (две проволоки для 19-проволочного провода). На месте обрыва проволок устанавливается бандаж. При снижении сечения более 15 % выполняется вставка или шунт.

Технические данные проводов и канатов приведены в табл. 3.1.2—3.1.10.

Таблица 3.1.2

Медные провода

Марка провода и номинальное сечение, мм ²	Число и диаметр проволок, мм	Фактическая площадь сечения, мм ²	Диаметр провода, мм	Электрическое сопротивление 1 км провода, Ом, не более	Разрывное усилие, кгс, не менее	Масса 1 км провода, кг
М-70	19×2,14	68,3	10,7	0,280	2400	618
М-95	19×2,49	92,5	12,5	0,200	3350	837
М-120	19×2,80	117,0	14,0	0,158	4106	1058
М-150	19×3,15	148,0	15,8	0,123	5200	1338

Таблица 3.1.3

Медные гибкие провода

Марка провода	Число и диаметр проволок, мм	Расчетный диаметр провода, мм	Расчетное сечение провода, мм ²	Электрическое сопротивление 1 км провода при +20 °С, Ом	Приблизительная масса 1 км провода, кг
МГГ-50	133×0,68	10,20	48,3	0,363	442
МГГ-70	189×0,68	12,15	68,64	0,272	629
МГГ-95	259×0,68	14,28	94,06	0,192	861
МГГ-120	259×0,77	16,17	120,61	0,150	1104

Таблица 3.1.4

Алюминиевые провода

Марка провода	Число и диаметр проволок, мм	Расчетный диаметр провода, мм	Расчетное сечение провода, мм ²	Электрическое сопротивление 1 км провода при +20 °С, Ом	Приблизительная масса 1 км провода, кг
А-35	7×2,5	7,5	34,3	0,85	94
А-50	7×3,0	9,0	49,5	0,64	136
А-70	7×3,55	10,7	69,3	0,46	191
А-95	7×4,12	12,4	93,3	0,34	257
А-120	19×2,80	14,0	117	0,27	322
А-150	19×3,15	15,8	148	0,21	407
А-185	19×3,50	17,5	183	0,17	503

Таблица 3.1.5

Сталеалюминиевые провода

Марка провода	Число и диаметр проволок, мм		Расчетное сечение, мм ²		Расчетный диаметр провода, мм	Электрическое сопротивление 1 км провода при +20 °С, Ом	Масса 1 км провода, кг
	алюминиевых	стальных	алюминия	стали			
АС-35	6×2,8	1×2,8	36,9	6,2	8,4	0,85	150
АС-50	6×3,2	1×3,2	48,3	8,0	9,6	0,65	196
АС-70	6×3,8	1×3,8	68,0	11,3	11,4	0,46	276
АС-95	6×4,5	1×4,5	95,4	15,9	13,5	0,33	387
АС-120	28×2,29	7×2,0	115,0	22,0	15,2	0,27	492
АС-150	28×2,59	7×2,2	148,0	26,6	17,0	0,21	619

Таблица 3.1.6

Биметаллические сталеалюминиевые провода

Марка провода	Сечение, мм ² , алюминия/стали	Диаметр, мм	Электрическое сопротивление 1 км провода, Ом, не более	Разрушающее усилие, кгс, не менее	Масса 1 км, кг
ПБСА 50/70	50/70	14	0,55	5700	650

Таблица 3.1.7

Биметаллические сталемедные провода

Номинальное сечение провода, мм ²	Число и диаметр проволок, мм	Расчетное сечение, мм ²	Расчетный диаметр провода, мм	Электрическое сопротивление 1 км провода при +20 °С, Ом		Разрушающая нагрузка, кгс	Приблизительная масса 1 км провода, кг	
				ПБСМ1	ПБСМ2		ПБСМ1	ПБСМ2
70	19×2,2	72,2	11,0	0,731	0,921	4870	606	597
95	19×2,5	93,3	12,5	0,563	0,704	6290	783	770
120	19×2,8	117	14,0	0,445	0,543	7900	983	966

Таблица 3.1.8

Коэффициент запаса прочности проводов контактной сети

Марка провода, назначение	Коэффициент запаса прочности, не менее
Провода марок М, ПБСМ, А (многопроволочные) — продольный несущий, фиксирующий, усиливающий, питающий, рессорный трос	2,0
Контактные, сталеалюминиевые многопроволочные, волноводные биметаллические (сталемедные, сталеалюминиевые) провода	2,5
Провода марок С (стальной), ПБСМ — продольный несущий, фиксирующий, биметаллический поперечно-несущий трос	3,0
Провода марки С (стальной) — поперечно-несущий трос, канат блочных компенсаторов	4,0

Капроновые канаты

Длина окружности, мм	Диаметр, мм	Число проволок	Разрывное усилие, кгс, не менее	Масса 100 м, кг	Область применения
—	4	3	390	1,6	Струны контактной подвески
25	7,9	12	1180	4,3	Рессорные струны, полиспасты грузоподъемностью 0,5 т
30	9,6	15	1450	5,4	Средняя анкеровка
35	11,1	21	2010	7,5	
40	12,7	21	2720	10	
50	15,9	39	4270	15,7	Полиспаст грузоподъемностью 2 т

Многопроволочные биметаллические сталемедные провода марки МСН сечением 70, 95, 120 мм² состоят из стального 7-проволочного сердечника, выполненного из проволок с никелевым покрытием, и наружного повива из 12 медных проволок. Провода МСН предназначены для применения в контактных подвесках переменного 25 кВ и постоянного тока 3 кВ, главным образом на линиях скоростного и высокоскоростного движения поездов. Провода имеют более высокие (по отношению к проводам ПБСМ, изготовленным по ГОСТ 4775-91) показатели коррозионной стойкости и электрической проводимости.

Механическая прочность проводов МСН соизмерима с прочностью проводов марки ПБСМ соответствующих сечений, но их удельное электрическое сопротивление меньше, чем у проводов ПБСМ, на 21—24 %. Установленный срок эксплуатации — 50 лет.

Провода типа МСН применяются:

- сечением 120, 95 и 70 мм² — в качестве продольных несущих тросов контактных подвесок постоянного 3 кВ и переменного 25 кВ тока на главных и второстепенных путях перегонов и станций;

- сечением 120, 95 и 70 мм² — для поперечных несущих тросов гибких поперечин, дополнительных несущих тросов нерабочих ветвей и отходящих на анкеровку двойных контактных проводов;

- сечением 95 и 70 мм² соответственно — для дополнительных несущих тросов неизолирующих сопряжений анкерных участков полукомпенсированных контактных подвесок, дополнительных несущих нерабочих ветвей и отходящих на анкеровку одиночных контактных проводов, фиксирующих тросов жестких и гибких поперечин, тросов средних анкеровок, групповых заземлений опор контактной сети;

- сечением 70 мм² — для фиксирующих оттяжек, шлейфов ограничителей перенапряжений (ОПН) и разрядников.

Ввиду повышенной жесткости проводов МСН их анкеровку и стыкование следует производить только с применением концевых цанговых зажимов марки КС-088-1, КС-088-2, КС-088-3 для проводов сечением 70, 95 и 120 мм² соответственно.

Таблица 3.1.10

Провода марки МСН

Марка провода	Сечение, мм ²	Диаметр провода, мм	Диаметр проволоки, мм	Разрушающая нагрузка, кгс, не менее	Электрическое сопротивление, Ом/км	Масса, кг/км	Допустимый длительный ток, А	
							постоянный	переменный
МСН-70	70	11	2,2	4100—4500	0,487	624,4	400	340
МСН-95	95	12,5	2,5	5000—5900	0,378	806	470	400
МСН-120	120	14	2,8	6080	0,301	1111,5	540	470

Примечания: 1. Толщина никелевого покрытия стальных проволок не менее 100 мкм.

2. Разрушающая нагрузка зависит от марки стали сердечника

При скорости движения ЭПС более 70 км/ч в опорных узлах применяют рессорные струны из биметаллической сталемедной проволоки диаметром 6 мм. Эту же проволоку используют для изготовления струн гибких поперечин, для поддержки фиксаторов, в секционных изоляторах.

Обычные звеньевые струны изготавливаются из биметаллической сталемедной проволоки диаметром 4 мм; допускается применение струн из 2 сталемедных или медных проволок диаметром не менее 2 мм.

3.2. Провода воздушных линий

В качестве усиливающих, питающих и отсасывающих наибольшее распространение получили алюминиевые провода марки А из отдельных твердотянутых алюминиевых проволок (см. табл. 3.1.4).

Алюминиевые провода хорошо противостоят коррозии, но механическая прочность и электрическая проводимость их ниже, чем у медных. Однако хотя проводимость алюминия в 1,65 раза меньше, чем меди, его вес примерно в 3 раза меньше ее, поэтому при равных по меди сечениях алюминиевого провода требуется примерно в два раза меньше по массе, чем медного. Алюминий легко соединяется с другими металлами. Он очень чувствителен к механическим воздействиям, поэтому с ним необходимо обращаться бережно.

Медные провода М-95 и М-120 в качестве усиливающих, питающих и отсасывающих монтируют в местах, где существует повышенная опасность разрушения алюминиевых проводов.

Комбинированные сталеалюминиевые провода АС (см. табл. 3.1.5) подвешивают на линиях питания нетяговых потребителей: на участках переменного тока в качестве проводов ДПР, а на участках постоянного тока — проводов ВЛ ПЭ 6 (10) кВ.

Провода обратного тока при наличии отсасывающих трансформаторов выполняют из алюминиевых А или сталеалюминиевых АС проводов большого сечения.

Для волноводных проводов используют биметаллическую стале-медную проволоку БСМ2 диаметром 4 мм или БСМ1 диаметром 6 мм. В районах, где толщина корки гололеда не превышает 10 мм, можно применять сталеалюминиевую проволоку диаметром 4 мм.

Линии для электроснабжения устройств АБ выполняют главным образом проводами АС небольшого сечения, в исключительных случаях многопроволочными проводами марки ПС или стальной оцинкованной проволокой ПСО диаметром 5 мм (табл. 3.2.1). Вблизи морей, соленых озер и химических предприятий, создающих условия для усиленной коррозии, используют биметаллические стале-медные проволоки БСМ1 или БСМ2 диаметром 6 мм либо стале-медные тросы ПБСМ-25 или ПБСМ-35. При устройстве пересечений для высоковольтных цепей линии АБ и ПЭ применяют только многопроволочные провода.

Таблица 3.2.1

Стальные провода

Марка провода	Число и диаметр проволоки, мм	Расчетное сечение провода, мм ²	Расчетный диаметр провода, мм	Масса 1 км провода, кг
ПС-25	5×2,5	24,6	6,8	194
ПС-35	7×2,6	34,4	7,5	272
ПС-50	12×2,3	49,8	9,2	396
ПС-70	19×2,3	78,9	11,5	632
ПС-95	37×1,8	94,0	12,6	755
ПСО-4	1×4,0	18,6	4,0	99
ПСО-5	1×5,0	19,6	5,0	154

Для линий напряжением до 1000 В, подвешенных на опорах контактной сети, используют провода А или АС небольшого сечения. Сигнальные провода АБ выполняют из стальной оцинкованной проволо-

ки ПСО диаметром 4 и 5 мм, а иногда из стального каната диаметром до 6 мм.

Для троса группового заземления используют биметаллические сталемедные тросы ПБСМ, стальные канаты и иногда провода АС. Площадь сечения всех указанных проводов обычно 70 мм².

3.3. Изоляторы и изолирующие вставки

Изоляторы являются ответственным элементом контактной сети и должны удовлетворять требованиям в отношении электрической и механической прочности.

Электрическая прочность изолятора определяется его *сухоразрядным*, *мокроразрядным* и *пробивным* напряжением. Сухоразрядным называют напряжение, при котором происходит поверхностное перекрытие чистого и сухого изолятора, мокроразрядным — при перекрытии изолятора по поверхности при дожде, направленном под углом 45° к горизонту. Пробивным является напряжение, при котором происходит пробой изолятора. Пробивное напряжение должно быть не менее чем в 1,5 раза выше сухоразрядного.

Механическую прочность изолятора характеризуют допускаемой, испытательной и разрушающей нагрузкой на растяжение и изгиб. Допускаемой является нагрузка, которая не должна быть превышена в нормальных эксплуатационных условиях.

Конструкции изоляторов. Изоляторы классифицируются: по назначению — подвесные, натяжные (секционированные), фиксаторные, консольные; по материалу изоляционной детали — керамические (фарфоровые), стеклянные, полимерные; по типу конструкции — тарельчатые, стержневые; по геометрии изоляционной детали — гладкостержневые, ребристые; специальные — грязестойкие (в особо загрязненных районах) и антивандальные (устойчивые к ударам и нагрузкам).

В 2000 г. разработан технический каталог изоляторов для контактной сети и ВЛ электрифицированных железных дорог, который содержит краткое описание и основные технические характеристики изоляторов, серийно выпускаемых отечественными заводами.

В условных обозначениях изоляторов первая буква указывает назначение изолятора: П — подвесной, Ф — фиксаторный, К — консольный, С — секционный (секционирующий), Н — натяжной; вторая — конструктивное исполнение: С — стержневой, Т — тарельчатый; третья — материал изолирующей детали: Ф — фарфор, С — стекло, К — кремнийорганическая резина, ФТ — фторопласт.

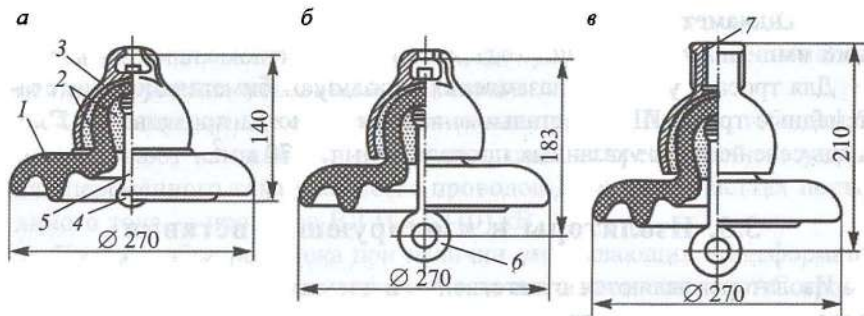


Рис. 3.3.1. Тарельчатые изоляторы:

а — подвесной с пестиком; *б* — то же с серьгой; *в* — фиксаторный; 1 — фарфоровая ребристая тарелка; 2 — цементный раствор; 3 — шапка из ковкого чугуна или стали; 4 — пестик; 5 — металлический стержень; 6 — серьга; 7 — резьба

Подвесной изолятор с пестиком (рис. 3.3.1, *а*) или с серьгой (рис. 3.3.1, *б*) состоит из стеклянной или фарфоровой ребристой «тарелки» 1 с полой круглой головкой, к которой сверху цементным раствором 2 крепят шапку 3 из ковкого чугуна или стали. Внутри полой головки также цементным раствором укрепляют металлический стержень 5, заканчивающийся пестиком 4 или серьгой 6. Шапки таких изоляторов имеют сверху фигурный вырез для соединения с пестиком при помощи специального замка.

Стеклянные изоляторы применяют в тех местах, где затруднена дефитировка, так как повреждения стеклянных изоляторов могут быть выявлены визуально («тарелки» стеклянных изоляторов при пробое рассыпаются). В подвесных и врезных (кроме анкерных) узлах контактной сети постоянного тока независимо от степени загрязненности атмосферы (СЗА) должны применяться изоляторы или гирлянды из тарельчатых изоляторов с суммарной длиной пути утечки тока не менее 500 мм. На изолированных гибких поперечинах в местах подвеса проводов, а также в местах врезок в поперечные несущие, верхние и нижние фиксирующие тросы следует устанавливать по два тарельчатых изолятора. На участках со скоростью движения поездов 161—200 км/ч в контактных подвесках длина пути утечки тока должна быть не менее 600 мм. На участках железных дорог, электрифицированных на переменном токе, в гирлянде подвесных изоляторов должно быть четыре изолятора. В анкеровках проводов число тарельчатых изоляторов должно быть на единицу больше, чем в поддерживающих гирляндах.

В качестве фиксаторных изоляторов на участках постоянного тока для фиксаторов всех типов, кроме гибких, применяют изоляторы ФТФ-3,3/3. Для усиления изоляции фиксаторного узла их соединяют по два последовательно. Такие фиксаторные изоляторы (рис. 3.3.1, в) снабжены специальной шапкой с резьбовым отверстием 7 для закрепления трубы диаметром 1". На участках постоянного и переменного тока в качестве фиксаторных применяют также стержневые изоляторы. Стержневой фиксаторный изолятор (рис. 3.3.2, а) состоит из фарфорового ребристого стержня с двумя головками из ковкого чугуна, которые прикрепляются к стержню цементным раствором. Одна из головок выполнена аналогично шапке фиксаторного изолятора тарельчатого типа, а вторая имеет отверстие, позволяющее осуществлять крепление деталей контактной сети, как к серье.

Секционными (секционирующими) называют изоляторы (рис. 3.3.2, б, в), обеспечивающие разделение контактной сети на отдельные секции в местах, где не проходит полоз токоприемника. Эти изоляторы включают в фиксирующие тросы гибких и жестких поперечин. Они имеют две одинаковые головки с отверстиями для крепления деталей контактной сети аналогично серье.

Консольные изоляторы (рис. 3.3.3) врезают в подкосы изолированных консолей. В тяги изолированных консолей и в их подкосы включают стержневые изоляторы (секционные).

В роговых разрядниках на участках постоянного тока используют стержневые изоляторы или тарельчатые с серьгой, которые устанавливаются как опорные; на участках переменного тока применяют фиксаторные стержневые изоляторы.

Пермским изоляторным заводом АО «Элиз», ОАО Гжельским заводом «Электроизолятор» и АО «Электрофарфор» (г. Великие Луки) освоено производство стержневых фарфоровых натяжных, фиксаторных, консольных и подвесных изоляторов для контактной сети электрифицированных железных дорог. На участках постоянного тока применяют изоляторы: натяжные НСФ-100-3/0,6; НСФ-70-3/0,5; фиксаторные ФСФ-100-3/0,6; ФСФ-70-3/0,5; консольные КСФ-100-3/0,6; КСФ-70-3/0,5; подвесные ПСФ-70-3/0,5; в т.ч. на высокоскоростных линиях — натяжные НСФ-100-3/0,6; фиксаторные ФСФ-100-3/0,6; консольные КСФ-100-3/0,6. На линиях переменного тока используют другие изоляторы: натяжные — НСФ-70-25/0,95; фиксаторные ФСФ-70-25/0,95; консольные КСФ-100-25/0,95; КСФ-70-25/0,95.

Технические параметры стержневых изоляторов приведены в табл. 3.3.1.

Стержневые фарфоровые изоляторы

Фиксированные изоляторы постоянного тока	Типы изоляторов					
	НСФ 70-3/0,5 УХЛП	НСФ 70-13,63/0,5 УХЛП	ФСФ 70-3/0,5 УХЛП	ФСФ 70-3/0,5 УХЛП	КСФ 70-3/0,5 УХЛП	ПСФ 70-3/0,5-01 УХЛП
Номинальное напряжение, кВ	3	3	3	3	3	3
Строительная высота, мм	429	429	415	415	467	387
Габаритная высота, мм	479	479	440	440	489	420
Максимальный диаметр изоляционной части, мм	190	195	190	195	190	198
Длина пути утечки тока, мм	500	500	500	500	500	500
Степень загрязненности атмосферы (СА)	IV	IV	IV	IV	IV	IV
Нормированная разрушающая механическая сила, кГс	7000	7000	7000	7000	7000	7000
Нормированный разрушающий изгибающий момент, кГм	250		250	250	250	
Выдерживаемое напряжение 50 Гц в сухом состоянии, кВ	80	80	80	80	80	80
Выдерживаемое напряжение 50 кВ под дождем: вертикально/горизонтально	50/70	50/70	50/70	50/70	50/70	50/70
Выдерживаемое напряжение грозового импульса, кВ	125	125	125	125	125	125
Масса, кг	11,5	12	11,6	12,1	13,0	10,0

Секционные изоляторы переменного тока	Типы изоляторов							
	ПСФ 70-3/0,5-02 УХЛ1	ПСФ 70-3/0,5-01 УХЛ1	ПСФ 70-3/0,5-0,1 УХЛ1	ФСФ 70-3/0,5-0,5 УХЛ1	ПСФ 70-3/0,5-0,6 УХЛ1	КСФ 100-3/0,6 УХЛ1	ФСФ 70-3/0,6 УХЛ1	
Номинальное напряжение, кВ	3	3	3	3	3	3	3	
Строительная высота, мм	346	355	314	344	395	499	447	
Габаритная высота, мм	362	388	330	352	445	524	472	
Максимальный диаметр изоляционной части, мм	198	230	230	230	230	205	205	
Длина пути утечки тока, мм	500	500	500	500	500	600	600	
Степень загрязненности атмосферы (СЗА)	IV	IV	IV	IV	IV	VII	VII	
Нормированная разрушающая механическая сила, кГс	7000	7000	7000	7000	7000	10000	7000	
Нормированный разрушающий изгибающий момент, кГм						350	350	
Выдерживаемое напряжение 50 Гц в сухом состоянии, кВ	80	80	80	80	80	80	80	
Выдерживаемое напряжение 50 кВ под дождем: вертикально/горизонтально	50/70	50/70	50/70	50/70	50/70	50/70	50/70	
Выдерживаемое напряжение грозового импульса, кВ	125	125	125	125	125	125	125	
Масса, кг	9,7	10,6	11,2	11,0	11,5	16,5	16,1	

Секционные изоляторы постоянного тока	Типы изоляторов					
	НСФ 100-3/0,6 УХЛП	НСФ 70-25/0,95 УХЛП	ФСФ 70-25/0,95 УХЛП	КСФ 70-25/0,95 УХЛП	НСФ 70-25/0,95У УХЛП	
Номинальное напряжение, кВ	3	25	25	25	25	25
Строительная высота, мм	461	572	558	607	575	
Габаритная высота, мм	511	622	583	632	625	
Максимальный диаметр изоляционной части, мм	205	195	195	195	195	
Длина пути утечки тока, мм	600	950	950	950	950	
Степень загрязненности атмосферы (СЗА)	VII	IV	IV	IV	IV	IV
Нормированная разрушающая механическая сила, кгс	10000	7000	7000	7000	7000	7000
Нормированный разрушающий изгибающий момент, кгм	350	350	350	350	350	350
Выдерживаемое напряжение 50 Гц в сухом состоянии, кВ	80	145	145	145	145	145
Выдерживаемое напряжение 50 кВ под дождем: вертикально/горизонтально	50/70	50/125	50/125	50/125	50/125	50/125
Выдерживаемое напряжение грозового импульса, кВ	125	240	240	240	240	240
Масса, кг	16,0	20,5	20,6	20,0	20,5	20,5

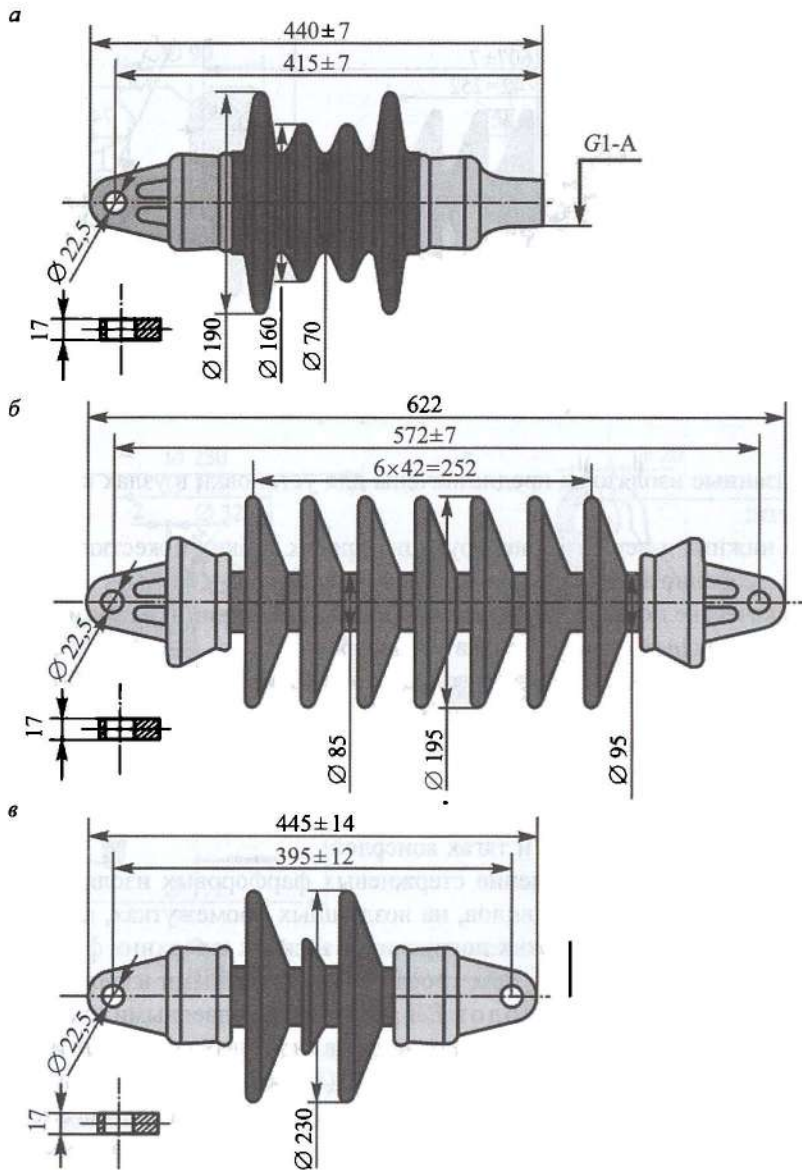


Рис. 3.3.2. Стержневые изоляторы:
a — фиксаторный постоянного тока; *б* — секционирующий переменного тока;
в — секционирующий постоянного тока

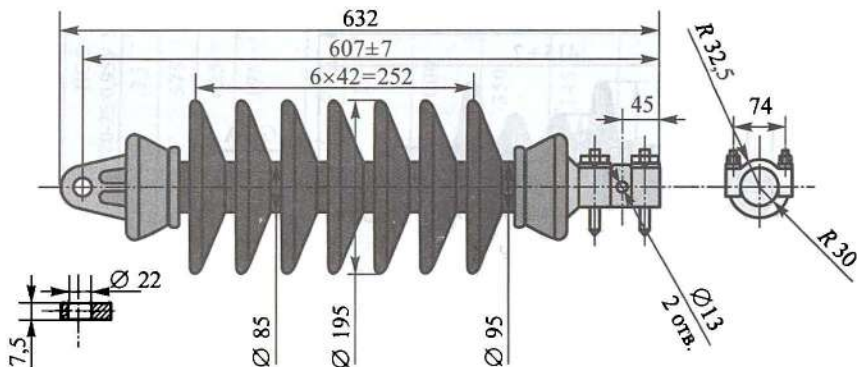


Рис. 3.3.3. Консольный изолятор переменного тока

Указанные изоляторы предназначены для установки в узлах контактной сети:

- в нижних и верхних фиксирующих тросах гибких и жестких поперечин, особенно между секциями (кроме изоляторов у опор);
- в качестве подвесных изоляторов питающих линий и в других местах, где затруднена дефектировка изоляторов;
- при доведении подвесной изоляции на гибких поперечинах до нормы в соответствии с требованиями ПУТЭКС;
- в качестве подвесных изоляторов на опорах, где имеются стержневые фиксаторные (при постоянном токе);
- в фиксаторах, фиксирующих оттяжках;
- в основных стержнях и тягах консолей.

Не допускается применение стержневых фарфоровых изоляторов в анкеровках проводов всех видов, на воздушных промежутках, на поперечно-несущих тросах гибких поперечин, в нижних и верхних фиксирующих тросах у опор, в несущих тросах над секционными изоляторами.

Изоляторы для проводов ВЛ могут быть подвесными или штыревыми. Провода линий ДПР подвешивают на гирляндах подвесных изоляторов с серьгой и пестиком. Провода ВЛ 6 (10) кВ крепят на штыревых изоляторах: ШС10-Д; ШФ10-Г (рис. 3.3.4, а); ШФ20-Г. Штыревые изоляторы армируют полиэтиленовыми колпачками, что повышает уровень изоляции, увеличивает надежность закрепления изоляторов на штырях, а также облегчает и ускоряет монтаж проводов. Провода одноцепных и двухцепных ВЛ АБ 6 (10) кВ крепятся на изоляторах ШС10-Д или ШФ10-Г. В районах активного загрязнения промышленными отходами и вблизи

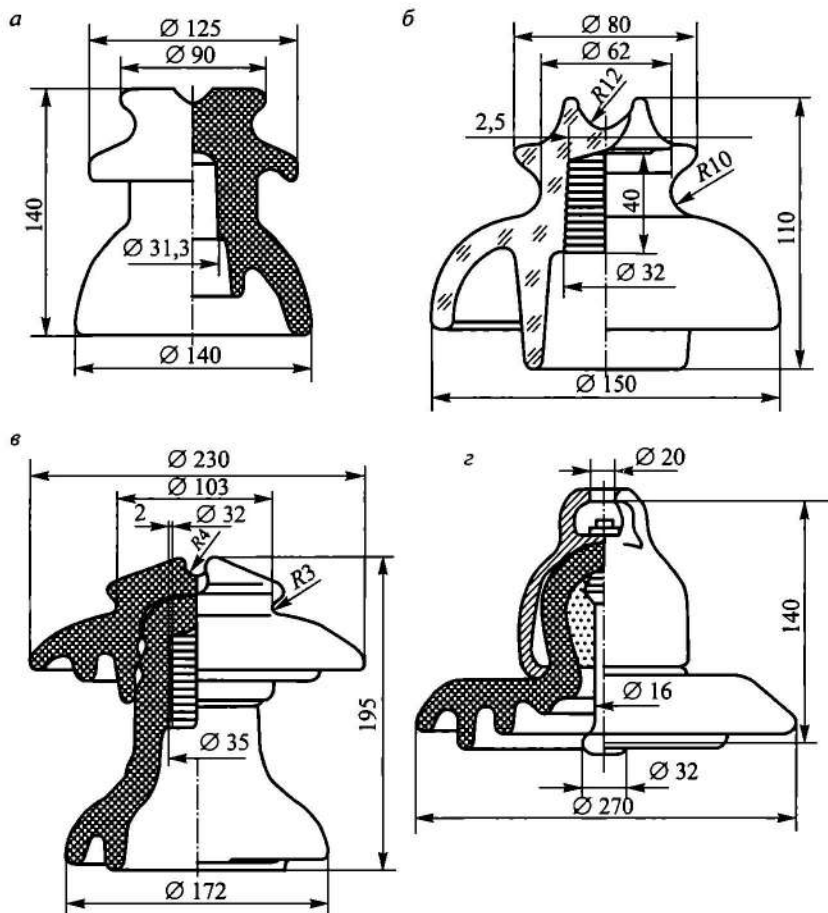


Рис. 3.3.4. Штыревые и подвесные изоляторы:
 а — ШФ10-Г; б — ШС10-А; в — ШФ20-В; з — ПФ60-В

морей и океанов, а также на верхушках железобетонных опор эти провода крепят на изоляторах ШФ20-Г.

Провода напряжением до 1000 В, а также сигнальные провода ВЛ АБ закрепляют на штыревых изоляторах ТФ-20 (рис. 3.3.5, а), в отдельных случаях используют орешковые изоляторы ИТФ (рис. 3.3.5, б).

Полимерные изоляторы. Фарфоровые изоляторы обладают высокой электрической прочностью, однако их механическая прочность, особенно при работе на растяжение и изгиб, не всегда оказывается достаточ-

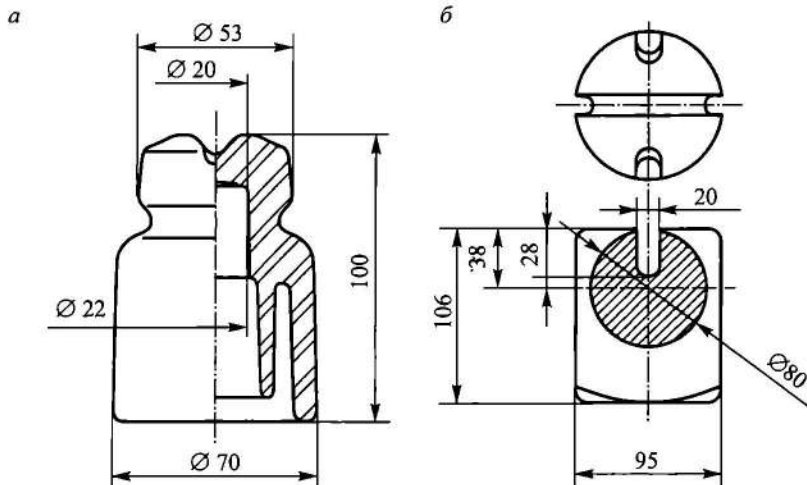


Рис. 3.3.5. Низковольтные изоляторы:
а — ТФ20; *б* — ИТФ-5 (ИТФ-4, ИТФ-3)

ной. Поэтому для контактной сети и ВЛ высокого напряжения разработаны конструкции полимерных изоляторов и вставок с высокой механической прочностью. Не уступая фарфоровым по электрическим характеристикам, они имеют меньшие размеры и массу.

Изолирующие вставки в основном используют в различных секционных изоляторах постоянного и переменного тока. При соответствующем покрытии некоторых вставок допускается скольжение по ним токоприемников. На участках постоянного тока для секционных изоляторов на напряжение 3 кВ применяют полимерные вставки (рис. 3.3.6, *а—з*), прессованные из материала АГ-4С в виде прямоугольных брусков; длина их изолирующей части не менее 800 мм. Вставки имеют массу около 2 кг и выдерживают нагрузку на растяжение не менее 2700 кгс. Мокроразрядное напряжение при покрытии их кремнийорганическим вазелином КВ-3 равно 70 кВ. Полимерные изоляторы из пресс-материала АГ-4С применяются в узлах анкеровки проводов, местах секционирования, в фиксирующих тросах, фиксаторах, шлейфах разъединителей, разрядников и т.п.

На участках переменного тока в секционных изоляторах на напряжение 25 кВ применяют полимерные вставки из стеклопластиковых стержней диаметром 20 мм и длиной 1 м, покрытых чехлом из фторопласта (рис. 3.3.6, *д, е*). При наличии такого чехла длина вставки для использования в секционных изоляторах постоянного тока уменьшается до 600 мм.

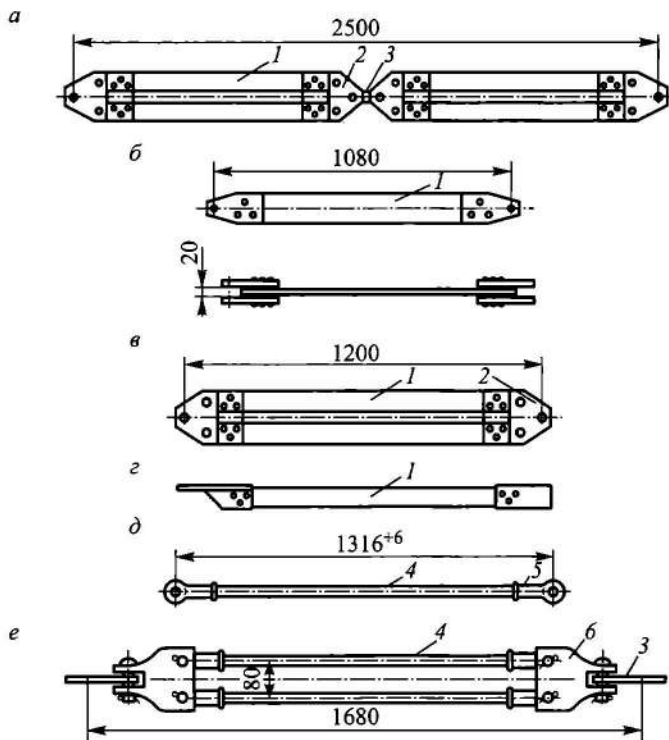


Рис. 3.3.6. Полимерные изоляторы:

а — изолирующая вставка в сборе для узла анкеровки несущего троса и контактного провода; *б* — изолирующий элемент вставки; *в* — изолирующая вставка для несущего троса и контактного провода; *г* — изолирующий элемент фиксатора; *д* — стержневой изолятор типа ИСП-25 для фиксирующих тросов; *е* — стержневой изолятор ИСП-25 в сборе для несущего троса, в узле анкеровки контактного провода и несущего троса; *1* — изолирующий элемент из пресс-материала АГ-4С; *2* — соединительная скоба; *3* — планка соединительная; *4* — стеклопластиковый стержень, покрытый фторопластовой защитной трубкой; *5* — оконцеватель; *6* — скоба анкерочная

Для включения в провода контактной сети используют полимерные стержневые изоляторы (рис. 3.3.7), состоящие из стеклопластикового несущего стержня, электрозащитного чехла из фторопласта и концевых захватов из лагуни или стали для соединения с деталями контактной сети. Стеклопластиковый стержень длиной 1,4 м имеет диаметр 14 мм, если он предназначен для включения в контактные провода, и 20 мм при включении в несущие тросы. Чехлы с толщиной стенки 2—3 мм закрывают

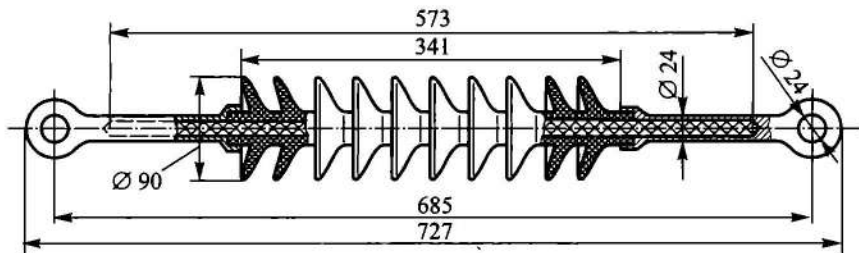


Рис. 3.3.7. Полимерный изолятор

стержень на длине 1,22 м. При длине изолирующей части 1,2 м и чехле из фторопласта мокроразрядное напряжение составляет 215 кВ. Если захваты на стержне опрессованы надлежащим образом, то вставка выдерживает нагрузку на растяжение до 9000 кгс при диаметре 14 мм и до 16000 кгс при диаметре 20 мм. Успешно применяются полимерные изоляторы со стеклопластиковыми стержнями и ребрами из кремнийорганического эластомера.

На участках постоянного и переменного тока применяются также стержневые полимерные изоляторы типа ИСП-25 с длиной изолирующей вставки 1000 мм, номинальным растягивающим усилием 1960 кгс и массой 3 кг. Изолятор может устанавливаться в анкерках несущих тросов и контактных проводов (см. рис. 3.3.6, е), в местах секционирования контактной сети и др.

Технические параметры полимерных изоляторов приведены в табл. 3.3.2.

Особенности применения изоляторов. Изоляторы и изолирующие вставки контактной сети и ВЛ перед установкой необходимо осматривать и очищать от загрязнения.

Не допускаются к монтажу и заменяются в процессе эксплуатации изоляторы, имеющие дефекты:

- в оконцевателях — трещины; качание, сползание или проворачивание их в заделке; видимое искривление деталей; отсутствие или нарушение влагостойкого покрытия цементного шва; повреждения антикоррозионного покрытия или видимые следы коррозии на нем;

- в фарфоре — сколы ребер у проходных, опорных стержневых изоляторов более 60 мм длиной и 5 мм глубиной; у подвесных — сколы общей площадью более 300 мм² и такой же величины сколы у стержневых изоляторов, если они находятся ближе 10 мм от места сопряжения

Таблица 3.3.2

Технические параметры полимерных изоляторов

Типы изоляторов	Разрушающая сила, кгс, не менее, при		изгибе	Разрядное напряжение, кВ, не менее		Строительная длина, мм	Длина пути утечки тока, мм	Масса, кг, не более
	сжатии	растяжении		в сухом виде	под дождем			
НСФт 120/0,6		12000		90		920	500	2,32
НСФт 120/0,8		12000		120		1120	800	2,56
НСФт 120/1,0		12000		150		1320	1000	2,8
НСФт 120/1,2		12000		185		1520	1200	3,04
НСФтКр 120/0,48		12000		90		620	480	2,8
НСФтКр 120/0,66		12000		115		820	560	3,0
НСФтКр 120/0,86		12000		156		1020	860	3,2
НСФтКр 120/1,25		12000		200		1370	1250	3,6
НСКр 120/0,45		12000		80	80	390	400	2,1
НСКр 120/0,93		12000		140	140	700	900	3,1
НСКр 120/1,21		12000		150	150	760	1200	3,4
ПСКр 120/0,43		12000		80	80	350	400	2,3
ПСКр 120/0,93		12000		140	140	570	800	3,2
ФСКр 70-2/0,87		7000	200	140	140	540	800	6,0
ФСКр 70-3/1,0		7000	300	140	140	545	870	4,2
ФСКр 1-70-3/1,0		7000	300	140	140	545	870	4,2
КСКр 70-5/0,9		7000	500	140	140	670	800	9,0
КСКр 70-8/0,9		7000	800	140	140	575	870	9,0
ОСКр 200-5/0,9	20000		500	140	140	440	800	12,0
ОСКр 300-8/0,9	30000		800	140	140	440	870	9,0

Условные обозначения: Кр — кремнийорганическая резина, ребристый, т — трубка; цифра в числителе — класс изоляторов, в знаменателе — длина пути утечки тока в метрах.

Техническим указанием ЦЭ МПС России № К-57/00 ЦЭТ-2 от 10.11.2000 г. запрещено применение на контактной сети полимерных изоляторов типа НСФт 120-3,0/0,8 производства ПК «Промэнерго», не прошедших приспосабливающие испытания и не разрешенных к применению. Кроме того, телеграммой ЦЭ МПС России № 901 от 08.10.2002 г. все типы полимерных изоляторов производства ЗАО «Полимеризолятор» запрещены для применения в устройствах электроснабжения из-за низкой надежности.

ребер с основным телом изолятора. У всех типов изоляторов — глубокие царапины длиной более 25 мм или видимые трещины, ожоги дугой, вскрытые пузыри или другие повреждения глазури;

- в стекле — трещины, посечки, морщины, складки, натеки, свищи, видимые внутренние газовые пузыри и однородные включения, оплавления дугой;

- в полимерных чехлах — механические повреждения, разгерметизация, следы токопроводящих дорожек на длине более 1/3 пути утечки тока;

- устойчивое, не поддающееся очистке загрязнение более 1/3 поверхности изоляционных деталей из любого материала;

- коррозия стержня тарельчатого стеклянного или фарфорового изолятора до диаметра 12 мм.

В процессе перевозки, монтажа и эксплуатации не допускается:

- наносить удары по изоляторам и соединенным непосредственно с ними деталям, седлам, анкерным штангам, деталям изолированных консолей; бросать изоляторы;

- проводить механическую и термическую обработку арматуры изолятора, в том числе приварку к ней каких-либо элементов конструкции;

- становиться непосредственно на изоляторы;

- проводить какие-либо действия с кручением изоляционной детали изолятора.

Не допускается применение стержневых фарфоровых изоляторов:

- в узлах анкеровок несущих тросов, контактных проводов, усиливающих, питающих и отсасывающих линий;

- в продольных несущих тросах;

- в нерабочих ветвях контактных проводов;

- в поперечных несущих тросах.

Вместо фарфоровых тарельчатых изоляторов в узлах контактной сети необходимо применять:

- стержневые фарфоровые во всех узлах кроме мест, указанных выше;

- гладкоствержневые и ребристые полимерные изоляторы всех типов в зонах, подверженных вандализму, в искусственных сооружениях, в анкеровках всех видов (кроме совмещенных), в продольных проводах и отходящих ветвях контактных проводов у переходных опор изолирующих сопряжений анкерных участков;

- тарельчатые изоляторы из закаленного стекла в поперечных несущих тросах гибких поперечин и в анкеровках всех видов кроме мест, указанных ниже: использование стеклянных изоляторов не рекомендуется в районах с VI—VII СЗА, когда источником загрязнения являются

фтористые соединения, вблизи (до 500 м) от зоны предприятий черной металлургии и производства цемента, а также при наложении промышленных и морских загрязнений.

Для подвески проводов ВЛ 6 (10) кВ на железобетонных и металлических опорах и конструкциях, заземленных на тяговый рельс, следует применять опорно-штыревые изоляторы напряжением 10 кВ при деревянных кронштейнах или на напряжение 20 кВ при металлических кронштейнах. Подвеска проводов при металлических кронштейнах может также производиться на гирлянде из двух изоляторов тарельчатого типа.

На электрифицированных участках железных дорог скоростных, особо грузонапряженных и первой категории рекомендуется применять тарельчатые изоляторы из закаленного стекла, либо опорные стержневые изоляторы из фарфора или полимеров.

Опорные изоляторы для ВЛ 6 (10) кВ должны иметь длину пути утечки тока не менее 600 мм и разрушающую механическую силу при сжатии не менее 4000 кгс.

Для подвески проводов ВЛ 0,4 кВ, фазных и нулевых, на железобетонных и металлических опорах и конструкциях, заземленных на тяговый рельс, следует применять опорно-штыревые изоляторы на напряжение 10 кВ.

Типы изоляторов, разрешенных к применению и выпускаемых промышленностью, а также снятых с производства, приведены в табл. 3.3.3.

Таблица 3.3.3

Каталог изоляторов для контактной сети (выпуск 2000 г.)

Серийно выпускаемые изоляторы		Снятые с производства изоляторы	
фарфоровые и стеклянные	полимерные	фарфоровые и стеклянные	полимерные
1	2	3	4
ПС 70-Е	НСК 120-3/0,6	ПФ 70-А	ПСК 120/27,5-3
ПС 120-Б	НСК 120-3/0,8	ПФ 70-Д	ПСК 120/27,5-5-5
ПСД 70-Е	НСК 120-25/1,2	ПФ 70-Ж	ПСК 120/27,5-7
ПСВ 120-Б	НСКр120-3/0,6	СФ 70-А	ПСКр 120/0,43
ПСФ-70-3/0,5-0,1	НСФт 120-3/0,6	ПТФ 70-3,3/5	ПСКр 120/0,93
ПСФ-70-3/0,5-0,1	НСФт 120-3/0,8	ПТФ 70	ПСКр 120/1,5
ПСФ-70-3/0,5-0,2	НСФт 120-25/1,2	ПФС 70-А	НСК 120/27,5-3
ПСФ-70-3/0,5-0,2	ФСК 120-3/0,6	ПС 70-Д	НСК 120/27,5-4
ПСФ-70-3/0,5-0,5	КСК 120 6-3/0,6	ПСС 70-А	НСК 120/27,5-5

Окончание табл. 3.3.3

1	2	3	4
ПСФ-70-3/0,5-0,6	ЭСФт 70-3/0,6	ПСС 70-Б	НСК 120/27,5-7
НСФ-70-3/0,5	ЭСФт 70-25/1,0	ПСС-120-Б	НСКр 120/0,45
НСФ-70-3/0,5		ПСА 120-А	НСФтКр 120/0,48
НСФ-70-25/0,95		ССА 120-А	НСФтКр 120/0,86
НСФ-70-25/0,95		НСФ-70-3,3/0,45	НСФтКр 120/1,25
НСФ-100-3/0,6		ССФ 70-27,5/0,95	НСФт 120/0,6
НСФ-100-3/0,6		ИСС 27,5	НСФт 120/0,8
ФСФ-70-3,0/0,5		ФСФ-70-3,3/0,45	НСФт 120/1,0
ФСФ-70-3,0/0,5		ФСФ-70-27,5/0,95	НСФт 120/1,2
ФСФ-70-25/0,95		ИФС-27,5	ФСК 70/27,5-А3
ФСФ-70-25/0,95		ФТФ-3,3/3	КФСК 70/27,5-7
ФСФ-100-3/0,6		ФТФ-40	ФСКр 70-2/0,87
ФСФ-100-3/0,6		КСФ 70-3,3/0,45	ФСКр 70-3/1,0
ФФ 40-А		КСФ 70-27,5/0,95 ИКСУ 237	КСК 70/27,5-А3
КСФ-70-3,0/0,5		ШС10-Д	КФСК 70/27,5-5
КСФ-70-3,0/0,5			КФСК 70/27,5-7
КСФ-70-25/0,95		VKL 60-7	КСКр 70-8/0,9
КСФ-70-25/0,95		(секционный, фиксаторный)	
КСФ-100-3/0,6			
КСФ-100-3/0,6			
ШФ 10-Г			
ШФУ 10			
ШФ 20-Г			
ТФ 20; ИТФ-3			
ИТФ-4; ИТФ-5			

Глава 4

ОПОРЫ И ПОДДЕРЖИВАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

4.1. Общие сведения об опорах и их закреплении в грунте

Опоры контактной сети различают по типу закрепляемого на них поддерживающего устройства. В контактной сети используют три типа поддерживающих устройств — консоли, жесткие и гибкие поперечины; соответственно им опоры называют консольными (рис. 4.1.1, *а, б*), опорами жестких (рис. 4.1.2, *а, б*) или гибких (рис. 4.1.3) поперечин. Кроме того, их делят на промежуточные, переходные, анкерные, фиксирующие и фидерные. Консольные опоры широко используют на одно- и двухпутных перегонах, а также на отдельно расположенных путях станций. Их различают по типу консолей: для установки однопутных и двухпутных консолей применяют опоры различные по высоте и конструкции. Жесткие и гибкие поперечины применяют на станциях и многопутных перегонах. При габарите опор 5,7 м жесткие поперечины применяются и на двухпутных участках.

Опоры, только поддерживающие контактную подвеску, называют *промежуточными*. Таких опор на электрифицированных линиях наибольшее количество.

Фиксирующие опоры, предназначенные для восприятия усилий, возникающих при изменении направления проводов контактной подвески, устанавливают в местах, где необходимо точно зафиксировать положение проводов относительно оси токоприемника, а опоры с поддерживающим устройством отсутствуют.

Анкерные опоры, предназначенные для восприятия нагрузок от анкеруемых проводов, нагружены в двух плоскостях: одновременно являются анкерными, поддерживающими или фиксирующими. Опоры, распо-

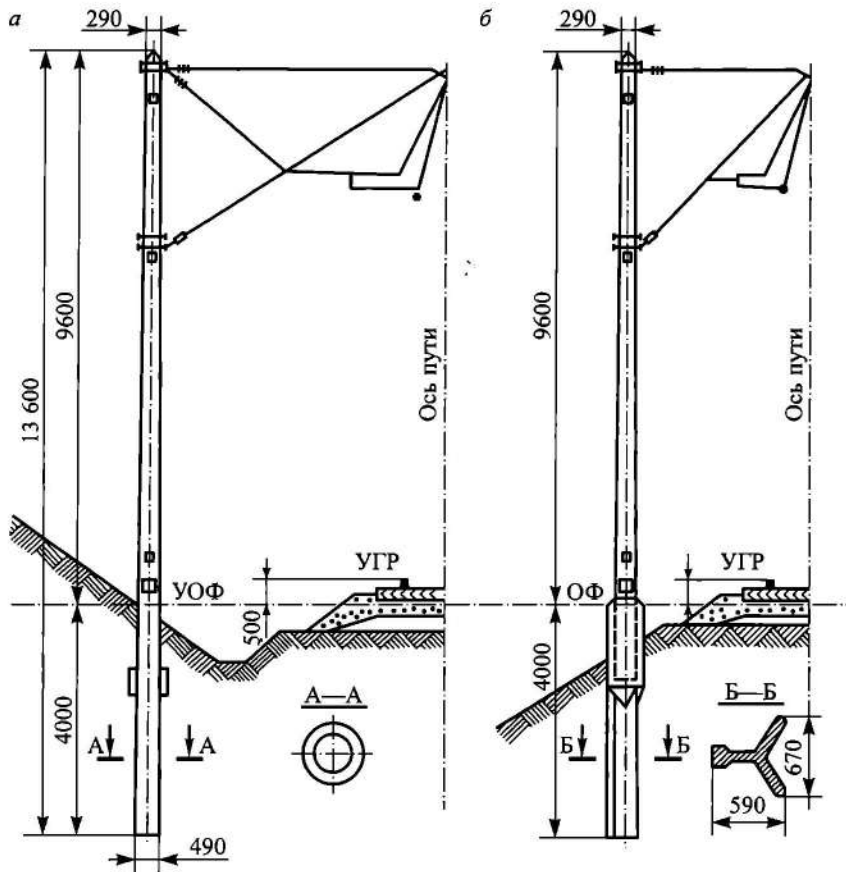


Рис. 4.1.1. Консольные железобетонные опоры:

a — коническая нераздельная; *б* — коническая раздельная с фундаментом; *l* — консоль; УОФ — условный обрез фундамента; ОФ — обрез фундамента; УГР — уровень головки рельса

ложенные в местах сопряжений анкерных участков между анкерными опорами и поддерживающие две ветви контактной подвески, называют *переходными*.

Фидерными называют опоры, на которых подвешивают только питающие или отсасывающие провода. Различают фидерные опоры: промежуточные; угловые, на которых осуществляется изменение направления проводов; анкерные, устанавливаемые при переходах через дороги, железнодорожные пути, и концевые.

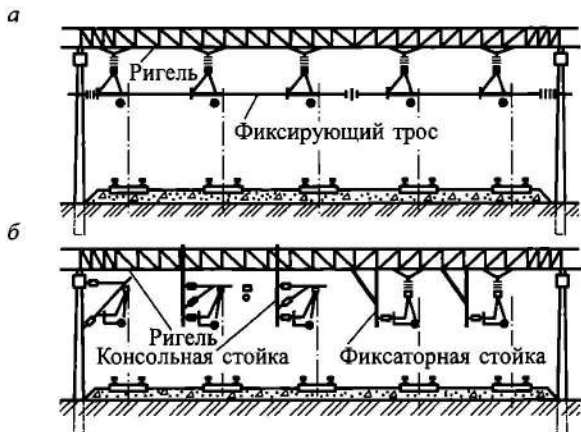


Рис. 4.1.2. Жесткие поперечины:
а — с фиксирующим тросом; *б* — с поддерживающими стойками

На всех указанных опорах, кроме фидерных, могут быть подвешены усиливающие, питающие, отсасывающие провода, экранирующий провод, провода системы 2×25 кВ, провода напряжением до 1000 В, а также провода ВЛ 6 (10) кВ на участках постоянного тока и линии ДПР на участках переменного.

На контактной сети применяются железобетонные и металлические опоры. Наибольшее распространение получили железобетонные опоры, применение которых значительно сокращает расход металла. Однако устанавливать железобетонные опоры сложнее, чем металлические, так как они значительно тяжелее и требуют более бережного обращения при транспортировке и установке из-за хрупкости верхнего слоя бетона.

Под действием внешних сил опора испытывает изгибающие моменты. Изгибающий момент от одной силы определяют как произведение ее на расстояние (плечо) между точкой приложения силы и точкой, относительно которой вычисляют момент. Общий изгибающий момент определяют как сумму всех моментов от отдельных сил. Например, горизонтальная нагрузка 1 тс приложена на высоте 7 м от основания опоры. В этом случае изгибающий момент в основании опоры будет равен 7 тм.

Нормативные изгибающие моменты указывают для металлических опор — относительно их основания, а для железобетонных — относительно условного обреза фундамента (УОФ), расположенного на 0,5 м

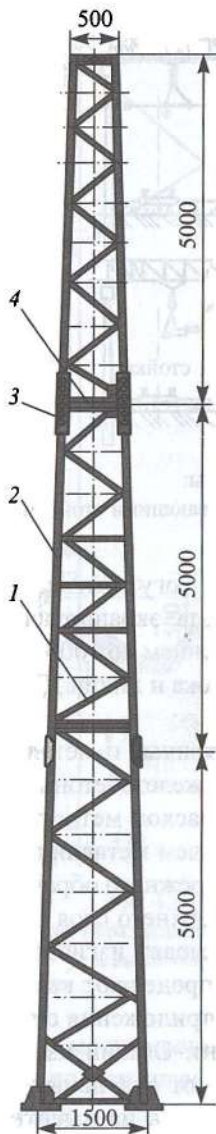


Рис. 4.1.3. Металлическая опора контактной сети высотой 15 м из трех поясов:
 1 — раскос решетки; 2 — стойка пояса;
 3 — соединительная стыковая накладка;
 4 — диафрагма

ниже УГР пути. Для анкерных опор нормативные моменты указываются двумя цифрами, означающими допускаемые моменты поперек и вдоль пути. Маркировку дополняют указаниями о времени выпуска конструкции, направленности опоры, наличии оттяжек и типе фундамента. *Направленными* называют опоры, которые сконструированы в расчете на строго определенное направление нагрузки и должны быть установлены соответствующим образом относительно оси пути. Оттяжки применяют только на анкерных опорах и располагают их в плоскости анкерки или вдоль пути. Железобетонные опоры обычно устанавливают без фундаментов, но в тех случаях, когда требуется большая высота опор или при высоком уровне грунтовых вод и других сложных условиях, закрепляют на специальных фундаментах. Металлические опоры всегда устанавливают на фундаментах, выполняемых из бетона или железобетона.

Опоры, устанавливаемые без фундамента, называют несъемными, или *нераздельными* (рис. 4.1.1, а), а опоры на фундаментах, если их можно снять, — съемными, или *раздельными* (рис. 4.1.1, б). Железобетонные опоры после установки и соединения с фундаментами стаканного типа становятся несъемными.

Опоры ВЛ АБ и ПЭ напряжением 6 (10) кВ в зависимости от назначения могут быть: промежуточными; угловыми (рис. 4.1.4); противовеетровыми; промежуточными с линейным

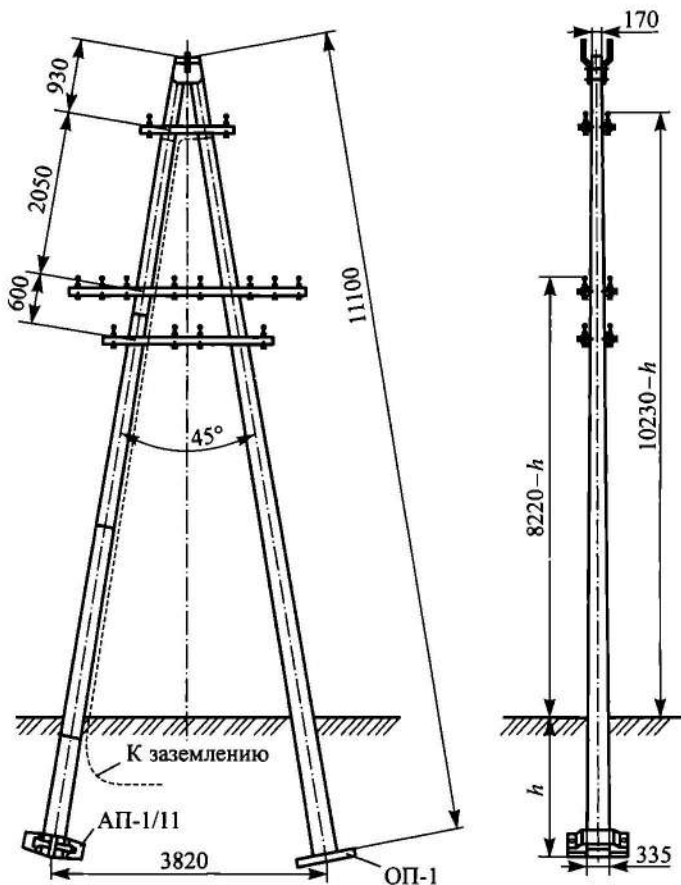


Рис. 4.1.4. Угловая промежуточная опора длиной 11 м

разъединителем (рис. 4.1.5); А-образными для устройств ответвления; то же силовыми, анкерными, для воздушных переходов высотой 8,5 м, концевыми кабельными (рис. 4.1.6); АП-образными концевыми кабельными; то же для воздушных переходов высотой до 8,5—12 м; трехногие угловые переходные; П-образные мачтовые подстанции мощностью до 100 кВ·А; одностоечные силовые выносные с разъединителем; для перекрещивания высоковольтных линий; для транспозиции проводов.

На ВЛ АБ и ПЭ применяются железобетонные и деревянные опоры длиной 10—11 м. На вновь сооружаемых линиях деревянные опоры не устанавливают.

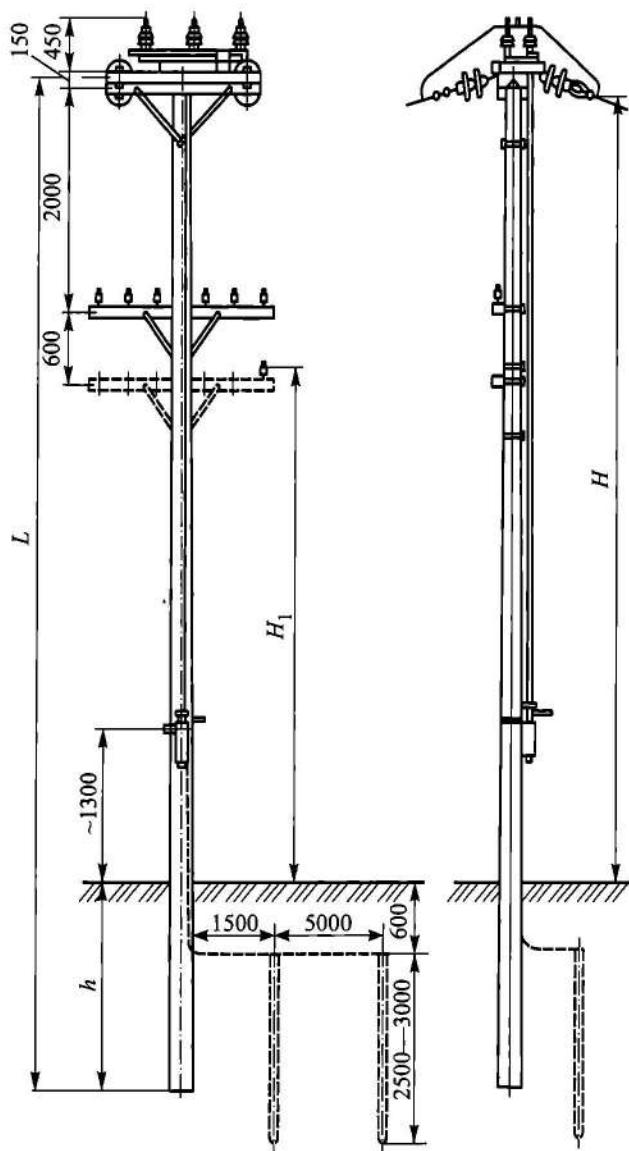


Рис. 4.1.5. Промежуточная опора одноцепной линии с линейным разъединителем:
 L — длина опоры; h — длина подземной части опоры; H — высота надземной части
 опоры; H_1 — высота установки нижней траверсы

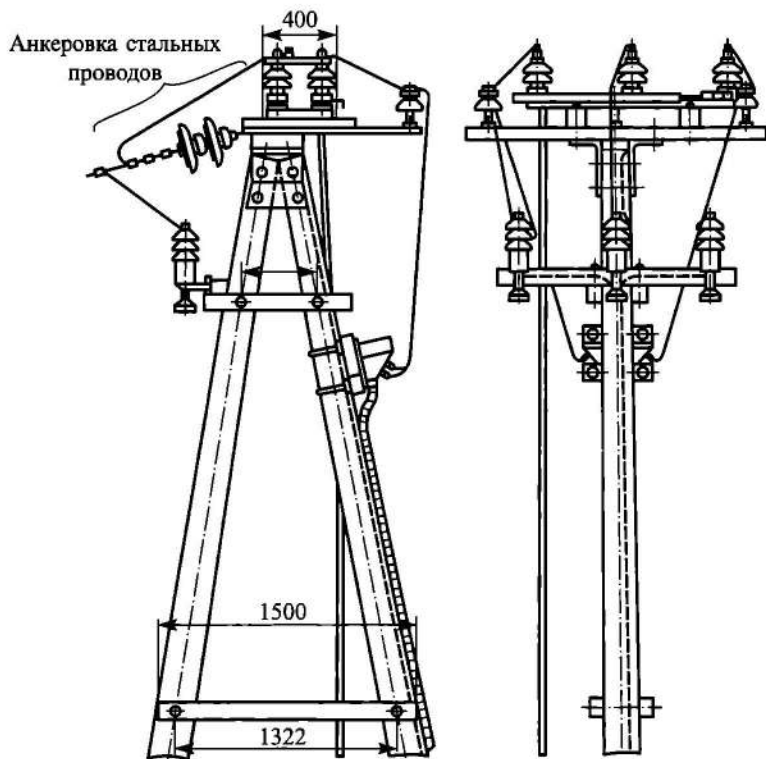


Рис. 4.1.6. Верхняя часть А-образной концевой кабельной опоры

Основные габаритные размеры и марки железобетонных стоек для опор ВЛ напряжением 0,4; 6 и 10 кВ приведены в табл. 4.1.1.

Таблица 4.1.1

Железобетонные стойки для ВЛ 0,4; 6 и 10 кВ

Марка стойки	Напряжение линии, кВ	Основные параметры
СВ 6с110-3,5	6, 10	$H=11$ м, сечение трапецидальное, $175 \times 165 \times 280$ мм
СВ 6с95-2-2в	0,4	$H=9,5$ м, сечение трапецидальное, $165 \times 165 \times 240$ мм
С1,85/10,1	0,4; 6 и 10	$H=10,1$ м, коническая, сечение кольцевое, $\varnothing 170 \times 320$ мм
С2,55/10,1	То же	$H=10,1$ м, коническая, сечение кольцевое, $\varnothing 170 \times 320$ мм
С2/11,1	»	$H=11,1$ м, коническая, сечение кольцевое, $\varnothing 170 \times 335$ мм

Примечание. С — стойка; 1,85 (2,55) значение нормативного момента (тс·м) при образовании трещин в поперечном сечении на расстоянии 1,7 м от нижнего торца стойки; 10,1 — длина стойки, м; в числителе — диаметр верхнего торца, в знаменателе — нижнего.

Круглые конические стойки представляют собой трубы с толщиной стенки 45 мм и выполняются из тяжелого бетона марки не ниже 400 (С2,55/10,1 и С1,85/10,1) и 500 (С2/11,1). Подземная часть стоек на протяжении 2,2 м должна иметь защитное покрытие.

На каждой опоре должен быть обозначен порядковый номер, год ее установки, а также предупредительный знак: «Осторожно! Электрическое напряжение».

В местах с пересеченным рельефом, скальными и болотистыми грунтами, где транспортировка и установка железобетонных опор вызывает трудности, а также при необходимости установки опор высотой более 11,5 м допускается использование опор из пропитанных деревянных столбов. Для изготовления деревянных опор применяют преимущественно сосновые столбы диаметром в верхнем отрубе 140—230 мм и длиной 6,5—13 м: для одностоечных опор одноцепной линии — диаметром 160 мм, для двухцепной линии — 180 мм. В ветровых районах диаметр опор должен быть увеличен на 10 мм, а при подвеске сигнальных проводов диаметр стойки увеличивается еще на 10 мм. Опоры могут быть собраны с приставками (деревянными или железобетонными) или без них (рис. 4.1.7, а, б).

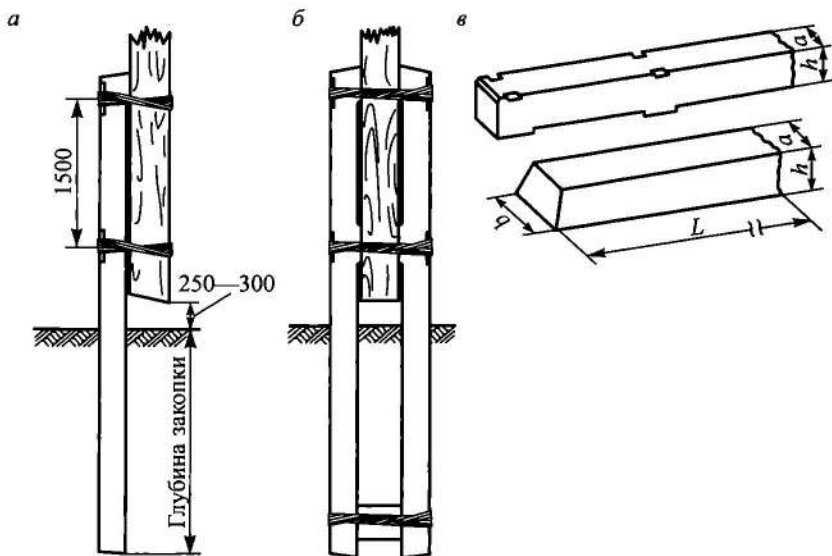


Рис. 4.1.7. Схемы установки деревянных опор на железобетонных приставках (а, б); в — общий вид приставки трапециевидального сечения

Глубина заделки деревянных опор и приставок выбирается в соответствии с категорией грунта, а также зависит от назначения опоры.

Размеры основных типов железобетонных приставок (рис. 4.1.7, в) для деревянных опор воздушных линий напряжением до 35 кВ приведены в табл. 4.1.2.

Таблица 4.1.2

Железобетонные приставки

Марка приставки	Основные размеры, мм
ПТ 33-2	$L=3,25$ м, сечение 100×180×220 мм
ПТ 43-2	$L=4,25$ м, сечение 100×180×220 мм

Примечание. ПТ — приставка трапециевидальной формы.

Высоковольтные траверсы изготавливаются из пропитанного бруса 100×80 мм.

Габариты приближения опор и фундаментов к железнодорожным путям строго регламентированы. В общем случае габарит опоры (Г) — это расстояние от оси крайнего пути до внутреннего края опоры на уровне головки рельса (УГР). В соответствии с требованиями ПТЭ это расстояние на перегонах и станциях должно быть не менее 3100 мм.

В соответствии с требованиями «Инструкции по техническому обслуживанию и эксплуатации сооружений, устройств, подвижного состава и организации движения на участках обращения скоростных пассажирских поездов» (ЦРБ-393) на вновь строящихся и реконструируемых линиях при установке новых опор контактной сети расстояние от оси пути до внутреннего края опор должно быть не менее 3300 мм. На существующих линиях до реконструкции опорного хозяйства допускается в этих случаях расстояние от оси пути до внутреннего края опор не менее 3100 мм. Кроме того, на существующих линиях до их реконструкции, а также в особо трудных условиях на вновь электрифицируемых линиях расстояние от оси пути до внутреннего края опоры допускается не менее: 2450 мм на станциях и 2750 мм на перегонах.

В местах сильных снеготаносов (кроме скальных) и на выходах из них (на длине 100 м) расстояние от оси крайнего пути до внутреннего края опоры должно быть не менее 5700 мм. На кривых участках расстояние от оси пути до внутреннего края опоры должно быть увеличено в соответствии с габаритом уширения.

Для контактной сети КС-200 постоянного тока при установке новых опор контактной сети реконструируемых и вновь строящихся линий рас-

стояние от оси пути до внутреннего края опор и фундаментов на прямых участках пути должно быть 3300 мм, при необходимости это расстояние может быть 4900, 5700 мм.

Расстояние от проезжей части переезда по направлению преимущественного хода поездов до опор и анкеров оттяжек, расположенных около главных путей перегонов и станций, должно быть не менее 25 м. В остальных случаях, а также для фиксирующих опор — не менее 5 м. Расстояние от конца тупика до установленной за ним анкерной опоры, кроме тупиков отстоя электровозов и электросекций, должно быть не менее 20 м. Это расстояние может быть сокращено в исключительных случаях по условиям рельефа, застройки и в других обоснованных случаях.

Опоры, фундаменты и оттяжки опор контактной сети, расположенные в местах погрузки-выгрузки грузов и вблизи проезжей части дорог, должны быть ограждены. От сыпучих грузов опоры ограждаются щитами. Защитные ограждения должны быть окрашены.

4.2. Железобетонные опоры

Конструкция опор. Бетон, применяемый для изготовления опор контактной сети, помимо обычных требований, предъявляемых к прочности, должен удовлетворять требованиям надежной эксплуатации в течение длительного времени в трудных климатических условиях.

Особенно важно обеспечить морозостойкость бетона, т.е. способность его выдерживать многократное замораживание и оттаивание без существенного снижения прочности. Опоры контактной сети выполняют из бетона высокой плотности и прочности, для чего уплотняют бетонную смесь центрифугированием или вибрированием с предварительным напряжением арматуры.

Если в качестве арматуры с предварительным напряжением используют высокопрочную проволоку, натягиваемую до бетонирования, такие конструкции называют струнобетонными. На электрифицированных железных дорогах применяют только струнобетонные опоры из центрифугированного железобетона. Эти опоры представляют собой конические трубы со сбегом 1,5 %. Сверху и снизу опор устанавливают заглушки, предотвращающие попадание влаги внутрь опор, нижняя заглушка, кроме того, увеличивает поверхность опирания опоры на грунт.

Маркировка железобетонных стоек (марка стойки, заводской номер, дата изготовления, штамп технического контроля, знак качества) наносится на наружной поверхности на высоте 2,5 м от условного обреза фундамента.

Типовые железобетонные опоры называют стойками и маркируют группой букв и цифр, разделенных дефисом, например, С 108.6-1-М или СО 136.7-4-К. Здесь: С — стойка с проволочной напряженной арматурой, СО — стойка с проволочной напряженной арматурой и с ненапряженной стержневой арматурой в фундаментной части (применяется только на участках постоянного тока), 108 и 136 — длина стойки опоры (в дм), 6 и 7 — толщина стенки опоры (см).

Во второй группе цифр условно обозначена несущая способность (нормативный изгибающий момент) стойки, например, 1 — первая несущая способность — нормативный изгибающий момент равен 4,5 тс·м; 4 — четвертая несущая способность — нормативный изгибающий момент — 10,0 тс·м.

В третьей группе обозначены условия эксплуатации стоек, т.е. «М» — для районов с расчетной температурой наружного воздуха ниже минус 40 °С, «К» — для районов со среднеагрессивной степенью воздействия атмосферы на железобетонные конструкции. Отсутствие буквы «М» означает, что стойки применяются в районах с расчетной температурой наружного воздуха выше минус 40 °С, а буквы «К» — в районах с неагрессивной и слабоагрессивной степенью воздействия среды на железобетонные конструкции.

Железобетонные опоры (см. рис. 4.1.1) контактной сети комплектуются закладными деталями и изолирующими втулками. Железобетонные опоры контактной сети типов СД (струнобетонные), ПД (струнобетонные армированные прядями), СДУ (струнобетонные, двутавровые, улучшенные), ГК (центрифугированные с арматурой из стали 30ХГ2С), СК, СКУ, СКЦ (струнобетонные, центрифугированные, конические), СБД (струнобетонные, безраскосные, двутавровые) широко используются при электрификации ж.-д. линий. Их технические характеристики частично приведены в табл. 4.2.1—4.2.4.

Таблица 4.2.1

Опоры консольные центрифугированные ГК (с арматурой из стали 30ХГ2С)

Длина стойки, м	Тип опоры	Размеры стойки, мм		Нормативный момент, тс·м, на уровне		Масса, кг
		Д ₁	б	пяты консоли	условного обреза фундамента	
1	2	3	4	5	6	7
12,8	ГК 4,5/12,8	480	50	2,25	4,5	1700
	ГК 6/12,8			3	6	
	ГК 8/12,8		55	4	8	1900
	ГК 10/12,8			5	10	

1	2	3	4	5	6	7
13,6	ГК 4,5/13,6	492	50	2,25	4,5	1900
	ГК 6/13,6			3	6	
	ГК 8/13,6		55	4	8	2000
	ГК 10/13,6			5	10	
11,2	ГК 4,5/11,2 ДС	458	50	2,25	4,5	1500
	ГК 6/11,2 ДС			3	6	
	ГК 8/11,2 ДС		55	4	8	1600

Таблица 4.2.2

Струнбетонные конические железобетонные опоры типа СК

Тип опоры	Размеры, мм					Номинальный изгибающий момент, тс·м	Искривление опоры на длине 2 м, мм	Изоляция закладных деталей от арматуры, Ом, не менее	Масса, кг
	L	D ₁	D ₂	b	A				
СК 4,5/13,6	13600	290	492	60	4000	4,5	±3	10000	2,2
СК 6/13,6	13600	290	492	60	4000	6,0	±3	10000	2,2
СК 8/13,6	13600	290	492	60	4000	8,0	±3	10000	2,2
СК 4,5/10,8	10800	290	450	60	1200	4,5	±3	10000	1,7
СК 6/10,8	10800	290	450	60	1200	6,0	±3	10000	1,7
СК 8/10,8	10800	290	450	60	1200	8,0	±3	10000	1,7

Таблица 4.2.3

Струнбетонные конические железобетонные улучшенные опоры типа СКУ

Тип опоры	Основные размеры, мм			Нормативный момент, тс·м на уровне условного обреза фундамента	Масса, кг
	Диаметр		Толщина стенки опоры		
	в вершине опоры	у основания опоры			
СКУ 4,5/13,6	290	492	60	4,5	2200
СКУ 6/13,6	290	492	60	6	2200
СКУ 8/13,6	290	450	60	8	2200
СКУ 4,5/10,8	290	450	60	4,5	1700
СКУ 6/10,8	290	450	60	6	1700
СКУ 8/10,8	290	450	60	8	1700

Струнбетонные конические центрифугированные опоры контактной сети типа СКЦ, СКЦо

Марка	Основные размеры			Масса, кг
	L , м	D_2 , мм	b , мм	
СКЦо-4,5-10,8	10,7	450	60	1570
СКЦо-6-10,8	10,7	450	60	1570
СКЦо-8-10,8	10,7	450	60	1570
СКЦо-10-10,8	10,7	450	75	1880
СКЦо-4,5-13,6	13,5	492	60	2100
СКЦо-6-13,6	13,5	492	60	2100
СКЦо-8-13,6	13,5	492	60	2100
СКЦо-10-13,6	13,5	492	75	2520
СКЦ-4,5-10,8	10,7	450	60	1570
СКЦ-6-10,8	10,7	450	60	1570
СКЦ-8-10,8	10,7	450	60	1570
СКЦ-10-10,8	10,7	450	75	1880
СКЦ-4,5-13,6	13,5	492	60	2100
СКЦ-6-13,6	13,5	492	60	2100
СКЦ-8-13,6	13,5	492	60	2100
СКЦ-10-13,6	13,5	492	75	2520

Кроме вышеперечисленных, на электрифицированных участках постоянного тока применяют железобетонные опоры контактной сети (стойки) типа С, а на участках переменного тока типа СО (рис. 4.2.1). Их основные технические характеристики и типоразмеры приведены в табл. 4.2.5—4.2.7. При этом стойки СК, СКУ, СКЦ являются аналогами стоек типа С по геометрическим размерам, армированию и прочности бетона. Во всех типах стоек СО и СС устанавливается по восемь стержней из ненапряженной арматуры.

ОАО «Рыбинскэнергожелезобетон» освоил производство железобетонных опор контактной сети уменьшенной коничности со стержневой напрягаемой арматурой типа СТ по проекту № 7358: опоры длиной 10,4 м (раздельные) и 13,6 м (нераздельные) с несущей способностью 6, 8, 10, 12 тс·м для участков постоянного и переменного тока. Железобетонные стойки длиной 10,4 м применяются с фундаментами ТСН в качестве опор жестких поперечин. Разработана конструкция

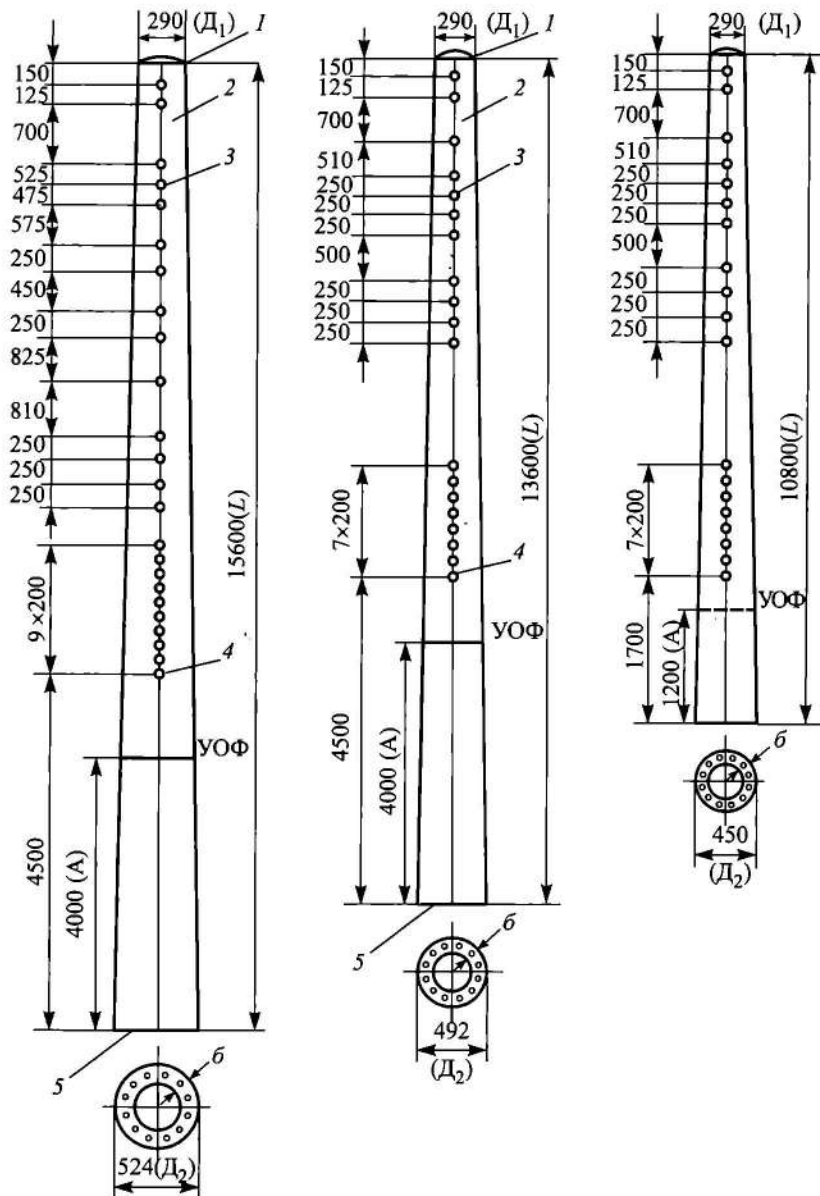


Рис. 4.2.1. Железобетонная стойка типа С, СО:

1 — заглушка верхняя, 2 — стойка, 3 — отверстия для закладных деталей, 4 — отверстия для вентиляции, 5 — заглушка нижняя

Таблица 4.2.5

Марка стойки	Номинальный изгибающий момент, тс·м	Размеры стоек, мм				Толщина стенки b	Масса, кг
		Длина L	Верхний диаметр D_1	Нижний диаметр D_2			
С108.6-1	4,5	10800	290	450	60	1570	
С108.6-2	6,0						
С108.6-3	8,0						
С108.7-4	10,0						
СО108.6-1	4,5	60			1570		
СО108.6-2	6,0						
СО108.6-3	8,0						
О108.7-4	10,0						
С136.6-1	4,5	13600	290	492	75	1880	
С136.6-2	6,6						
С136.6-3	8,0						
С136.7-4	10,0						
СО136.6-1	4,5	60			2100		
СО136.6-2	6,0						
СО136.6-3	8,0						
СО136.7-4	10,0						
СО136.7-4	10,0	13600	290	524	75	2520	
С156.6-5	5,6						
С156.6-6	6,7						
С156.6-7	9,0						
С156.7-8	11,3	15600			75	2750	

Таблица 4.2.6

Опоры контактной сети типа С, СО, СС

Обозначение несущей способности стоек	Марка стоек	Нормативный изгибающий момент, тс·м	Количество проволок при диаметре D , мм		Диаметр стержней, мм
			4	5	
1	C108.6-1	4,5	32	24	10
	CO108.6-1				
2	C108.6-2	6,0	48	32	12
	CO108.6-2				
	CC108.6-2				
3	C108.6-3	8,0	64	32	14
	CO108.6-3				12
	CC108.6-3				—
4	C108.7-4	10	—	56	14
	CO108.7-4				12
	CC108.7-4				—
i	C136.6-1	4,5	32	24	10
	CO136.6-1				
2	C136.6-2	6,0	48	32	12
	CO136.6-2				
	CC136.6-2				
3	C136.6-3	8,0	64	48	14
	CO136.6-3				12
	CC136.6-3				—
4	C136.7-4	10,0	—	56	14
	CO136.7-4				14
	CC136.7-4				—
5	C156.6-5	5,0	32	24	12
	CC156.6-5				
6	C156.6-6	6,7	48	32	12
	CC156.6-6				
7	C156.6-7	9,0	64	48	12
	CC156.6-7				
8	C156.7-8	11,3	—	56	14
	CC156.7-8				

Основные типоразмеры опор контактной сети типа С, СО, СС

Типоразмер стоек	Длина, см	Размеры стойки, мм		Толщина стенки, мм	Справочная масса, т
		Верхний диаметр	Нижний диаметр		
С156,6	15600	290	524	60	2,75
СС156,6					
С156,7				75	3,1
СС156,7					
С136,6	13600		492	60	2,1
СО136,6					
СС136,6					
С136,7				75	2,52
СО136,7					
СС136,7					
С108,6	10800		450	60	1,57
СС108,6					
СО108,6					
С108,7		75		1,88	
СО108,7					
СС108,7					

стойки опоры типа СП длиной 10,4 и 13,6 м по проекту ОАО «ЦНИИС» «Железобетонные стойки для опор контактной сети со стержневой напрягаемой арматурой». В опорах СП по сравнению с опорами типа СС напрягаемая высокопрочная проволока диаметром 5 мм заменена стержневой напрягаемой арматурой диаметром 10—16 мм. Конструкция опор более надежна в эксплуатации из-за более высокой коррозионной стойкости по сравнению с опорами марки СС. Область применения, габаритные размеры и несущая способность стоек типов СП и СС аналогичны.

Основания опор. Стаканные фундаменты типа ДС (рис. 4.2.2, табл. 4.2.8) для установки консольных центрифугированных железобетонных опор контактной сети изготавливают из бетона марки «400». Условные обозначения фундамента: Д — двутавровый, С — стаканый; цифры в числителе — несущая способность опоры в тс·м на уровне условного обреза фундамента, в знаменателе — общая длина фундамента

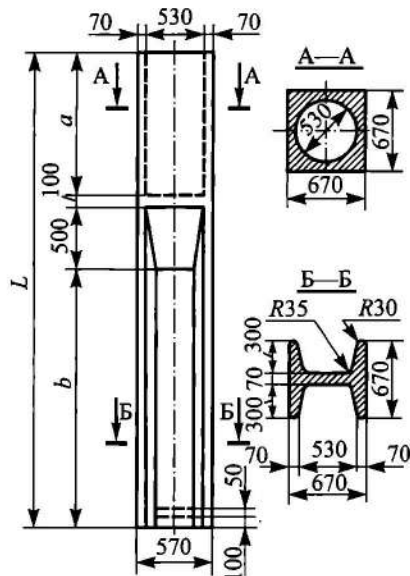


Рис. 4.2.2. Двуглавый стаканый фундамент типа ДС

в метрах. Указанием ЦЭ МПС РФ № К-38/99 от 26.02.99 г. с 1999 г. запрещено применение стаканых фундаментов серии 3.501.-149. Опору в стакане омоноличивают цементно-песочным раствором состава 1:2 (для марки бетона «300»).

Таблица 4.2.8

Двуглавый стаканый фундамент типа ДС

Марка изделия	Размеры, мм			Несущая способность, тс·м	Масса блока, т
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>		
ДС4,5/3,5	1200	1700	3500	4,5	1,8
ДС6/3,5				6,0	
ДС10/3,5				10,0	
ДС4,5/4	1200	2200	4000	4,5	2,10
ДС6/4				6,0	
ДС10/4				10,0	
ДС4,5/4,5	1200	3200	4500	4,5	2,10
ДС6/4,5				6,0	
ДС10/4,5				10,0	

Трехлучевой стаканый фундамент типа ТС (рис. 4.2.3, табл. 4.2.9) разработан взамен фундамента ДС. Применяются также трехлучевые фундаменты повышенной надежности типа ТСН (табл. 4.2.10).

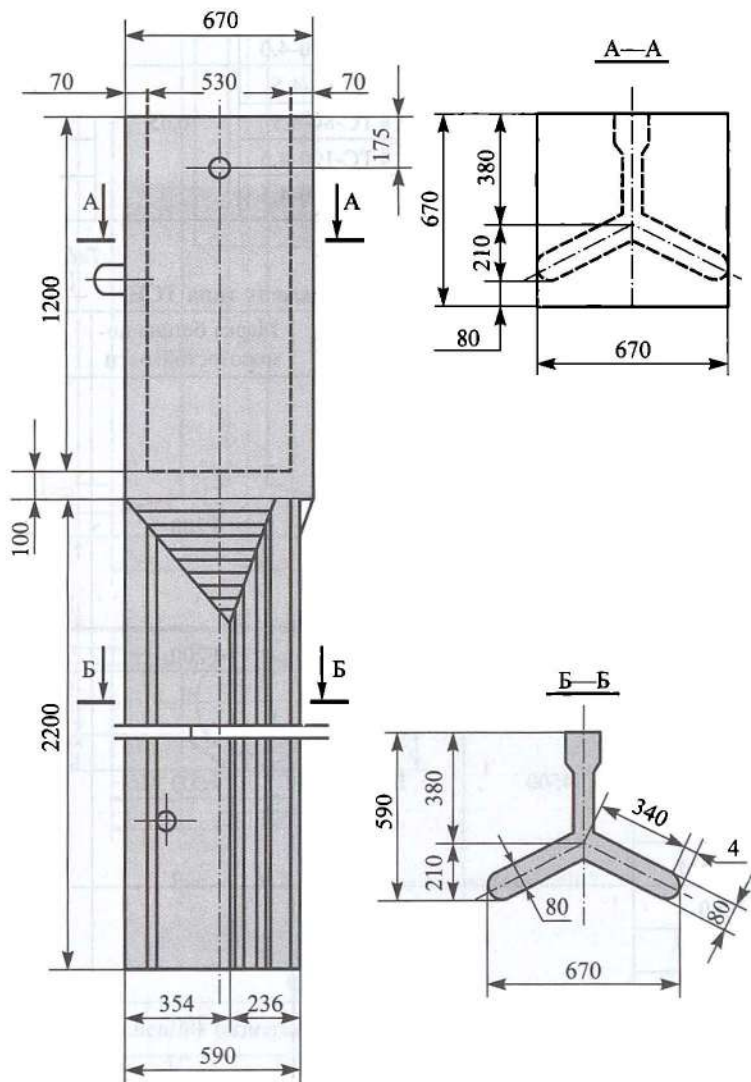


Рис. 4.2.3. Трехлучевой стаканый фундамент типа ТС

Таблица 4.2.9

Трехлучевой фундамент типа ТС

Тип фунда-мента	Объем бетона, м ³	Расход металла, кг	Тип фунда-мента	Объем бетона, м ³	Расход стали, кг
ТС-60-3,5	0,56	54	ТС-100-4,0	0,61	78
ТС-80-3,5		62	ТС-120-4,0		94
ТС-100-3,5		73	ТС-60-4,5	0,65	62
ТС-120-3,5		86	ТС-80-4,5		73
ТС-60-4,0	0,61	57	ТС-100-4,5		86
ТС-80-4,0		67	ТС-120-4,5		103

Таблица 4.2.10

Трехлучевой стаканый фундамент типа ТСН

Марка	Размер, мм <i>L</i>	Класс бетона	Марка бетона по морозостойкости	Масса, т
ТСН-2-4,0	4000	В30	F200	2,0
ТСН-2-4,0М				
ТСН-3-4,0				
ТСН-3-4,0М				
ТСН-4-4,0				
ТСН-4-4,0М				
ТСН-2-4,5	4500	В300	F200	2,13
ТСН-2-4,5М	4500	В300	F200	2,13
ТСН-3-4,5				
ТСН-3-4,5М				
ТСН-4-4,5				
ТСН-4-4,5М				
ТСН-2-5,0	5000	В30	F200	2,28
ТСН-2-5,0М				
ТСН-3-5,0				
ТСН-3-5,0М				
ТСН-4-5,0				
ТСН-4-5,0М				

Для закрепления опор контактной сети в слабых грунтах применяют фундаменты типа ЗФ-1 (рис. 4.2.4, табл. 4.2.11).

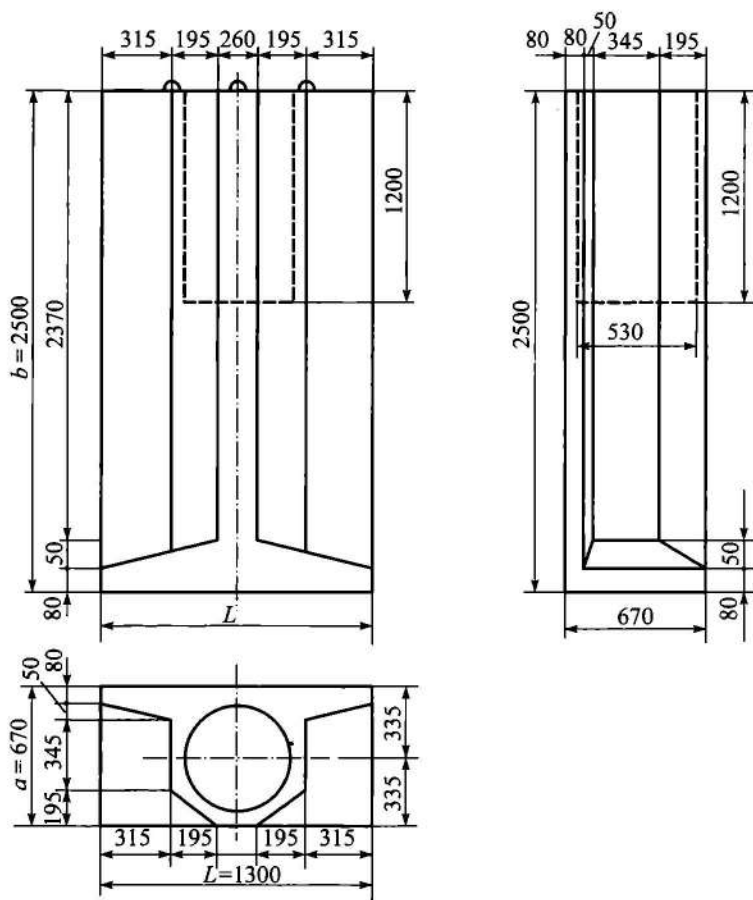


Рис. 4.2.4. Блочный фундамент типа ЗФ-1

Таблица 4.2.11

Фундаменты ЗФ-1

Марка	Основные размеры, мм			Расход материалов			Масса, т
				металла всего, кг	бетона		
	Длина	Ширина	Высота		марка	объем, м ³	
ЗФ-1	1300	670	2500	68,7	400	0,96	2,4

Оттяжки анкерных опор закрепляются на специальных анкерах и должны быть равномерно натянуты и установлены в направлении анкеруемых проводов. Применяются анкера различной модификации со следующими условными обозначениями: Д — двутавровый; С — свайный; Т — трехлучевой; А — анкер; первая группа цифр — несущая способность в тс·м, вторая — длина в м. Технические характеристики и места установки трехлучевого анкера повышенной надежности типа ТАН приведены в табл. 4.2.12—4.2.13.

Таблица 4.2.12

Анкер трехлучевой повышенной надежности типа ТАН

Марка	Размер, мм		Класс бетона	Марка бетона по морозостойкости	Масса, т
	L	L ₁			
ТАН-4,0	4000	3570	В30	F200	1,40
ТАН-4,0М					
ТАН-4,5	4500	4070			1,53
ТАН-4,5М					

Таблица 4.2.13

Места установки трехлучевого анкера типа ТА

Место установки опоры	Ширина земляного полотна, м	Нормативное усилие в оттяжках анкерной опоры, кгс, при условном расчетном сопротивлении грунта, кгс/см ²					
		ТА-4,0			ТА-4,5		
		1	1,5	2	1	1,5	2
Насыпи, выемки и нулевые места	5,8	3500	3500	5500	5000	6200	6200
Междупутье (на станциях)	5,8	5500			6800		
Насыпи, выемки и нулевые места	7,0	5900			6900		
Междупутье (на станциях)	7,0	5500			6800		

Наклонные анкеры ненадежны в эксплуатации и подлежат замене в плановом порядке.

Для установки опор контактной сети на наиболее неблагоприятных по устойчивости участках земляного полотна, на насыпях, расположенных на слабых просадочных основаниях и заторфованных грунтах, на насыпях, сложенных из неоднородных слабых грунтов и т.п., применяют свайные фундаменты.

Установку опор на свайном фундаменте выполняют при отсыпке земляного полотна на слабое основание (слабые грунты). Конструкция фундамента рассчитана на установку железобетонных типа ССА (рис. 4.2.5, а) и металлических типа МК (рис. 4.2.5, б) стоек опор контактной сети с нормативными моментами 7,9 или 9,8 тс·м.

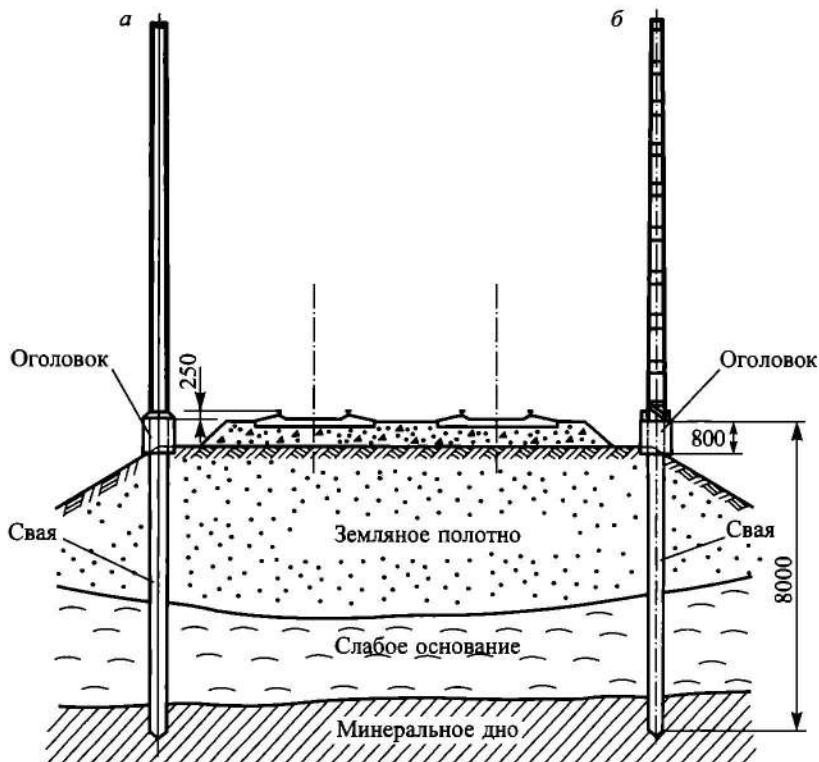


Рис. 4.2.5. Установка опор на свайном фундаменте:
а — железобетонной опоры типа ССА, б — металлической опоры типа МК

Фундамент состоит из одиночной призматической железобетонной сваи сечением 350×350 мм длиной 8 м и стаканного оголовка, на котором с помощью анкерных болтов закрепляют стойку опоры. Оголовок представляет собой железобетонный блок прямоугольного сечения 670×670 мм длиной 0,8 м с внутренней цилиндрической полостью диаметром 500 мм. В блоке оголовка забетонированы анкерные болты М36 с расстоянием в плане 300×500 мм. Использование сборного стаканного оголовка

позволяет произвести его регулировку на свае и обеспечить требуемую точность установки стойки опоры. Технические характеристики фундамента приведены в табл. 4.2.14.

Таблица 4.2.14

Технические характеристики оголовка и сваи

Марка	Класс бетона	Расход материалов		Масса, кг	Несущая способность, тс·м
		бетона, м ³	металла, кг		
Оголовок СТО-1	В30	0,21	50,3	0,53	—
Свая С-8-1		1,0	194,97	2,5	—
Свая С-8-2			239,14		—
Итого на фундамент СФ-1	1,21	1,21	245,27		10,0
Итого на фундамент СФ-2			289,44		12,0

При установке стойки опоры на фундамент между нижним основанием стойки и верхом оголовка сваи устанавливаются изолирующие элементы. Расчетный срок службы фундаментов 70 лет.

Забивку свай рекомендуется выполнять сменным оборудованием к агрегату АВФ или копровой установкой, смонтированной на железнодорожной платформе или подвешенной на стрелу крана.

Для обеспечения требуемой точности установки сваи по габариту и углам наклона забивку сваи рекомендуется выполнять в направленную скважину диаметром 150—200 мм и глубиной 2—2,5 м.

При реконструкции действующих и строительстве новых электрифицированных железнодорожных линий в скальных грунтах разрешена установка железобетонных отдельных опор контактной сети типа ССА и металлических консольных опор из широкополосного двутавра типа МД на фундаментах типа ФС (табл. 4.2.15).

Таблица 4.2.15

Фундаменты ФС и анкера АС

Наименование	Марка (тип)	Длина L, м	Класс бетона	Расход материалов		Масса, кг
				бетона, м ³	металла, кг	
Фундамент	ФС-98-1,7	1700	630	0,29	51,46	720
	ФС-117-1,7				60,06	
	ФС-98-2,7	2700		0,39	76,53	980
	ФС-М7-2,7				90,53	
Анкер	АС-1,7	1700	630	0,29	59,80	720
	АС-2,7	2700			85,07	970

Фундаменты и анкеры длиной 2700 мм применяются в скальном грунте I группы (малопрочный, выветриваемый) и длиной 1700 мм — в скальном грунте II группы (прочная слабовыветриваемая скала).

Не допускается применение отдельных опор в районах вечномёрзлых, пучинистых и слабых грунтов из ильдиевых глин.

Для закрепления железобетонных анкерных опор в слабых грунтах под их основание устанавливают круглые или прямоугольные опорные плиты, а для повышения устойчивости опоры в грунте применяют боковые лежни (рис. 4.2.6, табл. 4.2.16).

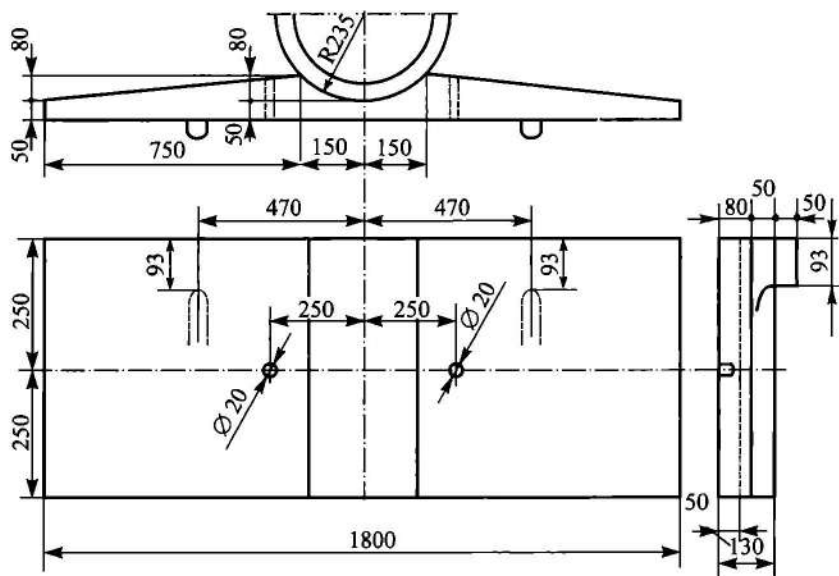


Рис. 4.2.6. Лежни для конических железобетонных опор типа II

Таблица 4.2.16

Лежни для конических железобетонных опор

Марка	Основные размеры			Масса, т
	Z, мм	b, мм	h, мм	
Тип I	1000	110	500	0,1
Тип II	1800	130		0,21
Тип III	800	60		0,06
Тип II сев	1800	130		0,21

4.3. Металлические опоры

В настоящее время на сети железных дорог России находятся в эксплуатации различные типы металлических опор контактной сети, разработанные в разные годы проектными институтами и в последние годы ЗАО «Универсал-контактные сети».

Для гибких поперечин и крепления двухпутных консолей устанавливают металлические опоры. При однопутных консолях металлические опоры используются в прибрежных зонах морей и океанов, в других местах их используют как анкерные, если невозможно разместить оттяжки железобетонных опор. Применяют металлические опоры и в фидерных линиях, в основном, в качестве угловых и анкерных.

Конструкция опор. Металлические опоры представляют собой четырехгранные фермы пирамидальной формы со стойками из угловой стали и треугольной решеткой также из уголков. Нижнюю часть выполняют с перекрестной решеткой. Раскосы решетки со стойками соединяют сваркой.

Опоры собирают из нескольких поясов, у каждого стыка поясов устанавливают диафрагмы, представляющие собой два расположенных крестом уголка, соединяющие все четыре стойки. В местах крепления консолей или анкерных к стойкам опор приваривают горизонтально расположенные уголки. Наверху опор устанавливают оголовки, соединяющие четыре стойки, а внизу — основания, в которых имеются отверстия для анкерных болтов, крепящих опоры к фундаментам.

Высота металлических опор может быть 10, 13, 15 и 20 м. Опоры высотой 10 м состоят из двух поясов, 15 м — из трех и 20 м — из 4 поясов (см. рис. 4.1.3).

Фундаменты для крепления металлических опор выполняют как бетонными (из бетона марки 90, 100, 110), так и железобетонными (из бетона марки 170 или 200). Разработано значительное количество типов таких фундаментов с анкерными болтами, с помощью которых металлические опоры крепят на верхней части фундамента. Технические характеристики фундаментов приведены в табл. 4.3.1—4.3.4.

Широко применяют фундаменты в виде ростверков со сваями, устанавливаемыми специальными кранами. Соединяют опоры с фундаментами анкерными болтами.

Для контактной подвески К-200 разработаны принципиально новые конструкции металлических опор типа МД (рис. 4.3.6, а) из широкополочного двутавра и типа МК (рис. 4.3.6, б) коробчатые двухшвеллерные, устанавливаемые на фундаментах типа ФКА (рис. 4.3.7).

Бетонные фундаменты консольных и фиксирующих опор (рис. 4.3.1)

Типы фунда- ментов	Размеры, мм			Диаметр болтов d , мм	Расход металла, кг	Объем бетона, м ³	
	h	a_0	b_0				
К-I-24	2400	800	600	24	38,18	1,0	
К-II-24	2650			24	40,58	1,10	
К-II-30				30	53,86	1,10	
К-XIII-24	3000			24	44,06	1,24	
К-XIII-30				30	56,64	1,24	
К-XIV-24	3400			24	51,08	1,40	
К-XIV-30				30	64,26	1,40	
К-XIV-36				36	93,94	1,40	
К-XV-24	3900			24	56,02	1,60	
К-XV-30				30	69,26	1,60	
К-XV-36				36	100,98	1,60	
К-XVI-30				30	69,26	2,18	
К-XVI-36				36	100,98	2,18	
К-XVII-36	4200			900	36	105,22	2,64

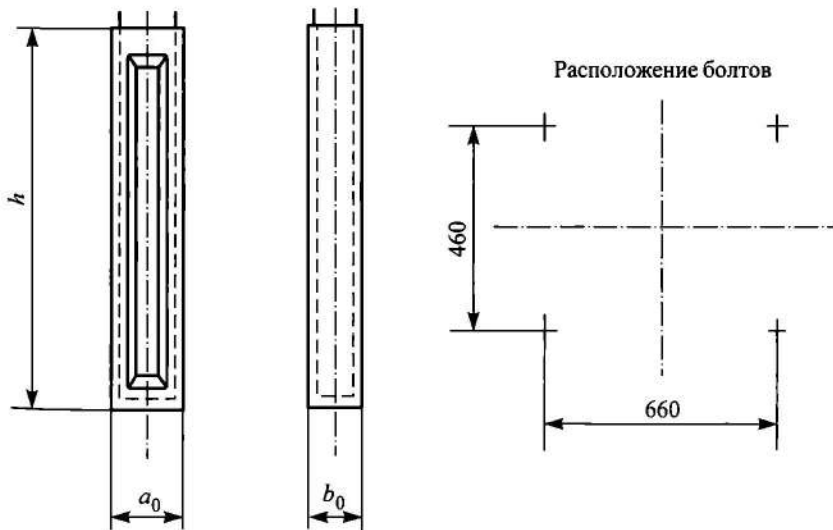


Рис. 4.3.1. Бетонные фундаменты консольных и фиксирующих опор

Фундаменты консольных опор (рис. 4.3.2)

Типы фундаментов	Размеры, мм					Диаметр болтов d , мм	Расход металла, кг	Объем бетона, м ³
	h	a_0	a_1	b_0	b_1			
К-VIII-24	300	1250	1750	850	850	24	85,5	2,87
К-IX-24			2250		1200	24	91,05	5,42
К-IX-30			2400			30	116,57	3,42
К-X-24	3500		2400		1200	24	100,85	4,02
К-X-30			2700			30	127,0	4,02
К-XI-30		2700	1500	30	193,4	4,0		

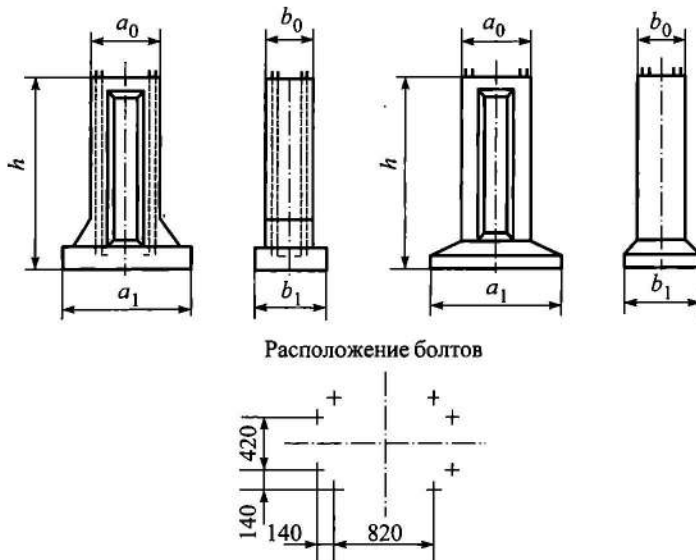


Рис. 4.3.2. Фундаменты консольных опор

Высота опор 10 и 12 м, несущая способность в направлении перпендикулярной оси пути 6, 8, 10 тс·м. Анкерные опоры имеют ту же конструкцию, что и промежуточные. База отверстий под анкерные болты 300×500 мм.

Фундаменты анкерных консольных опор (рис. 4.3.3)

Типы фунда- ментов	Размеры, мм						Диаметр- болтов d , мм	Расход металла, кг	Объем бетона, м^3	
	h	a_0	a_1	b_0	b_1	L				
АК-I-36	2500	1200	2250	300	1250	275	36	225,2	1,73	
АК-II-36			2750		1500			244,3	2,12	
АК-III-36	3500	1750	253,7	2,12						
АК-IV-36	2500	1500	2250	1250	575	236,0		1,95		
АК-V-36			3000	1500		265,0		2,51		
АК-VI-36	3500	2500	301,0	2,52						
АК-VII-30	2900	950	1950	950	—	30	114,22	2,87		
АК-VIII-30								2450	1450	—
АК-IX-30	3200	—	—	—	—		120,22	4,08		
Анкер	A-I	3000	200	1300	200	1300	—	—	46,2	0,6
	A-II	4000							58,5	0,69

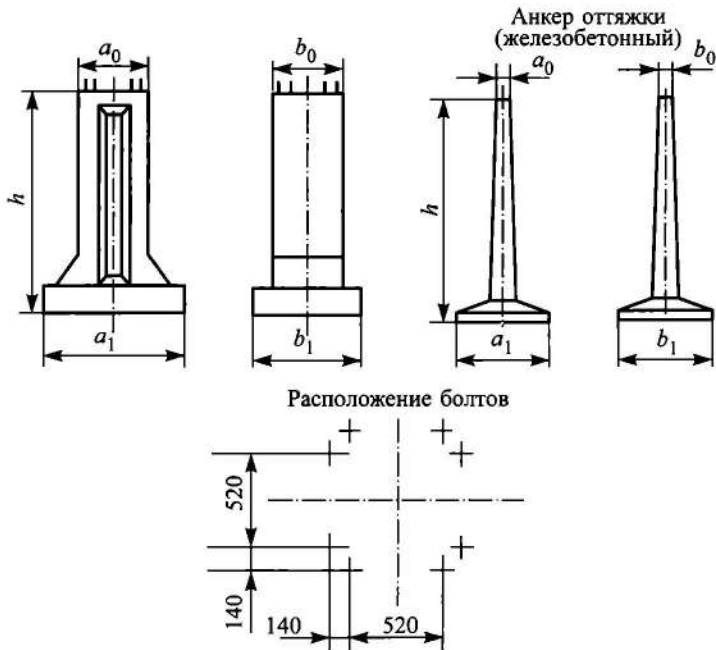


Рис. 4.3.3. Фундаменты анкерных консольных опор

Железобетонные ростверки (рис. 4.3.4)

Тип	Тип опоры	Размеры, см			База К, см	Расход на ростверк		Масса, т
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>h</i>		бетона марки 300, м ³	металла, кг	
П45/15	МН45/15	350	205	40	132	2,2	298	5,5
П65/15	МН65/15							
П65/20	МН65/20							
ПА45/15	М45-25/15	350	285	50	182	3,8	485	9,5
	М40-40/15							
ПА65/15	М65-25/15							
ПА45/15	М45-25/15						407	
ПА65/15	М65-25/15							
П105/20	МН105/20							
П150/20	МН150/20							

Примечания. 1. Обозначение ростверков: П — для промежуточных опор, ПА — для анкерных; в числителе — несущая способность опор (тс·м); в знаменателе — высота (м).

2. В ростверках П45/15, П65/15, П65/20 — 8 анкерных болтов диаметром 36—42 мм; в остальных — по 16 болтов того же диаметра.

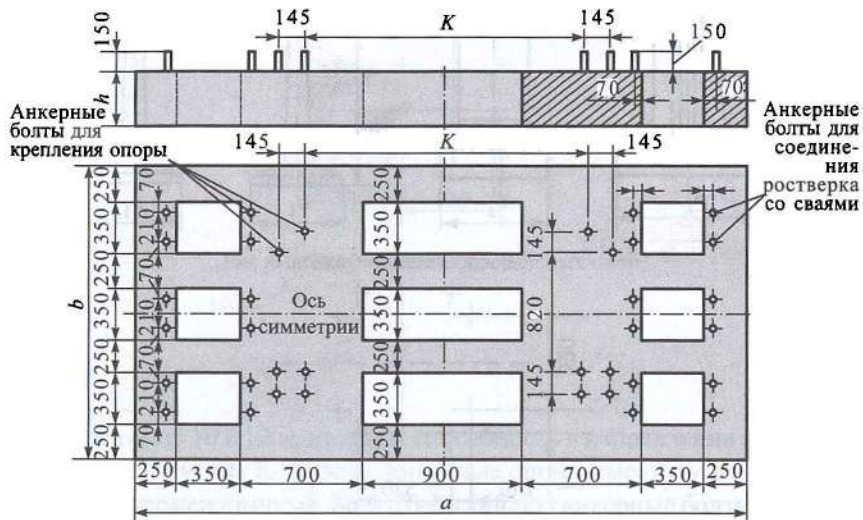


Рис. 4.3.4. Железобетонный ростверк типа П45,65/15, ПА45,65/15

Железобетонная свая (рис. 4.3.5)

Параметры	Тип сваи						
	С5-1	С6-2	С8-2	С8-3	С10-2	С10-3	С12-3
Расход на сваю бетона марки 300, м ³	0,46	0,55	0,73	0,73	0,91	0,91	1,0
арматуры из стали 35 ГС, кг	43,7	47,7	76,0	110,6	88,6	123,2	135,8
Масса сваи, т	1,2	1,4	1,8	1,8	2,27	2,3	2,8

Условные обозначения: С — свая, первая цифра — длина сваи в м, вторая — тип армирования.

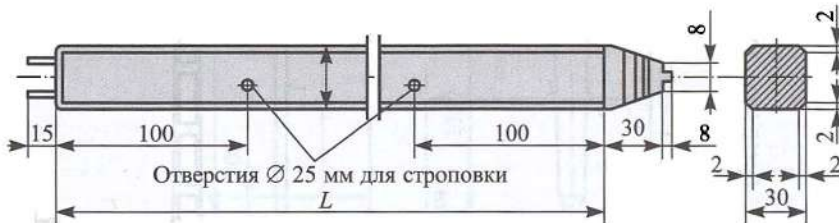


Рис. 4.3.5. Железобетонная свая:
L — длина сваи

Применение раздельной конструкции опор позволяет обеспечить: повышение устойчивости опор в грунте, исключение резонансных явлений в опорах, регулировку угла наклона, оперативную замену опор при повреждении стойки, повышение уровня защиты от электрокоррозии и срока службы, минимальные затраты на техническое обслуживание в процессе их эксплуатации. На опорах предусмотрена установка реперных знаков системы контроля положения пути и контактной подвески.

Длина фундаментов и анкеров составляет 4,5—5,0 м и определяется из условия обеспечения устойчивости опор в различных грунтах. Несущая способность фундаментов соответственно 10—12 тс·м. Конструкция фундамента и анкера обеспечивает возможность их погружения в грунт с помощью механизированных виброагрегатов типа АВФ (АВСЭ).

Технические данные металлических опор МД и МК, а также клиновидных фундаментов ФКА и анкеров КА приведены в табл. 4.3.6—4.3.8.

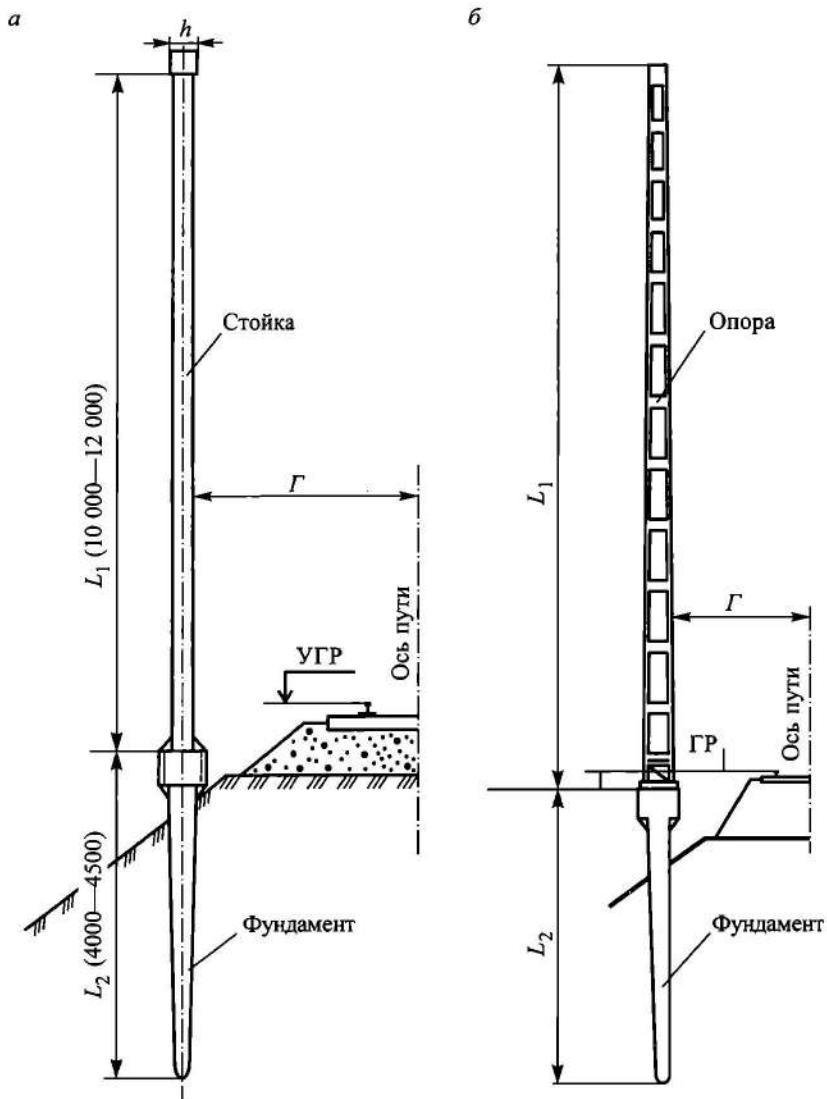


Рис. 4.3.6. Общий вид металлической консольной опоры контактной сети МД из широкополочного двутавра (а) и коробчатой двухшвеллерной опоры МК (б) на фундаменте ФКА:

L_1 — длина стойки; L_2 — длина фундамента; Γ — расстояние от оси крайнего пути до внутреннего края опоры; h — высота двутавра

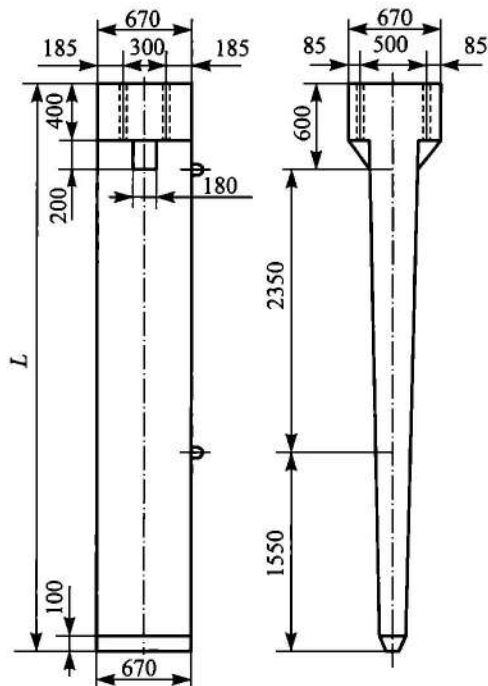


Рис. 4.3.7. Фундамент типа ФКА:

L — длина фундамента

Таблица 4.3.6

Металлические консольные опоры из широкополочного двутавра МД (рис. 4.3.6, а)

Тип опоры	Размеры, мм		Масса опоры, кг
	L	h	
МД-10-79	10000	294	620,4
МД-10-98		300	738,4
МД-10,5-79	10500	294	648,4
МД-10,5-98		300	772,7
МД-11-79	11000	294	677,2
МД-11-98		300	807,0
МД-11,5	11500	294	705,6
МД-11,5-98		300	841,3
МД-12-79	12000	294	734,0
МД-12-98		300	875,6

Таблица 4.3.7

Металлические коробчатые двущвеллерные опоры МК (рис. 4.3.6, б)

Тип опоры	Высота	Изгибающий момент, тм·с	Тип швеллера	Размер швеллера, мм	Масса опоры, кг
МК-10	10	10	Гнутый	200×80×6	420
МК-12	12				490
МК-10	10	8			420
МК-12	12				480
МК-10	10	6		180×80×6	340
МК-12	12				390
МК-10	10	10	Прокат	180×70×5,1	440
МК-12	12				500
МК-10	10	8			430
МК-12	12				500
МК-10	10	6		160×68×5	400
МК-12	12				470

Таблица 4.3.8

Клиновидные фундаменты и анкера (рис. 4.3.7)

Марка	Размеры, мм		Расход материалов		Масса, кг
	<i>L</i>	<i>a</i>	бетона, м ³	металла, кг	
ФКА-98-4,0	4000	205	0,88	102,7	2200
ФКА-117-4,0				124,42	
ФКА-98-4,5	4500	180	0,94	115,1	2360
ФКА-117-4,5				139,58	
ФКА-98-5,0	5000	155	1,0	133,8	2490
ФКА-117-5,0				161,04	
КА-4,0	4000	205	0,88	115,08	2200
КА-4,5	4500	180	0,94	127,48	2360
КА-5,0	5000	155	1,0	144,44	2490

4.4. Общие сведения о поддерживающих устройствах

К поддерживающим устройствам контактной сети и воздушных линий относятся различные кронштейны для крепления проводов на подвесных или штыревых изоляторах, а также специальные конструкции — жесткие и гибкие поперечины. Обычно кронштейны для закрепления несущих тросов цепных подвесок называют консолями, чтобы отличить их от просто кронштейнов, на которых крепят провода ВЛ (кроме ВЛ АБ). Провода последних крепят на конструкциях, называемых траверсами.

Консоли различают по числу перекрываемых путей, а также по форме и по изоляции от опоры.

На однопутных и двухпутных перегонах, а также на отдельно расположенных путях станций, как правило, применяют однопутные консоли, так как при двухпутных и многопутных консолях механическая связь между контактными подвесками отдельных путей недостаточна надежна, что может привести к выходу из строя всех перекрываемых консолю путей при повреждении подвески над одним из них. Двухпутные консоли применяют в виде исключения в тех местах, где трудно устанавливать опоры для однопутных. Многопутные консоли практически не получили распространения и ниже не рассматриваются.

По форме консоли могут быть прямыми или изогнутыми. Прямые консоли, устанавливаемые под острым углом к опоре, называют наклонными, а под прямым углом — горизонтальными. Изогнутыми называют консоли, у которых основной элемент (подкос) имеет горизонтальную и наклонную части по отношению к опоре (рис. 4.4.1). Все эти консоли крепят на опорах с помощью тяг, которые при горизонтальных и изогнутых консолях всегда растянуты, а при наклонных могут быть и сжатыми.

Тяги наклонных консолей работают на растяжение или сжатие в зависимости от места установки опоры, на которой крепится данная консоль, и направления проводов поддерживаемых подвесок. Консоли с растянутыми тягами устанавливают на промежуточных и переходных опорах прямых участков пути и внешней стороне кривых. Сжатые тяги применяют в консолях на промежуточных опорах, устанавливаемых с внутренней стороны кривых, и на всех переходных опорах для анкеруемых ветвей контактных подвесок. Кроме того, консоли со сжатыми тягами устанавливают на опорах, расположенных на прямых участках пути,

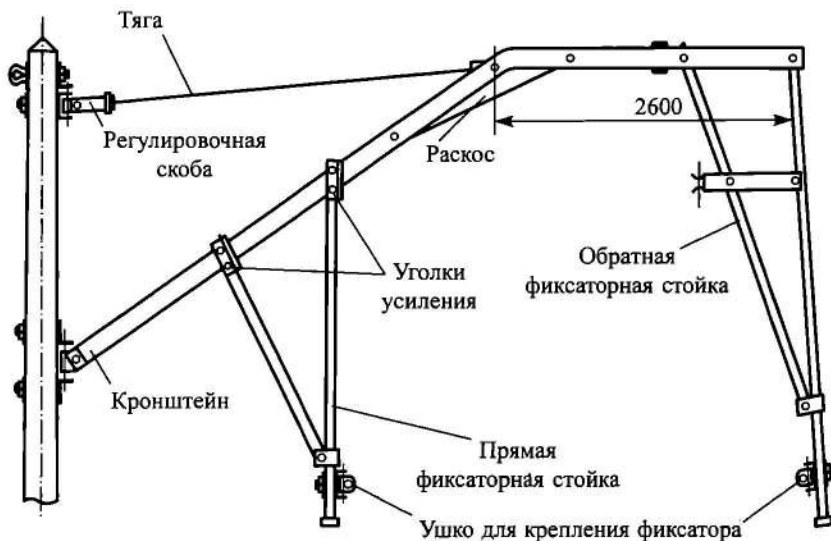


Рис. 4.4.1. Изогнутая консоль с фиксаторными стойками

но перед началом кривых, где усилия от изменения направления проводов подвески и ветра могут быть направлены в сторону опоры; их применяют также в некоторых других случаях.

Однопутные консоли выполняют изолированными или неизолированными (заземленными), у которых изоляторы расположены между несущим тросом и кронштейном, а также в фиксаторе. Изолированные консоли устанавливают на консольных опорах и на специальных стойках жестких поперечин. Двухпутные консоли могут быть только неизолированными, устанавливают их лишь на опорах.

В изолированных консолях изоляторы монтируют со стороны опоры; они удалены из зоны непосредственного воздействия дыма и газов, что уменьшает их загрязнение и повышает изоляционные качества. Кроме того, они позволяют производить работы на несущем тросе вблизи консоли без снятия напряжения, что недопустимо при неизолированных консолях. Отсутствие гирлянды изоляторов обеспечивает большую стабильность положения несущего троса, что особенно важно в условиях высоких скоростей движения поездов. Изолированные консоли широко применяются на участках переменного тока.

Однопутные консоли, рассчитанные на подвеску несущих тросов одной контактной подвески, называют промежуточными. Если на одной и той же консоли крепят две контактные подвески (например, на опорах, устанавливаемых в местах сопряжений анкерных участков), такие консоли называют переходными.

Изолированные консоли в точках подвеса несущего троса должны иметь вкладыши, по одному дополнительному тарельчатому изолятору или электрический шунт сечением не менее 70 мм².

Консоль крепится к опоре кронштейном для крепления подкоса консоли («пяте консоли») и удерживаются с помощью тяги. «Пята» консоли может быть поворотной и неповоротной. Наклонные поворотные консоли независимо от типа и габарита опоры должны быть оборудованы подкосами.

Жесткие поперечины применяют на станциях и многопутных (двухпутных) перегонах, где опоры установлены с габаритом 3,1—5,7 м. Они состоят из собственно поперечины (ригеля) и опор, на которые она опирается. Типовые жесткие поперечины перекрывают до восьми путей включительно. На станциях обычно применяют жесткие поперечины с фиксирующим тросом (см. рис. 4.1.2, *а*), на котором устанавливают фиксаторы для контактных проводов. На перегонах и на станциях применяют жесткие поперечины с консольными и фиксаторными стойками (см. рис. 4.1.2, *б*). На крупных станциях, где число путей более восьми и междупутья недостаточны для установки опор жестких поперечин, раздвигают пути, чтобы установить две жесткие поперечины со сдвигом одна относительно другой вдоль станции.

Гибкие поперечины применяют на станциях, имеющих большое путевое развитие, в случае невозможности установки жестких поперечин. Они позволяют перекрыть восемь и более путей, как правило, не более десяти; но в отдельных случаях и большее число путей.

Кронштейны для крепления проводов ВЛ изготавливают металлическими (с подкосом или тягой) или деревянными (с подкосом и без него). На металлические кронштейны подвешивают с помощью подвесных изоляторов от одного до четырех питающих, усиливающих, отсасывающих или экранирующих проводов; один или два провода линии ДПР. Деревянные кронштейны применяют для крепления на штыревых изоляторах проводов ВЛ 6 (10) кВ (рис. 4.4.2, *а*), волноводных (рис. 4.4.2, *в*) и других проводов линий напряжением до 1000 В (рис. 4.4.2, *б*). Изоляторы закрепляют на штырях с помощью полиэтиленовых колпачков (рис. 4.4.2, *з*).

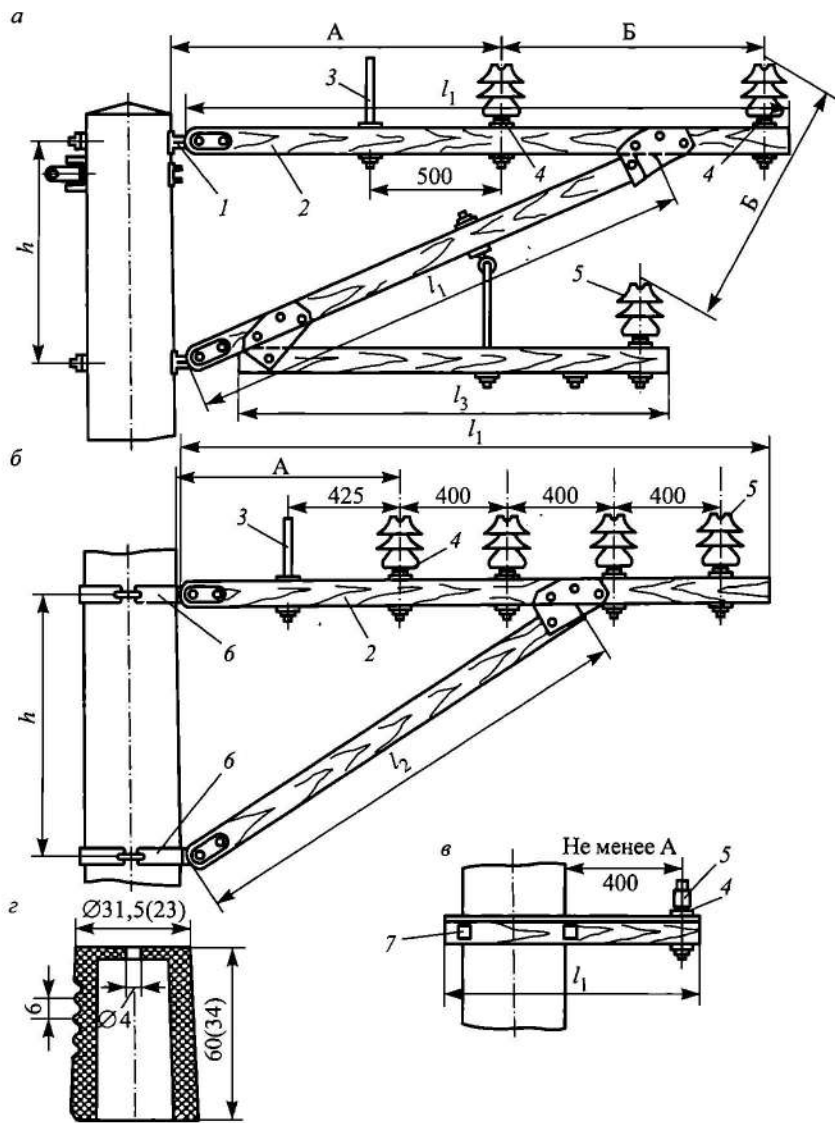


Рис. 4.4.2. Деревянные кронштейны для ВЛ 6 (10) кВ (а), ВЛ до 1000 В (б) и волновода (в); колпачок полиэтиленовый (z) для крепления штыревого изолятора: 1 — деталь закладная верхняя; 2 — кронштейн; 3 — штырь ограничительный; 4 — штырь; 5 — изолятор; 6 — хомут; 7 — полухомут

Траверсы (рис. 4.4.3) применяют для крепления на штыревых изоляторах проводов ВЛ АБ и ПЭ на отдельно стоящих опорах. Они представляют собой прямые деревянные бруски, укрепленные на опорах горизонтально.

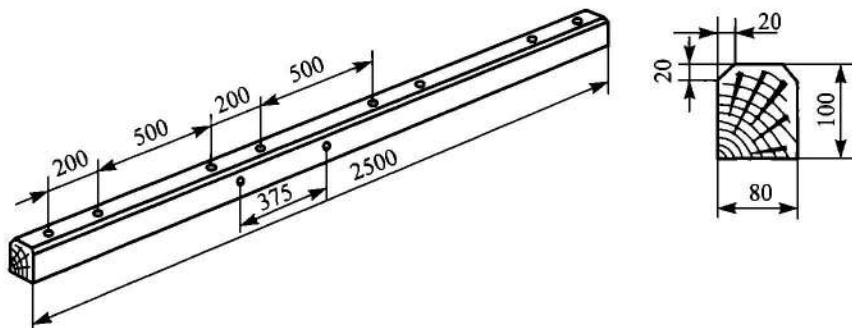


Рис. 4.4.3. Траверса

4.5. Конструкции и типоразмеры консолей

Для электрификации железнодорожных путей в настоящее время в основном применяют наклонные консоли, так как они легче изогнутых и более удобны в изготовлении и при транспортировке. Горизонтальные устанавливают сравнительно редко — только когда позволяет высота опор, выбранная по каким-либо другим условиям.

Кронштейны наклонных консолей изготавливают либо из двух швеллеров № 5 или № 6,5, скрепленных соединительными планками, приваренными к полкам обоих швеллеров сверху и снизу, либо из оцинкованных труб диаметром 60 мм. Сжатые тяги наклонных консолей выполняют из труб диаметром 33,5 мм, растянутые — из круглой стали диаметром 16 мм.

Наклонные консоли из швеллеров с растянутыми тягами маркируют буквами НР (рис. 4.5.1, табл. 4.5.1), а со сжатыми тягами — НС. Для опор, установленных с большим габаритом, применяют консоли с подкосом, которые маркируют, например, НС-II, III (III — тип консоли). В маркировке консолей из труб добавляют букву Т (НТР и НТС). Фиксаторы крепят на кронштейнах консолей с помощью соответствующих изоляторов.

Неизолированные наклонные одноопутные консоли (рис. 4.5.1)

Тип консоли	Габарит опоры, м	Номер швеллера	Длина, мм		Размер А, мм	Масса, кг
			кронштейна (L)	тяги (l)		
НР-0-5	2,45—3,1	5	3630	1900	1335	44
НР-I-5	3,1—3,5		4730	2600		
НР-II-5	3,3—3,5		5230	3400		
НР-III-6,5	4,9	6,5	6230	4400	2835	85
НР-IV-6,5	5,7		7130	5300		
НС-III-6,5п	4,9		6230	4400		
НС-IV-6,5П	5,7	5	7130	5300	2835	111
НС-I-5	3,1—3,5		4730	2600		
НС-II-5	3,3—3,5		5230	3400		
НС-I-6,5	3,1—3,5	6,5	4730	2600	2835	64
НС-II-6,5	3,3—3,5		5230	3400		
НС-III-6,5	4,9		6230	4400		
НС-IV-6,5	5,7	6,5	7130	5300	2835	87

Примечание. Рамская цифра обозначает номер консоли в зависимости от длины кронштейна, арабская — номер швеллера.

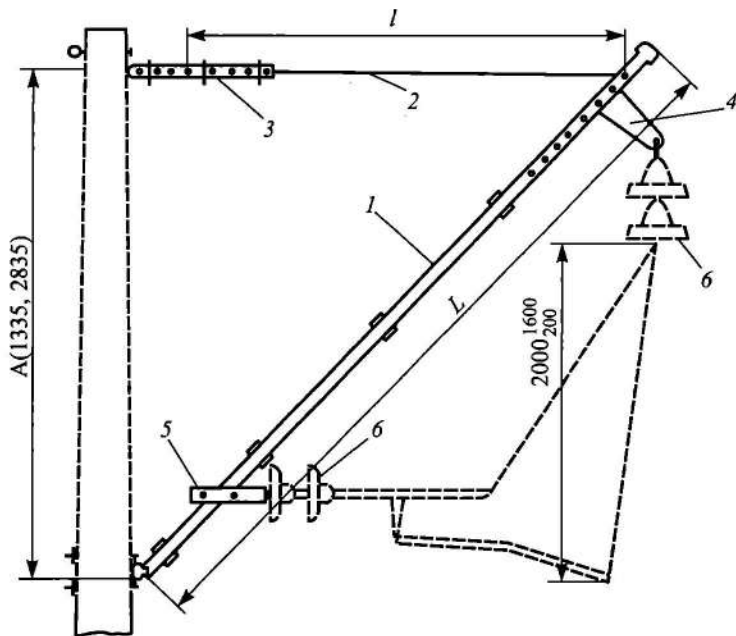


Рис. 4.5.1. Неизолированная наклонная однопутная консоль:

1 — кронштейн; 2 — тяга (растянутая или сжатая); 3 — регулировочная пластина или труба; 4 — бугель с серьгой пластинчатый; 5 — кронштейн фиксаторный; 6 — изоляторы

Изогнутые консоли состоят из фигурного кронштейна, изготовленного из двух швеллеров (см. рис. 4.4.1) и растянутой тяги из круглой стали. Крепление швеллеров, соединение тяги с кронштейном и опорой и установку кронштейна на опоре выполняют так же, как и для изолированных и наклонных консолей. Изогнутые консоли для крепления на промежуточных опорах, установленных с габаритом до 3,5 м включительно, применяют без фиксаторных стоек, при этом фиксаторы монтируют на специальных фиксаторных кронштейнах. На промежуточных опорах с габаритом 4,9 и 5,7 м и на всех переходных опорах устанавливают консоли с одной или двумя (прямыми или обратными) фиксаторными стойками (см. рис. 4.4.1); в этих случаях фиксаторные кронштейны на опорах не устанавливают. Размер горизонтальной части изогнутых консолей дает возможность сдвигать гирлянды подвесных изоляторов на прямых участках переменного тока на 800 мм от оси пути, что уменьшает их загрязнение.

Для крепления наклонных консолей и фидерных кронштейнов на железобетонных опорах длиной 13,6 и 10,8 м выполнены соответствующие отверстия, в которых размещаются закладные детали (рис. 4.5.2). Отверстия 1 и 3 предназначены для крепления фидерного кронштейна, а 2 и 8—11 — наклонной консоли (наличие нескольких отверстий для крепления пяты консоли позволяет регулировать высоту расположения консоли). Отверстия 4—7 предназначены для крепления пяты применяемых ранее изогнутых консолей.

Изолированные консоли имеют изоляцию от опоры у пяты, в подкосе и тяге консоли. Изолированные консоли в точках подвеса несущего троса должны иметь вкладыши, по одному дополнительному тарельчатому изолятору или электрический шунт сечением не менее 70 мм².

«Пята» консоли может быть поворотной и неповоротной. Консоли, имеющие поворотные узлы пяты и тяги, называются поворотными. Тяги консолей в зависимости от направления приложения нагрузок могут быть растянутыми и сжатыми.

Наклонные изолированные консоли независимо от типа и габарита опоры должны быть оборудованы подкосами.

Технические данные изолированных консолей приведены в табл. 4.5.2—4.5.3.

Таблица 4.5.2

Изолированная наклонная однопутная консоль (рис. 4.5.3)

Тип консоли	Габарит опоры, м	Кронштейн		Материал	Длина <i>l</i> , мм	Масса, кг
		Конструкция	Длина <i>L</i> , мм			
ИР-II	3,1—3,5	Швеллер № 5	3500	Сталь Ø12	2200	40
ИР-V	4,9		5000			
ИТР-II	3,1—3,5	Труба Ø 50	3500	Сталь Ø16	2200	22
ИТР-V	4,9		5000			
ИС-II	3,1—3,5	Швеллер № 5	3500	Труба Ø 25	2250	41
ИС-III	3,1—3,5		4000		2750	47
ИС-V	4,9		5000		3860	59
ИС-VI	4,9		5500		4350	66
ИТС-II	3,1—3,5	Труба Ø 50	3500		2250	24
ИТС-III	3,1—3,5		4000		2750	28
ИТС-V	4,9		5000		3850	36
ИТС-VI	4,9		5500		4350	39

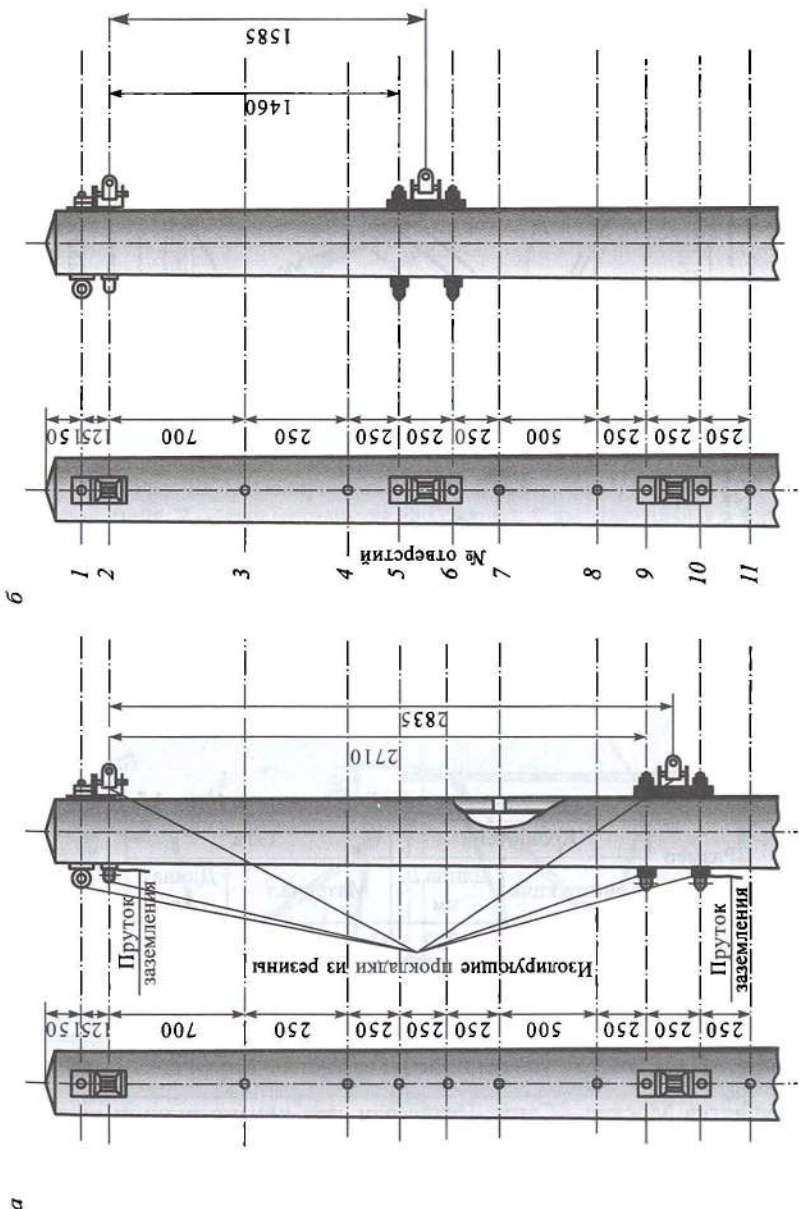


Рис. 4.5.2. Схема расположения закладных деталей на железобетонной опоре длиной 13,6 и 10,8 м для крепления наклонных (а) и изогнутых (б) консолей

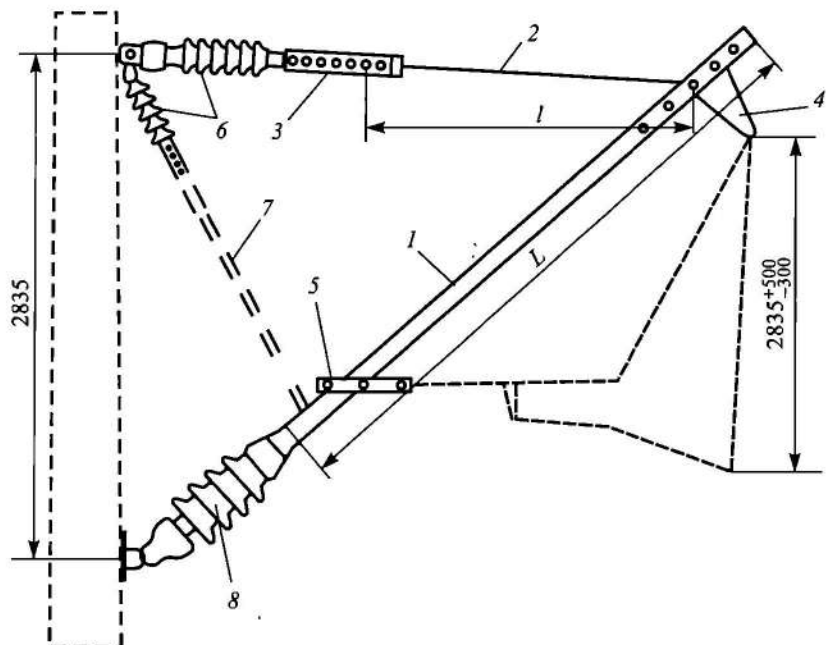


Рис. 4.5.3. Изолированная наклонная однопутная консоль:
 1 — кронштейн; 2 — тяга (растянутая); 3 — регулировочная пластина; 4 — бугель с серьгой пластинчатый; 5 — кронштейн фиксаторный; 6 — изоляторы; 7 — подкос; 8 — консольный изолятор

Таблица 4.5.3

Изолированная консоль на жесткой поперечине (рис. 4.5.4)

Тип консоли	Размер Г, м	Кронштейн		Тяга		Масса, кг
		Конструкция	Длина L, мм	Материал	Длина l, мм	
ЖР-I	2400	Швеллер № 5	1920	Сталь Ø 12	1450	14
ЖР-II	2600		2050	Сталь Ø 12	1450	16
ЖС-I	2400		1920	Сталь 50×50×5	1600	19

Примечание. «Ж» — консоль, устанавливаемая на жесткой поперечине.

Для участка Москва—Санкт-Петербург при реконструкции контактной сети под скоростное движение разработаны изолированные горизонтальные консоли типа КИСЖ (рис. 4.5.5) с подкосом из оцинкованных стальных труб или алюминиевых сплавов.

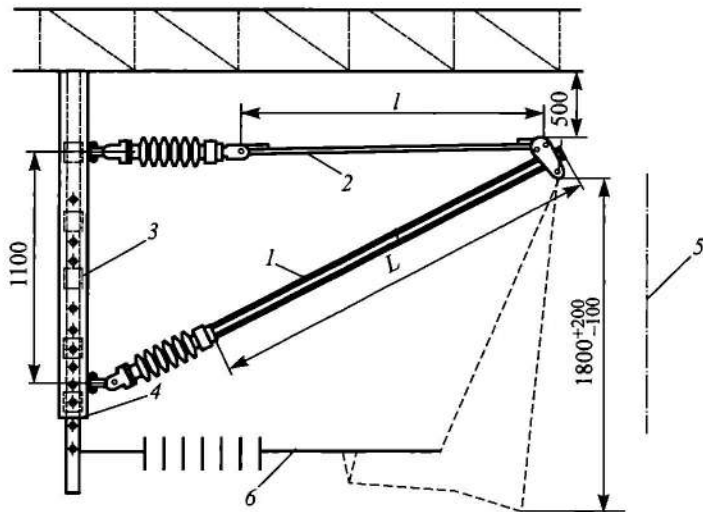


Рис. 4.5.4. Изолированная консоль на жесткой поперечине:
 1 — кронштейн; 2 — тяга (растянутая или сжатая); 3, 4 — консольная и фиксаторная стойки; 5 — ось пути; 6 — фиксатор

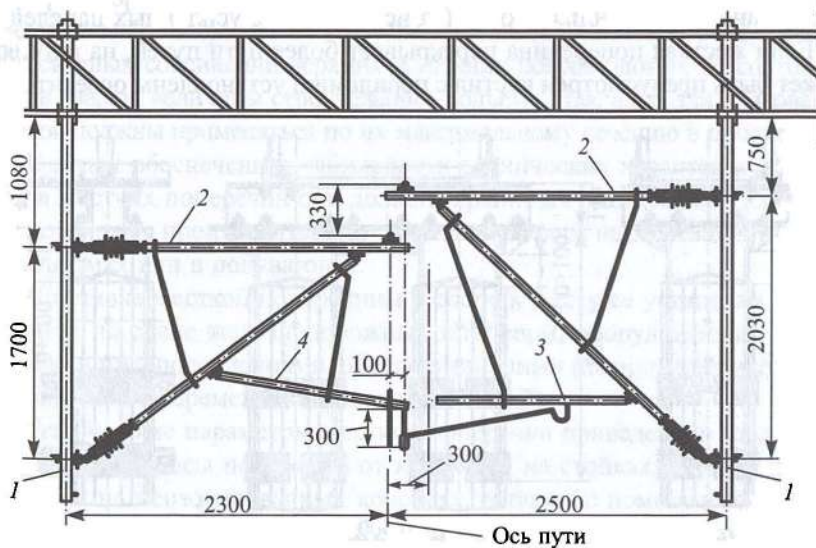


Рис. 4.5.5. Консоль изолированная (типа КИСЖ):
 1 — фиксаторная стойка; 2 — консоль; 3 — сочлененный фиксатор; 4 — фиксатор нерабочей ветви

Для защиты стержневых изоляторов от перекрытия птицами на изолированных консолях на середине стержневых изоляторов устанавливают вертикальные штыри длиной 150—200 мм из проволоки БМ-4—6 мм или БА такого же сечения; а на неизолированных — изолирующие экраны из полимерных труб длиной 1000, диаметром 100 и толщиной 4—5 мм на кронштейнах консолей в зоне крепления фиксаторных изоляторов.

4.6. Жесткие и гибкие поперечины

Жесткие поперечины (ригели) представляют собой металлические фермы с параллельными поясами и раскосами и состоят из блоков (секций), которые стыкуются между собой приварными накладками из угловой стали или болтами.

На вершинах железобетонных стоек балочную жесткую поперечину крепят с помощью металлических оголовников (рис. 4.6.1), ниже вершины — специальных опорных столиков. Ригель к оголовнику крепят при помощи скоб-болтов.

Длина основных ригелей стандартизована и находится в пределах от 16 до 44,2 м. Если требуются поперечины меньшей длины, уменьшают число панелей в крайних блоках (за исключением усиленных панелей).

Если жесткая поперечина перекрывает более пяти путей, на ригелях может быть предусмотрен настил с перилами и установлены осветитель-

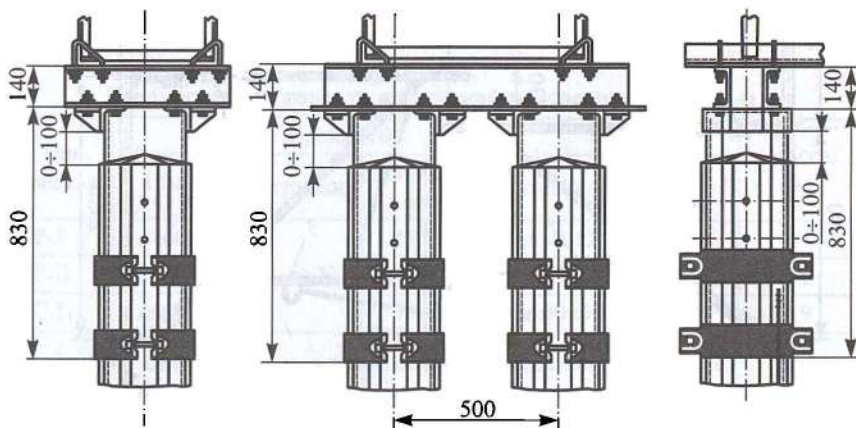


Рис. 4.6.1. Крепление ригеля на вершинах стоек:

a — вид поперек пути при одиночных стойках; *b* — то же при спаренных стойках;
1 — опора; *2* — оголовок; *3* — ригель

ные приборы. В районах с очень низкими температурами применяют ригели из специальных сталей.

В зависимости от количества перекрываемых путей жесткую поперечину собирают из двух, трех или четырех блоков. Правильная технология сборки жестких поперечин из блоков, строгое соблюдение сортамента накладок и правил подъема ее на опоры обеспечивают необходимые расчетные параметры поперечин. Нарушение технических требований и норм в процессе сборки (неправильное применение комплектующих, некачественная сварка блоков и т.п.) могут привести к снижению несущей способности и деформации жесткой поперечины при эксплуатации.

В практике имели место случаи повреждения сварных соединений жестких поперечин из-за дополнительных нагрузок, нарушений технологии их сборки.

При формировании блоков жестких поперечин в зависимости от их длины и нагрузки применяется широкий сортament накладок, что осложняет контроль сборки и проведение профилактических работ по их содержанию. При выявлении нарушений технологии сборки блоков жестких поперечин, находящихся в эксплуатации, необходимо произвести расчет их несущей способности, разгрузку элементов и усиление конструкции.

При сборке новых жестких поперечин необходимо обеспечить технический надзор и обратить особое внимание на соответствие сечения накладок сварных соединений верхних и нижних поясов блоков, на состояние узлов сварки, величины строительного подъема. Накладки для стыкования блоков должны применяться по их максимальному сечению в проекте.

В целях обеспечения стабильности технических характеристик блоков и жестких поперечин они должны храниться в штабелях. Перевозка блоков может производиться по железной дороге на железнодорожных платформах или в полувагонах.

Доставка жесткой поперечины в сборе к месту ее установки производится на сцепе железнодорожных платформ, оборудованных специальными приспособлениями, обеспечивающими поворот опорных узлов и продольное перемещение ригеля (рис. 4.6.2).

Технические параметры жестких поперечин приведены в табл. 4.6.1.

Несущие тросы подвешивают к ригелям на стойках, на изолированных или на неизолированных консолях, а также с помощью специальных устройств (пластинчатых бугелей, скоб или треугольников). В первом случае фиксаторы крепят к тем же вертикальным стойкам, что и консоли, а во втором — к специальным фиксаторным стойкам или к фиксирующему тросу, натягиваемому между опорами.

Таблица 4.6.1

Жесткие поперечины

Марка поперечины	Допустимый изгибающий момент, тс·м	Расчетная длина	Размеры сечения (ширина, высота) и длина панели (основания), мм	Число блоков	Масса, кг	
					без освещения	с освещением
П13-16,1	13	16,115	450×700; 800	2	485	
П15-16,1	15				512	
П13-17,7	13	534				
П15-17,7	15	569				
П13-22,5	13	684				
П15-22,5	15	725				
П15-29,1	15	921				
П17-29,1	17	987				
П22-29,1	22	1145				
П23-30,3	23	1185				
П26-30,3	26	1250				
П29-30,3	29	1320				
П26-34,0	26	1341				
П-29-34,0	29	1462				
П33-34,0	33	1511				
П29-39,2	29	1680				
П33-39,2	33	1831				
П43-39,2	43	2074				
П39-44,2	39	2109				
П43-44,2	43	2316				
П54-44,2	54	2659				
						1809
						1738
						1670
						1889
						2010
						2059
						2313
						2465
						2707
						2822
						3029
						3372

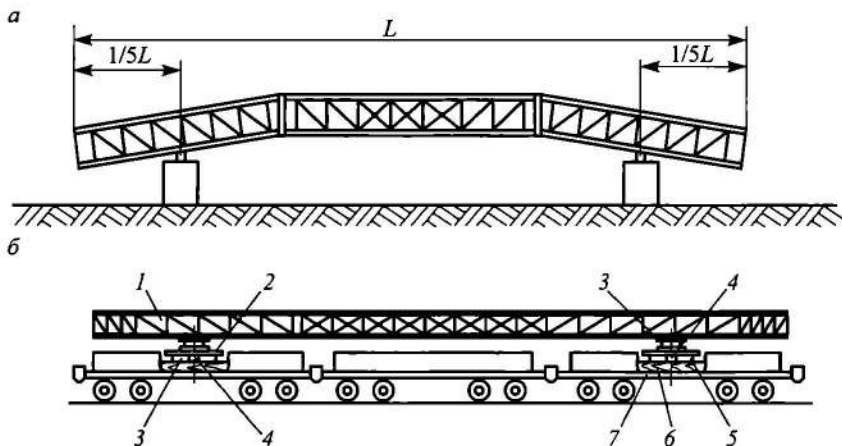


Рис. 4.6.2. Схема транспортировки жестких поперечин:

1 — жесткая поперечина в сборе; 2, 5 — продольно-поворотная опора; 3 — турникет; 4 — шкворень; 6 — шпала; 7 — железнодорожная четырехосная платформа

Для подвески контактной сети на направлении Москва—Санкт-Петербург применены жесткие поперечины рамного или балочного типа на опорных столиках, железобетонные стойки типа ССА высотой 10 м на клиновидных фундаментах. Ригель жестко соединен со столиками при помощи подкосов и хомутов. Соединение блоков выполнено на накладках с устройством стыка на сварке или на болтах.

На участках переменного тока с целью предотвращения перекрытия изоляторов птицами на жестких поперечинах устраивают электрореpellентную защиту (рис. 4.6.3, а). Напряжение на реpellентные провода 3 подается от антенны 5, подвешенной изолированно к нескольким жестким поперечинам параллельно контактным подвескам и определяется величиной емкостной связи между ней и контактными подвесками, находящимися под рабочим напряжением. Для ограничения разрядного тока через тело птицы при замыкании реpellентного провода на жесткую поперечину антенну разделяют на секции (рис. 4.6.3, б). Максимальная длина секции составляет 190 м в случае, когда расстояние между антенной и ближайшей к ней контактной подвеской 7 составляет 6 м, и минимальная — 160 м при расстоянии 2,5 м. Расстояние между антенной и ближайшими проводами контактной подвески, ДПР и другими проводами должно быть не менее 2,5 м.

Репеллентный провод марок ПС-25, БСМ-4, БСМ-6 или БАС-5,1 монтируют на жесткой поперечине параллельно ее продольной оси на высо-

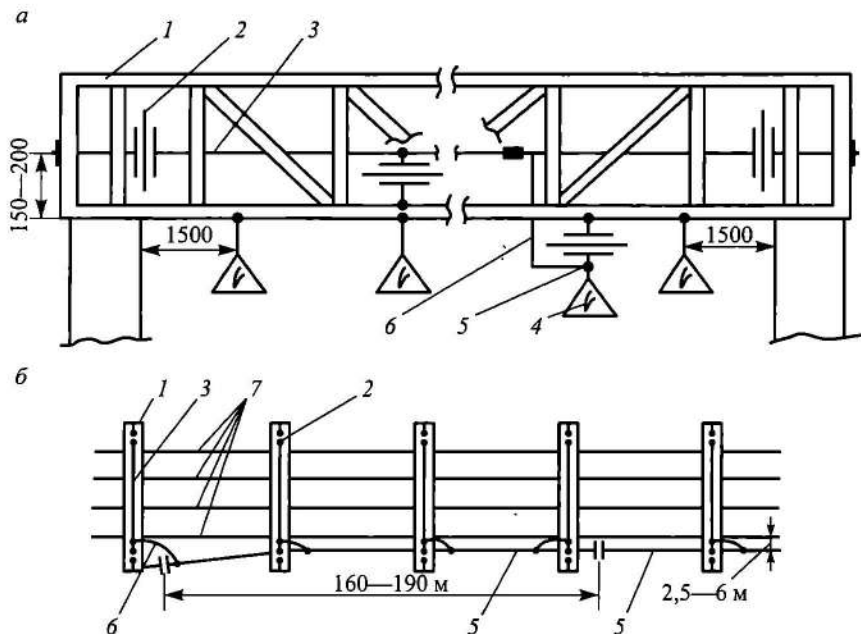


Рис. 4.6.3. Схемы устройства электрорепеллентной защиты на жесткой поперечине на участках переменного тока (а) и подвески антенны(б):
 1 — жесткая поперечина; 2 — изолятор; 3 — репеллентный провод; 4 — знак безопасности; 5 — антенна; 6 — электрический соединитель; 7 — контактные подвески

те 150—200 мм над нижней частью фермы и изолируют одним изолятором ПФ70 (ПТФ) 2 или двумя седлообразными или орешковыми изоляторами с каждого конца. При необходимости, в зависимости от длины репеллентного провода, устанавливают один-два опорных изолятора для исключения провисания провода в средней части жесткой поперечины. Антенны выполняют из этих же или других марок проводов, изолируют от жесткой поперечины и в местах секционирования через один изолятор СФ70А. Электрический соединитель 6 между репеллентным проводом и антенной выполняют проводом сечения не менее 25 мм².

Не допускается оборудование электрорепеллентной защиты жестких поперечин, на которых установлены осветительные приборы.

Электрорепеллентная защита должна находиться в рабочем состоянии (при наличии напряжения в контактной подвеске) только на период гнездования птиц. Остальное время года все секции антенны должны быть заземлены. Для этого электрические соединители отключают от репеллент-

ного провода и подключают на трос группового заземления или жесткую поперечину с учетом схемы заземления опор контактной сети.

Жесткие поперечины с электрорепеллентной защитой относятся к местам повышенной опасности и должны быть ограждены предупреждающими знаками безопасности, которые устанавливают в середине и на концах жесткой поперечины (на расстоянии 1,5 м от опор), а также непосредственно на антенне. Работа на таких поперечинах выполняется со снятием напряжения и заземлением контактных подвесок. На секцию антенны заведывают две заземляющие штанги, не далее 5 м от жесткой поперечины. Выполнение работ одновременно на нескольких жестких поперечинах, оборудованных электрорепеллентной защитой, не допускается.

На участках постоянного тока электрорепеллентная защита не получила широкого применения из-за отсутствия надежного источника питания.

Гибкие поперечины предназначены для крепления контактных подвесок и представляет собой взаимосвязанную систему гибких тросов, расположенных над электрифицированными путями перпендикулярно оси пути (рис. 4.6.4). Верхние провода гибкой поперечины называют поперечными несущими тросами; они воспринимают все вертикальные нагрузки от цепных подвесок, самой поперечины и различных проводов, которые могут быть на ней закреплены. Поперечные несущие тросы всегда подвешивают с большими стрелами провеса, так как чем больше длина тросов, тем меньше меняется их стрела провеса при изменениях температуры и, следовательно, меньше колеблется высота расположения проводов цепной подвески. Кроме того, при увеличении стрелы провеса этих тросов снижаются усилия, передающиеся от них на

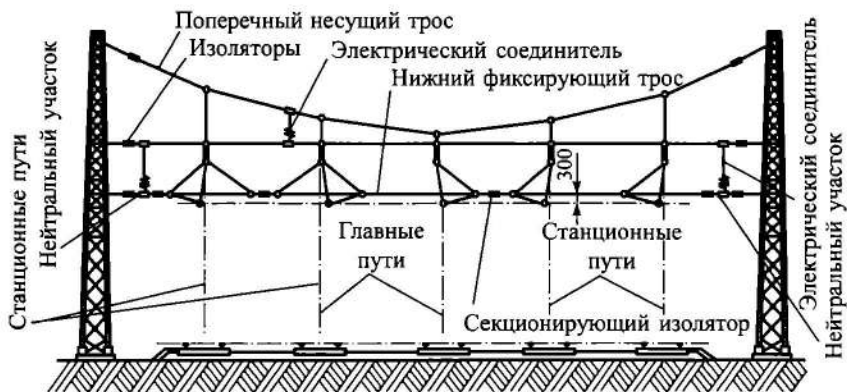


Рис. 4.6.4. Схема изолированной гибкой поперечины на станции

опоры. Стрелы провеса поперечных несущих тросов принимают не менее $1/10$ длины пролета между опорами, на которых тросы закреплены, расстояние между поперечным несущим и верхним фиксирующим тросами — не менее 300—400 мм. Поэтому высота типовых опор, применяемых для гибких поперечин, довольно велика и составляет 15 и 20 м.

Фиксирующие тросы предназначены для восприятия всех горизонтальных нагрузок — верхний фиксирующий трос испытывает горизонтальные нагрузки (от ветра, при изменениях направления проводов и т.д.) от несущих тросов цепных подвесок и других проводов, закрепленных на поперечине, а нижний — такие же нагрузки от контактных проводов.

При использовании гибких поперечин подвески различных путей механически связываются между собой; при этом обрыв провода на одном пути может повлиять на работу других путей; поэтому перекрывать одной поперечиной более десяти путей не рекомендуется. Чтобы увеличить надежность, применяют не менее двух поперечных несущих тросов; обрыв одного из них не приводит к разрушению гибкой поперечины.

Нижний фиксирующий трос во всех случаях изолируется от опор, а поперечные несущие и верхний фиксирующий тросы гибкой поперечины могут быть либо изолированными от опор, на которых они крепятся, либо неизолированными.

В состав поперечного несущего троса гибкой поперечины входят несколько проводов марок ПБСМ-70 или ПБСМ-95, а верхнего и нижнего фиксирующих тросов — марки ПБСМ-50 или ПБСМ-70. Количество проводов поперечного несущего троса определяется расчетом.

4.7. Кронштейны и траверсы

Кронштейны, на которых подвешивают усиливающие, питающие и отсасывающие провода, называют фидерными. На таких же кронштейнах осуществляют подвеску одного из дополнительных проводов, применяемых по системе переменного тока, а также и других проводов (например, при обводах).

Используют фидерные кронштейны обычные и удлиненные. Они состоят из горизонтального кронштейна, выполняемого из двух швеллеров, подкоса также из двух уголков и вертикального свеса из швеллера, на конце которого скобкой закреплена серьга (рис. 4.7.1). На рисунке приведены размеры обычного кронштейна, а в скобках — удлиненно-го. Расстояние А должно быть на участках постоянного тока не менее 800 мм и не менее 1000 при переменном токе. Удлиненные фидерные

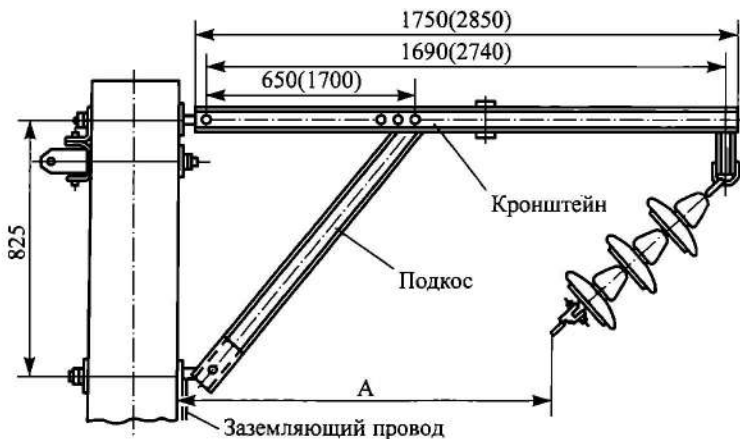


Рис. 4.7.1. Фидерный кронштейн

кронштейны устанавливают на анкерных опорах при наличии на них секционных разъединителей и в других случаях, когда надо отдалить провода от опор.

Кронштейны маркируют так: КФ-5 — кронштейн фидерный не удлиненный из швеллеров № 5; КФУ-6,5 — то же удлиненный из швеллеров № 6,5. Подкосы таких кронштейнов выполняют из уголков 50×50×5. Применяют также фидерные кронштейны из уголков, с тягой вместо подкоса и с удлиненным бугелем. Для крепления двух проводов линии ДПР применяют кронштейн КФД (с тягой). Кроме того, используют кронштейн КФС (с подкосом) для подвески проводов не тяжелее АС-50/80.

Кронштейны КФД обычно монтируют с наклоном (рис. 4.7.2). Горизонтальное положение (штриховые линии) применяют лишь при достаточной высоте опор. В этом случае тяга кронштейна всегда растянута и выполняется из круглой стали. При наклонном положении тяга может быть и сжатой, и ее выполняют из угловой стали, кронштейн маркируют КФДС. Для крепления питающего провода при системе 2×25 кВ одновременно с проводом ДПР применяют аналогичные кронштейны КФДСИ.

Металлические кронштейны типа МГ-I применяются на скоростной линии Москва—Санкт-Петербург при реконструкции контактной сети для подвески проводов ВЛ 10 кВ, а в местах транспозиции проводов — кронштейны типа МГ-II и МГ-III (рис. 4.7.3).

Условные обозначения металлических кронштейнов: К — кронштейн (консоль); Ф — фидерный; У — удлиненный; П — прямой; С — сжатая

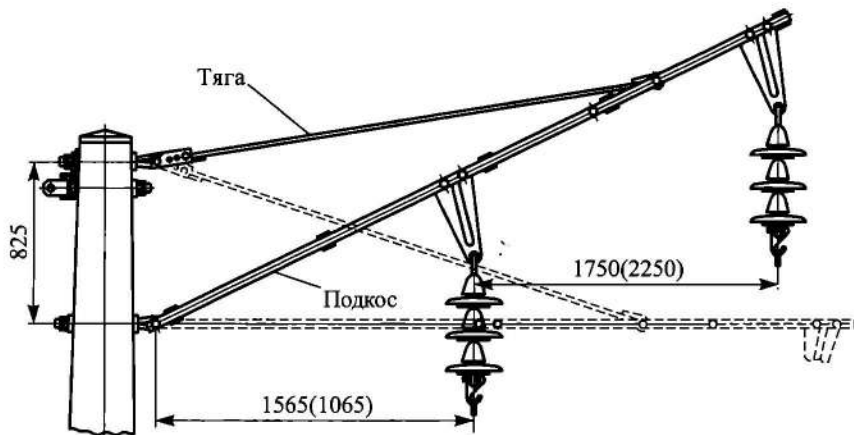


Рис. 4.7.2. Кронштейны КФД и КФДС для крепления двух проводов линии ДПР (размеры без скобок) и КФДСИ для крепления одного провода ДПР и питающего провода при системе 2×25 кВ (размеры в скобках)

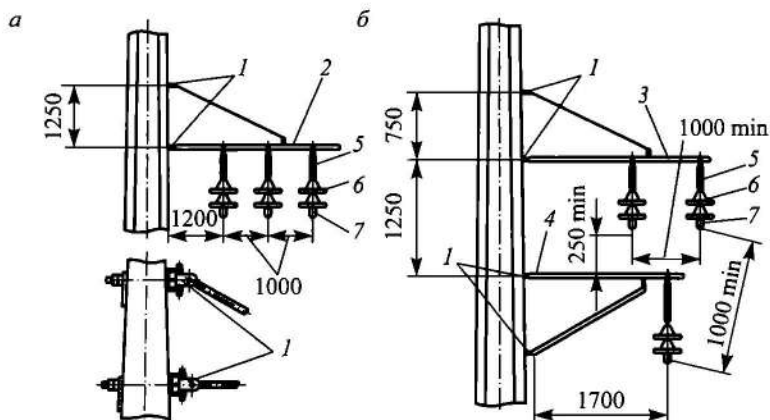


Рис. 4.7.3. Схемы установки кронштейнов типа МГ на опорах контактной сети: а — для подвески проводов ВЛ 10 кВ; б — в местах транспозиции; 1 — узел крепления кронштейна; 2; 3; 4 — кронштейны типа МГ-I; МГ-II; МГ-III; 5 — узел крепления изолятора; 6 — изолятор; 7 — седло

тяга; Д — для подвески двух проводов; И — для подвески питающего провода при системе 2×25 кВ и провода ДПР; 5; 6,5 — номер швеллера; 50, 63 — размер полки уголка.

Технические параметры кронштейнов КФ и области их применения приведены в табл. 4.7.1—4.7.3.

Таблица 4.7.1

Основные данные кронштейнов КФ

Тип кронштейна	Сортамент		Размеры, мм				Допускаемая нагрузка, P , кгс	Масса, кг	
	Кронштейн	Подкос (тяги)	A_1	A_2	b	h			L
КФ-5	2 [5	1 [5	1690		640		1755	280	25,9
КФ-6,5	2 [6,5	1 [5	1690		640		1755	450	29,6
КФУ-5	2 [5	2 [50	2740		1700		2805	280	46,5
КФУ-6,5	2 [6,5	2 [50	2740	—	1700		2805	450	52,5
КФС-6,5	1 [6,5	1 [5	1690		750		1750	180	20,0
КФП-50	2 [50	Ø 16	1515		1200	825	1580	200	18,9
КФПУ-50	2 [50	Ø 16	1200	2115	1800		2180	200	27,0
КФПУ-63	2 [63	Ø 16	1200	2115	1800		2180	400	31,5
КФД	2 [5	Ø 16	1565	3315	2460		3600	250	46,6
КФДС	2 [5	L 50	1565	3315	2460		3600	250	51,6
КФДСИ	2 [5	L 50	1065	3315	2460		3600	250	51,6

Примечание. Знак [означает швеллер; цифра перед ним — число швеллеров; последняя цифра — номер швеллера; знак L означает уголок.

Область применения кронштейнов КФ

Провода	Тип кронштейна	
	Постоянный ток	Переменный ток
Питающие	КФ, КФУ, КФП, КФПУ	КФ, КФУ
Питающие по системе 2×25 кВ	—	КФДСИ
Отсасывающие	КФ, КФУ, КФП, КФПУ	КФ, КФУ, КФП, КФПУ
Усиливающие		УФ, КФУ, КФД, КФДС
Обратного тока	—	КФП, КФПУ
ДПР	—	КФ, КФУ, КФС, КФД, КФДС

Кронштейны всех модификаций устанавливаются, как правило, горизонтально. Наклонное положение кронштейнов допускается при невозможности обеспечения нормативных расстояний от проводов до поверхности земли.

В ветровых местах (поймы рек, насыпи высотой более 5 м от поверхности земли, места, где наблюдаются автоколебания проводов) и при расположении опор на внешней стороне кривой радиусом менее 1500 м кронштейны, на которых подвешены два провода ДПР или один провод ДПР с перспективой подвески усиливающего провода, независимо от их положения (горизонтального или наклонного) должны иметь специальные накладки, препятствующие их развороту вдоль пути. В отдельных случаях на проводах устанавливают болтовые зажимы по обе стороны от седла. В остальных местах и в местах, где усиливающий или питающий провод подвешен на кронштейне с проводом ДПР, специальные накладки или болтовые зажимы не устанавливаются.

При реконструкции и ремонте устройств контактной сети постоянного тока 3 кВ для изоляции хомутов консолей и кронштейнов контактной сети на железобетонных опорах применяются изолирующие прокладки шириной 70 и 110 мм. Длина изолирующей прокладки определяется по месту установки. Для изготовления изолирующих прокладок применяется термо- и светостабилизированный полиэтилен или резинопласт, обладающие высокими изоляционными и прочностными характеристиками со сроком службы 50 лет.

Для закрепления на опорах контактной сети проводов линий 6 (10) кВ применяют деревянные кронштейны (см. рис. 4.4.2), которые как и фирменные делят на обычные и удлиненные. Обычные деревянные крон-

штейны могут быть двух типов в зависимости от геометрических размеров; их маркируют Д-II и Д-III. В марках удлиненных кронштейнов добавляют букву У.

Провода напряжением до 1000 В, подвешиваемые на опорах контактной сети, закрепляют на деревянных кронштейнах с подкосами, рассчитанных на установку от двух до пяти штыревых изоляторов типа ШС-10 или ТФ-20. Эти кронштейны могут быть пяти типов, в их марке указывается число закрепляемых проводов и расстояние между ними в миллиметрах. Волноводный провод крепят на специальной деревянной траверсе, устанавливаемой на опоре без подкоса.

Высоковольтные и сигнальные провода отдельных стоящих линий ВЛ АБ крепят на прямоугольных деревянных траверсах сечением 100×80 мм, пропитанных антисептиком на заводе. При двухцепной линии для высоковольтных проводов на опору сверху устанавливают двухштырную траверсу и под ней четырехштырную. Ниже находятся одна-две траверсы для сигнальных проводов. При одноцепной линии для высоковольтных проводов применяют только одну двухштырную траверсу. Для обеспечения необходимой устойчивости все траверсы на одноступенчатых опорах усиливают подкосами из полосовой стали. В верхней части железобетонных опор для крепления траверс и подкосов предусмотрены отверстия: два верхних диаметром 22 мм, остальные — 18 мм.

Траверсы и подкосы крепят к опоре болтами, которые пропускают через соответствующие отверстия в ней, подкладывают с обеих сторон шайбы и навинчивают гайки. При затяжке болтов необходимо следить за тем, чтобы крепления были достаточно надежны, но болты не перетянуты.

Все подкосы и другие металлические детали должны быть покрыты краской, предохраняющей их от атмосферной коррозии. Эту краску в процессе эксплуатации опор необходимо обновлять с периодичностью, установленной нормами.

Глава 5

ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ И ДЕТАЛИ КОНТАКТНОЙ СЕТИ И ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

5.1. Подвеска несущего троса и других проводов

Несущий трос полукомпенсированной цепной подвески укладывают в седло, подвешенное к изолятору при всех видах поддерживающих устройств. Седла изготовляют из ковкого чугуна и затем оцинковывают. Одинарные (для одного провода) седла могут быть двух видов: с верхней частью, приспособленной для крепления к серьге (рис. 5.1.1, а, в) или

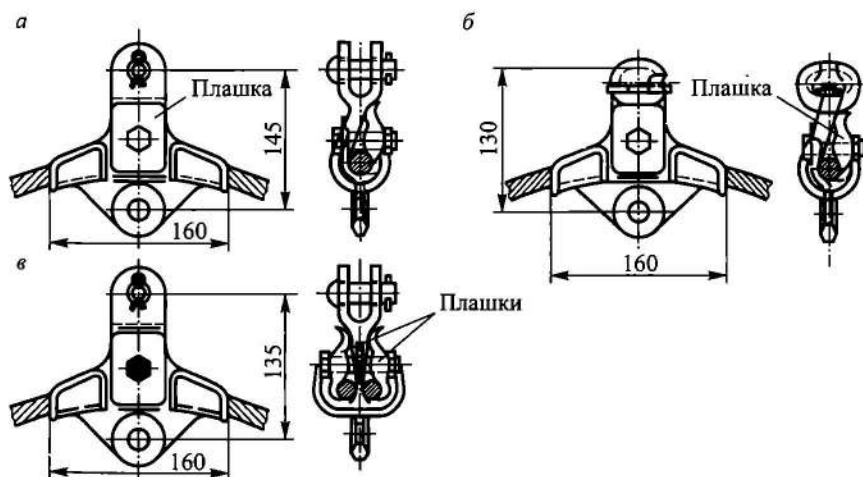


Рис. 5.1.1. Седла одинарные (а, б) и двойное (в)

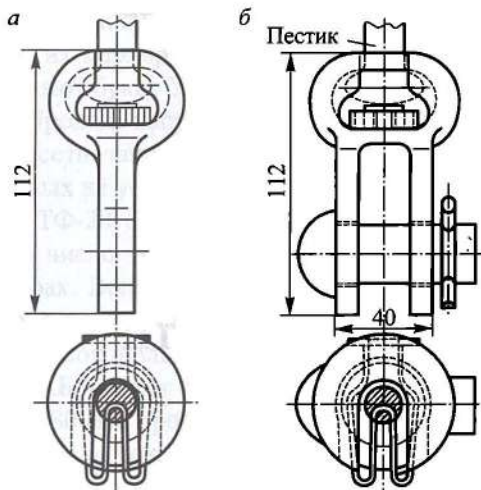


Рис. 5.1.2. Ушко однолапчатое (а) и двулапчатое (б)

пестику (рис. 5.1.1, б) изолятора. Если имеется изолятор с пестиком и нет соответствующего седла, соединяют пестик и седло для серьги с помощью однолапчатого ушка (рис. 5.1.2, а). Если необходимо соединить серьгу изолятора с седлом под пестик, можно применить двухлапчатое ушко (рис. 5.1.2, б). После закладки пестика в шапку изолятора в седло или ушко устанавливают пружинный замок («американку»), препятствующий выскальзыванию пестика. Изолятор с серьгой соединяют с седлом заклепкой (валиком), которую закрепляют шплинтом.

Несущий трос зажимают в седле с помощью двусторонней плашки и болта с гайкой. Радиусы закруглений в концах плашки различны, поэтому можно закреплять одной плашкой провода разных сечений. Форму постели для провода выполняют по плавной кривой, что предотвращает его резкие перегибы при выходе из седла. В нижней части седла имеется прилив с отверстием для соединения двух и более седел при подвеске нескольких проводов друг под другом. При необходимости закрепления двух проводов рядом применяют двойные седла.

На кривых участках пути и в других местах, где происходит излом провода, его подвешивают так, чтобы усилие от излома действовало на корпус седла, а не на плашку. При закреплении медных, алюминиевых и сталеалюминиевых проводов во избежание их повреждения применяют вкладыши из меди или алюминия.

Детали контактной сети являются типовыми и имеют определенные номера (типовой проект 001-76, каталог 2000 г., арматура контактной сети производства ТОО «ТРЭЛ»).

Изолятор с седлом крепят к кронштейну неизолированной консоли с помощью бугеля. Бугели типов I и II (рис. 5.1.3, а) предназначены для закрепления на изогнутых консолях из двух швеллеров при расстоянии d не более 40 мм и размере А от 50 до 80 мм (тип I) и от 80

до 120 мм (тип II). Бугели типа III (рис. 5.1.3, б) устанавливают при расстоянии d не более 60 мм и размере А от 50 до 120 мм. Бугели типов I и II применяются на прямых участках пути и на кривых радиусом более 2000 м, а типа III и удлиненные устанавливают на кривых радиусом 2000 м и менее. Для крепления изоляторов к наклонной неизолированной консоли применяют пластинчатый бугель (рис. 5.1.3, в), несущий трос к изолированной консоли крепят специальной скобой.

Крепление несущего троса на промежуточных опорах при любых цепных подвесках выполняют по схемам, показанным на рис. 5.1.4, а, б; перемещение компенсированного несущего троса вдоль пути обеспечивается поворотом самой консоли. На прямых участках постоянного тока и при изолированных консолях на переменном токе бугели крепят над осью пути. В кривых бугели устанавливают с зигзагом, равным зигзагу контактного провода, независимо от системы тока.

На участках переменного тока при подвеске несущего троса к наклонным неизолированным консолям на гирлянде из четырех изоляторов на внутренней стороне кривых и в других случаях из-за наклона гирлянды возможны положения, когда может быть не выдержано требуемое нормами расстояние от фарфора изоляторов до заземленного подкоса консоли (300 мм). Поэтому, если указанное расстояние менее 350 мм, фиксируют подвесную гирлянду с помощью специальной фиксирующей скобы (рис. 5.1.5).

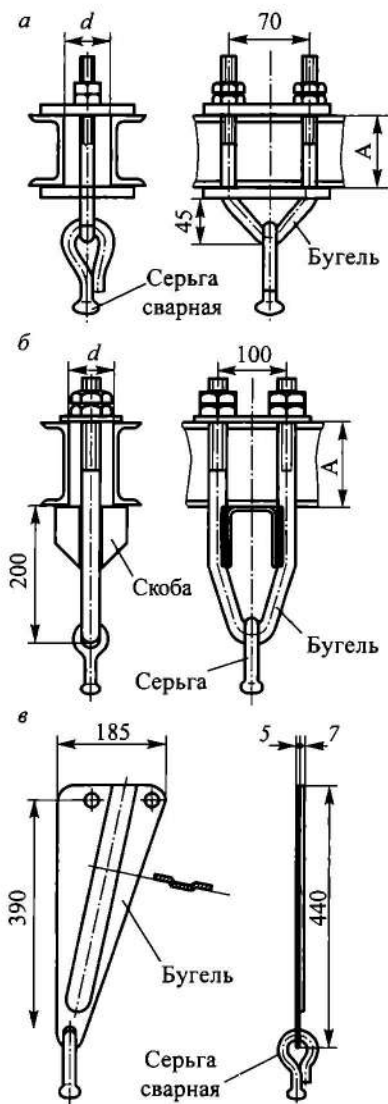


Рис. 5.1.3. Бугели обычный (а), удлиненный (б) и пластинчатый (в)

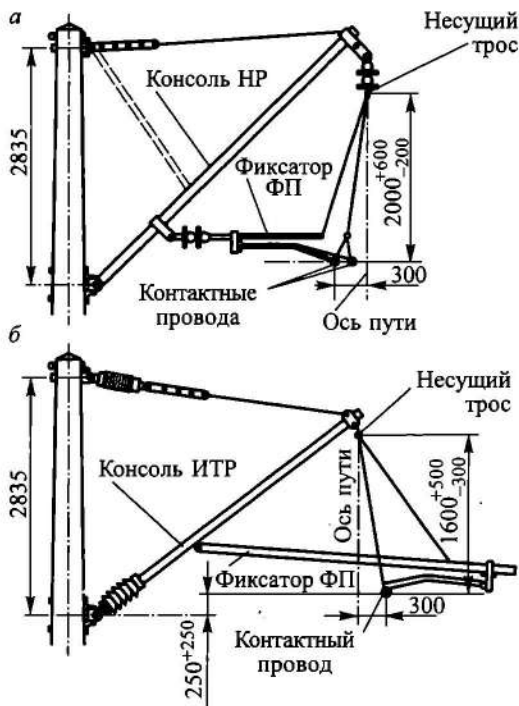


Рис. 5.1.4. Подвеска несущего троса на неизолированной (а) и изолированной консолях (б)

В случае подвески несущего троса на гибкой поперечине (рис. 5.1.6) крепление верхней струны из биметаллической проволоки диаметром 6 мм к двум поперечным несущим тросам осуществляют с помощью распорки, которая крепится к ним двумя хомутами с гайками и пластинчатыми замками. Для предотвращения самопроизвольного откручивания гаек после их окончательного закрепления края пластинчатых замков отгибают. При четырех поперечных несущих тросах устанавливают две такие распорки (по одной на каждую пару тросов) и соединяют их планкой, к которой крепят струну. Подвесной изолятор несущего троса закрепляют на верхнем фиксирующем тросе хомутовым зажимом, который струной подвешивают к поперечным несущим тросам. Перед закреплением зажима на поперечном несущем тросе на хомут надевают серьгу с пестиком, к которому будет крепиться шапка верхнего изолятора гирлянды. Крепление несущего троса на гибкой поперечине при компенсированной цепной подвеске может быть выполнено отрезком стального оцинкованного троса, пропущенного через ролик диаметром 110 мм. Концы дополнительного троса крепят к натяжным зажимам, установленным на основном несущем тросе на расстоянии 4 м друг от друга (рис. 5.1.7). Аналогичное крепление для рабочих ветвей цепных подвесок применяется на переходных консолях в случае установки одной консоли на переходной опоре.

Клинья, с помощью которых закрепляют провод или трос в клиновом зажиме (рис. 5.1.8), имеют различные размеры, позволяющие осуществлять заделку проводов сечением от 50 до 150 мм². Конец троса пропуска-

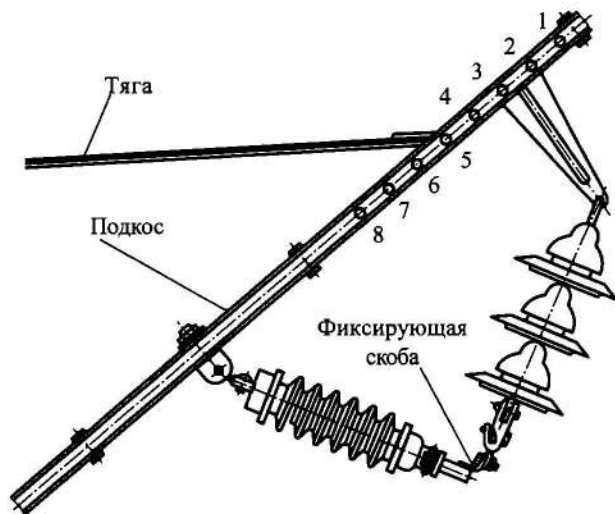


Рис. 5.1.5. Подвеска несущего троса на наклонной неизолированной консоли на внутренней стороне кривой при переменном токе

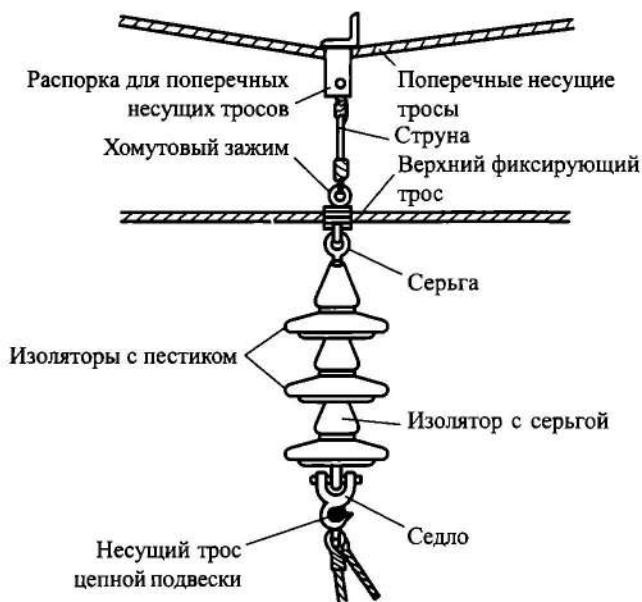


Рис. 5.1.6. Подвеска несущего троса на гибкой поперечине

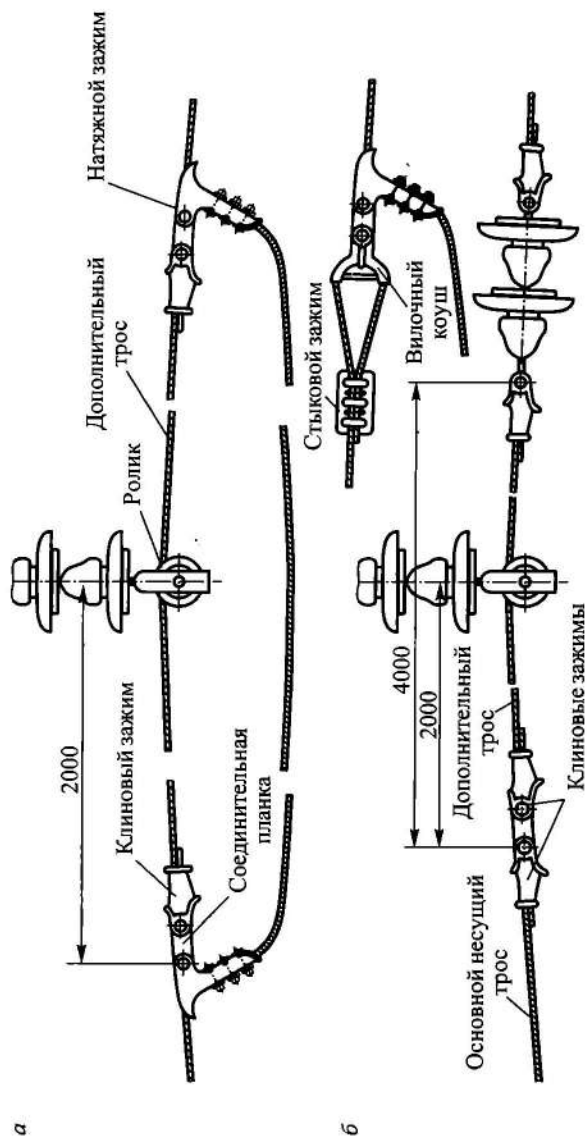


Рис. 5.1.7. Подвеска несущего троса на роликe

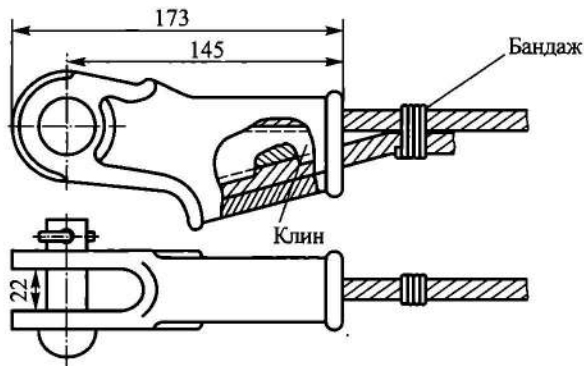


Рис. 5.1.8. Клиновой зажим

ют через зажим, затем выгибают и вместе с клином, вставленным в изгиб троса, вгоняют в зажим, нанося удары молотком по его корпусу. Следует следить за тем, чтобы клин правильно расположился в корпусе зажима и обеспечил надежную заделку троса. Размер клина должен соответствовать сечению заделываемого троса. Для предохранения сталемедных тросов при заделке от повреждений, внутренняя поверхность зажима густо смазывается солидолом, а стальной трос антикоррозионной смазкой.

Клиновые зажимы устанавливают в тех случаях, когда нагрузка не превышает 2 тс. При больших усилиях в подвеске на ролике вместо клиновых применяют стыковые зажимы для стальных тросов (рис. 5.1.9).

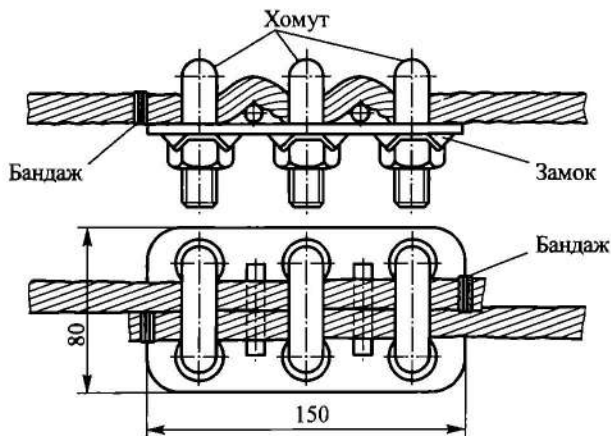


Рис. 5.1.9. Стыковой зажим для стальных тросов

На двухпутных консолях несущие тросы полукомпенсированных цепных подвесок подвешивают так же, как и на однопутных. При компенсированных подвесках ближний к опоре несущий трос крепят на консоли с помощью ролика, а дальний — в седле, как на однопутной консоли. Если опора расположена на расстоянии не более 300 м от средней анкеровки, то ближний к опоре несущий трос тоже крепят в седле, так как повороты консоли в этих случаях будут достаточны для обеспечения необходимых перемещений обоих несущих тросов.

На участках переменного тока с жесткими поперечинами компенсированный несущий трос крепят на изолированных консолях, а на участках постоянного тока — на треугольных подвесах (рис. 5.1.10). Эти подвесы изготавливаются типа I — с размерами А-800 и Б-450 мм и типа II — соответственно 1250 и 740 мм. На станциях дорог переменного тока при смешанной тяге, когда усилие от излома несущего троса не более 50 кгс, применяют подвеску на траверсах (рис. 5.1.11). На переходных опорах и

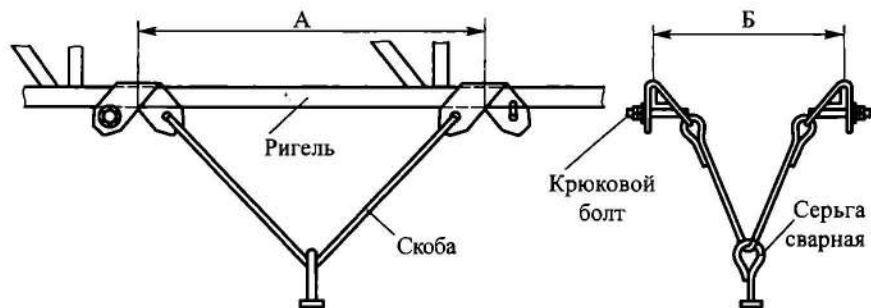


Рис. 5.1.10. Треугольный подвес

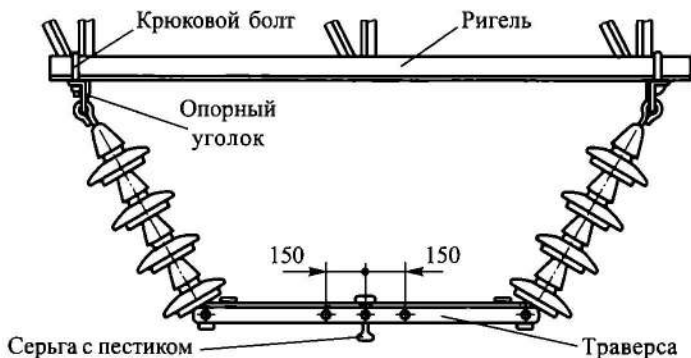


Рис. 5.1.11. Траверса для подвески несущего троса

у воздушных стрелок используют наклонный подвес. Подвеску несущего троса на траверсах и треугольных подвесах, как правило, осуществляют на ролике, но при удалении от средней анкеровки на 200—350 м при постоянном и 250—450 м при переменном токе применяют седла.

Несущие тросы полукомпенсированных подвесок на перегонах крепят к жестким поперечинам на треугольных подвесах независимо от системы тока. На станциях несущий трос подвешивают на траверсах или других специальных устройствах.

Подвеску усиливающих, питающих, отсасывающих и других проводов осуществляют с помощью тех же седел, которые применяют для несущих тросов. Широко распространена подвеска нескольких проводов на общей гирлянде изоляторов: провода располагают рядом (в двойном седле) или один под другим. Верхний изолятор гирлянды крепят к фидерному кронштейну с помощью серьги, предусмотренной конструкцией кронштейна. Для подвески каких-либо проводов на гибких поперечинах применяют те же детали, что и для несущих тросов.

Провода ВЛ 6 (10) кВ и провода напряжением ниже 1000 В крепят с помощью штыревых изоляторов, устанавливаемых на специальных кронштейнах. Над пассажирскими платформами выполняют двойное крепление проводов (рис. 5.1.12). Для скрепления применяют различные плашечные зажимы (рис. 5.1.13).

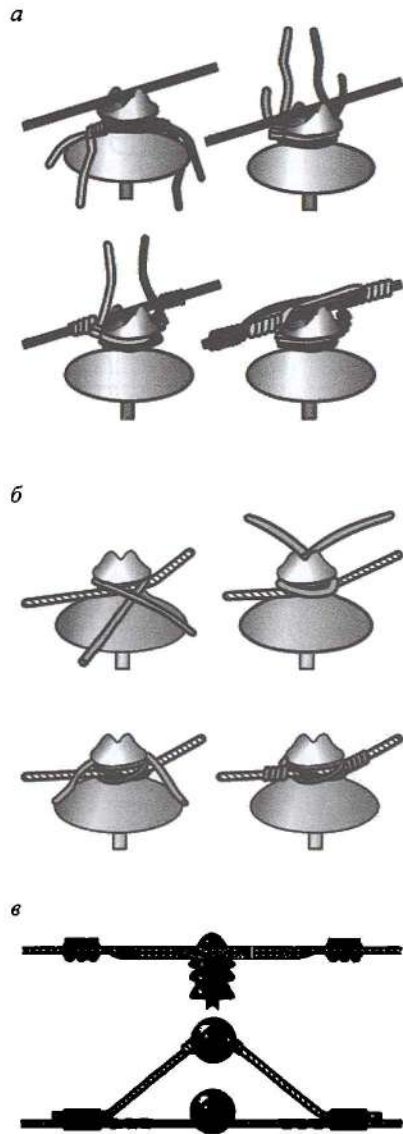


Рис. 5.1.12. Крепление проводов ВЛ проволочной вязкой на головке (а) и шейке (б) изолятора; двойное рессорное крепление проводов зажимами (в)

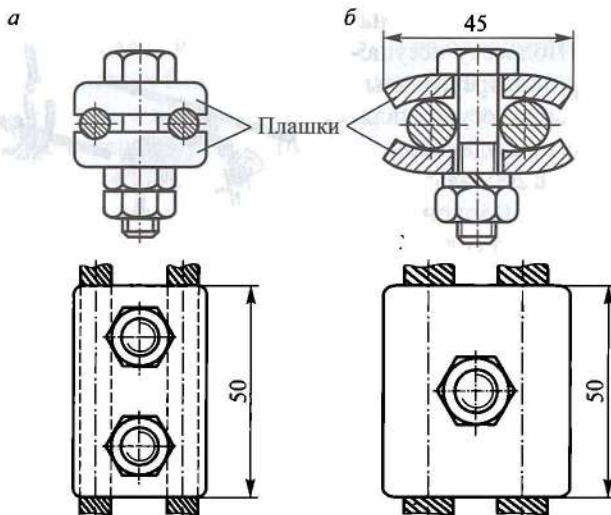


Рис. 5.1.13. Плашечные зажимы для стальных (а) и заземляющих (б) проводов

5.2. Струны и рессорные тросы

Струны контактной подвески (рис. 5.2.1, а) предназначены для надежного эластичного крепления контактных проводов к несущему тросу или вспомогательному проводу; они также должны обеспечивать возможность продольных перемещений контактных проводов при изменениях температуры.

Расстояние между креплениями струн на контактном проводе не должно превышать 8 м при компенсированной (рис. 5.2.1, б) и 10—12 м при полукompенсированной подвеске (рис. 5.2.1, в), а также при компенсированной подвеске с улучшенными параметрами (КС-200).

Двойные контактные провода компенсированных подвесок крепят каждый на отдельных струнах, расположенных в шахматном порядке с расстоянием между смежными струнами не более 4 м (см. рис. 5.2.1, б), или на совмещенных струнах с закрепленными на струнах скобами и расстоянием 40—50 мм между струновыми зажимами разных контактных проводов и с электрическим соединителем между струновыми зажимами при электропроводных струнах. При совмещенных звеньевых струнах допускается их крепление непосредственно к струновым зажимам.

На участках скоростного движения поездов (161—200 км/ч) применяют электропроводные струны (рис. 5.2.2) из гибкого медного, легиро-

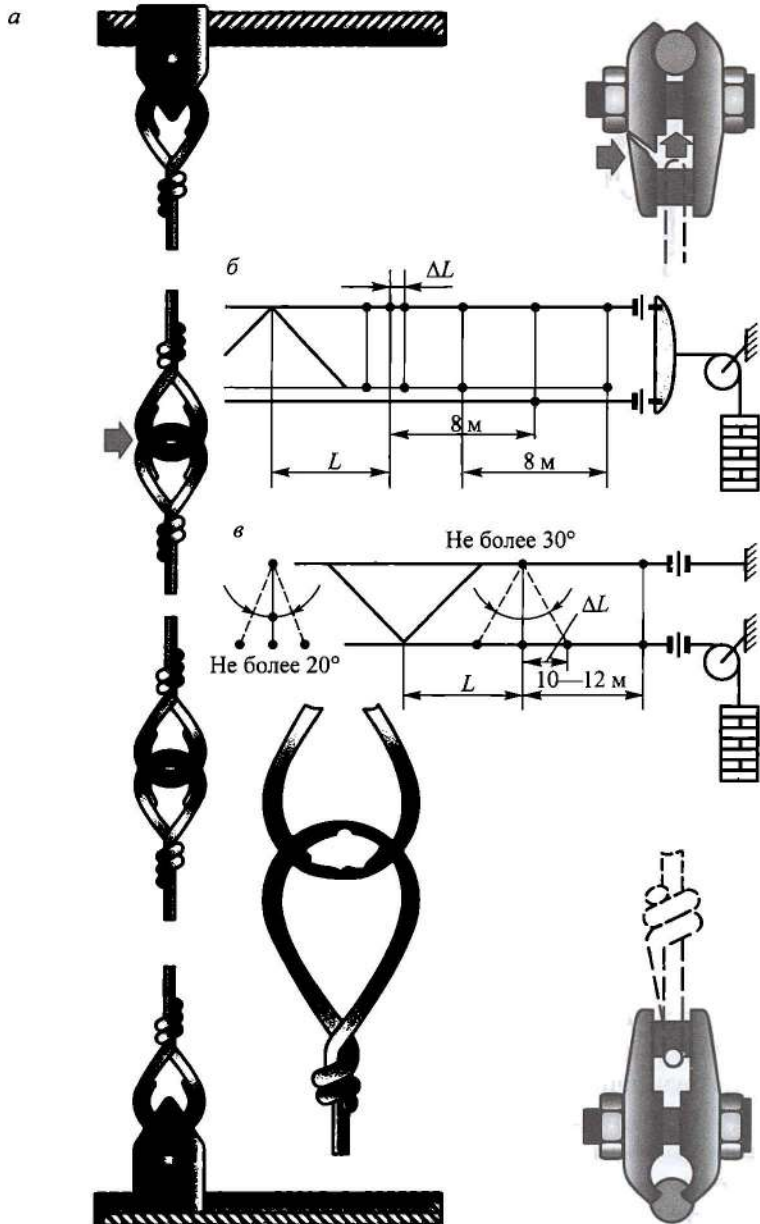


Рис. 5.2.1. Звеньевые струны: общий вид (а); расстояния между струнами при компенсированной (б) и полукompенсированной подвесками (в)

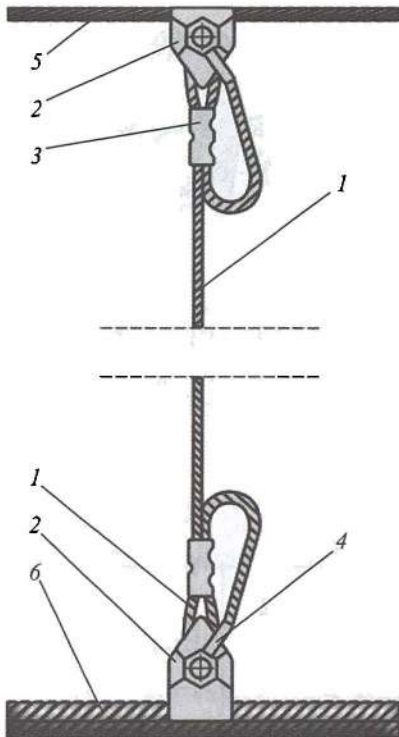


Рис. 5.2.2. Струна электропроводная:
 1 — многожильный медный трос МГ16;
 2 — струновой зажим; 3 — овалный соединитель; 4 — наконечник; 5 — несущий трос М-120; 6 — контактный провод МФ-100

на струны более 30° применяются скользящие струны (рис. 5.2.3). Скользящие струны необходимо применять на воздушных стрелках и при подвешивании секционных изоляторов.

Наклон струн поперек контактной подвески к вертикали не должен превышать 20° (см. рис. 5.2.1, в). При большем наклоне струн их крепят к струновым зажимам на контактном проводе специальными рычагами косой подвески.

Первые приемные струны перед зоной прохода полоза токоприемника под нерабочей ветвью контактного провода на сопряжениях и воздушных стрелках, у врезных изоляторов анкерного отхода

ванного или бронзового провода сечением 16 мм^2 с допустимой механической нагрузкой не менее 150 кгс, длительным допусковым током не менее 125 А и креплением струн к струновым зажимам с помощью оконцевателей, обеспечивающих электрический контакт струн с проводами через зажим.

Длины мерных (нерегулируемых) струн для каждого пролета и места их установки определяются проектом. Пределы допусков составляют на длину струны $\pm 2 \text{ мм}$ и для расстояния между струнами $\pm 30 \text{ мм}$.

Наклон вертикальных струн вдоль полукompенсированной подвески должен соответствовать продольным перемещениям контактного провода относительно несущего троса вследствие изменения температуры. Минимальную допустимую длину вертикальной струны полукompенсированной подвески определяют такой, чтобы угол наклона струны вдоль подвески при крайних расчетных значениях температуры не превышал 30° к вертикали (см. рис. 5.2.1, в). При угле наклона

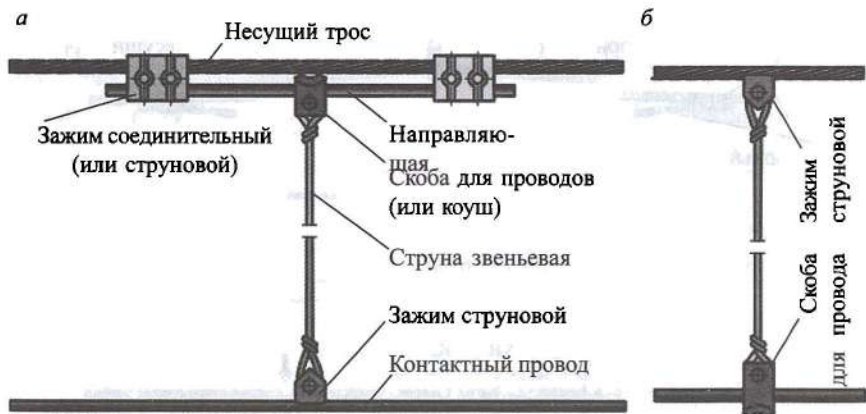


Рис. 5.2.3. Скользящие струны на рабочей (а) и нерабочей (б) ветвях цепной подвески

контактного провода с обеих сторон и на воздушных стрелках должны быть двойными.

Износ металлических струн не должен превышать 30 % их полной площади сечения. С целью увеличения срока службы в местах сочленения звеньев между собой и в струновых зажимах в петли струн устанавливают медные или полимерные коуши или применяют двухвитковые петли. В сочленениях звеньев и зажимов из разных материалов устанавливаются изолирующие коуши. При переменном токе изолированные звенья в струнах не допускаются, поэтому в струне может устанавливаться только один изолирующий коуш в петле у струнового зажима.

Для обеспечения плавки гололеда на неизолирующих сопряжениях в металлические струны, которые поддерживают фиксаторы и контактные провода, врезают орешковые изоляторы.

На главных путях перегонов и станций при скорости движения ЭПС более 70 км/ч в опорных узлах применяются рессорные струны из биметаллической сталемедной проволоки диаметром 6 мм (рис. 5.2.4, а, б). На участках скоростного движения поездов (161—200 км/ч) рессорные струны выполняют из медного или бронзового провода сечением 35 мм² и натяжением 250—350 кгс с допуском ± 10 кгс. Узлы крепления рессорных струн из биметаллической сталемедной проволоки к несущему тросу должны быть шарнирными.

Области применения рессорных и вертикальных струн и их длина приведены в табл. 5.2.1—5.2.2.

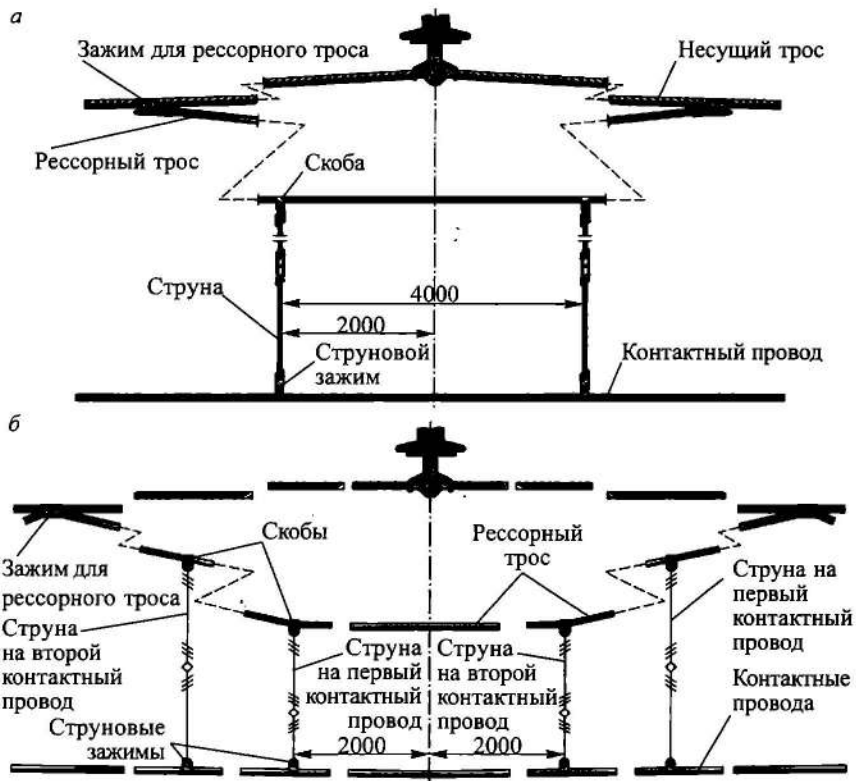


Рис. 5.2.4. Расположение струн на рессорном тросе при одном (а) и двух (б) контактных проводах в компенсированной подвеске

Таблица 5.2.1

Области применения струн

Область применения струн	Струна в контактной подвеске	
	компенсированной	полукомпенсированной
1	2	3
Промежуточные пролеты:		
на прямых	Рессорная	Рессорная
на кривых радиусом, м	То же	Вертикальная
менее 800		Рессорная
800 и более	»	

1	2	3
Неизолированные сопряжения: рабочие ветви отходящие ветви	Рессорная Вертикальная	Рессорная То же
Изолирующие сопряжения: рабочие ветви отходящие ветви	Рессорная Вертикальная	Вертикальная То же

Таблица 5.2.2

Длины рессорных струн

Число контактных проводов и расположение поддрессорных струн	Длина рессорной струны L в контактной подвеске, м	
	компенсированной	полукомпенсированной
Один или два контактных провода при совмещенных струнах	$\frac{12-14}{18}$	10—12
Два контактных провода на отдель- ных струнах в шахматном порядке	$\frac{14-16}{20}$	12—14

Примечания. 1. В числителе — при скорости движения поездов до 160 км/ч, в знаменателе — от 161 до 200 км/ч.

2. При длине пролета 40 м и менее длина рессорной струны во всех случаях не должна превышать 12 м.

5.3. Фиксирующие устройства

Фиксаторы предназначены для удержания контактных проводов в горизонтальной плоскости в определенном положении относительно оси пути (токоприемника) в целях обеспечения требуемой эластичности контактной подвески и надежного токосъема.

В условных обозначениях фиксаторов буквы и цифры указывают на особенности конструкции и области их применения, напряжение в контактной сети, для которого они предназначены, и геометрические размеры: Ф — фиксатор, П — прямой, О — обратный, А — анкеруемой ветви, Т — трос анкерной ветви, Г — гибкий, С — воздушных стрелок, Р — ромбовидной подвески, И — изолированных консолей, У — усиленный (цифра 2 после букв означает двойной); цифры 3 или 25 — напряжение 3 или 25 кВ; римские цифры I — VII характеризуют длину основного стержня фиксатора.

На рабочей ветви контактного провода устанавливают фиксаторы: прямые сочлененные (ФП, УФП), обратные сочлененные (ФО, УФО) и гибкие (ФГ). Сочлененные фиксаторы устанавливаются на участках, где скорость движения поездов превышает 50 км/ч.

Дополнительные стержни фиксатора должны воспринимать только растягивающие усилия.

Сочлененный прямой фиксатор марки ФП (рис. 5.3.1) состоит из основного и дополнительного фиксаторов. При одном контактном проводе устанавливают один дополнительный фиксатор, при двух проводах — два. Дополнительные фиксаторы крепят к основному с помощью специальной стойки и соединяют их с помощью ушка таким образом, чтобы обеспечивалось перемещение дополнительного фиксатора относительно основного как вдоль пути, так и в вертикальной плоскости. Внизу стойки укрепляют ограничительную планку, препятствующую опусканию («раскрытию») дополнительного фиксатора при ветре, создающем сжимающее усилие, превосходящее нормально действующее усилие растяжения.

В компенсированных подвесках в местах с сильными ветрами применяются ограничительные струны, для чего на прямых фиксаторах применяют удлиненные основные стержни. При этом один конец фиксатора крепят к изолятору или кронштейну консоли, второй конец двумя струнами подвешивают к несущему тросу цепной подвески. Эти струны закрепляют на несущем тросе на расстоянии 1500—2000 мм по обе стороны от его точки подвеса (см. разрез I—I рис. 5.3.1). В этом случае вес основного фиксатора не передается на контактный провод и последний ощущает только небольшую нагрузку от части веса дополнительного фиксатора.

Основной фиксатор выполняют из угловой стали, а для его соединения с шапкой изолятора приваривают круглый стержень с резьбой. Дополнительный фиксатор изготавливают из полосовой стали 40×5 мм, выштамповывая среднюю часть, чтобы придать большую жесткость и, изгибая ее, чтобы обеспечить проход токоприемника при отжати им контактного провода. Для сочлененных фиксаторов всех видов длину дополнительных фиксаторов принимают равной 1200 мм. Полосовой дополнительный фиксатор крепят к фиксирующему зажиму с помощью штифта, который вставляют в ушко на конце фиксатора и закрепляют шплинтом. Фиксирующий зажим должен свободно вращаться вокруг штифта.

Обратный сочлененный фиксатор марки ФО (рис. 5.3.2) имеет значительно более длинный основной фиксатор, который подвешивают к не-

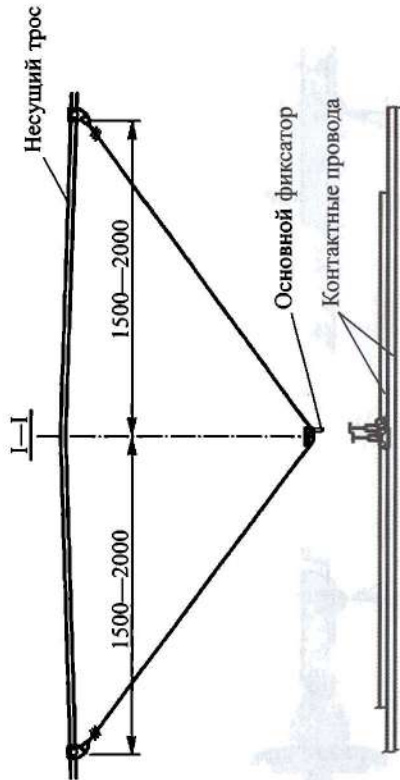
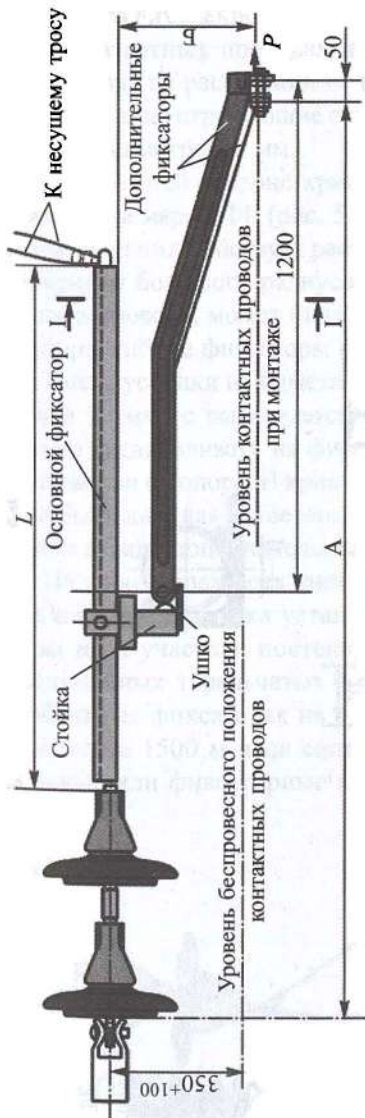


Рис. 5.3.1. Прямой сочлененный фиксатор

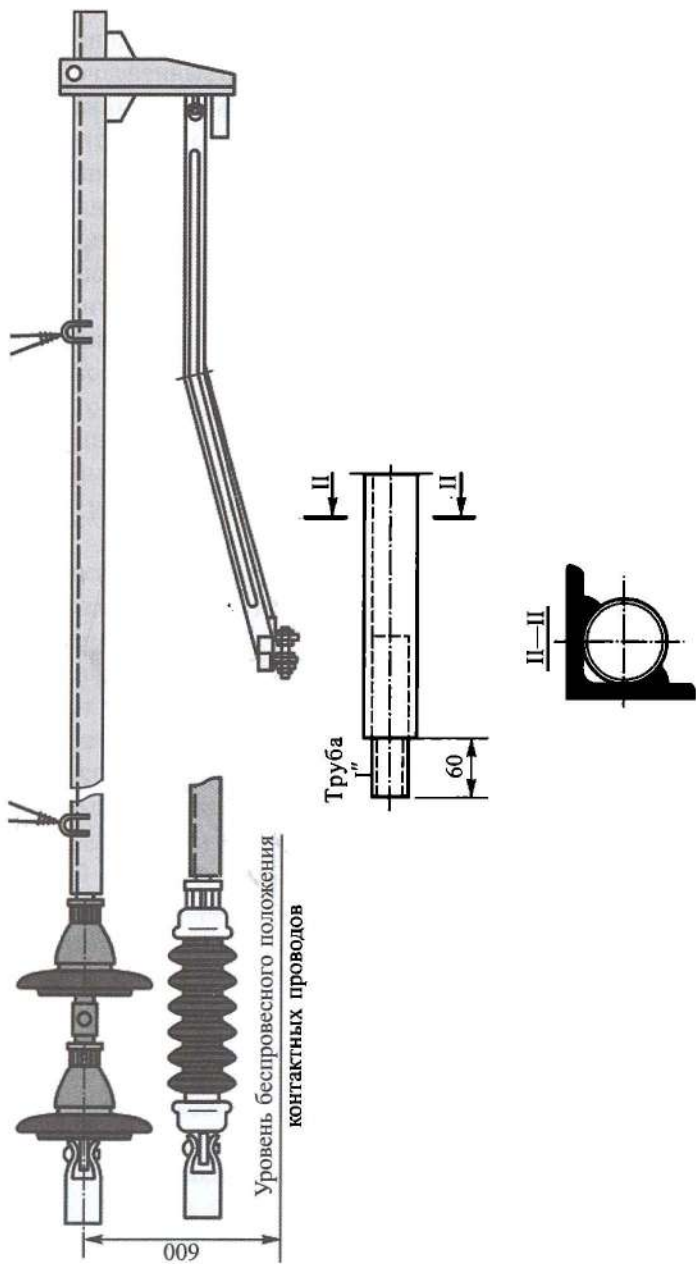


Рис. 5.3.2. Обратный сочлененный фиксатор

сущему тросу одной или двумя двойными струнами. Фиксаторы ФО применяют на прямых участках пути при зигзагах, направленных от опоры, а также на внутренней стороне кривых с радиусами не менее 1000 м при двух контактных проводах и не менее 600 м при одном. На обратных фиксаторах на расстоянии не менее 500 мм от изолятора устанавливают без натяжения страхующие струны из биметаллической сталемедной проволоки диаметром 4 мм.

На внешней стороне кривых малого радиуса устанавливают гибкие фиксаторы марки ФГ (рис. 5.3.3). Их применяют в тех случаях, когда на каждый из них действует растягивающая сила не менее 20 кгс. Поэтому на кривой большого радиуса, где усилие, действующее на фиксатор от излома провода, может быть меньше нагрузки при ветре, направленном к опоре, гибкие фиксаторы применять нельзя. Гибкие фиксаторы должны иметь усовики из биметаллического сталемедного троса сечением не менее 25 мм² с возможностью регулировки зигзага. Гибкий фиксатор можно устанавливать на фиксаторных кронштейне или стойке и непосредственно на опоре. В кривых участках пути радиусом менее 800 м должна быть двойная разнесенная фиксация контактных проводов с расстоянием между дополнительными фиксаторами 2 м.

На фиксаторах всех типов на неизолированных консолях на участках переменного тока устанавливают фиксаторные стержневые изоляторы и на участках постоянного тока — стержневые или два жестко соединенных тарельчатых изолятора; при неизолированных консолях в обратных фиксаторах на участках постоянного тока в кривых радиусом менее 1500 м и на сопряжениях устанавливают стержневые консольные или фиксаторные изоляторы.

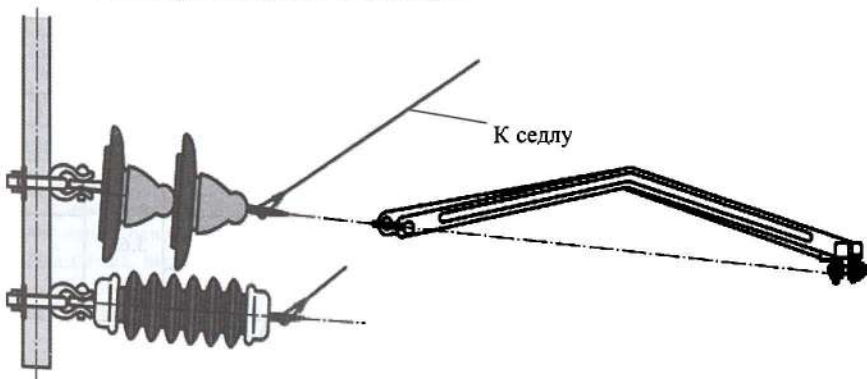


Рис. 5.3.3. Гибкий фиксатор

Для крепления на фиксирующем тросе жестких и гибких поперечин, а также для крепления проводов на воздушных стрелках применяются фиксаторы ФПС, ФОС, ФКС. В эксплуатации находится значительное количество трубчатых фиксаторов, которые заменяются в плановом порядке.

Основные стержни фиксаторов в кривых малого радиуса усиливают дополнительным уголком. Для повышения ветроустойчивости контактной подвески применяют дополнительные устройства, предохраняющие сочлененные фиксаторы от раскрытия: ограничительные упоры на фиксаторных стойках, жесткие распорки между основным стержнем фиксатора и несущим тросом. При реконструкции контактной сети скоростной магистрали Москва—Санкт-Петербург для этих целей на фиксаторах типа ФИП и ФИС предусмотрена установка ветровой струны.

Максимально допустимое отжатие токоприемником контактных проводов под фиксатором должно быть не более 250 мм.

Расстояние между контактными проводами и основным стержнем фиксатора без нагрузки см. в табл. 12.15.1.

Для крепления трубчатых фиксаторов на нижнем фиксирующем тросе гибкой или жесткой поперечины применяют разрезное или неразрезное ушки, а также зажим с ушком; последний устанавливают также при креплении к фиксирующему тросу полосовых фиксаторов.

Технические параметры фиксаторов и области применения гибких фиксаторов приведены в табл. 5.3.1—5.3.2.

Таблица 5.3.1

Фиксаторы контактного провода

Тип	Сортамент метража основного стержня	Длина основного стержня, мм (числитель), и его масса, кг (знаменатель)							Масса деталей фиксатора, кг, при числе контактных проводов	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	1	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ФП-3	Уголок 50×50×5	1200	1600	2000	2400	3000	—	—	3,63	5,58
ФП-25		5,77	7,27	8,78	10,29	12,55	—	—		
ФПИ		1200	1600	2000	2400	3000	3600	—		
		5,84	7,34	8,85	10,36	12,62	14,88	—	5,58	
УФП		—	1600	—	—	3000	—	—		
		7,2	—	—	—	12,48	—	—		
ФО-3		3000	3400	3800	4200	4600	5000	—	4,25	6,2
		15,64	17,59	19,54	21,44	23,34	25,29	—		
ФО-25		3000	3400	3800	4200	4600	5000	—	4,25	—
		15,74	17,69	19,64	21,54	23,44	25,39	—		

Продолжение табл. 5.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ФО2-25	Уголок 50×50×5	—	3400 17,69	3800 19,64	—	4600 23,44	—	5300 27,34	17,1	—
ФОИ		—	3400 17,66	3800 19,61	4200 21,51	4600 23,41	5000 25,36	5400 25,31	4,25	—
ФОИ2	Труба Ø 60мм	—	—	3800 19,61	4200 21,51	—	5000 25,36	5400 27,31	17,1	—
УФО		3000 13,14	4000 17,52	4300 18,83	—	—	—	—	—	9,04
УФО2		3300 19,45	4300 18,83	4600 20,14	—	—	—	—	—	24,98
ФА-3	Уголок 63×63×5	1175 6,75	1675 9,13	2175 11,47	2675 13,97	3175 16,37	3675 18,67	—	—	3,35
ФА-25, ФТ-25		1300 7,39	1800 9,79	2300 12,20	2800 14,61	3300 17,01	3800 19,42	—	0,92	—
ФАИ, ФТИ		1300 7,46	1800 9,86	2300 12,27	2800 14,68	3300 17,08	3800 19,49	4300 21,89	0,92	—
ФТ-3		1175 6,72	1675 9,13	2175 11,47	2675 13,97	3175 16,37	—	—	0,92	0,92
ФР		4000 21,59	4600 24,56	5200 27,46	5800 30,37	—	—	—	—	8,5
ФПС-3, ФИС-25		—	1600 7,27	—	2400 10,29	3000 12,55	—	—	6,12	8,34
ФПСИ		—	1600 7,34	—	2400 10,36	3000 12,62	—	—	6,12	—
ФОС-3		—	—	—	4200 21,44	4600 23,44	5000 25,29	—	6,74	8,96
ФОС-25	—	—	—	4200 21,54	4600 23,44	5000 25,39	—	6,74	—	
ФОСИ	—	—	—	4200 21,24	4600 23,41	—	5400 27,31	6,74	—	
ФКС-3	4000 21,59	4600 24,56	5200 27,46	—	—	—	—	8,5	10,45	
ФКС-25	4000 21,69	4600 24,66	5200 27,56	—	—	—	—	8,5	—	
ФКСИ	4000 21,62	4600 24,63	5200 27,53	—	—	—	—	8,5	—	

Примечания: 1. Общая масса металлоконструкции фиксатора определяется суммированием массы основного стержня и деталей фиксатора (фиксаторы дополнительные, стойки фиксаторные, держатели контактного провода на уголке, коромысла двойных фиксаторов).

2. В таблице не учтена масса изоляторов и деталей из цветного и чугунного литья (детали 049, 024 и др.).

3. Масса деталей фиксаторов ФГ-3, ФГ-25 и ФГИ составляет соответственно при одном и двух контактных проводах 1,95 и 3,9 кг, фиксатора ФГ2-3 при двух проводах 19,1 кг, ФГ2-25 при одном проводе 15,2 кг и ФГИ2 при одном проводе — 14,8 кг.

4. Фиксаторы ФТ-25 и ФТИ не выпускаются с основным стержнем размеров VI и VII.

Область применения гибких фиксаторов

Расчетная скорость ветра, до м/с	Максимальный радиус кривой, м, при длине пролета, м			
	40	50	60	70
При одном контактном проводе				
25	900	1000	1100	1150
30	750	800	850	900
35	600	650	650	—
40	500	500	550	—
45	400	450	—	—
50	350	350	—	—
При двух контактных проводах				
25	1050	1150	1250	1350
30	850	950	1050	110
35	750	800	850	850
40	600	650	700	—
45	500	550	950	—
50	450	450	—	—

5.4. Стыкование проводов

Стыковой узел контактных проводов должен обеспечивать плавный без удара и искрений проход токоприемников ЭПС при максимальной скорости движения.

Контактные провода соединяют при помощи стыковых зажимов 059-3 и 059-6 (321-1), приведенных на рис. 5.4.1, а, б, которые подвешивают к несущему тросу струной, чтобы уменьшить провес контактного провода в месте стыка.

Для улучшения токосъема контактный провод со стыковым зажимом приподнимают на 30—50 мм над вторым контактным проводом. При двух контактных проводах стыковые зажимы располагают на расстоянии не менее 6 м друг от друга. Звеньевые струны устанавливают непосредственно на стыковой зажим или рядом, на отдельный струновой зажим (не далее 1 м от места стыковки проводов).

Стыкуют провода следующим образом: выровненные концы стыкуемых проводов срезают ножовкой и зачищают с торцов напильником. Все

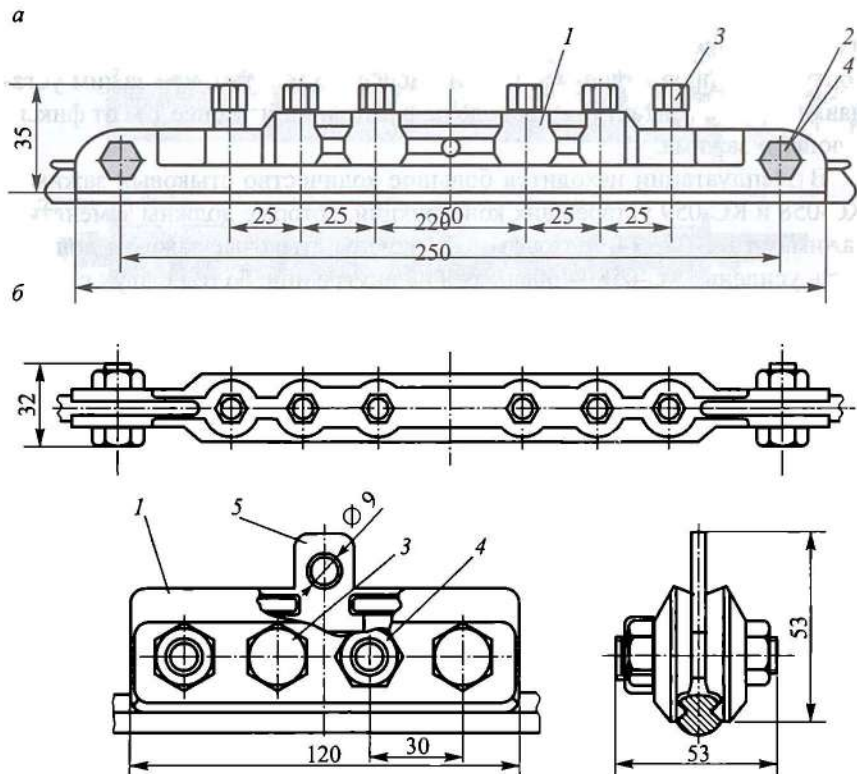


Рис. 5.4.1. Зажим стыковой 059-3 для стыкования проводов сечением 85—100 мм² (а) и 059-6 (321-1) для стыкования проводов сечением 100—120 мм² (б):
 1 — корпус; 2 — болт М10×30; 3 — винт; 4 — гайка М10; 5 — вкладыш

заусенцы и неровности на поверхности проводов устраняют, зачищая их концы наждачной бумагой. Особенно тщательно очищают пазы контактных проводов. С контактной поверхности стыкового зажима удаляют грязь и окислы. Вертикальные болты отворачивают настолько, чтобы концы их не выступали за внутреннюю поверхность зажима. Одновременно ослабляют горизонтальные болты, но после того как концы провода введены в зажим и проверена плотность их соприкосновения, эти болты снова затягивают. Затем вручную завинчивают вертикальные болты до соприкосновения их с поверхностью контактных проводов. Затягивают болты специальным четырехгранным плашечным ключом длиной 200 мм в последовательности, указанной на рис. 5.4.1. Необходимо

следить, чтобы болты не были перетянуты, так как это может вызвать выдавливание соединяемых проводов из пазов зажима. Длина вставки в контактный провод должна быть не менее 1,5 м. Стыковой зажим устанавливают на контактном проводе на расстоянии не менее 1 м от фиксирующего зажима.

В эксплуатации находится большое количество стыковых зажимов КС-058 и КС-059 устаревших конструкций, которые должны заменяться зажимами КС-321 (4-болтовым). До замены стыковые зажимы должны быть усилены: КС-058 — планками на внутренние болты с двух сторон; КС-059 — шунтирующим проводом ПБСМ-70, закрепленным зажимами КС-51, смонтированными не далее 100 мм от зажима с максимальной вытяжкой шунта. С целью предупреждения разрушения стыкового зажима с обеих его сторон устанавливают металлические пластины толщиной 2—2,5 мм под горизонтальные болты.

Стыкование нерабочих отходящих ветвей контактных проводов допускается выполнять тремя болтовыми зажимами КС-054 или клиновыми зажимами КС-035 (рис. 5.4.2) с планкой. Выступающие концы проводов соединяют зажимом КС-054, при этом верхние и нижние поверхности контактного провода должны прилегать к поверхностям щечек зажима.

Медные (сечением 70—120 мм²), сталеалюминиевые (70—185 мм²) и алюминиевые (120—185 мм²) провода стыкуют с помощью овальных трубчатых соединителей (рис. 5.4.3, а). Такие же соединители применяют и при концевой заделке медных и алюминиевых проводов на вилочных коушах. Для алюминиевых проводов в этот коуш вставляют вкладыши, защищающие провода от повреждений. Для обеспечения надежного электрического контакта провода тщательно очищают от грязи и окислов стальной щеткой или наждачной бумагой. Очищенную поверхность



Рис. 5.4.2. Стыкование сталемедных проводов

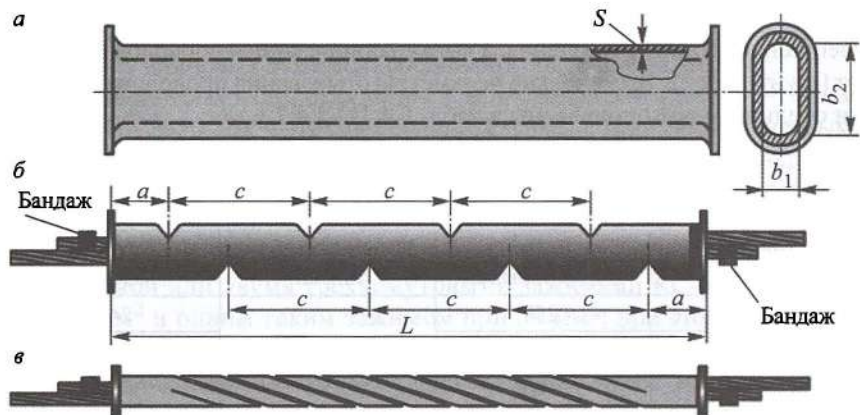


Рис. 5.4.3. Схемы стыкования проводов трубчатыми соединителями (а), методами обжатия (б) и скручивания (в)

смазывают нейтральным техническим вазелином. Внутреннюю поверхность соединителя также очищают, промывают бензином, стальной щеткой удаляют окислы, вытирают насухо чистой тряпкой и покрывают вазелином. После этого провода вводят в соединитель так, чтобы их концы располагались на расстоянии не менее 20—30 мм от торцов соединителя, а крайняя риска на поверхности соединителя находилась со стороны концов проводов. Выходящие из зажимов концы проводов и тросов должны быть укреплены бандажами и связаны с основным проводом. Методом обжатия стыкуют провода в соединителе, обжимая его специальными клещами со вставленными в них парными вкладышами, маркировка которых соответствует материалу и сечению провода. Обжатия производят по рискам, расположенным на поверхности соединителя в шахматном порядке, начиная с конца соединителя. Для этого соединитель устанавливают перпендикулярно рычагам клещей в паз между вкладышами. Первое и последнее обжатия должны быть расположены со стороны концов проводов (рис. 5.4.3, б).

Применяют овальные соединители марки 062-1 (СОМ) для соединения обжатием медных проводов сечением 70—120, марки 062-2 (СОА) — для алюминиевых проводов сечением 120—185 и 062-3 (СОАС) — для скручивания алюминиевых и сталеалюминиевых проводов сечением 35—185 мм².

Методом скручивания овального соединителя выполняют стыкование сталеалюминиевых проводов сечением 35—70 мм². После ввода концов

соединяемых проводов овальный соединитель скручивают с помощью специального приспособления, а выступающие концы проводов соединяют (шунтируют). Технические параметры стыкования проводов овальными соединителями приведены в табл. 5.4.1—5.4.2.

Таблица 5.4.1

Обжатие овальных соединителей

Марка провода	Длина соединителя, мм	Количество обжатий, шт.	Глубина обжатий, мм
М-95	258	2 × 5	24,0
М-120	280		27,5
А-120	300		26,0
А-150	320		30,0
А-185	340		33,5
АС-120	904	2 × 12	33,0
АС-150	932		36,0
АС-185	1032	2 × 13	39,0

Таблица 5.4.2

Скручивание овальных соединителей

Марка провода	Длина соединителя, мм	Внутренний размер, мм	Количество витков
А, АС-35	330	19 × 9,2	4
А, АС-50	400	22 × 10,5	
А, АС-70	450	26 × 12,5	

Вставки в многопроволочные провода выполняются из проводов той же марки и того же повива, что и основной провод. Минимальная длина вставки — не менее 1,5 м, стыковой узел должен находиться не ближе 1 м от точки подвеса троса.

Не допускается стыкование проводов поперечных несущих тросов гибкой поперечины, а также проводов и тросов, расположенных над контактной сетью.

Допускается выполнять стыковые узлы:

– медных тросов сечением 95—120 мм² — двумя клиноболтовыми зажимами и овальным соединителем; при временном восстановлении — шестью соединительными зажимами КС-054, КС-055, двумя КС-056 (КС-326), цанговым зажимом КС-085;

– сталеалюминиевых проводов сечением 50—95 мм² — двумя клиновыми зажимами (КС-035) с соединительной планкой; концы проводов, выступающие из клиновых зажимов, соединяют болтовым зажимом;

– алюминиевых и сталеалюминиевых проводов сечением 16—185 мм² (кроме ПБСА-50/70) — тремя соединительными зажимами, цанговыми концевыми; стыковыми КС-085-1, КС-085-2, КС-086-1, КС-086-2;

– сталеалюминиевых проводов марки ПБСА-50/70 — двумя клиноболтовыми зажимами с соединительной планкой между ними;

– стальных тросов — двумя клиновыми зажимами с соединительной планкой или двумя треххомутовыми зажимами КС-079 при сечении 70 мм² и одним таким зажимом при 50 мм²; при этом стыкование производят без нагрузки: в первую очередь закрепляют средний хомут, затем крайние. Перекосы хомута, обрывы и расслоение проволок не допускаются;

– проводов М-95, ПБСМ-95, М-120 — цанговыми зажимами КС-085.

Термитной сваркой выполняют соединение многопроволочных алюминиевых и сталеалюминиевых проводов при условии, что натяжение в стыкуемых узлах будет не более 500 кгс и узел не будет подвергаться изгибу. Сварку проводов производят с помощью специальных приспособлений и термитных патронов, марки которых приведены в табл. 5.4.3. Стыкуемые провода должны быть одной марки. Не допускается в узле сварки пережог проволок наружного повива, глубокие раковины и каверны. С помощью аргодуговой сварки соединяют многопроволочные провода (кроме стальных тросов) и шины.

Таблица 5.4.3

Марки термитных патронов и свариваемых проводов

Марка термитного патрона	Марка свариваемых проводов
ПАС-50	А-50, АС-50
ПАС-150	АС-150, А-185
ПАС-185	АС-185, А-185
М-95	М-95
М-120	М-120

Методом опрессования безболтовых зажимов (рис. 5.4.4) соединяют контактные провода и несущие тросы: алюминиевые и сталеалюминиевые провода, электрические соединители из медного провода с многопроволочными и контактными проводами. Опрессование зажимов производят гидравлическими или механическими прессами с помощью пуансонов и матриц (рис. 5.4.5, а—д). Характеристики зажимов и области их применения приведены в табл. 5.4.4.

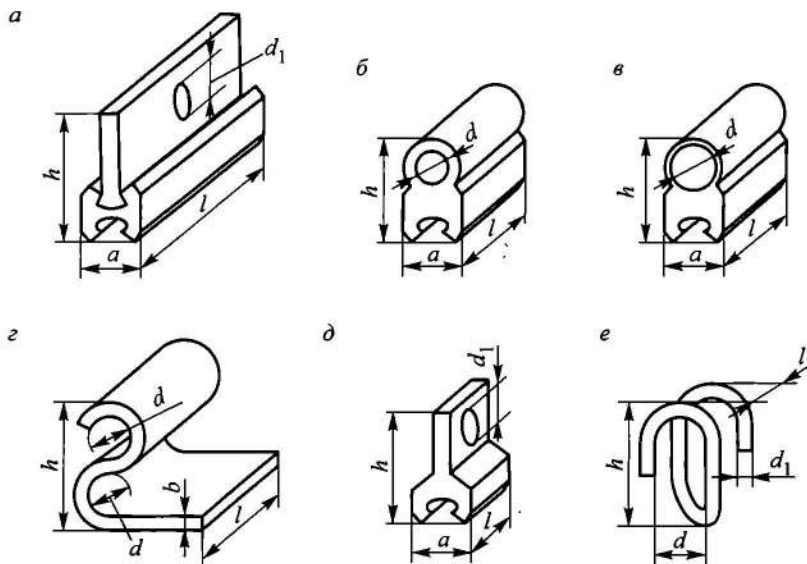


Рис. 5.4.4. Прессуемые безболтовые зажимы: стыковой контактного провода Ст (а), средней анкеровки СрА (б), питающий контактного провода П (в), соединительный для медных и алюминиевых проводов, переходной «алюминий-медь» СМ, СА, ПАМ (г), струновой контактного провода Сскп (д), струновой несущего троса Снт (е)

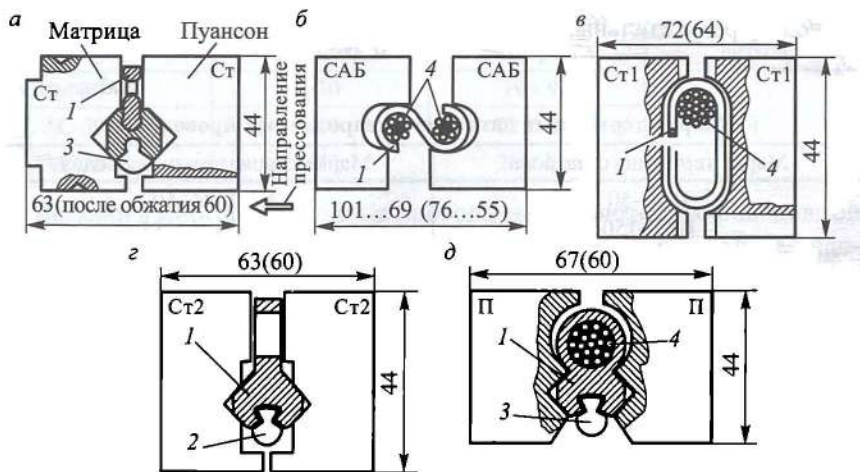


Рис. 5.4.5. Матрицы и пуансоны для обжатия безболтовых зажимов: а — стыкового; б — S-образного; в и г — струнового для несущего троса и контактного провода; д — питающего; 1 — зажим; 2, 3 — контактный провод; 4 — несущий трос

Прессуемые безболтовые зажимы

Наименование и тип зажима	Маркировка зажима	Марка соединяемых проводов и их сечения	Тип заменяемого болтового
Стыковой контактного провода Стыковой — удлиненный**	Ст	МФ*	КС-059
Струновой контактного провода Тип 1 (сборный)*** Тип 2	Скп 1 Скп 2	МФ*	КС-046
Струновой несущего троса Тип 1 Тип 2	Снт 1 Снт 2	М, ПБСМ 120—95 70	КС-046
Питающий контактного провода Тип 1 (сборный)*** Тип 2 (сборный)*** Тип 3 (2 исполнения) Тип 4 (2 исполнения)	П1 П2 П3 П4	МФ/М 120—95 70 1 — 120, 2 — 95**** 1 — 95, 2 — 70	КС-053
Средней анкеровки	СрА	МФ/провод 70	КС-051
Соединительный для алюминиевых многопроволочных проводов		А, АС	
	СА0	185	КС-064
	СА1	150	КС-064
	СА2	120	КС-064
	СА3	95	КС-071
	СА4	70	КС-071
	СА5	50	КС-071
	СА6 СА7	35 25	КС-071 КС-071
Соединительный медный Тип 1 Тип 2 Тип 3 Тип 4	СМ1	М, МГ, ПБСМ 120/120—95	КС-055
	СМ2	70/95—70	КС-054
	СМ3	95/95	КС-054
	СМ4	70/120—95	КС-054
Переходной «алюминий—медь» (А, АС/М, МГ, ПБСМ)	ПАМ3	185—150/120—95	ПАМ
	ПАМ2	185—150/70	
	ПАМ1	120—150/70	ПАМ

* МФ-100 и другие с головкой по ГОСТ 2584-75.

** Зажим Ст длиной 320 мм (и более) применяется как накладной шунт в местах повышенного износа контактного провода.

*** В настоящее время не выпускается.

**** Цифры 1 и 2 обозначают количество проводов.

5.5. Анкеровки

Контактная подвеска выполняется анкерными участками длиной не более 1600 м, в исключительных случаях допускается длина анкерного участка компенсированной подвески 1800 м. На участках скоростного движения поездов (161—200 км/ч) длина анкерных участков должна быть не более 1400 м. Компенсированные анкеровки выполняют с помощью компенсаторов, обеспечивающих в анкеруемых проводах требуемое номинальное натяжение. Грузовые компенсаторы состоят из грузов и нескольких блоков, через которые их присоединяют к анкеруемым проводам.

Двухблочные компенсаторы позволяют использовать груз, масса которого составляет 50 % номинального натяжения в анкеруемых проводах, трехблочные (рис. 5.5.1) — 25 % требуемого номинального натяжения. Зато расстояние, на которое перемещаются грузы по вертикали, в 2 раза больше, чем при двухблочном. Грузы набирают из отдельных железобетонных или металлических элементов массой 25 кг. Для исключения раскачивания грузов под действием ветра устанавливают ограничители тросов.

Число изоляторов в анкеровках для участков переменного тока — пять, постоянного тока — на один меньше.

В устройстве грузовых компенсаторов применяются блоки компенсаторы на нагрузку 2000—3000 кгс, стальные оцинкованные девятнадцатипроволочные канаты сечением 70 мм². Грузы на штанге должны иметь замок. Обрыв одной пряди каната грузового компенсатора не допускается. Стальной канат должен быть покрыт антикоррозионным смазочным материалом, а в гололедных районах в зимнее время — дополнительно противогололедным составом. Анкеровки контактных проводов монтируют выше уровня рабочего контактного провода на 500—1000 мм. При несоблюдении этого требования поднимают уровень анкеровки проводов в соответствии с техническим указанием ЦЭ МПС РФ К-11/95 ЦЭТ-2 от 08.06.95 г.

Расстояние между нижней частью грузов компенсаторов и поверхностью земли или фундамента при максимальной температуре воздуха, а также между верхней частью грузов и неподвижным роликом при минимальной температуре воздуха должно быть не менее 200 мм. С целью исключения двойного перегиба стального каната в роликах расстояние между неподвижным роликом и первым от опоры подвижным роликом должно быть не менее 3 м при максимальной температуре воздуха и не более 6,5 м при минимальной температуре воздуха. До переустройства

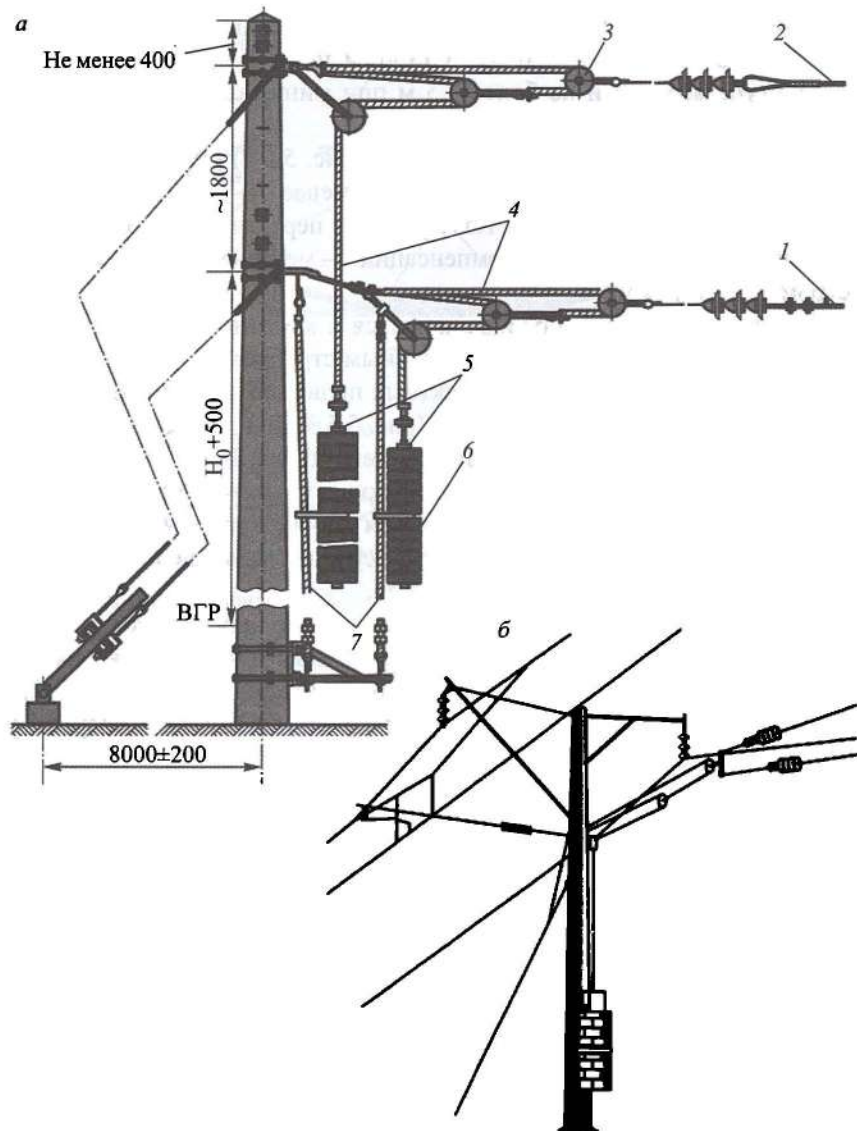


Рис. 5.5.1. Раздельная (а) и совмещенная (б) анкеровки компенсированного контактного провода и несущего троса:

1 — контактный провод; 2 — несущий трос; 3 — блок компенсатора; 4 — трос компенсатора; 5 — штанга для грузов; 6 — груз железобетонный; 7 — трос ограничителя раскачивания грузов

разрешается сохранять расстояние между подвижным роликом и первым от опоры неподвижным роликом не менее 1 м при максимальной температуре воздуха и не более 3,5 м при минимальной температуре воздуха.

В блочно-полиспастном компенсаторе (рис. 5.5.2) расстояние между неподвижными роликами должно быть не менее 1,5—2,0 м при максимальной температуре воздуха. Коэффициент передачи 3:1; допустимая нагрузка 3000 кгс; трос грузокомпенсации — мелкожильный канат диаметром 9,5—11,0 мм.

Двойные контактные провода крепятся к компенсатору через коромысло или ролик со страхующим стальным струбцом.

В полукомпенсированных контактных подвесках применяются средние анкеровки контактных проводов (рис. 5.5.3, а), в компенсированных подвесках — и средние анкеровки несущего троса. Длина каждой ветви троса средней анкеровки контактного провода должна быть не менее десятикратного минимального расстояния между контактным проводом и несущим тросом этого пролета. Трос средней анкеровки крепится к контактному проводу в середине пролета.

При двух контактных проводах среднюю анкеровку контактного провода монтируют из одного троса и устанавливают зажимы на каждый контактный провод с расстоянием между ними 450—500 мм. При двух контактных проводах трос средней анкеровки крепится к несущему

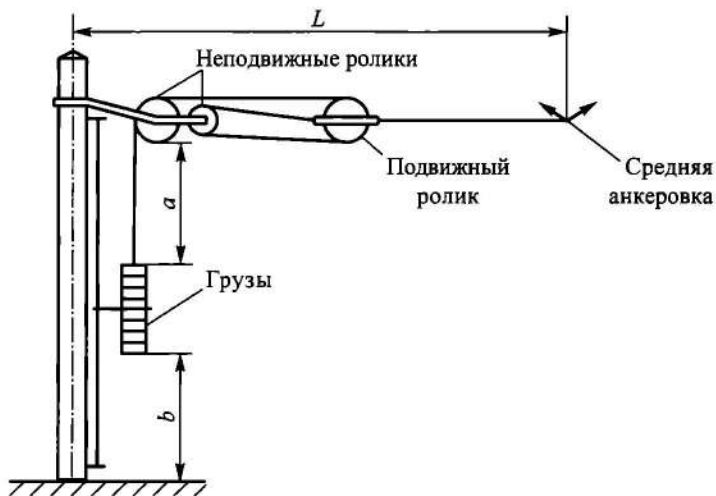


Рис. 5.5.2. Блочно-полиспастный компенсатор

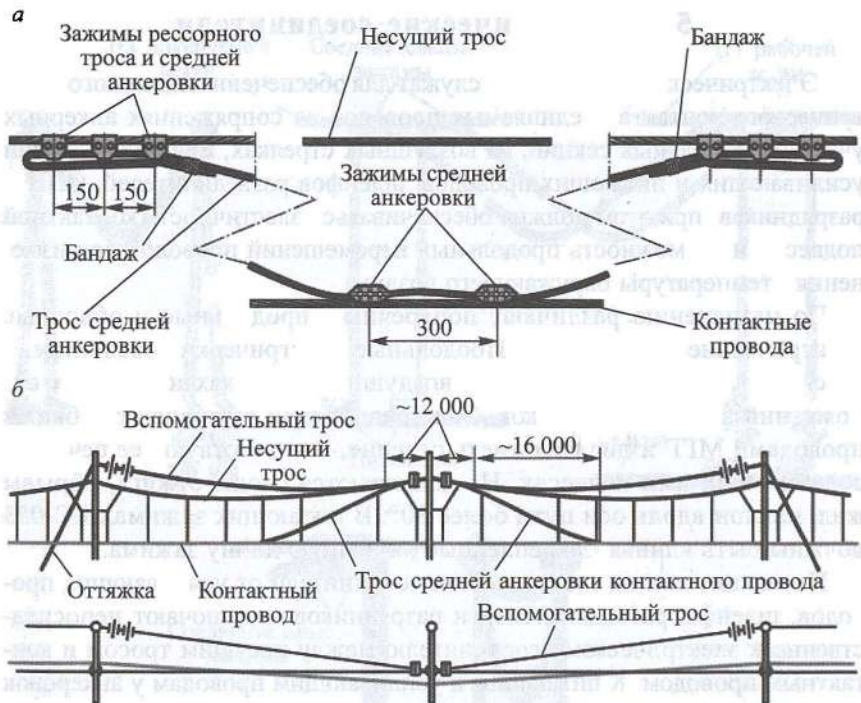


Рис. 5.5.3. Схемы средней анкеровки полукомпенсированной (а) и компенсированной (б) подвесок

тросу тремя соединительными зажимами, при одном контактном проводе — двумя. Не допускаются провисание троса средней анкеровки контактного провода ниже уровня контактного провода и обрыв проводов троса.

Тросы средней анкеровки несущего троса компенсированной подвески (рис. 5.5.3, б) крепятся с каждой стороны двойного седла двумя зажимами. В качестве троса средней анкеровки несущего троса и контактного провода применяют ПБСМ-70. Максимальное натяжение троса средней анкеровки несущего троса должно быть 1000 кгс. Анкерочные ветви, расположенные над пассажирскими платформами и крышами зданий, должны быть изолированы и заземлены. Трос средней анкеровки контактного провода должен крепиться на несущем тросе на расстоянии 10—12 м от консоли, а на контактном проводе на расстоянии 15—16 м от точки крепления на несущем тросе (см. рис. 5.5.3, б).

5.6. Электрические соединители

Электрические соединители служат для обеспечения надежного электрического контакта соединяемых проводов на сопряжениях анкерных участков, отдельных секций, на воздушных стрелках, при подключении усиливающих и питающих проводов, шлейфов разъединителей, ОПН и разрядников; при этом должна обеспечиваться эластичность контактной подвески и возможность продольных перемещений проводов при изменениях температуры окружающего воздуха.

По назначению различают поперечные, продольные и обводные электрические соединители. Продольные электрические соединители (рис. 5.6.1, а) устанавливают на воздушных стрелках и в местах сопряжений анкерных участков. Эти соединители выполняют гибкими проводами МГГ и должны иметь сечение, соответствующее сечению соединяемых ими подвесок. Не допускаются следы отжига, обрывы жил, наклон вдоль оси пути более 30° . В питающих зажимах КС-053 должны быть клинья, закрепленные на полную длину зажима.

Питающие линии, электрические соединители от усиливающих проводов, шлейфы разъединителей и разрядников подключают непосредственно к электрическому соединителю между несущим тросом и контактным проводом. К питающим и усиливающим проводам у анкерных продольные электрические соединители подсоединяют к выходящим из заделки свободным концам провода. На изолирующих сопряжениях и обводах, а также при подключении питающих линий и шлейфов разъединителей к ним электрические соединители подсоединяют к каждому несущему тросу двумя соединительными зажимами и каждому контактному проводу одним питающим зажимом.

Пересекающиеся анкерные ветви, отдельные провода контактной сети одной секции должны быть соединены (зашунтированы) электрическими соединителями с секцией контактной сети.

На участках постоянного тока применяют электрические соединители из проводов марки М или МГГ сечением $95\text{—}120\text{ мм}^2$ (допускается М сечением 70 мм^2), на участках переменного тока — М или МГГ сечением $70\text{—}95\text{ мм}^2$. Допускается применять провода А и АС соответствующего сечения по меди с использованием плакированных пластин.

Поперечные соединители (рис. 5.6.1, б) между несущим тросом и контактным проводом выполняют обычно из гибкого провода марки МГГ. Чтобы уменьшить влияние на эластичность подвески контактного провода, на соединителе выполняют несколько спиральных витков. Если

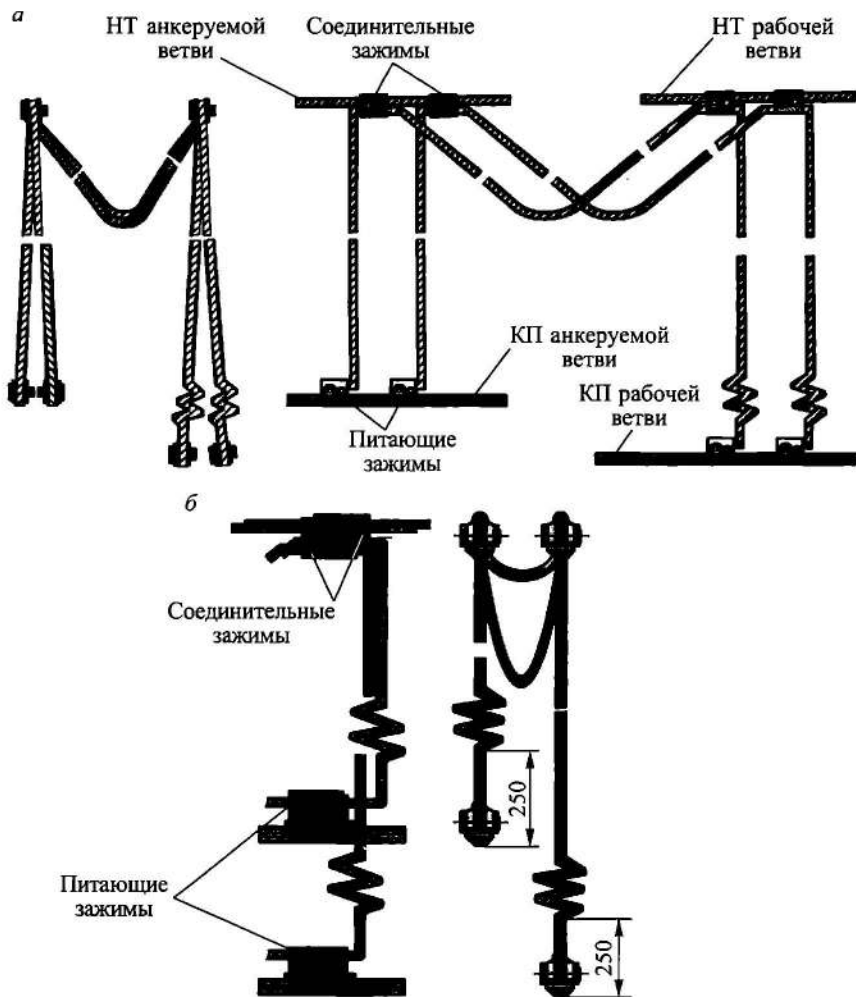


Рис. 5.6.1. Продольный (а), поперечный (б) электрические соединители

соединитель выполняется из провода марки М и имеет полукруглую форму, он должен иметь радиус, равный половине расстояния между несущим тросом и контактным проводом у места установки.

Торцы шлейфов из медных проводов обвариваются или опрессовываются наконечниками. Выступающие концы многопроволочных проводов перед соединением зачищаются.

Поперечные электрические соединители между несущим тросом и контактным проводом при постоянном токе на главных путях перегонов и станций, приемо-отправочных путях устанавливают за пределами рессорных струн на расстоянии 0,5 м от точки крепления в каждом пролете; при переменном токе на равнинах и спусках — через пролет, на подъемах и в зонах трогания и разгона — в каждом пролете. Усиливающие провода и контактную подвеску, а также контактные подвески станционных путей, объединенные в одну секцию, соединяют электрическими соединителями в зонах трогания и разгона в каждом пролете, а вне этих зон — через 3—4 пролета.

Пересекающие контактную подвеску шлейфы разъединителей и рядников располагают над несущим тросом на расстоянии не менее 0,8 м.

Обводные электрические соединители применяют там, где необходимо соединить вдоль электрифицированной линии отдельные провода, например усиливающие, и провода цепной подвески, анкеруемых на одной опоре, или восполнить недостающее сечение контактной сети при проходе искусственного сооружения. Обводные соединители, как и продольные, выполняют общим сечением не меньшим, чем у соединяемых проводов. Электрические соединители на неизолирующих сопряжениях и обводах, а также при подключении питающих линий и шлейфов разъединителей к ним подсоединяют к каждому несущему тросу двумя соединительными зажимами и каждому контактному проводу одним питающим зажимом.

5.7. Узлы и детали контактной сети для несущего троса ПБСА-50/70

Несущий трос из сталеалюминиевого провода ПБСА-50/70 применяют вместо тросов из сталемедных проводов ПБСМ-70 и ПБСМ-95 в подвесках с одним контактным проводом. Провод ПБСА-50/70 может быть использован в качестве фиксирующего троса, для группового заземления и поддерживающего троса линии освещения.

Подвешивают провод ПБСА-50/70 в обычных седлах, внутренняя поверхность которых покрыта слоем полимерного материала. При использовании седел для подвески тросов группового заземления и поддержки линий освещения это покрытие не наносят.

Анкеровки сталеалюминиевого провода производят с помощью специальных зажимов НБН-2-7 (рис. 5.7.1) или самозаклинивающихся клинболтовых зажимов 035-76-ПБСА. Такие же зажимы используют для

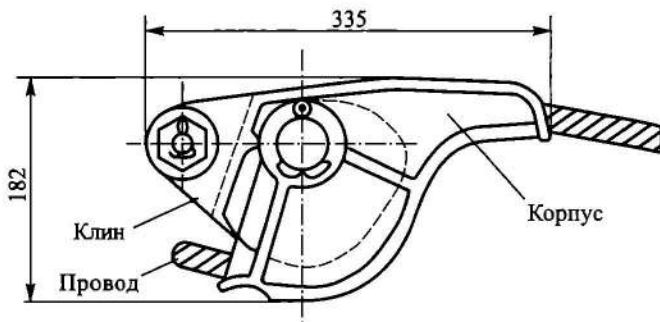


Рис. 5.7.1. Зажим типа НБН-2-7

стыкования сталеалюминиевых проводов и врезки в них секционирующих изоляторов. Для заделки концов фиксирующих тросов и врезки в них секционирующих изоляторов (рис. 5.7.2, а) применяют только зажимы 035-76-ПБСА.

Зажим НБН-2-7 из алюминиевого сплава — самоакклинивающийся. Масса зажима 2,6 кг, его разрушающая нагрузка не менее 6000 кгс. При монтаже сначала клин откидывают до упора и протягивают провод под клином по желобу зажима. Затем клин устанавливают в начальное положение. При натяжении, действующем на проушину клина, происходит самоакклинивание зажима, что обеспечивает надежное закрепление в нем провода.

Сталеалюминиевые провода стыкуют с помощью зажимов 035-76-ПБСА через обычную соединительную планку; выпускаемые концы проводов длиной не менее 0,5 м соединяют питающим зажимом для алюминиевых проводов (рис. 5.7.2, б).

Струны из биметаллической сталемедной проволоки БСМ4 к сталеалюминиевому несущему тросу крепят алюминиевыми струновыми зажимами с полимерными коушами (рис. 5.7.3), а рессорные тросы из проволок БСМ6 и трос средней анкеровки из биметаллического сталемедного троса ПБСМ-70 — так, как показано на рис. 5.7.5.

При сталеалюминиевом несущем тросе электрические соединители выполняют из провода АС-95/15. Выступающие из зажимов концы провода, так же как и участки вблизи зажимов, покрывают медью (плакируются). Допускается применять гибкий провод МГГ-70, при этом применяют петлевые зажимы ПАМ-3-1 (рис. 5.7.4).

На контактной подвеске со сталеалюминиевым несущим тросом целесообразно вместо биметаллических сталемедных проволок и тросов применять полимерные канаты. В необходимых случаях эти канаты предвари-

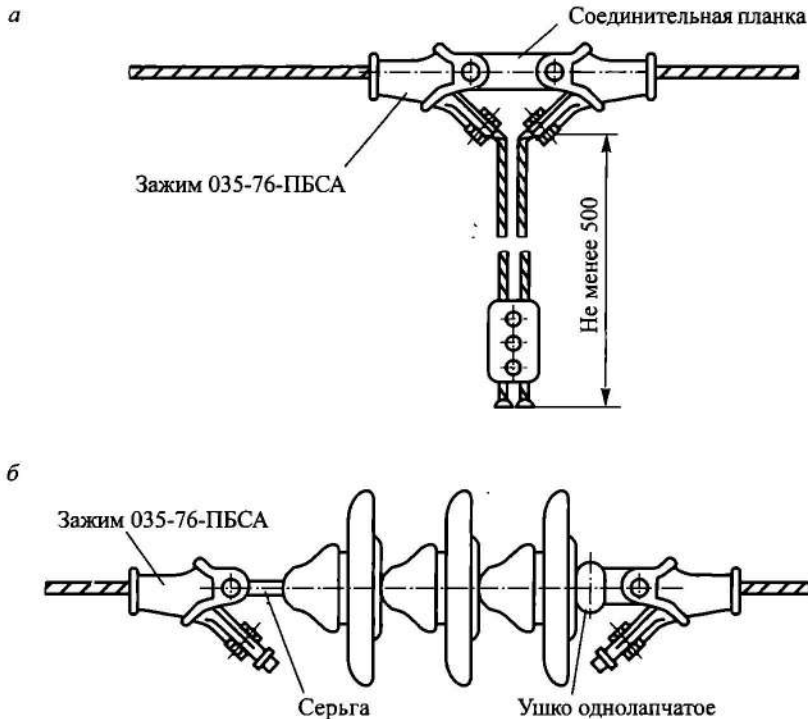


Рис. 5.7.2. Схема секционирования (*a*) и стыкования (*б*) провода ПБСА-50/70

тельно вытягивают 3 раза, прилагая статическую нагрузку, составляющую 70 % от разрывного усилия для данного каната и выдерживая без нагрузки в течение 30 мин после первых двух нагружений. Значения указанной нагрузки для канатов различных диаметров составляют:

Диаметр, мм	Нагрузка, кгс
7,9	700
9,6	870
11,1	1200
12,7	1600
15,9	2500

Вытяжку полимерных канатов производят в стационарных условиях, применяя динамометры. Канаты диаметром 4 мм используют для всех струн в пролете и для поддержания основных фиксаторов на прямых участках пути, на внешней стороне кривых любого радиуса и внутренней стороне

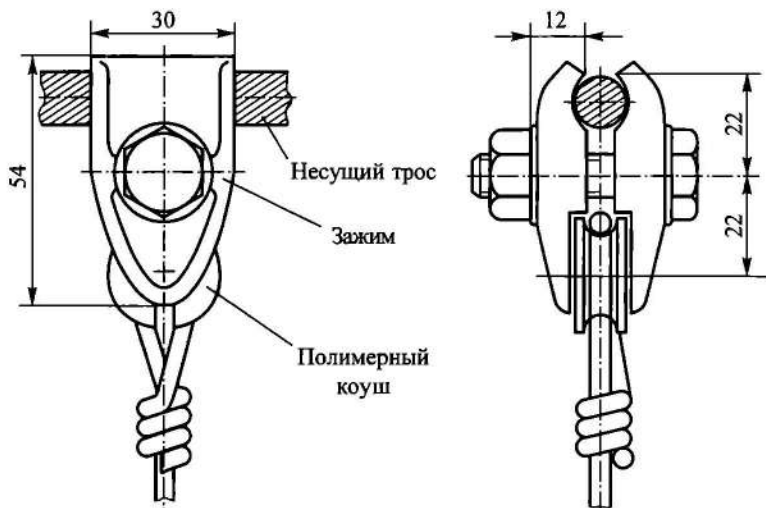


Рис. 5.7.3. Алюминиевый струновой зажим с полимерным коушем

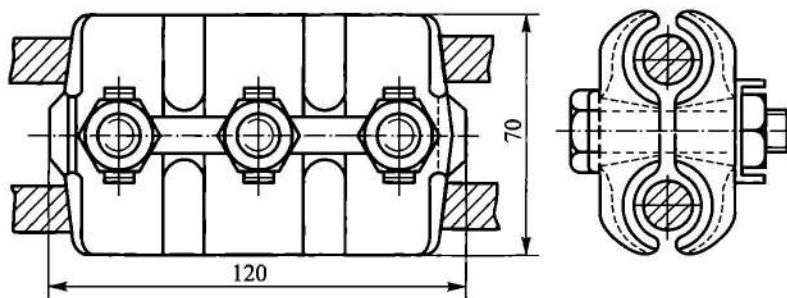


Рис. 5.7.4. Петлевой зажим ПАМ-3-1

кривых радиусом 1000 м и более. Косые струны, поддерживающие основные фиксаторы на внутренней стороне кривых радиусом менее 1000 м и на сопряжениях анкерных участков, следует выполнять из биметаллической проволоки БСМ4. Полимерную струну к сталеалюминиевому несущему тросу крепят без зажима петлевым узлом, а к контактному проводу — обычным струновым зажимом. Нижний конец завязывают простым двойным узлом и продевают между прядями каната. Для регулировки длины полимерной струны устанавливают специальную скобу из стальной оцинкованной или сталемедной проволоки диаметром 3 мм.

Струны, предназначенные для установки в пролете и для поддержания основных фиксаторов, заготавливают соответствующей длины с запасом для регулировки, на одном конце завязывают петлевой узел для последующего закрепления на несущем или рессорном тросе.

Рессорные тросы выполняют из провода БСМ-6 или канатов диаметром 7,9—9,6 мм; перед закреплением на несущем тросе на него надевают скобы для подрессорных струн или на полимерных коушах сами струны, на которых уже имеются петлевые узлы. Рессорные тросы (см. рис. 5.7.5) заготавливают с двумя петлевыми узлами по концам; эти узлы затем крепят к зажимам с ушком, установленным на несущем тросе. Средние анкерки контактного провода выполняют из каната диаметром 11,1 мм и крепят к несущему тросу и контактному проводу.

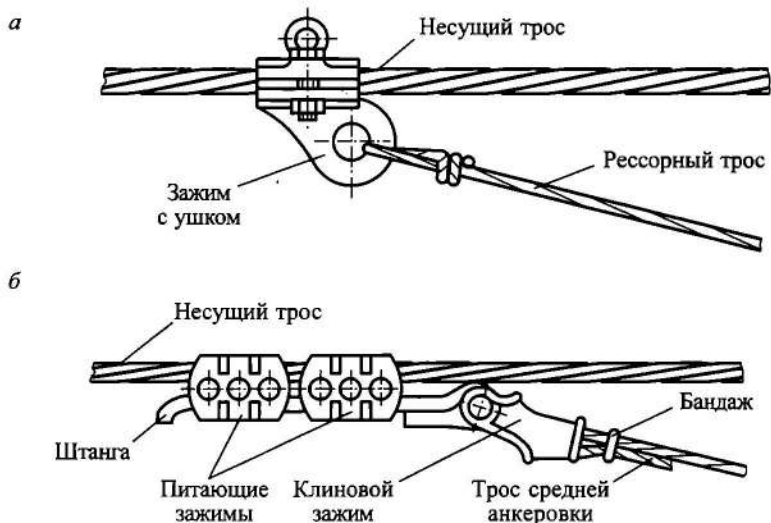


Рис. 5.7.5. Крепление к сталеалюминиевому несущему тросу рессорного троса БСМ-6 (а) и троса средней анкерки ПБСМ-70 (б)

Для поддержки врезных изоляторов в фиксирующих тросах жестких и гибких поперечин используют струны из проволоки БСМ4, закрепляя их на сталеалюминиевом проводе алюминиевыми струновыми зажимами с полимерными коушами.

При монтаже провода ПБСА-50/70 в качестве поддерживающего троса линии освещения применяют сталемедные струны с алюминиевыми струновыми зажимами и полимерными коушами или капроновые струны без зажимов.

Глава 6

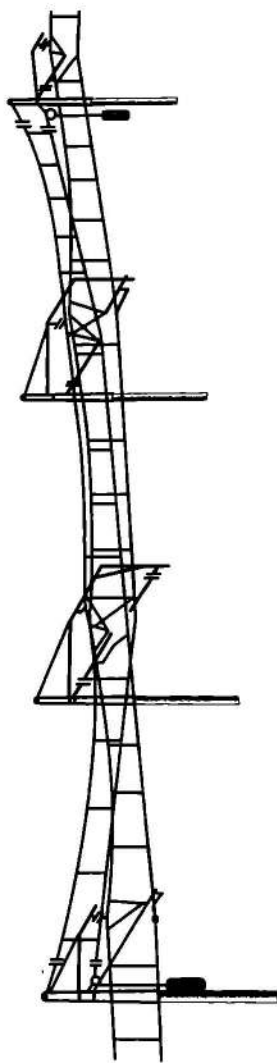
КОНТАКТНАЯ СЕТЬ В МЕСТАХ СОПРЯЖЕНИЙ АНКЕРНЫХ УЧАСТКОВ

6.1. Неизолирующие сопряжения

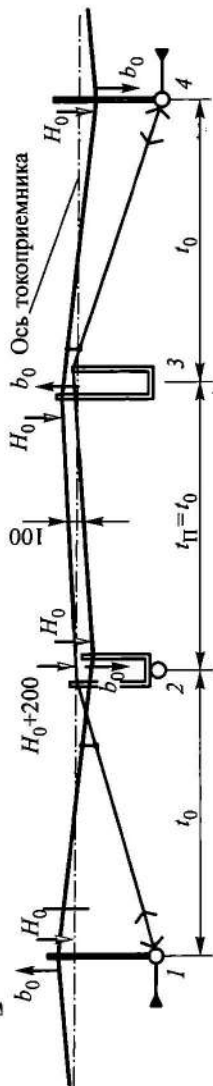
Сопряжения анкерных участков контактной подвески должны обеспечивать плавный переход полоза токоприемника с контактного провода одного участка на контактный провод другого без нарушения бесперебойности токосъема и снижения установленной скорости движения поездов. Если при этом не предусматривается электрическая независимость анкерных участков, то такое сопряжение называется неизолирующим или сопряжением без секционирования.

Эластичные неизолирующие сопряжения анкерных участков (рис. 6.1.1, *a—e*) выполняют трехпролетными. При изогнутых неизолированных консолях крайние пролеты сопряжения уменьшают, сдвигая опоры вдоль пути на 5 м так, чтобы они не находились друг против друга, так как иначе нельзя разместить на них консоли с обратными фиксаторными стойками. Между анкерными опорами сопряжения располагают две переходные опоры. Контактные провода обоих анкерных участков в пролете между переходными опорами подвешивают таким образом, чтобы каждый из них до середины пролета и несколько дальше находился на рабочей высоте, а затем уходящие на анкеровку контактные провода (нерабочие ветви) постепенно поднимались и были бы закреплены на переходных опорах на 200 мм выше основных контактных проводов. В местах, где нерабочая ветвь контактного провода входит в габарит токоприемника, возвышение должно составлять 300 мм. Подъем контактных проводов цепных подвесок осуществляют укорачивая струны, расположенные в тех частях пролета, где необходимо поднять провода. Расстояние между проводами в плане принимают равным 100 мм;

а



б



в

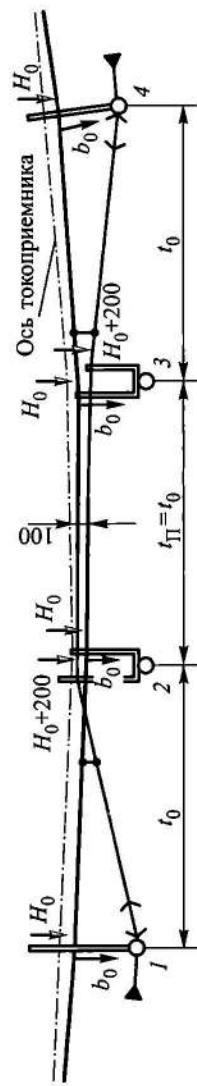


Рис. 6.1.1. Схема неизолирующих анкерных участков: общий вид (а), на прямом участке пути (б) и в кривой (в)

если имеются два контактных провода, это расстояние выдерживают между ближайшими друг к другу проводами разных анкерных участков.

При проходе через эластичное сопряжение токоприемник сначала скользит по контактному проводу одного участка, затем примерно в середине пролета между переходными опорами касается проводов обоих сопрягаемых участков и потом продолжает движение по контактному проводу другого анкерного участка.

Медные несущие тросы полукомпенсированных подвесок анкеруют не при каждом сопряжении (анкеровке) контактных проводов, а через несколько таких сопряжений. Для того чтобы в этом случае поддержать нерабочие ветви контактных проводов, между анкерными опорами раскатывают дополнительный отрезок стального или биметаллического троса («усь»), которые на переходных опорах укладывают в двойное седло вместе с несущим тросом (рис. 6.1.2) и, кроме того, скрепляют с ним соединительными зажимами. Чтобы уменьшить нагрузку на анкерные опоры, дополнительному тросу задают пониженное натяжение. При биметаллических несущих тросах такое устройство не дает существенной экономии и его не применяют.

На каждом сопряжении анкерных участков продольные электрические соединители, показанные возле опор 2 и 3 устанавливают в тех случаях, когда не предусматривается плавка гололеда на проводах контактной сети электрическим током. Если же такая плавка необходима, то сечение подвески в пределах сопряжения должно быть равно сечению вне сопряжения. Для этого на линиях переменного тока ставят другие электрические соединители, которые монтируют между обоими несущими тросами и нерабочими ветвями контактных проводов. В качестве примера на рис. 6.1.3 показана схема, применяемая при биметаллическом несущем тросе и отсутствии усиливающего троса (l — длина переходного пролета). При этой схеме в струны двух пролетов каждой из сопрягаемых подвесок врезают изоляторы. На участках постоянного тока для сохранения одного и того же сечения подвески на перегоне и в переходном пролете исключают проходжение электрического тока по излишним (по сечению) несущим тросам и усиливающим проводам.

Нерабочие ветви цепных подвесок на участках постоянного тока иногда используют в качестве усиливающих проводов. При этом усиливающие провода, сечение которых не больше чем у рабочих ветвей подвески, закрепляют на анкерных опорах со стороны, противоположной анкеровке цепных подвесок, и устанавливают обводные электри-

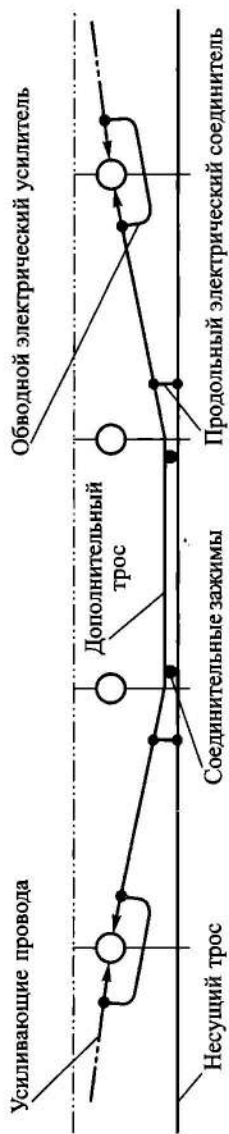


Рис. 6.1.2. Схема расположения дополнительного троса и усиливающих проводов при сопряжении анкерных участков без анкеровки несущего троса

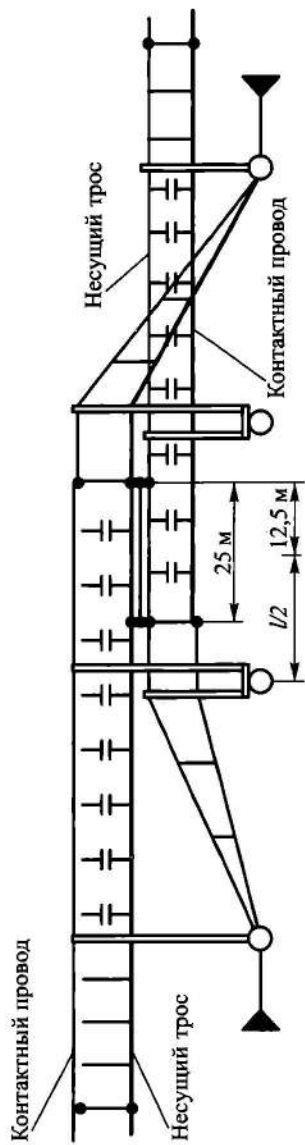


Рис. 6.1.3. Схема размещения электрических соединителей на неизолирующем сопряжении анкерных участков при плавке гололеда

ческие соединители (см. рис. 6.1.2). Остальные усиливающие провода проходят в месте сопряжения без анкеровки.

При подвесках с изолированными и наклонными неизолированными консолями на переходных опорах устанавливают по две консоли (на каждую подвеску — свою консоль), которые, поворачиваясь вдоль пути, обеспечивают перемещение подвесок в разных направлениях (рис. 6.1.4).

В качестве примера рассмотрим армировку одной из переходных опор с изолированными консолями при эластичном сопряжении анкерных участков компенсированной цепной подвески на прямом участке пути участка переменного тока (рис. 6.1.5, а). На рабочем контактном проводе устанавливают сочлененный фиксатор ФПИ-25, на анкеруемом — фиксатор ФАИ-25, выполненный из уголка с надетым на него держателем и

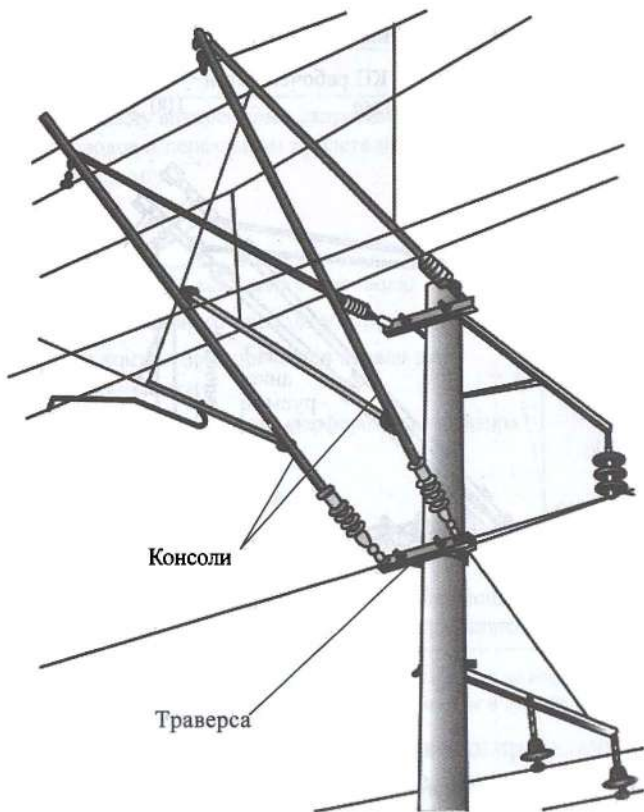


Рис. 6.1.4. Армировка переходной опоры при изолированных консолях

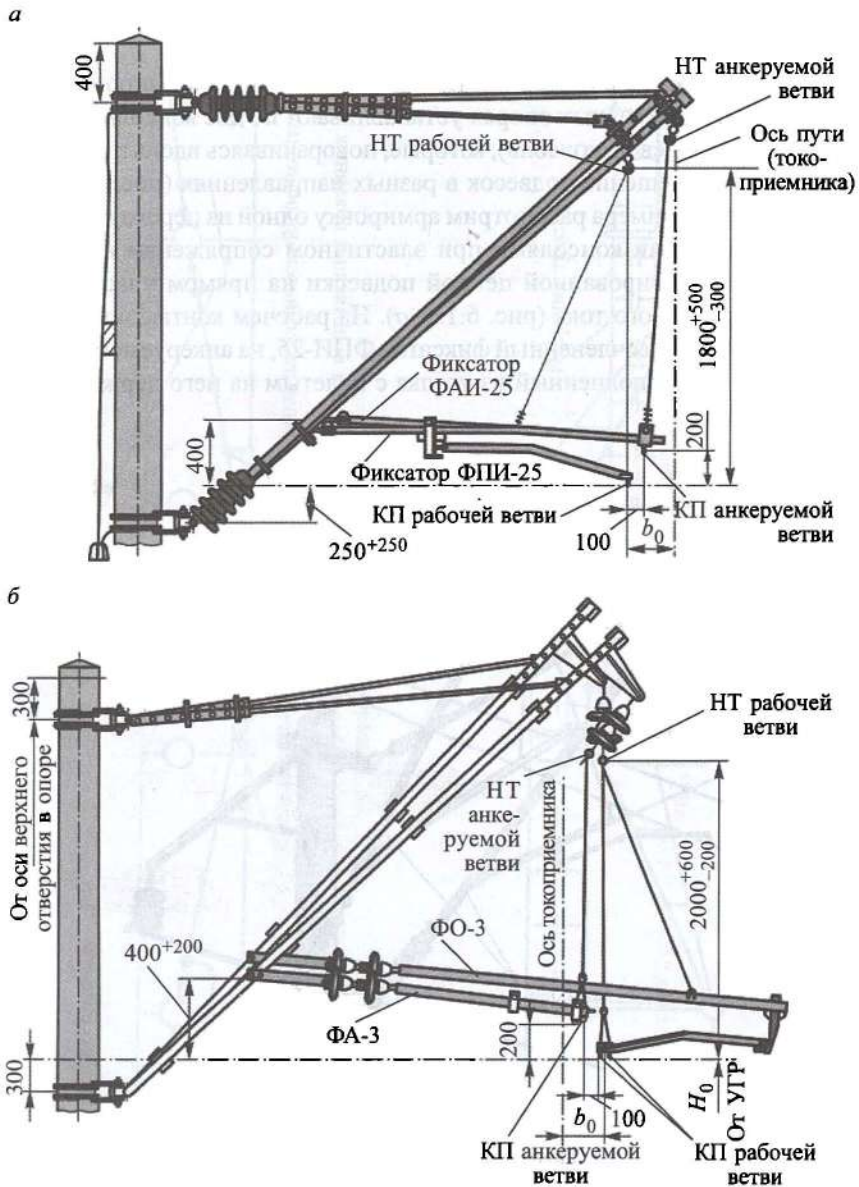


Рис. 6.1.5. Армирование переходной опоры неизоллирующего сопряжения анкерных участков на прямом участке пути при переменном (а) и постоянном токе с двумя контактными проводами (б)

фиксирующим зажимом. На другой переходной опоре рассматриваемого сопряжения подвеску несущего троса осуществляют так, что рабочий контактный провод фиксирован сочлененным фиксатором ФОИ-25, анкеруемый — удерживается фиксатором ФАИ-25.

Когда сопряжение анкерных участков расположено на внешней стороне кривой, то, если позволяют условия, применяют гибкие фиксаторы.

На неизолирующих и изолирующих сопряжениях расстояния между проводами обеих ветвей должны соответствовать величинам, приведенным в табл. 6.1.1.

Таблица 6.1.1

Нормируемые расстояния на сопряжениях анкерных участков

Вид и место установки	Расстояние, мм, на сопряжении	
	неизолирующем	изолирующем
Горизонтальное между внутренними сторонами рабочих контактных проводов в переходном пролете при скорости движения поездов, км/ч:		
до 160	100±30	550*±50
от 161 до 200	100±20	550±40
Вертикальное от рабочего контактного провода:		
до нерабочего контактного провода у переходных опор	200+20	—
до нерабочего контактного провода в начале зоны прохода токоприемника;	300+20	—
до нижней поверхности врезного фарфорового изолятора		
при двух контактных проводах	—	250+20
при одном контактном проводе	—	300+20
до нижней поверхности гладкостержневого полимерного изолятора	—	300+20
до нижней поверхности гладкостержневого изолирующего элемента, допускающего взаимодействие с токоприемником	—	200+20

* По ветровым отклонениям на действующих участках, а также на нормально замкнутых изолирующих сопряжениях допускается 400 мм при постоянном и 500 мм при переменном токе.

В случае компенсированной цепной подвески при использовании изогнутых неизолированных консолей несущие тросы на переходных опорах подвешивают на изолированных траверсах, фиксируемых в определенном положении с подкоса консоли или с обратной фиксаторной стойки. К этим

траверсам крепят ролик для подвески несущего троса рабочей ветви и седло, в которое укладывают несущий трос анкеруемой ветви.

Для армировки переходной опоры эластичного сопряжения анкерных участков компенсированной подвески с двойным контактным проводом на участках постоянного тока используют наклонные неизолированные консоли, изменяют уровень изоляции и устанавливают фиксаторы ФО-3 и ФА-3 (рис. 6.1.5, б). В остальном схема не отличается от той, которую применяют на линиях переменного тока.

При использовании на участках переменного тока наклонных неизолированных консолей для соблюдения требуемых нормами расстояний от фарфора изоляторов до заземленного подкоса консоли в необходимых случаях подвесные гирлянды для несущего троса рабочей и в необходимых случаях нерабочей ветвей фиксируют проволокой (рис. 6.1.6).

Для обеспечения сопряжения анкерных участков на жестких поперечинах для компенсированной подвески переменного тока устанавливают по две изолированные консоли на каждой переходной стойке. При полукompенсированной подвеске участков постоянного тока армировку осуществляют аналогично (рис. 6.1.7), но без фиксирующей оттяжки к несущему тросу.

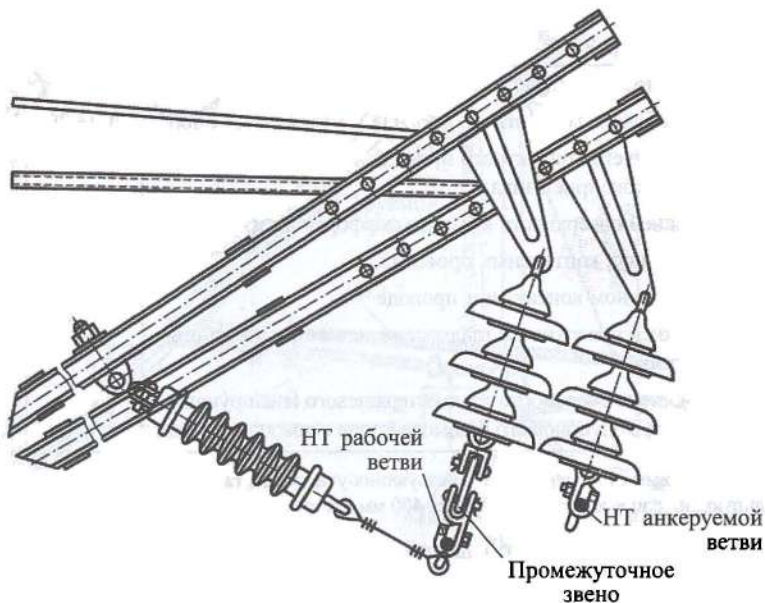


Рис. 6.1.6. Фиксация подвесной гирлянды изоляторов для несущего троса рабочей ветви подвески на наклонной консоли при переменном токе

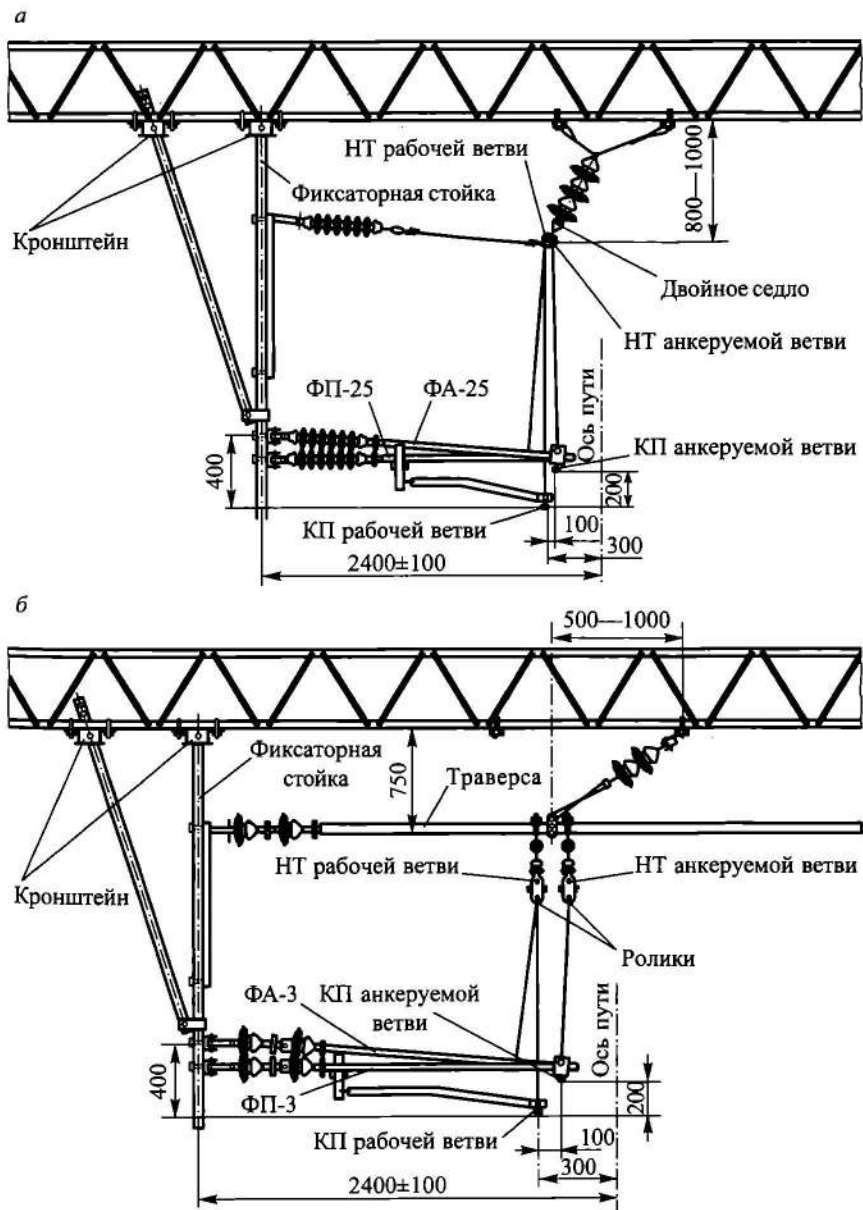


Рис. 6.1.7. Армирование переходных жестких поперечин при переменном (а) и постоянном (б) токе

6.2. Изолирующие сопряжения

В случае необходимости одновременно с механическим разделением анкерных участков создать еще и электрическую их независимость применяют сопряжения, которые называют изолирующими, или сопряжениями с секционированием. Они могут быть выполнены так, что при проходе токоприемника электрическое разделение проводов сопрягаемых анкерных участков временно нарушается (трехпролетные сопряжения). Если же электрическое разделение анкерных участков не может быть нарушено даже на самое короткое время (например, при сопряжении анкерных участков с различными по фазе или по значению напряжениями), применяют схемы с нейтральной вставкой. Такие сопряжения располагают в пяти и более пролетах.

Изолирующие сопряжения на прямых и в кривых участках пути радиусом более 2000 м выполняют четырехпролетными, радиусом 2000 м и менее и в стесненных по габариту местах — трехпролетными. На изолирующих сопряжениях не допускается совмещение компенсированных и полукомпенсированных контактных подвесок.

На изолирующих сопряжениях анкерных участков несущие тросы всегда анкеруют там же, где и контактные провода, и располагают над контактными проводами одноименных с ними анкерных участков.

Фиксаторы, струны, консоли, электрические соединители должны обеспечивать изоляцию анкерных участков при всех температурных изменениях.

Изолирующее сопряжение в трех пролетах (рис. 6.2.1) выполняют аналогично эластичному сопряжению, но увеличивают расстояние между проводами различных участков. Кроме того, в отводимые на анкеровку ветви цепных подвесок включают изоляторы, чтобы случайное замыкание пересекающихся проводов не приводило к нарушению электрического разделения анкерных участков.

Так как на переходных опорах необходимо придать контактным проводам односторонний зигзаг, пролет между ними на прямых участках пути уменьшают по сравнению с нормальным, принятым для разносторонних. Это объясняется тем, что при односторонних зигзагах контактный провод дальше отнесен от оси токоприемника, чем при зигзагах разносторонних, и, следовательно, для соблюдения допустимого ветрового отклонения пролет должен быть уменьшен. Пролеты между переходными опорами уменьшают и в кривых, где зигзаги контактных проводов отличаются от нормальных.

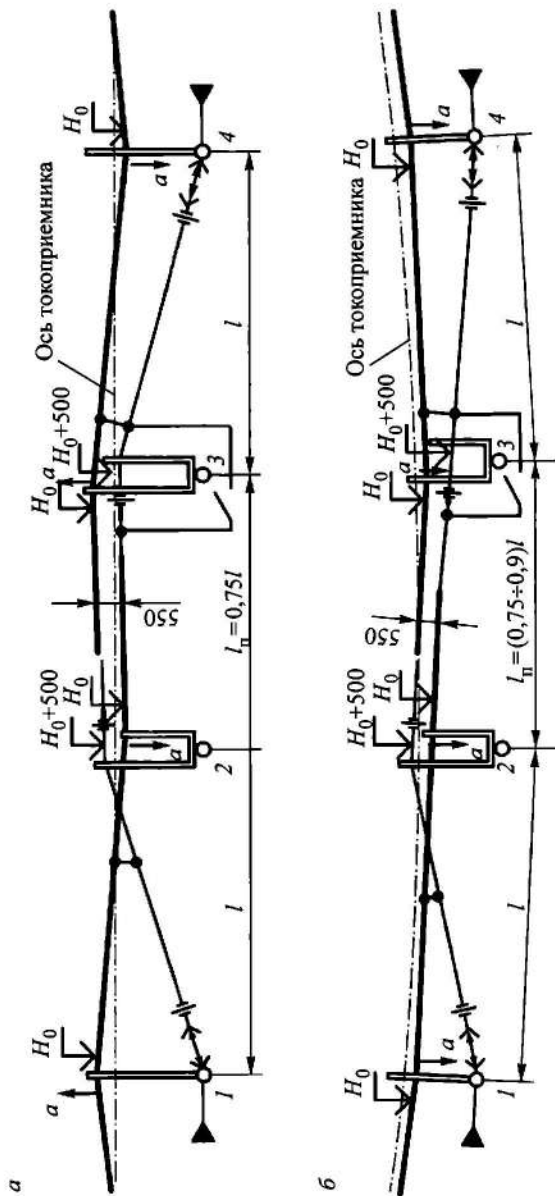


Рис. 6.2.1. Схемы изолирующих сопряжений анкерных участков в трех пролетах на прямом участке пути (а) и в кривой (б)

Подъем отводимых на анкеровки контактных проводов (рис. 6.2.2, а), которые на переходных опорах должны быть подняты значительно выше рабочего уровня (чтобы можно было врезать изоляторы), регулируют на небольшой длине. Если не принять специальных мер, подъем провода будет слишком крутым. Вследствие этого устройство контактной сети при изолирующих сопряжениях сложнее, чем при неизолирующих. Для его упрощения в отходящей ветви контактного провода вместо изоляторов применяют полимерную вставку (рис. 6.2.2, б).

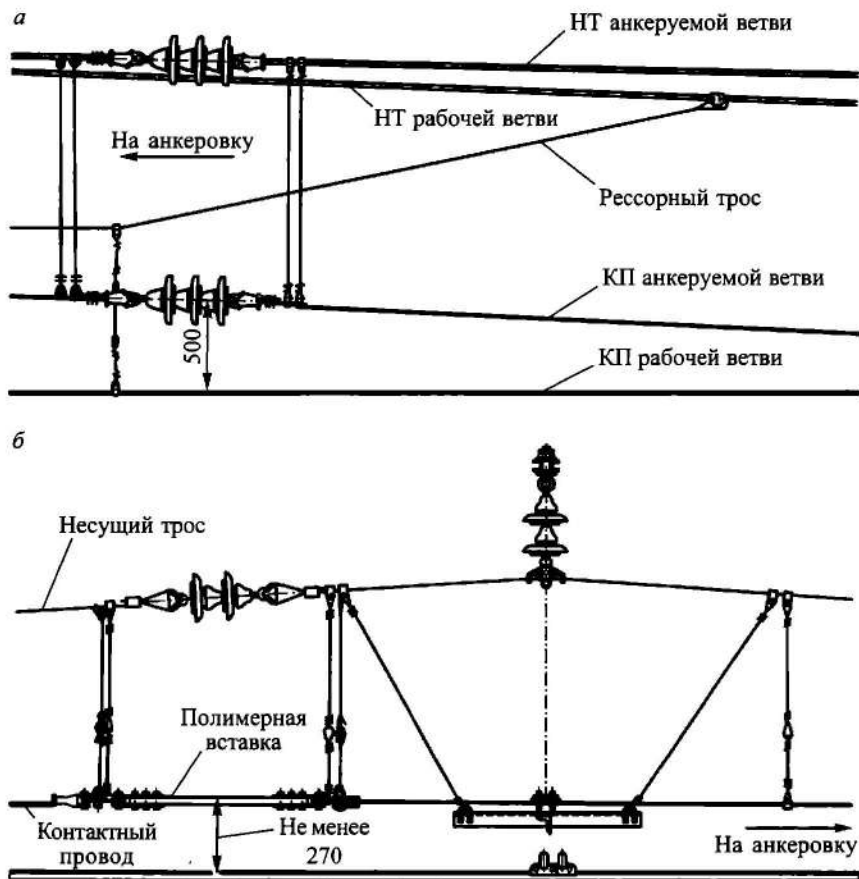


Рис. 6.2.2. Расположение проводов у переходной опоры изолирующего сопряжения анкерных участков с врезкой изоляторов при переменном токе (а) или полимерной вставки (б) при постоянном

Для обеспечения возможности плавки гололеда на проводах изолирующих сопряжений анкерных участков устанавливают специальные электрические соединители. В качестве примера на рисунке 6.2.3 показаны схемы, применяемые на участках переменного тока при отсутствии усиливающего провода и постоянного тока при его наличии. Продольный секционный разъединитель присоединяют с одной стороны к несущему тросу и контактному проводу подвески, а с другой — к дополнительному проводу, подкатанному ко второй подвеске. Несущий трос и контактный провод второй подвески соединяют у другой переходной опоры. Для обеспечения достаточного сечения к несущему тросу второй подвески присоединяют дополнительный провод МГГ-95. Изоляторы в струнах устанавливают только во второй подвеске.

В случае использования на участках переменного тока наклонных неизолированных консолей фиксацию подвесных гирлянд изоляторов для несущих тросов обеих ветвей подвесок осуществляют аналогично с неизолированными сопряжениями (см. рис. 6.1.6).

При компенсированных цепных подвесках на изогнутых консолях там, где необходимо было обеспечить взаимные перемещения несущих тросов, один из них подвешивали на ролике. Для выполнения изолирующего сопряжения анкерных участков на участках постоянного тока устанавливают по две наклонные неизолированные консоли на каждой переходной опоре (аналогично с неизолирующим сопряжением, см. рис. 6.1.4). С целью экономии меди идущие на анкерровку контактные провода заменяют отрезком троса, присоединенного к обоим проводам через коромысло (рис. 6.2.4).

Сопряжения анкерных участков компенсированной и полукompенсированной цепных подвесок осуществляют с помощью специального анкерного участка, одна половина которого работает как полукompенсированная, а вторая — как компенсированная. Например, если на станции применена полукompенсированная подвеска, а на перегонах компенсированная, то первый конец анкерного участка перегона со стороны станции анкеруют как полукompенсированную подвеску; в середине этого анкерного участка устанавливают среднюю анкерровку компенсированной подвески и второй конец участка анкеруют как компенсированную подвеску.

Изолирующее сопряжение с нейтральной вставкой (рис. 6.2.5) — участок контактной подвески, на котором нормально отсутствует напряжение. Нейтральные вставки располагают так, чтобы все токоприемники поезда, следующего через сопряжение анкерных участков,

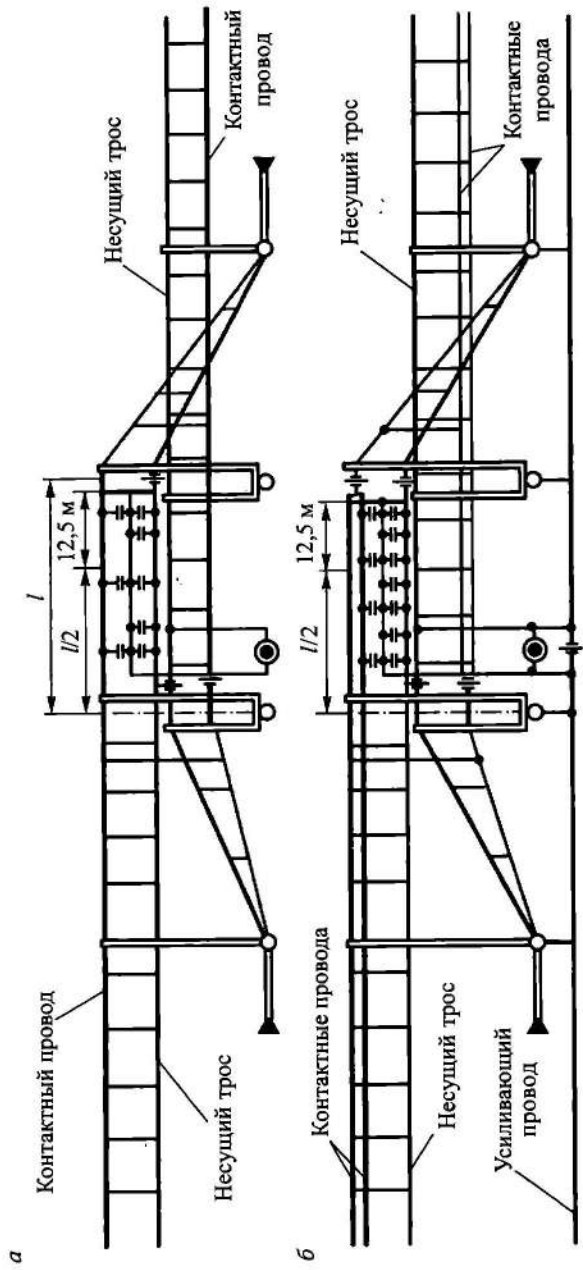


Рис. 6.2.3. Схемы размещения электрических соединителей на изолирующих сопряжениях анкерных участков при переменном (а) и постоянном (б) токе

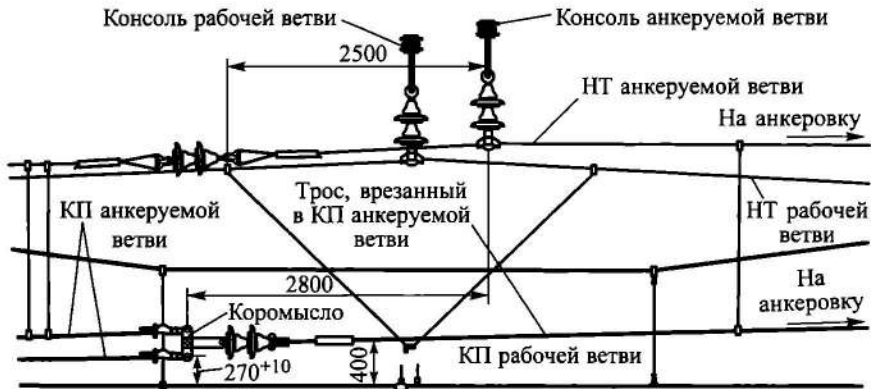


Рис. 6.2.4. Расположение проводов у переходной опоры изолирующего сопряжения анкерных участков при постоянном токе

сначала переходили с контактного провода одного участка на нейтральную вставку и затем с нее на провод второго анкерного участка. Нельзя допускать одновременного перекрытия обоих воздушных промежутков полозьями токоприемника, так как это приведет к замыканию проводов, разных по фазе или напряжению. Поэтому длину нейтральной вставки выбирают больше, чем расстояние между крайними токоприемниками электровозов при кратной тяге или электропоезда. Длина среднего пролета вставки должна быть не менее 45 м. Если по условиям ветровых отклонений такая длина недопустима, делают два средних пролета. Для десятивагонных электропоездов длина нейтральной вставки примерно равна 200 м.

Электрические локомотивы по нейтральной вставке проходят по инерции. Для того чтобы машинисты знали, что надо выключить (для исключения пережога контактных проводов при разрыве цепи) ток и где его можно включить снова, устанавливают сигнальные знаки. Эти знаки ставят в обоих направлениях движения поездов даже для тех путей, на которых нормально принято одностороннее движение. Знак «ОТКЛЮЧИТЬ ТОК» (рис. 6.2.6, а) устанавливают за 50 м до начала нейтральной вставки, а «ВКЛЮЧИТЬ ТОК» — через 50 м от ее конца при электровозной тяге (рис. 6.2.6, б) и через 200 — при моторвагонной электропоезда (рис. 6.2.6, в). Если одновременно на дороге обращаются электровозы и электропоезда, на соответствующих расстояниях от нейтральной вставки устанавливают два сигнальных знака — один только для электровозов и другой — для электропоездов.

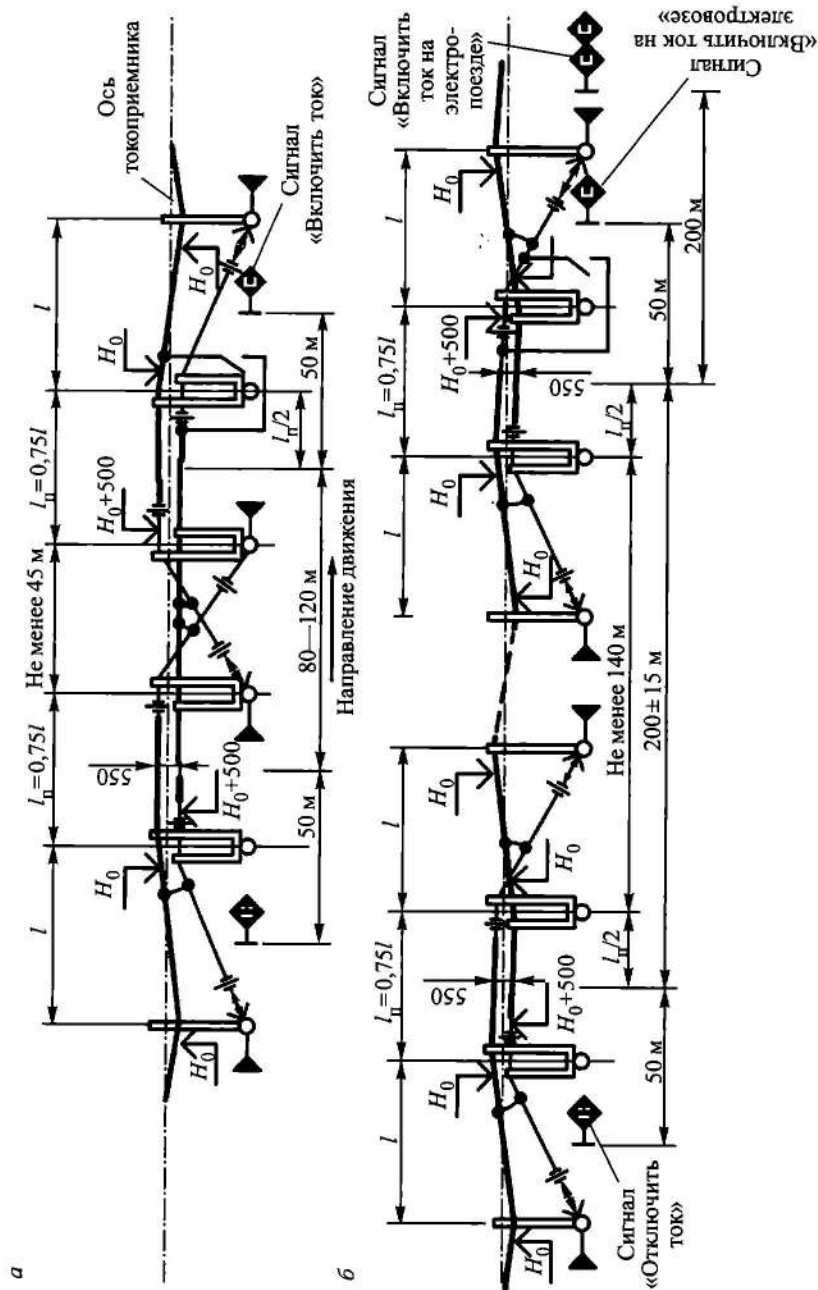


Рис. 6.2.5. Схемы расположения анкерных участков с нейтральной вставкой на электрической (а) и моторвагонной (б) тяге

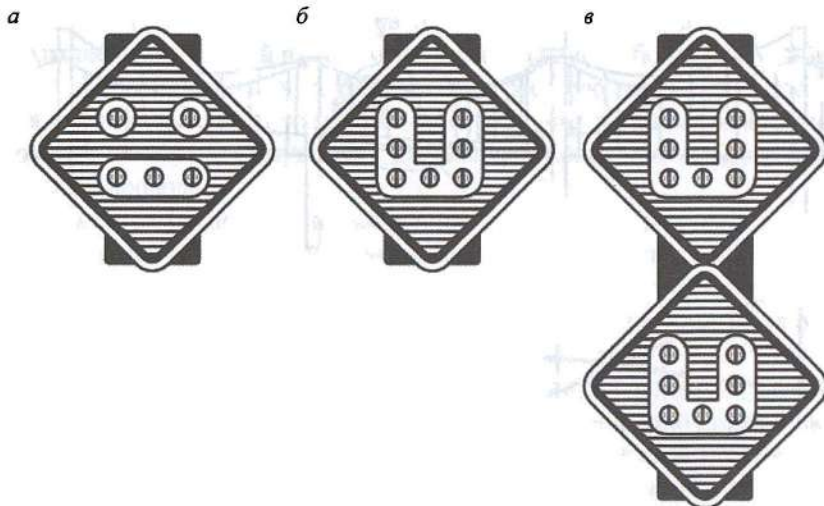


Рис. 6.2.6. Предупредительные сигнальные знаки об отключении (а) и включении тока для электровозов (б) и электропоездов (в)

Для вывода поезда при вынужденной его остановке под нейтральной вставкой устанавливают секционные разъединители, с помощью которых можно подать на нее напряжение. Нормально эти разъединители отключены. В случае остановки поезда под нейтральной вставкой машинист должен связаться с энергодиспетчером; по приказу энергодиспетчера включают разъединитель, в сторону которого будет двигаться поезд. Предварительно надо убедиться, что воздушный промежуток между проводом пройденного анкерного участка и проводом нейтральной вставки не перекрыт какими-либо токоприемниками. Если имеются такие токоприемники, их необходимо опустить. После прохода поезда включенный разъединитель снова отключают.

Нормально разомкнутые сопряжения, в том числе нейтральные вставки, должны быть оборудованы защитными устройствами от пережогов проводов электрической дугой. При наличии двустороннего движения поездов защитные устройства от пережогов должны быть установлены в обоих направлениях.

Защита, разработанная ВНИИЖТом, представляет собой конструкцию из стальных полос специального профиля длиной 0,6 м, сечением 25×4 мм, крепежных деталей, а также изолированных струн и полимерных труб для изоляции несущего троса (рис. 6.2.7).

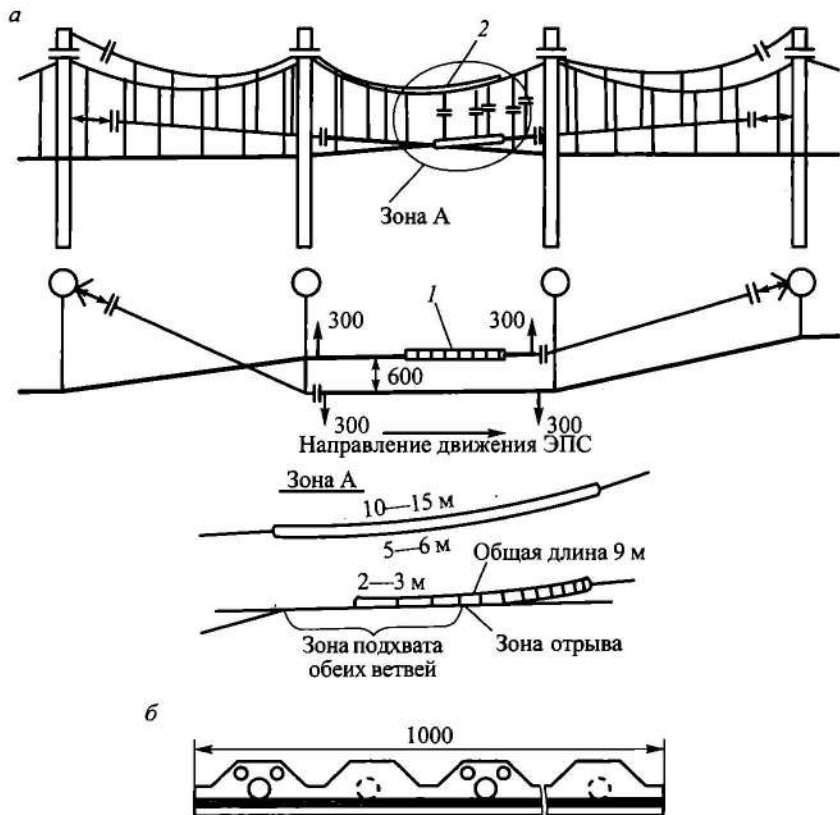


Рис. 6.2.7. Схема установки защитного устройства на контактном проводе отходящей ветви (1) и на несущем тросе (2) изолирующего сопряжения

Стальные полосы устанавливают в зоне возможного отрыва полоза токоприемника от сходящей ветви с обеих сторон каждого контактного провода и соединяют между собой болтами. Профиль пластин обеспечивает их плотное прилегание и закрепление на контактном проводе. Монтаж защитных полос выполняют по обе стороны контактного провода вразбег со смещением на три отверстия. Болтовое соединение выполняют с установкой пружинных шайб. Общая длина защитной полосы на каждом контактном проводе составляет 9 м и распределяется следующим образом: до зоны отрыва защитные полосы устанавливают на длине порядка 2—3 м, после зоны отрыва 6—7 м. При двух контактных проводах защитные полосы соединяют через 3 м скобами, на которые

крепят регулировочные изолированные струны. Защитные полосы предохраняют контактный провод от воздействия дуги с боков выше нижнего края паза провода, оставляя нижнюю рабочую часть его свободной для скольжения токоприемника. Даже в случае пережога контактного провода полосы воспринимают на себя натяжение, что предупреждает падение провода.

В местах расположения защитных полос в зоне подхвата контактные провода, во избежание усиленного износа, должны быть подняты над проводами набегающей ветви на 20—30 мм. Опыт показал, что далее 6—7 м от зоны отрыва дуга не вытягивается, поэтому на провода сбегающей ветви изоляцию накладывать не следует.

На несущий трос при конструктивной высоте подвески до 2 м в переходном пролете сопряжения накладывают изоляцию длиной около 10—15 м так, чтобы она на 2—3 м перекрывала с каждой стороны длину защитных полос на контактном проводе. При конструктивной высоте контактной подвески более 2 м изолирующее покрытие на несущем тросе можно не устанавливать.

При осмотрах и ремонтах сопряжений обращают внимание на состояние полос и износ контактных проводов под ними, а также состояние контактного провода и несущего троса под изоляцией.

Переходные опоры контактной сети, ограничивающие изолирующие сопряжения, должны иметь отличительный знак — чередующиеся четыре черные и три белые горизонтальные полосы.* Первая опора по направлению движения поездов, кроме того, дополнительно обозначается вертикальной черной полосой. Знаки наносятся непосредственно на опору или на щит, закрепленный на опоре на высоте 4—5 м от поверхности земли.

На участках постоянного тока применяются сигнальные световые указатели «ОПУСТИТЬ ТОКОПРИЕМНИК», имеющие сигнальное значение при появлении на них мигающей светящейся полосы**.

* Инструкции по сигнализации на железных дорогах РФ, ЦРБ-757 (см. рис. 5.15; 5.16, а, б).

** То же (см. рис. 5.11).

Глава 7

КОНТАКТНАЯ СЕТЬ НА СТАНЦИЯХ

7.1. Общие сведения

Число электрифицированных путей на станциях зависит от размеров движения, вида поездов, переводимых на электрическую тягу, организации движения поездов и типа маневрового локомотива. На промежуточных станциях, где не используют для маневровой работы тепловозы, контактной сетью можно оборудовать все пути. На крупных станциях, обслуживаемых маневровыми тепловозами, контактной сетью оборудуют пути, предназначенные для приема или отправления с них поездов на электрифицированные перегоны, пути электровозного и моторвагонного депо, подачи электровозов и в отдельных случаях некоторые другие пути. Пути, служащие только для отправления поездов на электрифицированные участки, оборудуют контактной сетью лишь в головной части на протяжении 150—200 м (веерного типа).

На главных путях промежуточных станций монтируют такую же цепную подвеску, что и на прилегающих к ним перегонах. Тогда при проходе поездов без остановки скорость движения по главным путям станции не ограничивают. Если такой пропуск поездов не предусмотрен, на главных путях монтируют цепные подвески менее сложные, чем на перегонах. Такие же подвески монтируют на второстепенных путях станций, обычно это полукомпенсированные одинарные подвески с одним контактным проводом и смещенными опорными струнами. В местах трогания и разгона ЭПС иногда подкатывают второй контактный провод. На путях электродепо иногда применяют простую (трамвайную) подвеску.

На станциях используют все виды поддерживающих устройств — жесткие и гибкие поперечины, а на отдельных путях — однопутные и (редко) двухпутные консоли.

Секционные разъединители контактной сети устанавливают на станциях и в исключительных случаях — на перегонах.

7.2. Воздушные стрелки

Воздушные стрелки предназначены для обеспечения перехода токоприемника с контактного провода одного пути на контактный провод другого при движении поезда по стрелочному переводу. Они образуются путем пересечения двух контактных подвесок и должны обеспечивать плавный, без ударов и искрений, переход ползота токоприемника с одного контактного провода на другой, свободное взаимное перемещение подвесок, образующих воздушную стрелку, и минимальное взаимное вертикальное перемещение контактных проводов в зоне подхвата ползотом токоприемника провода примыкаемого пути с установленными скоростями движения поездов.

Пересечение контактных проводов осуществляют накладывая один провод на другой. При этом необходимо обеспечить одновременный подъем обоих проводов при подходе токоприемника к воздушной стрелке с любой стороны, иначе тот провод, который не будет приподнят, попадет под ползот токоприемника. Оба провода будут подниматься без каких-либо дополнительных устройств только при подходе токоприемника к воздушной стрелке по нижнему контактному проводу. Для того чтобы их подъем происходил и при подходе токоприемника к стрелке по верхнему из проводов, на нижнем укрепляют ограничительную накладку (рис. 7.2.1). Между ней и нижним проводом проходит верхний провод. При подходе токоприемника к воздушной стрелке по верхнему контактному проводу последний, поднимаясь под воздействием токоприемника, нажимает на ограничительную планку и ею поднимает нижний провод. Контактные провода примыкаемого пути (съезда) в зоне подхвата их токоприемником должны находиться на одном уровне с ползотом токоприемника.

На воздушных стрелках контактные провода главных путей или путей преимущественного направления движения поездов располагаются снизу.

Ограничительную накладку выбирают такой длины, чтобы она не препятствовала перемещению компенсированных контактных проводов в разные стороны. В зависимости от марки крестовины стрелки ограничительные накладки имеют длину не менее: 1,5 м при марке крестовины 1/9 и круче; 1,7 м — при марке 1/11 и 2,0 м — при марке 1/18 и плавнее (длина ограничительной накладки указана между валиками фиксирующих зажимов).

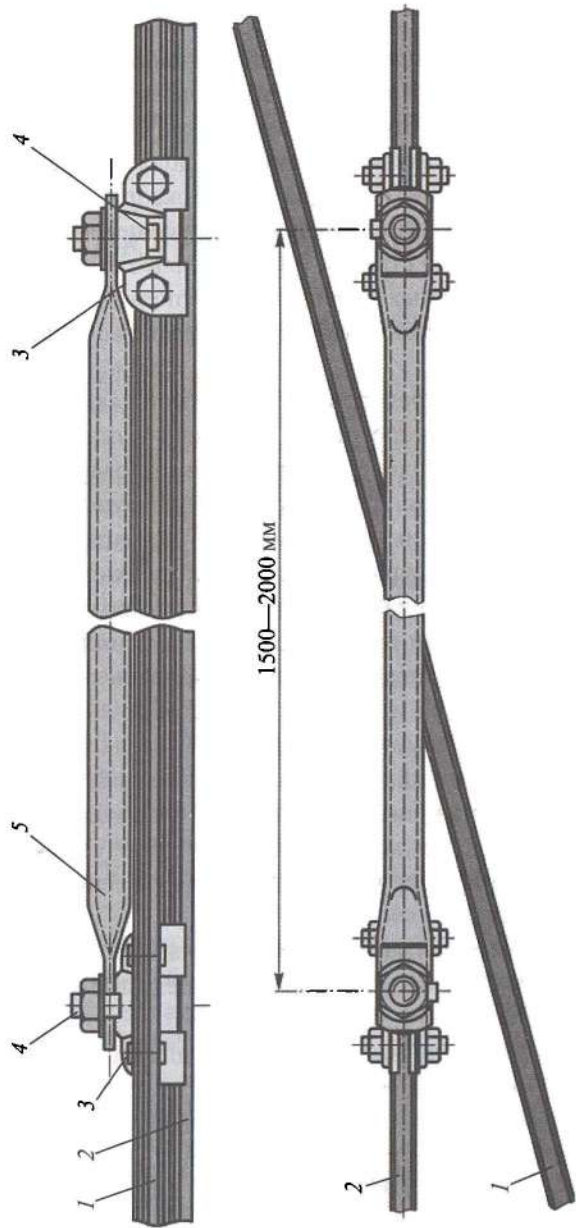


Рис. 7.2.1. Ограничительная накладка, применяемая при пересечении контактных проводов на воздушной стрелке:
 1 и 2 — верхний и нижний контактные провода; 3 — зажим; 4 — болт; 5 — ограничительная накладка

Ограничительная накладка выполняется из трубы. Концы трубы сминаются так, чтобы обеспечить свободное вращение фиксирующих зажимов. Расстояние между ограничительной накладкой и контактным проводом, на котором она установлена, должно составлять 13—15 мм.

Несущие тросы полукомпенсированных подвесок над пересечением контактных проводов должны быть механически соединены между собой соединительными болтовыми зажимами. Допускается дополнительное соединение несущих тросов над зоной подхвата ползком токоприемника контактных проводов, при этом боковой угол наклона поддерживающих струн не должен превышать 20° . Несущие тросы компенсированных подвесок над пересечением контактных проводов не должны иметь механических соединений и соприкосновений друг с другом в месте пересечения при температурных изменениях.

Струны, которые расположены вблизи мест подхвата контактных проводов, делают двойными, что повышает надежность воздушной стрелки. Контактные подвески, образующие воздушную стрелку, электрически замыкают между собой, устанавливая на расстоянии 2,0—2,5 м от места пересечения в сторону острья продольный электрический соединитель.

На одиночных стрелочных переводах наилучшим условием прохода токоприемника по воздушной стрелке во всех направлениях будет расположение фиксирующих устройств на расстоянии 1,0—2,0 м от точки пересечения контактных проводов в сторону острья. Наиболее благоприятное расположение контактных проводов, образующих воздушную стрелку, будет в том случае, когда точка пересечения находится между осями прямого и отклоненного путей и отстоит от каждого из них на 360—400 мм. Эта точка находится там, где расстояние между внутренними гранями головок соединительных рельсов крестовины равно 730—800 мм.

На перекрестных стрелочных переводах и при глухих пересечениях точка перекрещивания контактных проводов должна находиться над центром стрелочного перевода или пересечения.

Для обеспечения одновременного подъема обоих проводов, образующих воздушную стрелку, при полукомпенсированных цепных подвесках применяют специальное устройство конструкции Свердловской железной дороги (рис. 7.2.2).

При компенсированной подвеске на главном пути вторую подвеску, образующую воздушную стрелку, также выполняют компенсированной.

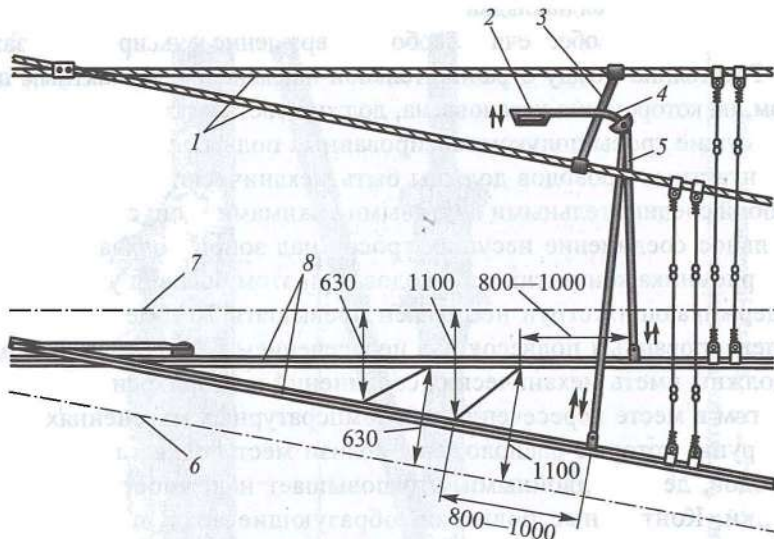


Рис. 7.2.2. Устройство одновременного подъема контактных проводов на воздушной стрелке:

1 — несущий трос; 2 — противовес; 3 — соединительный элемент; 4 — основной рычаг; 5 — жесткие распорки; 6 — ось пути (съезда); 7 — ось прямого пути; 8 — контактные провода

Если же воздушная стрелка расположена на второстепенных путях, то одна из подвесок может быть и полукомпенсированной.

В тех случаях, когда контактные провода на воздушных стрелках или в других местах, где они изменяют свое направление, должны быть зафиксированы, а поддерживающие опоры отсутствуют, устанавливают фиксирующие опоры. Эти опоры могут быть короче, так как на них нет поддерживающих устройств. На фиксирующих опорах закрепляют фиксаторы и фиксирующие тросы, к которым в необходимых местах присоединяют оттяжки для несущих тросов и фиксаторы контактных проводов. При разностороннем направлении этих усилий устанавливают две фиксирующие опоры и между ними натягивают фиксирующий трос, который подвешивают к несущим тросам цепных подвесок. Такое устройство называют фиксирующей поперечной. На ее фиксирующем тросе фиксаторы устанавливают с разных сторон так, чтобы они испытывали растягивающие силы.

Зона подхвата токоприемника контактных проводов примыкающего или пересекающего пути и зона прохода полоза токоприемника ЭПС под нерабочими ветвями контактных проводов должны располагаться на расстоянии 630—1100 мм от оси пути (рис. 7.2.3).

За зоной подхвата полозом токоприемника контактных проводов на расстоянии не более 1 м в сторону крестовины должны быть установлены двойные вертикальные или скользящие струны. Последние устанавливаются при полукompенсированной подвеске. Если расстояние между струнами с двух сторон пересечения превышает допустимый межструновой пролет, ограничительные накладки подвешивают на дополнительные двойные вертикальные или скользящие струны. Вместо скользящих струн можно применять устройства одновременного подъема контактных проводов воздушной стрелки, перекрестные гибкие струны и жесткие распорки (рис. 7.2.4, а, б). Применение рессорных струн на воздушных стрелках не допускается.

В зоне подхвата полозом токоприемника при скорости движения до 70 км/ч контактные провода должны находиться по высоте на одном уровне. При скорости движения поездов более 70 км/ч контактные про-

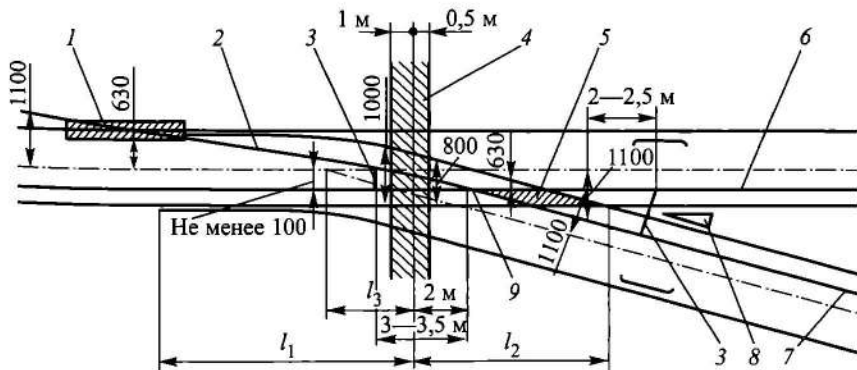
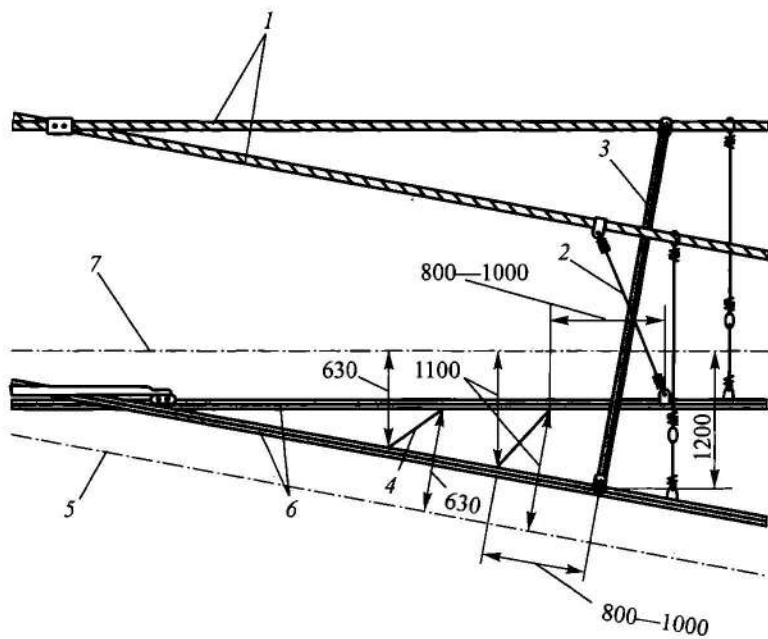


Рис. 7.2.3. Схема фиксированной воздушной стрелки на обычном стрелочном переводе:

1 — зона прохода полоза токоприемника под нерабочей ветвью контактного провода; 2 — нерабочая ветвь контактного провода; 3 — электрические соединители; 4 — область расположения фиксирующего устройства; 5 — зона подхвата полозом токоприемника контактных проводов; 6 — контактный провод прямого пути; 7 — контактный провод примыкаемого пути (съезда); 8 — крестовина; 9 — место пересечения контактных проводов

a



б

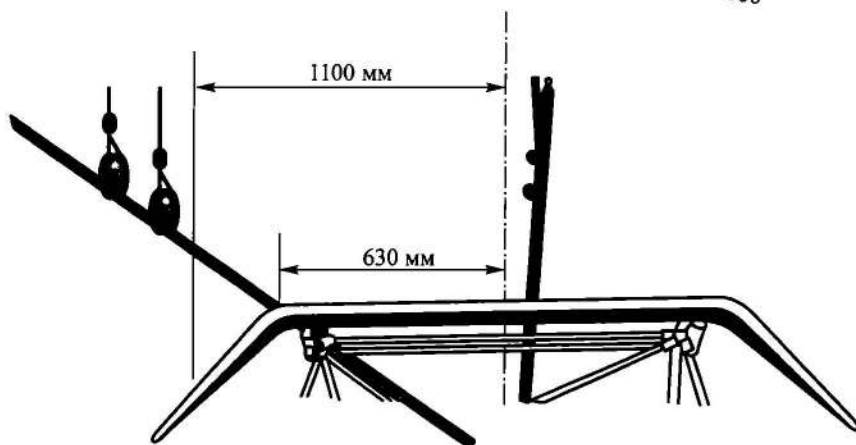


Рис. 7.2.4. Устройство одновременного подъема контактных проводов на воздушной стрелке (*a*) и зона подхвата отходящей ветви воздушной стрелки (*б*):

1 — несущие тросы; *2* — гибкая звеньевая струна; *3* — жесткая распорка; *4* — зона подхвата контактных проводов; *5* — ось пути (съезда); *6* — контактные провода; *7* — ось прямого пути

вода примыкающего пути (съезда) располагаются в зоне подхвата на 20—40 мм выше контактных проводов главного пути.

Между точкой пересечения контактных проводов и струнами, расположенными за зоной подхвата, установка зажимов на контактных проводах, кроме крепления ограничительной накладки, не допускается. Нерабочие ветви контактных проводов, где они входят в зону прохода полоза токоприемника, должны быть закреплены на двойных струнах струновыми зажимами и расположены на 150 мм выше рабочего контактного провода с допуском +50 мм.

На обычном стрелочном переводе электрические соединители контактных подвесок на воздушных стрелках устанавливают на расстоянии 3—3,5 м от точки пересечения контактных проводов в сторону острья стрелочного перевода, а также на расстоянии 2—2,5 м от зоны подхвата в сторону крестовины стрелочного перевода. На перекрестном стрелочном переводе и глухом пересечении путей их размещают с обеих сторон воздушной стрелки на расстоянии 2—2,5 м от зоны подхвата в сторону крестовины.

Фиксирующие устройства на опоре, фиксирующем тросе гибкой или жесткой поперечины при обыкновенном стрелочном переводе располагают на расстоянии 2 м с допусками $-0,5$ и $+1$ м от точки пересечения контактных проводов в сторону острья стрелочного перевода, где расстояние между внутренними гранями головок соединительных рельсов 800—1000 мм. Расстояния от фиксирующего устройства до острья стрелочного перевода, центра крестовины и математического центра перевода приведены в табл. 7.2.1.

Таблица 7.2.1

Расстояния от фиксирующего устройства (рис. 7.2.3)

Марка крестовины	Расстояние от фиксирующего устройства, м		
	до острья стрелочного перевода l_1	до центра крестовины l_2	до математического центра стрелочного перевода l_3
1/22	39,5	21,0	12,5
1/18	32,5	17,0	11,0
1/11	17,5	9,5	6,0
1/9	17,0	8,0	5,0
1/6	10,0	5,5	3,0

На главных путях участков скоростного движения поездов (161—200 км/ч) воздушные стрелки должны быть зафиксированы с помощью двух консолей при расстоянии между ними 1,2 м. При марке крестовины 1/11 оптимальное расстояние от опоры для фиксации воздушной стрелки до математического центра стрелочного перевода 4,5 м.

Расстояние между контактными проводами в плане в месте их фиксации на воздушных стрелках должно быть не менее 100 мм. Применение дополнительных фиксаторов длиной менее 1,2 м на воздушных стрелках не допускается, они должны работать только на растяжение.

Воздушные стрелки следует размещать не ближе двух пролетов от компенсированной анкеровки и максимально приближать к средней или жесткой анкеровке контактного провода.

7.3. Основные элементы простой контактной подвески

Простую (трамвайную) контактную подвеску на станционных путях выполняют в виде компенсированного контактного провода с оттяжными тросами из биметаллической сталемедной проволоки диаметром 4 мм. Эти тросы закрепляют на контактном проводе на расстоянии 2—3 м (в зависимости от типа поддерживающего устройства) по обе стороны от оси пролета. Длину пролета принимают не более 45 м.

Консольные опоры для простой подвески могут быть установлены длиной 10,8 м без специальных фундаментов; рабочая высота опор должна быть не менее 8,2 м. Для гибких поперечин только с простыми контактными подвесками можно применять консольные опоры длиной 13,6 м. Рабочая высота таких опор составляет 9,6—11,0 м в зависимости от длины поперечного пролета (максимальную стрелу провеса поперечного несущего троса гибкой поперечины только для простых подвесок принимают не менее 1/15 длины поперечного пролета). Анкерные опоры простой подвески имеют одну продольную оттяжку, закрепленную на уровне анкеровки контактного провода. Контактный провод на промежуточных опорах подвешивают с помощью типовых сочлененных фиксаторов цепной подвески. Для примера на рис. 7.3.1 показано крепление простой подвески на опоре, установленной на прямом участке пути при зигзаге, направленном к опоре. Такое же устройство применяют на внешней стороне кривых участков пути. На внутренней стороне кривых используют обратные сочлененные фиксаторы.

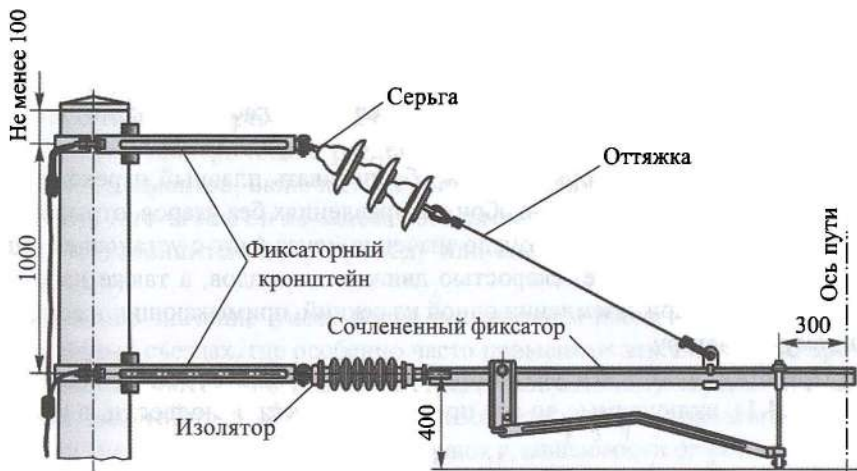


Рис. 7.3.1. Крепление простой контактной подвески на консольной опоре

Для поддержания основного фиксатора на опоре устанавливают еще один обычный фиксаторный кронштейн, к которому через изолятор крепят оттяжку из биметаллической сталемедной проволоки диаметром 4 мм. Одинаковые фиксаторные кронштейны приняты для того, чтобы обеспечить вертикальную соосность шарниров основного фиксатора и оттяжки. Стержневой изолятор в фиксаторе рекомендуется устанавливать при любом напряжении в контактной сети, так как он хорошо работает и на растяжение, и на сжатие. Число изоляторов в оттяжке — четыре для участков переменного тока.

Крепление простых контактных подвесок можно осуществить на жестких и гибких поперечинах. В такой гибкой поперечине всего два троса: поперечный несущий и фиксирующий. Фиксаторы к фиксирующему тросу крепят так же, как при цепных подвесках.

Узлы анкеровки простой подвески такие же, как и рассмотренные выше для контактного провода цепной подвески. Сопряжения анкерных участков осуществляют в трех пролетах. На переходных опорах один из контактных проводов с помощью дополнительного троса крепят на ролике. При сопряжении простой подвески с цепной также применяют схему эластичного сопряжения в трех пролетах. Провода можно крепить как на изолированных, так и на неизолированных консолях.

В узлах простой контактной подвески используют типовые детали, применяемые в цепных подвесках.

7.4. Секционные изоляторы

Секционные изоляторы применяют на станциях для электрического разделения контактной подвески на отдельные участки (секции) с надежной изоляцией между ними.

Секционные изоляторы должны обеспечивать плавный переход полозов токоприемников ЭПС в обоих направлениях без ударов, отрывов и снижения контактного нажатия до значения менее 4 кгс с установленной на данном пути (съезде) скоростью движения поездов, а также надежную изоляцию при заземлении одной из секций, примыкающих к секционному изолятору.

Принципиально эти устройства представляют собой изоляторы (рис. 7.4.1), включаемые во все провода контактной подвески, в кото-

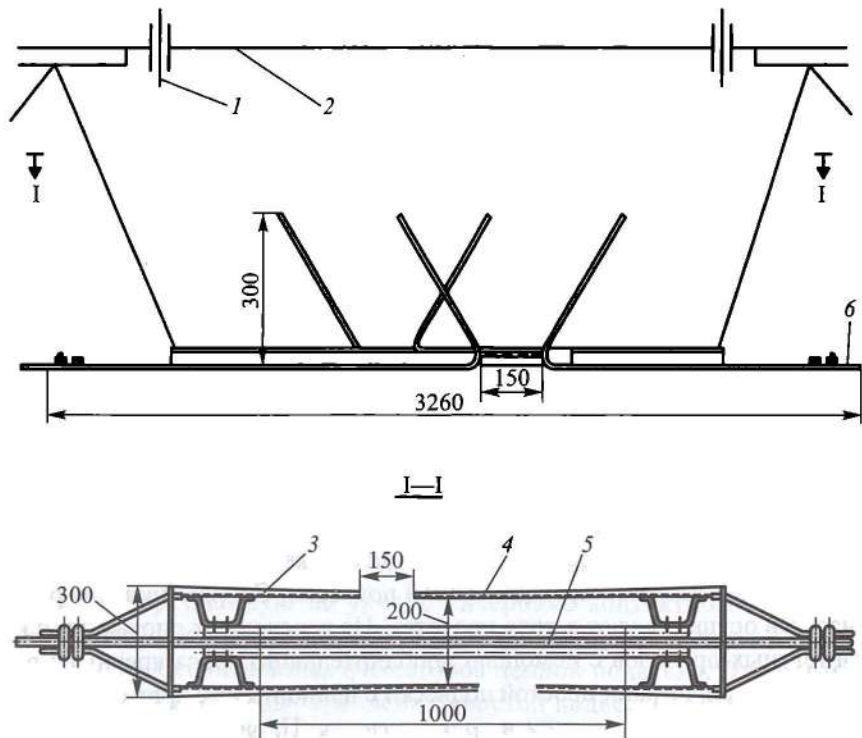


Рис. 7.4.1. Секционный изолятор переменного тока ИС-1-80-25:

1 — изолятор подвесной; 2 — штанга; 3 — скользящий короткий; 4 — скользящий длинный; 5 — изолятор стержневой полимерный; 6 — контактный провод

рой нужно создать электрическое разделение. Если в несущий и вспомогательный тросы можно просто врезать секционные изоляторы, то в контактных проводах это надо сделать так, чтобы обеспечить беспрепятственный проход токоприемников. Для этого в секционных изоляторах электрическое разделение выполняют с помощью изолирующих элементов, включаемых выше уровня прохода токоприемника, а для того чтобы он не задевал эти элементы, его заставляют скользить по дополнительному проводу или специальным направляющим («куфам»).

Большое значение имеет длина секционного изолятора, так как на стрелочных съездах, где особенно часто применяют эти изоляторы, протяженность контактной подвески ограничена. Поэтому стремятся применять малогабаритные секционные изоляторы небольшой длины.

Тип секционного изолятора выбирают в зависимости от номинального напряжения контактной сети (рис. 7.4.2, а, б), количества контактных проводов, установленной скорости движения поездов, места применения и степени загрязненности атмосферы (СЗА).

Воздушные зазоры в устье дугогасительных рогов должны быть 150 ± 10 мм при переменном токе и 50 ± 10 мм при постоянном. Воздушные зазоры между разнопотенциальными элементами секционных изоляторов должно быть не менее 200 мм при переменном токе и 120 мм при постоянном.

При перевозке и монтаже изолирующие элементы секционных изоляторов не должны подвергаться изгибающим усилиям. Для предохранения от таких усилий необходимо прикреплять к изолирующим элементам деревянные бруски, которые демонтируют после монтажа секционного изолятора. Не допускаются удары по изолирующим элементам и скользунам и соединенными с ними деталям, механическая или термическая обработка оконцевателей, а также приварка к ним каких-либо элементов конструкции.

Перед монтажом все детали секционного изолятора тщательно проверяют, а изолирующие элементы (изоляторы) и скользуны тщательно очищают от любых видов загрязнений, не допуская для этих целей применения химически активных веществ (кислот, щелочей, растворителей и др.), способных вызвать их повреждение или нарушение антикоррозионного покрытия деталей. При ослаблении крепления болты подтягивают ключом. Не допускается подтяжка стопорных болтов узла крепления скользуна-хвостовика в оконцевателе изолирующего элемента, сборка которого выполнена по специальным правилам.

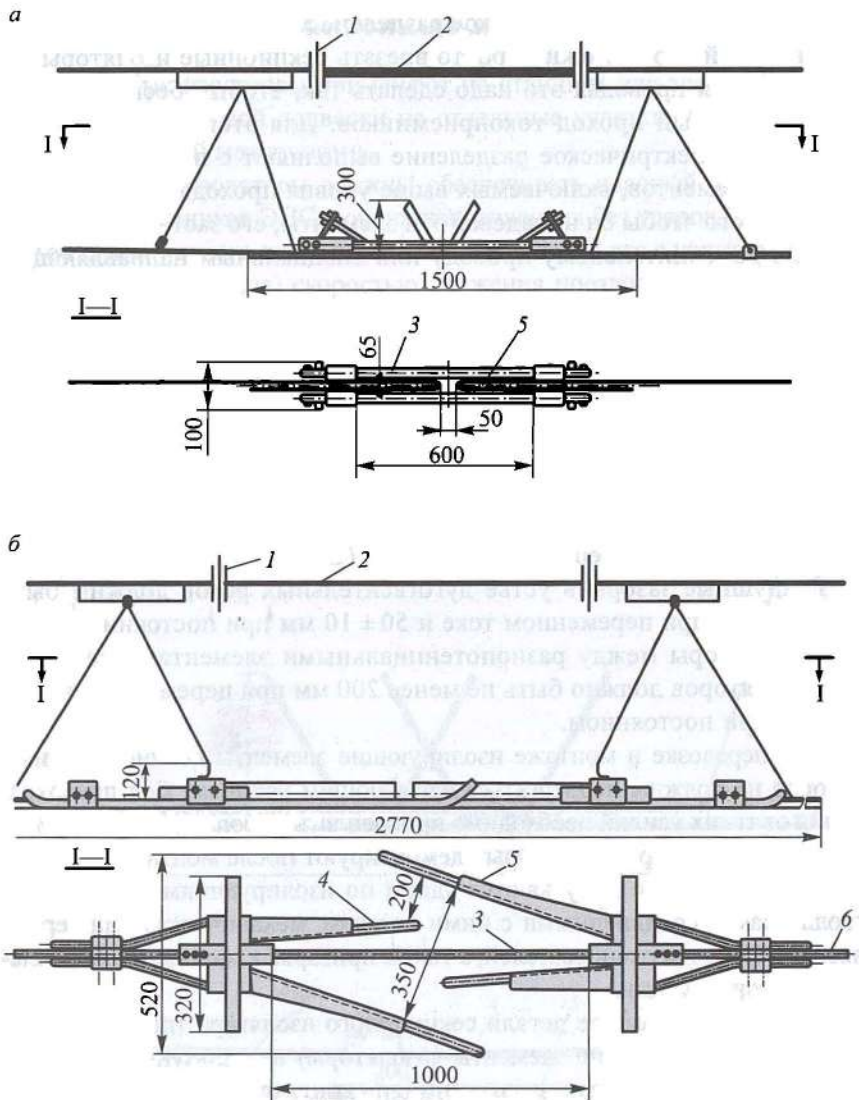


Рис. 7.4.2. Секционный изолятор постоянного ИС-2-80-3 (а) и переменного тока ИС-0-80-25/3 (б):

1 — изолятор подвесной; 2 — штанга; 3 — изолятор натяжной полимерный гладкостержневой (типа НСФ-120-25/1,1 (1,2)); 4 — скользящий короткий; 5 — скользящий длинный; 6 — контактный провод

Секционные изоляторы устанавливают, как правило, в первой трети длины пролета между опорами по направлению преимущественного движения поездов, а на съездах — в средней части между путями; при этом нижняя часть скользящего элемента должна находиться на 20—30 мм выше соседних мест подвеса контактного провода.

При полукомпенсированной подвеске на расстоянии более 200 м от средней или жесткой анкеровки секционные изоляторы подвешивают на скользящих струнах.

Секционный изолятор в плане располагают так, чтобы его продольная ось совпадала с осью полоза токоприемника. Максимальное отклонение не должно превышать 100 мм. Изоляторы, врезанные в несущий трос, должны располагаться по оси секционного изолятора вне зоны горения дуги на дугогасительных устройствах. Длина пути утечки тока полимерных составных изоляторов при постоянном токе не менее 1600 мм и при переменном — 1600—2400 мм в зависимости от СЗА.

Конструктивная высота контактной подвески в местах врезки секционного изолятора должна быть не менее 1,2 м. До обновления, реконструкции и капитального ремонта допускается уменьшенное расстояние, но не менее 0,5 м.

На переключаемых секциях станций стыкования должны применяться секционные изоляторы на напряжение 25 кВ с металлическими скользящими элементами, обеспечивающими токовые нагрузки при пропуске электровозов постоянного тока.

Правильность регулировки секционного изолятора проверяют положом токоприемника или брусом, перемещаемым вдоль него с усилием нажатия не менее 10 кгс.

Изолирующие элементы, не являющиеся скользящими, должны располагаться так, чтобы при проходе полоза токоприемника с ними не соприкасался. В конструкциях секционных изоляторов с изолирующими скользящими элементами не допускаются разбитые или поврежденные втулки, их износ на рабочей поверхности не должен превышать 3 мм. Металлические скользящие элементы, дугоотводящие и дугогасительные рога при износе в плоскости скользящего элемента более 5 мм подлежат замене. С обеих сторон секционного изолятора на расстоянии не более одного пролета должны быть установлены поперечные электрические соединители.

Масса секционного изолятора не должна превышать 25—30 кг.

Марки секционных изоляторов

Старое обозначение	Новое обозначение	Старое обозначение	Новое обозначение
ВНИИЖТ2А(4,0)	ИС-27,5/27,5-ЗПС-200	СИ-О (Крапивина)	ИС-27,5/3,3-Ф-50
ЦНИИ7МА*	ИС-27,5-РПГ-130	СИ-2У	ИС-3,3ПГМ-70
	ИС-3,3-РПГ-140	СИ-4	ИС-3,3-23ПГ-70
ИСМ-1М	ИС27,5-РПГМ-160	СИ-7	ИС-27,5-ЗПС-160
ИСМ-1-М-1	ИС-3,3-РПГМ-160	МСИ-11М-27,5	ИС-27,5РПГМ-140
ЦНИИ-12*	ИС-27,5-ЗПС-100	МСИ-11М-3,3	ИС-3,3-РПГМ-120

* Снят с производства.

В настоящее время в эксплуатации находится значительное количество ранее разработанных секционных изоляторов производства ВНИИЖТ, ЭМАСТ, СЭЗ, МЭЗ и др. (табл. 7.4.1). В последнее время разработаны новые конструктивные решения секционных изоляторов и освоено их серийное производство на Московском энергомеханическом заводе ГП ЦЭ ОАО РЖД: секционный изолятор марки ИС-2-80-3 для участков постоянного тока; марки ИС-1-80-25 (см. рис. 7.4.1), ИС-0-80-25/3 (см. рис. 7.4.2, б) для участков переменного тока и станций стыкования.

Секционные изоляторы для станций стыкования по техническим характеристикам должны удовлетворять требованиям контактной сети постоянного и переменного тока, а также особенностям секционирования контактной подвески.

В настоящее время нашли применение секционные изоляторы типа ИСМ-1М, МСИ-11М, СИ-7, ЦНИИ-7МА, малогабаритный секционный изолятор конструкции В.Г. Крапивина и др.

ЗАО «МедСил» освоило производство секционных изоляторов замкнутой конструкции 2А-200-25, 8А-200-3, 12А-200-25 (разработанных ВНИИЖТом), превосходящих имеющиеся аналоги по эффективности дугогашения и плавности прохода токоприемников. Эти изоляторы отвечают требованиям нормативной и конструкторской документации, выдержали механические и электрические испытания и приняты для применения на сети электрифицированных железных дорог.

Длина пути утечки изолирующих элементов (скользунов) в секционных изоляторах: 8А-200-3 на напряжение 3 кВ составляет 900 мм, 12А -200-25 на напряжение 25 кВ — 1300 мм, 2А-200-25/3 для разделения фаз, систем тока и образования нейтральных вставок 25/25 кВ —

4000 мм. На изолирующих элементах (скользунгах) установлены комбинированные дугогасящие устройства, состоящие из рогового разрядника и расположенного последовательно с ним воздушного промежутка с дугогасящими рогами, обеспечивающие гашение электрической дуги менее чем за 1 сек.

Секционные изоляторы рассчитаны на скорость прохода токоприемников от 80 до 200 км/ч, эксплуатацию при температурах от -60 до 70 °С с СЗА до VII включительно. Установленный срок службы изоляторов составляет 20 лет.

В условных обозначениях секционных изоляторов первая группа цифр и букв означает тип изолятора, присвоенный ему разработчиком, например: 2А, СИ6, СИ6-1 и т.д.; вторая группа цифр — класс изолятора — допустимая максимальная скорость прохода токоприемников ЭПС, например: 80, 120, 160, 200; третья группа цифр — назначение изолятора: 25/25 — для образования нейтральных вставок (разделения фаз) контактной сети напряжением 25 кВ; 25/3 — для разделения секций контактной сети на станциях стыкования двух родов тока напряжением 25 кВ и 3 кВ; 25 и 3 — для разделения секций контактной сети напряжением 25 и 3 кВ соответственно.

На каждом секционном изоляторе должна быть установлена табличка с указанием условного обозначения секционного изолятора, предприятия-изготовителя, заводского номера, даты выпуска (месяц, год).

Технические характеристики секционных изоляторов приведены в табл. 7.4.2—7.4.4.

Таблица 7.4.2

Секционные изоляторы ИСМ-1М

Параметр	Секционные изоляторы	
	ИСМ-1М	ИСМ-1М-1
Напряжение контактной сети, кВ	25	3
Допустимая скорость прохода токоприемника, км/ч	160	160
Длина изолирующей вставки, мм, не менее	1000	930
Длина изолятора, мм	2930	2860
Номинальное растягивающее усилие, кгс	2000	2000
Воздушные зазоры между дугогасительными рогами, мм	135±5	65±5
Размеры, мм	1500×530×303	1430×530×303
Масса, кг	28	27,8
Среднее число проходов токоприемников, не менее	500×10 ³	500×10 ³

Таблица 7.4.3

Секционные изоляторы МСИ-11М-27,5

Параметр	Секционные изоляторы	
	МСИ-11М-27,5	МСИ-11М-3,3
Напряжение в контактной сети, кВ	25	3
Изолирующий элемент	ИСП-25; НСФТ-70/1	НСФТ-70/0,6
Мокроразрядное напряжение, кВ	150	90
Допустимая скорость прохода токоприемника, км/ч	140	120
Расстояние между дугогасящими рогами, мм	135—145	60—70
Масса, кг	16	14
Габаритные размеры, мм	1880×500×300	1440×500×300

Таблица 7.4.4

Секционные изоляторы ИС

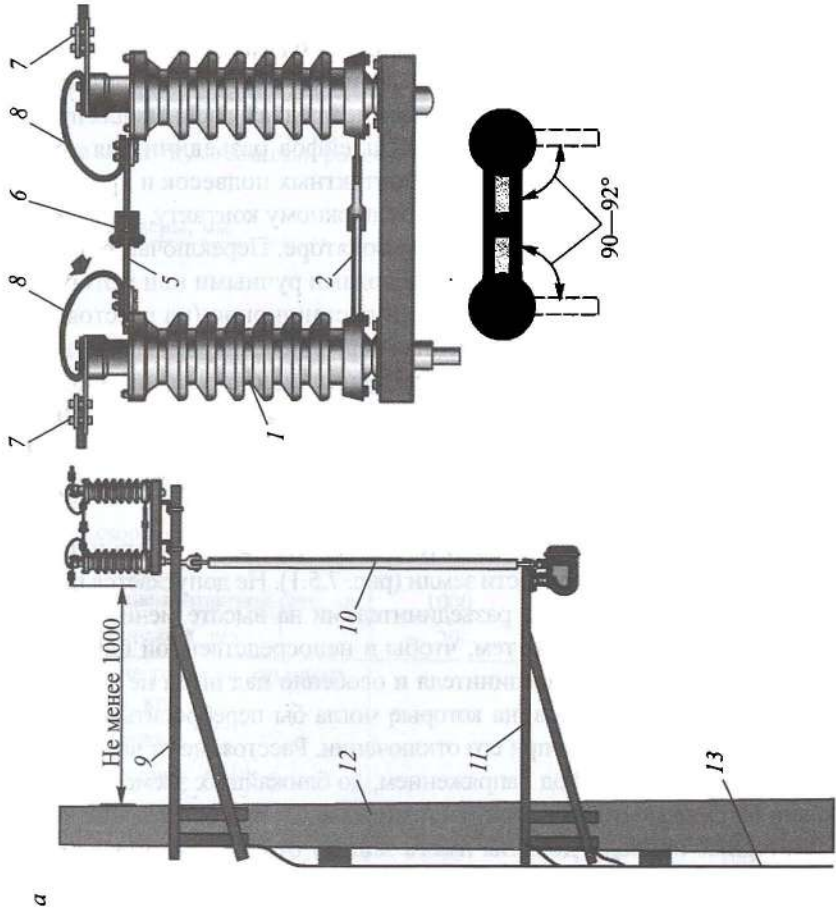
Параметр	Марка секционного изолятора		
	ИС-2-80-3	ИС-180-25	ИС-0-80-25/3
Номинальное напряжение, кВ	3	25	25
Допустимая скорость прохода токоприемника, км/ч	80	80	80
Рабочее натяжение контактной сети, кгс	1000	1000	1000
Средний срок службы, лет	20	20	20
Механическая нагрузка на изолятор при растяжении, кгс:			
допускаемая	1000		
испытательная	1500		
разрушающая	2500		
Длина пути утечки, мм	600	1000	1000
Воздушный зазор в устье дугогасительных рогов, мм	50 ± 10	150 ± 10	—
Воздушный зазор между разнопотенциальными элементами, мм	—	200 ± 10	
Габаритные размеры, мм	1500×150×300	3260×280×300	2770×520×120
Масса, кг	9	19	15

7.5. Секционные разъединители

Секционные разъединители контактной сети представляют собой аппараты, обеспечивающие электрическое соединение (разъединение) отдельных участков (секций) сети друг с другом и с питающими проводами, подводящими электроэнергию от тяговых подстанций. Они должны соответствовать наибольшему току, протекающему через них, и номинальному напряжению. Разъединители должны располагаться группами в местах, удобных для подхода персонала к приводу разъединителя. Не рекомендуется располагать их в междупутьях, не предназначенных для прохода обслуживающего персонала. Сечение шлейфов разъединителя должно быть не менее сечения соединяемых контактных подвесок и других проводов, а шлейф, подключаемый к его подвижному контакту, должен быть закреплен на подвесном или опорном изоляторе. Переключают секционные разъединители специальными приводами ручными или моторными, приводимыми в действие вручную или дистанционно (на расстоянии) с пульта или по системе телеуправления энергодиспетчером. Приводы должны быть закрыты на замки. Пульты для дистанционного управления разъединителями устанавливаются на дежурных пунктах контактной сети (ДПКС), тяговых подстанциях, помещениях дежурных по станциям. Моторный привод должен иметь устройство, обеспечивающее переключение разъединителя вручную.

Секционные разъединители монтируют на специальных кронштейнах на высоте 5—6 м от поверхности земли (рис. 7.5.1). Не допускается наличие проводов и конструкций над разъединителями на высоте менее трех метров. Необходимо следить за тем, чтобы в непосредственной близости от дугогасительных рогов разъединителя и особенно над ними не было никаких заземленных элементов, на которые могла бы переброситься электрическая дуга, возникающая при его отключении. Расстояние от частей разъединителя, находящихся под напряжением, до ближайших элементов опоры должно быть не менее 0,8 м при постоянном и 1 м при переменном токе.

Моторные приводы должны иметь защиту от самопроизвольного переключения и блокировку, которая не допускает включение разъединителя на период производства на нем ремонтных работ. На участках постоянного тока моторные и ручные приводы должны быть изолированы от опор контактной сети и кронштейнов разъединителей. Сопротивление изоляции должно быть не ниже 10 кОм. Металлическая оболочка и броня кабеля дистанционного управления должны быть изолированы от конструкции моторных приводов и опор.



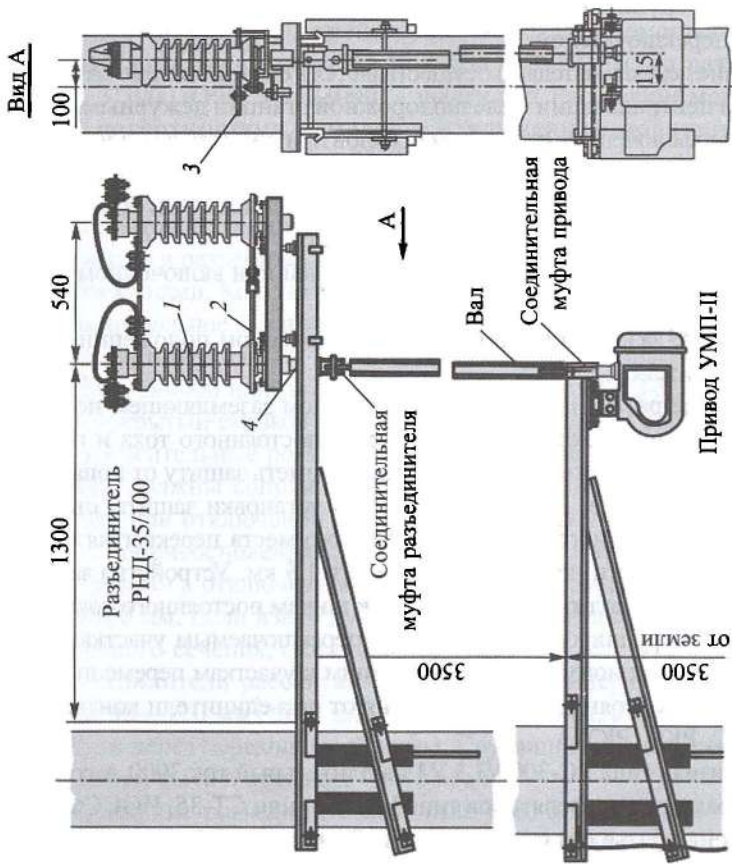


Рис. 7.5.1. Установка разъединителя переменного тока с ручным (моторным) приводом на железобетонной опоре:
a — общий вид; *b* — секционный разъединитель; 1 — два вращающихся изолятора; 2 — тяга; 3 — рычаги; 4 — вал;
 5 — полуножи; 6 — пальцевые выводы; 7 — контактные выводы; 8 — контактные выходы; 9 — гибкие проводники; 10 — верхний выносной кронштейн; 11 — жесткая тяга; 12 — опора; 13 — заземление

Конструкция разъединителей с заземляющим ножом должна исключать возможность включения заземляющего ножа при включенном положении разъединителя.

На станциях стыкования переключение рода тока в секциях контактной подвески осуществляют переключателями, размещенными в пунктах группировки. Кроме сборных шин постоянного и переменного тока, каждый пункт группировки должен иметь резервную сборную шину с резервным переключателем.

Управление переключателями осуществляется в единой системе маршрутно-релейной централизации железнодорожной станции дежурным, одновременно с переключением стрелок и сигналов при подготовке маршрута.

Питающие линии к шинам пунктов группировки должны подключаться через разъединители с дистанционным управлением. Они оборудуются блокировкой, которая должна предотвращать:

- включение или отключение разъединителей при включенном положении переключателей;
- включение заземляющего ножа при включенном положении одного из разъединителей;
- включение разъединителя при включенном заземляющем ноже.

Непереключаемые секции контактной сети постоянного тока и питающие их линии на станциях стыкования должны иметь защиту от попадания в них переменного тока. Расстояние от места установки защиты станции стыкования до возможного наиболее удаленного места перекрытия изоляции на контактной сети не должно превышать 1,5 км. Устройство защиты станции стыкования должно подключаться к шинам постоянного тока каждого из пунктов группировки, а также к непереключаемым участкам контактной сети постоянного тока, примыкающим к участкам переменного.

На участках постоянного тока применяют разъединители контактной сети типа РС, РКС, РКЖ.

Разъединитель типа РС-3000/3,3 У1 на длительный ток 3000 А состоит из опорной рамы, двух изоляторов типа КО-400 (или СТ-35, ИОССФ-3,3). При отключении разъединителя подвижный изолятор отклоняется от вертикали примерно на 30°, при этом между токоведущими частями разъединителя образуется воздушный промежуток длиной около 200 мм. Разъединитель переключается ручным или моторным приводом.

Разъединители для контактной сети постоянного тока типа РКС-3,3/4000, РКС-3,3/3000, РКСЗ-3,3/3000 имеют повышенную надежность. Их подвижные и неподвижные части смонтированы на изоляторах типа ОНВП-35/1000, закрепленных на металлическом основании. Разъединители рассчитаны

на работу при температуре окружающего воздуха ± 40 °С и механическую нагрузку на изоляторы в направлении продольной оси разъединителя 20 кгс. Ножи главных токоведущих частей выполнены из медной шины 8×100 мм. Расстояние между торцами подвижных и неподвижных ножей (в ламелях) во включенном положении разъединителя составляет ± 5 мм (регулировку зазора выполняют изменением высоты упора), а в отключенном — не менее 100 мм. На разъединителях РКС-3,3/4000 контакт ножей осуществляется с помощью восьми пар ламелей, выполненных из медной шины 3×20 мм, на разъединителях РКС-3,3/3000 и РКСЗ-3,3/3000 — шести пар. Расстояние между контактными поверхностями ламелей в отключенном положении разъединителей РКС-3,3/3000 и РКСЗ-3,3/3000 составляет $4,5 \pm 0,5$ мм и РКС-3,3/4000 — $6,5 \pm 0,5$ мм. Указанные зазоры регулируются изменением длины болтового соединения, оттягивающего ламели в хвостовой части.

Нажатие в разъемных контактах (ламелях) обеспечивается и регулируется пружинами. Контактное нажатие каждой ламели проверяется шаблоном на продольное вытягивание его вдоль оси ламелей. Оно должно быть таким, чтобы при усилии 7—9 кгс шаблон из медной шины размером 8×20 мм для РКС-3,3/4000 или 6×20 для РКС-3,3/3000 и РКСЗ-3,3/3000, вставленный в покрытый смазкой разъемный контакт, плавно выходил из него.

Дугогасительные рога разъединителей, выполненные из контактного провода, должны соприкасаться между собой и плавно скользить друг по другу при отключении или включении разъединителя до выхода ножей из соприкосновения с ламелями. Расстояние между дугогасительными рогами в отключенном положении разъединителя должно быть не менее 100 мм. Если износ дугогасительных рогов составляет более 10 % поперечного сечения, они подлежат замене.

Разъединители рассчитаны на присоединение медных проводов сечением $95—120$ мм² до 8 шт. с каждой стороны, а также алюминиевых проводов через переходные зажимы. Крутящий момент при затяжке болтов должен быть в пределах 9—10 кгс·м.

Управление разъединителями типа РКС-3,3/4000 РКС-3,3/3000 осуществляется ручными или моторными приводами. Разъединитель типа РКСЗ-3,3/3000 (с заземляющим ножом) рассчитан на управление двумя ручными приводами с механической блокировкой.

Для подъема разъединителя на высоту веревочный канат крепят под верхний фланец изолятора с целью исключения самопроизвольного раскрытия разъединителя.

Разъединители контактной сети постоянного тока типа РКЖ-3,3/3000 УХЛ1 (рис. 7.5.2) предназначены для включения и отключения находя-

a

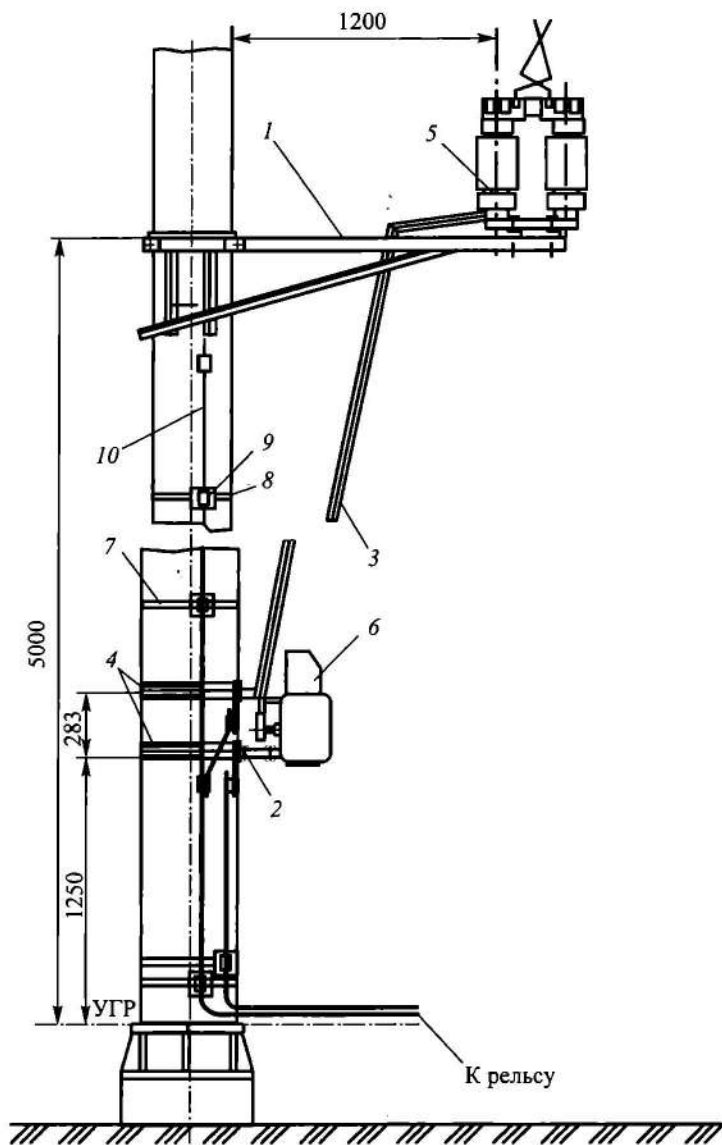
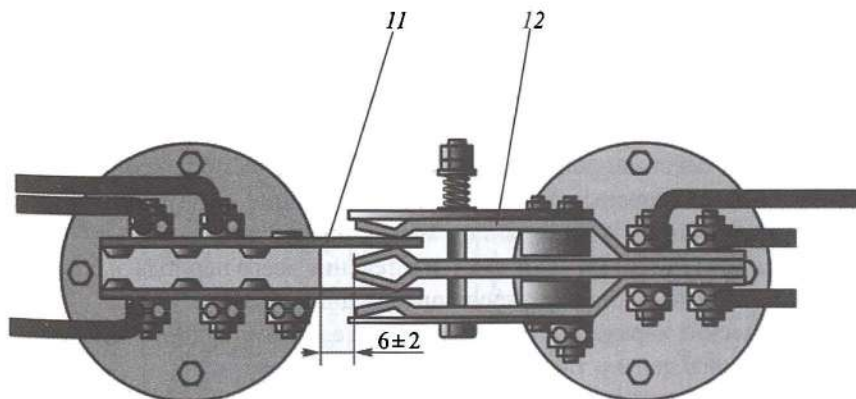
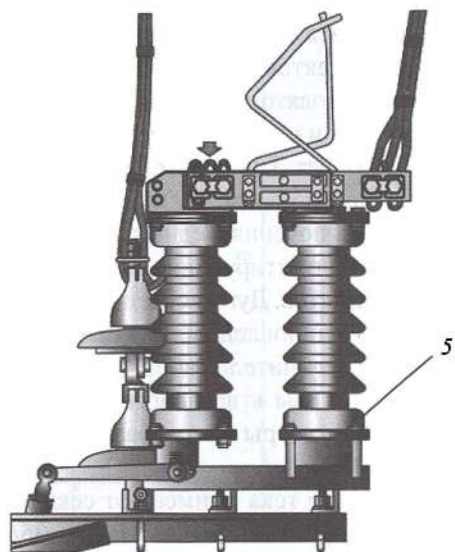


Рис. 7.5.2. Установка разъединителя постоянного тока
a — общий вид; *б* — разъединитель; 1 — кронштейн разъединителя; 2 — кронштейн РЮЖЗ-3,3/3000; 6 — привод моторный ПДЖ-01-УЖЛ1; 7 — прокладка изолирующая; 11, 12 — подвижные и неподвижные



с моторным приводом на железобетонной опоре:
 моторного привода; 3 — тяга моторного привода; 4 — хомут; 5 — разъединитель
 8 — крепление спуска заземления; 9 — зажим заземления; 10 — спуск заземления;
 контакты разъединителя

щихся под напряжением ненагруженных участков контактной сети, а типа РКЖ-3,3/1250 УХЛ1 — для заземления отключенных участков контактной сети. Подвижный изолятор разъединителя установлен на поворотном основании, качающемся в направлении его продольной оси. Поворотное основание укомплектовано буфером, уменьшающим ударную нагрузку на подвижный изолятор и узлом с подшипником, который защищен от попадания влаги и пыли и не требует смазки в течение межремонтного периода 10—15 лет. Главная токоведущая система состоит из подвижного и неподвижного ножей. На главных ножах установлены зажимные колодки для подключения медных или алюминиевых подводящих проводов. Прижим контактирующих поверхностей обеспечивается нажатием ламельных контактов. Дугогасительная система состоит из двух дугогасительных рогов, установленных на неподвижном и подвижном ножах разъединителя. Разъединители работоспособны при толщине корки гололеда до 20 мм, устойчивы к воздействию внешних механических факторов. Фарфоровые изоляторы имеют разрушающую нагрузку на изгиб не менее 600 кгс.

На участках переменного тока применяют секционные разъединители типа РЛНД-35/1000У1, РЛНД-35/1000, РЛНД-35/600 без заземляющих ножей и типа РЛНД3-35/1000 с одним заземляющим ножом. Разъединители рассчитаны на длительный ток 600 или 1000 А при напряжении до 35 кВ переменного тока. Основанием разъединителя служит металлическая рама. На ее концах в подшипниках укреплены стержневые изоляторы, соединенные в нижней части тягой. При переключении разъединителя изоляторы одновременно поворачиваются на $90 + 2^\circ$ в противоположном направлении, при этом главные полуножи замыкаются или размыкаются.

В местах секционирования линий ДПР (при двух проводах) устанавливаются двухполюсные разъединители, состоящие из двух однополюсных разъединителей с расстоянием между ними 800 мм.

Разъединители не требуют смазки в течение всего периода эксплуатации, так как имеют герметизированные подшипниковые узлы.

Технические характеристики разъединителей постоянного и переменного тока приведены в табл. 7.5.1 и 7.5.2.

Для переключения разъединителей применяют различного типа приводы, технические характеристики которых приведены в табл. 7.5.3.

Приводы двигательные винтовые типа ПДВ-10, ПДВ-20 применяют для разъединителей переменного и постоянного тока и изготавливают на ГП МЭЗ МПС России. Их технические характеристики приведены в табл. 7.5.4.

Таблица 7.5.1

Разъединители постоянного тока

Параметры	Типы разъединителей					
	РКЖ-3,3/ 3000	РКЖ-3,3/ 1250	РКС-3,3/ 3000	РКС-3,3/ 4000 3,3	РКС3-3,3/ 300	РС-3000/3,3- 1 РС-3000/3,3- 11
Номинальное напряжение, кВ	3000	1250	3000	4000 3,3	300	11
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	4,0					
Номинальный ток, А	3000	1250	3000	4000	3000	3000
Предельный установившийся ток короткого замыкания, кА	50,0	25,0	50,0	50,0	25,0	50,0 25,0
Время протекания предельного тока короткого замыкания, с:						
главной цепи	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0 3,0
цепи заземления	—	1,0	—	—	1,0	— 1,0
Максимальный ток, отключаемый разъединителем с двигательным приводом при индуктивности цепи:						
300 мГн, А	10,0			30,0		
35 мГн, А	500,0			2000,0		—
в аварийном режиме, при индуктивности сети 35 мГн, А	2000			2000		
Длина пути утечки тока изоляторов, не менее, мм	500			—		—
Габаритные размеры, мм	880×760	920×730	1025×880	1025×880	1090×1555	1000×860 1000×910
Масса, кг	49,0	40,0	86,0	92,0	95,0	85,0 90,0

Разъединители переменного тока

Параметры	Типы разъединителей									
	РД-35/ 1000	РД-35/ 1000	РДЗ-1- 35/1000	РДЗ-1- 16-35/ 1000	РДЗ- 10/400	РД-10/ 400	РЛНД- 10/630	РЛНД1- 10/400	РЛНД1- 10/630	РЛНД1- 10Б-
Номинальное напряжение, кВ	35,0									
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	40,5									
Номинальный ток, А	1000									
Предельный сквозной ток, кА	63,0									
Ток термической стойкости, кА	25,0									
Время протекания тока термической стойкости, с:	3,0		4,0		4,0		4,0		4,0	
	—		—		1,0		—		1,0	
Габаритные размеры, мм	780×890	885×770	885×775	885×775	885×775	445×940×550	470×1045×550			
Масса, кг, общая (три полюса)	—		—		39,0		31,0		39,0	
Масса, кг (одного полюса)	43,0		57,0		—		—		—	

Таблица 7.5.3

Приводы разъединителей

Двигатель привода	Трехфазный асинхронный мощностью 250 Вт, 3000 об/мин		Коллекторный мощностью 180 Вт, 8500 об/мин		Ручные приводы	
	105±3	97±3	90	180	105,9	90,9
Угол поворота вала управления главным ножом, Град	27	26—39	—			
Крутящий момент на выходном валу управления главным ножом при включении и отключении, кгс·м, не менее						
Время выполнения операции «откл» и «вкл», с, не более	2,5					
Габаритные размеры, мм	410×390×450	410×390×320	410×390×320	518×445×390	580×75×230	475×365×220
Масса, кг	68,0	67,0	71,0	58,0	39,0	40,0
Параметры/типы	ПДЖ-01	ПДЖ-02	ПДЖ-32	УМП-П	ПР-IV-1	ПРНЗ-10УХЛ-1
Напряжение питания, В	220					
Тип разъединителя, для которого предназначен привод	РС-3000/3,3; РКС-3,3/3000; РКС-3,3/4000; РКЖ-3,3/3000; РКЖ-3,3/250	РНД-35/1000; РД-35/1000 (одно- и двух-полосные); РПНД-10/630 (трехполосные)	РНД-3-16-35/1000; РДЗ-1-35/1000 (одно- и двух-полосные); РПНД-1-10/400; РПНД-1-10/630 (трехполосные)	РС-3000/3,3; РКС-3,3/3000; РКС-3,3/4000; РНД-10/400; РНД-35/1000; РКЖ-3,3/3000	Типов РС; РКС; РКЖ	Трехполосные РПНД
				УМПЗ-П	ПР-0,9Б-УХЛ-1	Типов РД; РНД; РНДЗ

Таблица 7.5.4

Приводы винтовые

Технические характеристики	ПДВ-10	ПДВ-20
Номинальное напряжение, В	220	220
Род тока	Однофазный переменный, 50 Гц	
Двигатель привода	Трехфазный асинхронный 250 Вт, 750 об/мин	
Статическое усилие на рукоятке при ручном оперировании, кгс, не более	15,3	
Угол поворота вала управления главными контактами разъединителя, град	105 ± 3	90 ± 3
Угол поворота вала управления заземлителем	90 ± 3	
Габаритные размеры, мм, не более	600×355×280	600×410×280
Масса, кг, не более	40	
Установленная безотказная наработка рабочих циклов, не менее	2000	
Срок службы, лет	30	

Глава 8

КОНТАКТНАЯ СЕТЬ В ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЯХ

8.1. Общие сведения

Проход контактной подвески в искусственных сооружениях осуществляется различными способами, зависящими от вида подвески, напряжения, типа и конструкции сооружения, его высоты над УГР и длины вдоль электрифицированных путей. Во всех случаях принятый способ должен обеспечивать необходимую надежность в эксплуатационных условиях, для чего при осуществлении любого устройства должны выдерживаться установленные габаритами (рис. 8.1.1 и табл. 8.1.1) расстояния (зазоры).



Рис. 8.1.1. Габариты:

С — приближения строений (2), Т — подвижного состава (1) и контур границ месторасположения токоприемника (3)

Воздушные зазоры

Параметры	Напряжение, кВ	Номинальный	
		наименьший	допустимый
Вертикальный воздушный зазор между габаритом подвижного состава и наинизшим положением контактного провода, A_1 , мм	3	450	250
	25	450	375
Вертикальный воздушный зазор между частями контактной сети, находящимися под напряжением, и заземленными частями сооружения, A_2 , мм	3	200	150
	25	350	300
Боковой воздушный зазор между частями токоприемника, находящимися под напряжением, и заземленными частями сооружения, a , мм	3	200	150
	25	250	200

Проход контактной сети в искусственном сооружении в каждом конкретном случае определяется проектным решением.

Габарит приближения строения С — предельное поперечное (перпендикулярное к оси пути) очертание, внутрь которого не должны заходить части сооружений и устройств. Исключение составляют контактные провода с деталями и фиксирующими устройствами.

Габарит подвижного состава Т — это предельное поперечное перпендикулярное к оси пути очертание, в котором не выходя наружу должен помещаться как груженный, так и порожний подвижной состав, установленный на прямом горизонтальном пути.

Конструкции и изоляторы, поддерживающие контактную подвеску, должны быть установлены так, чтобы исключалась возможность попадания на них стока воды, грязи при дожде, таянии снега, очистке моста от снега и т.п. Расстояние от контактного провода до расположенных над ним заземленных частей искусственных сооружений и поддерживающих устройств (мостов, путепроводов, тоннелей, сигнальных мостиков) должно быть при двух контактных проводах не менее 500 мм, при одном — не менее 650 мм. Меньшее расстояние допускается при установке изолированных отбойников или ограничителей подъема, исключающих возможность недопустимого приближения контактных проводов и токо-

приемников к расположенным над ними заземленным частям. Допустимые расстояния от контактного провода до искусственного сооружения и до изолированного отбойника приведено в табл. 8.1.2 и 8.1.3.

Таблица 8.1.2

Допустимые расстояния «А» от контактного провода до искусственного сооружения (рис. 8.1.2, а)

Наличие изолированного отбойника на искусственном сооружении	При постоянном токе, мм	При переменном токе, мм
Не имеется	Более 500	Более 550
Имеется	200—500	350—650

Таблица 8.1.3

Допустимые расстояния «Б» от контактного провода до изолированного отбойника (рис. 8.1.2, б)

Максимальная скорость движения поездов, км/ч	При одном контактном проводе, мм	При двойном контактном проводе, мм
≤ 50	50	50
< 120	100	70
≥ 120	150	100

Эластичность контактной подвески в искусственном сооружении не должна существенно отличаться от эластичности подвески на прилегающих участках перегона или станции, так как иначе придется вводить ограничения скорости движения поездов.

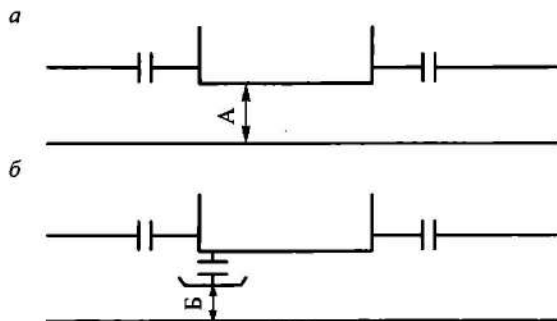


Рис. 8.1.2. Расположение проводов контактной сети в искусственных сооружениях: а — без отбойника; б — при наличии отбойника; А, Б — расстояния от контактного провода до искусственного сооружения и до изолированного отбойника соответственно

В искусственных сооружениях со стесненными габаритами, как правило, применяют контактную подвеску с двумя контактными проводами (независимо от рода тока и значения напряжения), которые смещают в разные стороны от оси пути на 400 мм. При подходе к искусственным сооружениям со стесненными габаритами приходится снижать высоту контактного провода над УГР и уменьшать конструктивную высоту цепной подвески. Если необходимо снизить высоту крепления несущего троса, подвешивают гирлянду изоляторов соответствующей длины на каком-либо промежуточном звене. Высоту контактного провода изменяют, регулируя длину струн, причем снижают ее очень плавно, уменьшая уклон провода на участках с высокими скоростями движения поездов.

Типы и конструкции искусственных сооружений многообразны, описать все применяемые устройства невозможно. Ниже рассмотрены наиболее характерные способы прохода контактных подвесок через типовые искусственные сооружения.

8.2. Проход контактной подвески под путепроводами, сигнальными и пешеходными мостиками

Под искусственными сооружениями (сигнальные мостики и консоли, пешеходные мостики, путепроводы), длина которых вдоль пути не более 15 м, применяют один из способов прохода контактной подвески (рис. 8.2.1).

Если расстояние от головок рельсов до нижнего уровня мостика или путепровода достаточно велико, то сооружение используют в качестве опоры для закрепления изоляторов несущего троса. Если можно крепежные детали разместить выше нижнего края сооружения, этим пользуются для увеличения высоты точки подвеса несущего троса. Если необходимо снизить конструктивную высоту подвески, можно уменьшить длину прилегающих к искусственному сооружению пролетов и укоротить струны, установив в необходимых случаях скользящие струны. При компенсированных подвесках крепление несущего троса на искусственном сооружении должно обеспечивать его необходимые продольные перемещения.

В том случае, когда использовать искусственное сооружение в качестве опоры невозможно (или требуется значительно уменьшить прилегающие пролеты, что приведет к установке дополнительных опор), пропускают цепную подвеску без крепления к сооружению.

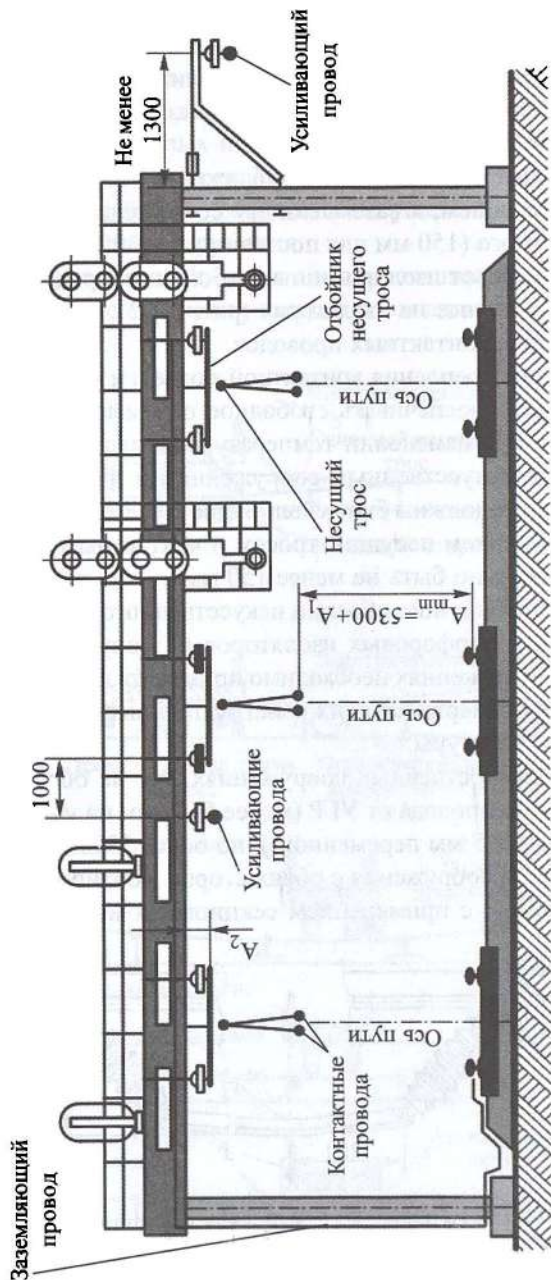


Рис. 8.2.1. Проход контактной подвески под сигнальным мостиком на участках постоянного тока

Так как на сигнальном мостике фиксировать контактную подвеску запрещено, он должен находиться в середине пролета. Если же он смещен от середины пролета, то на ближайших опорах снижают высоту точек подвеса несущего троса, а в некоторых случаях устанавливают скользящие струны.

Для предотвращения приближения несущего троса, находящегося под напряжением, к заземленному сооружению на расстояние, меньше допустимого (150 мм для постоянного и 300 мм для переменного тока) устанавливают изолированные отбойники, представляющие собой уголки, закрепленные на изоляторах (рис. 8.2.2). Такие же отбойники применяют и для контактных проводов.

Узлы крепления контактной подвески в искусственных сооружениях должны обеспечивать свободное перемещение компенсированных проводов при изменении температуры. Поддерживающие струны при подходе к искусственным сооружениям и в его пределах при стесненных условиях должны быть скользящие. Расстояние между находящимися под напряжением несущим тросом и контактным проводом в середине пролета должно быть не менее 150 мм.

При наличии вибрации искусственного сооружения применение стержневых фарфоровых изоляторов не допускается. В таких искусственных сооружениях необходимо применять полимерные изоляторы, а крепление поддерживающих конструкций выполнять с применением безболтовой арматуры.

В искусственных сооружениях, где не обеспечивается габарит контактного провода от УГР (менее 5550 мм на участках постоянного тока и менее 5675 мм переменного), но более 5300 мм, разрешается до переустройства сооружения с обеих сторон монтировать нейтральные вставки, например, с применением секционных изоляторов типа ВНИИЖТ-2А;

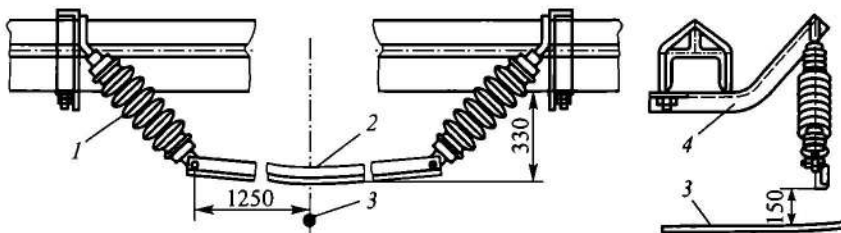


Рис. 8.2.2. Отбойник для контактного провода:

- 1 — стержневой полимерный изолятор; 2 — отбойник; 3 — контактный провод;
4 — крепительный уголок

пропуск ЭПС в этом случае осуществляется с опущенными токоприемниками.

Различные способы расположения контактной подвески под искусственными сооружениями приведены на рис. 8.2.3.

При полукомпенсированных цепных подвесках иногда анкеруют несущий трос на сооружении в тех случаях, когда оно надежно и может выдержать одностороннее воздействие натяжения несущего троса при его обрыве с какой-либо из сторон сооружения.

Если применяются медные несущие тросы с изолированными вставками, сечение троса в месте расположения вставки восполняют, выпол-

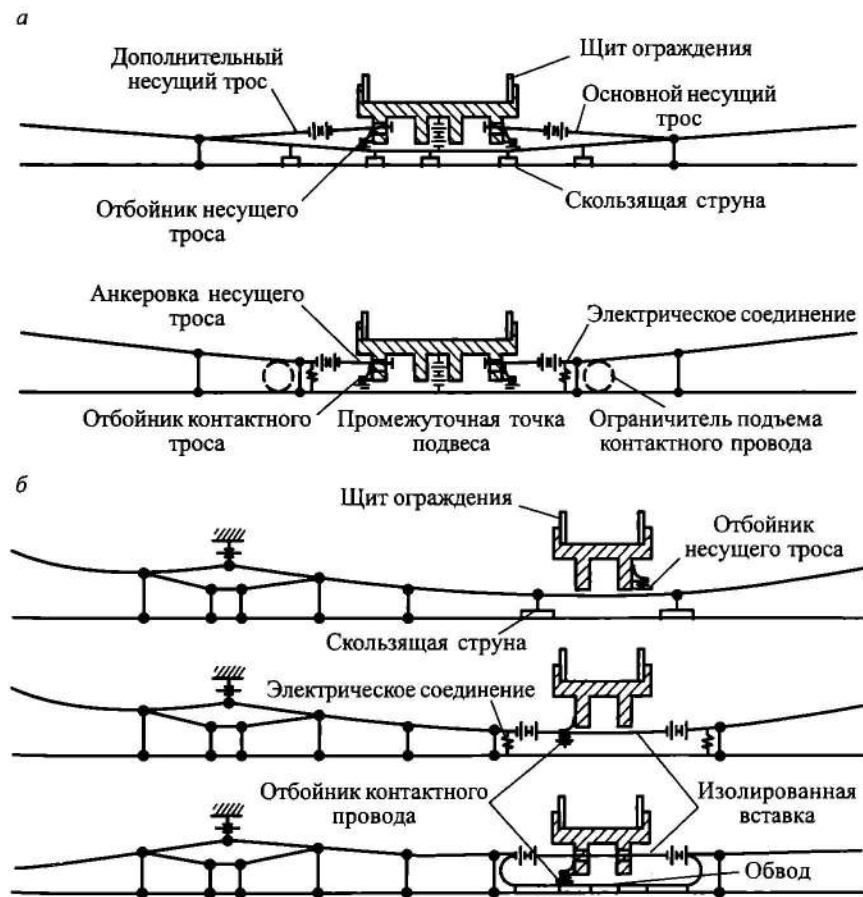


Рис. 8.2.3. Схемы прохода контактной подвески под путепроводами шириной более 15 м

няя специальный обвод, который или располагают в стороне от пути, или закрепляют на контактном проводе. При скорости движения более 70 км/ч обводы по контактному проводу не делают, так как получающаяся неравномерность эластичности ухудшает качество токосъема.

Проход полукомпенсированной контактной подвески под путепроводами длиной более 15 м осуществляют по схемам на рис. 8.2.3, *а, б*. Ту или иную схему выбирают исходя из вертикального габарита путепровода. Схема 8.2.3, *а* предпочтительнее, так как при дополнительных несущих тросах меньше изменяется эластичность подвески под искусственным сооружением, что улучшает качество токосъема. Однако она пригодна для путепроводов более высоких, чем те, при которых может быть осуществлена схема 8.2.3, *б*.

Промежуточную точку подвеса контактного провода под путепроводом при схемах рис. 8.2.3, *а, б* получают обычно с помощью скользящей струны. Изоляторы в промежуточных точках смещают в сторону от оси пути, чтобы уменьшить их загрязнение. При медном тросе и проходе подвески по схеме 8.2.3, *б* устанавливают обводные электрические соединения. Если проход подвески выполняется по схеме 8.2.3, *а* обводные соединители не нужны.

Схемы, приведенные на рис. 8.2.3, могут быть применены и при компенсированных подвесках, но только если путепровод расположен в непосредственной близости от средней анкеровки. Если же это допустимо по расстояниям до анкерных опор, то искусственное сооружение может быть использовано для средней анкеровки несущего троса.

Ближайшие к искусственным сооружениям опоры контактной сети устанавливают так, чтобы эти сооружения находились в середине пролета. Иногда при анкеровке несущего троса на сооружении для уменьшения отжатия контактных проводов устанавливают ограничительные кольца из стальных полос или троса (см. рис. 8.2.3, *б*).

В том случае, когда ни один из описанных способов прохода контактной подвески в искусственном сооружении не может быть применен, сооружение подлежит переустройству. Как исключение, если позволяют условия движения поездов, может быть принято решение о пропуске подвески без изоляции от сооружения; в этом случае по обеим сторонам от него выполняют нейтральные вставки.

Заземление вставки несущих тросов под искусственными сооружениями выполняют из стального проката с креплением безболтовой арматурой; прокладывают его при этом открыто.

На подходах к искусственному сооружению и в его пределах, при скорости движения поездов 161—200 км/ч выполнение требования к качеству токосъема (выравнивание эластичности контактной подвески вдоль пролета) осуществляют:

- установкой у опорного узла простых струн при длине пролета до 18 м;
- установкой укороченных рессорных струн (тросов) длиной 12 м при длине пролета от 25 до 40 м;
- переходом от простых струн к укороченной рессорной струне (тросу) на смежных опорах в пролете длиной от 18 до 25 м;
- переходом от опорного узла с укороченной рессорной струной (тросом) к типовому опорному узлу в ближайшем к искусственному сооружению пролете длиной более 40 м.

8.3. Проход контактной подвески по мостам и в тоннелях

На мостах с ездой поверху не требуется применять специальных устройств для крепления проводов контактной подвески. Затруднения возникают только с установкой опор, которую выполняют различными способами в зависимости от конструкции моста.

На мостах с ездой понизу обычно применяют цепную подвеску с малой конструктивной высотой; при этом значительно сближают точки подвеса несущего троса по сравнению с нормальным пролетом (до 20—25 м). Крепление несущего троса осуществляют разными способами, выбор которых определяется конструкцией моста. Наиболее часто применяются схемы, показанные на рис. 8.3.1, *а*, *б*.

При низких ветровых связях моста (рис. 8.3.1, *а*) для подвески несущего троса наверху устанавливают П-образные кронштейны или специальные поворотные консоли, которые позволяют выполнить проход полукompенсированных и компенсированных цепных подвесок. При подвеске несущего троса по схеме 8.3.1, *б* применяют поперечные тросы с натяжением не более 500 кгс или промежуточные звенья, аналогичные устанавливаемым при подвеске троса на жестких поперечинах. Фиксаторы контактных проводов при обеих схемах прохода закрепляют на пролетном строении моста.

В тех случаях, когда высота пролетов моста не позволяет пропустить несущий трос, а верхние ветровые связи расположены выше порталов, несущий трос разрезают и анкеруют на порталы, а в средней части мос-

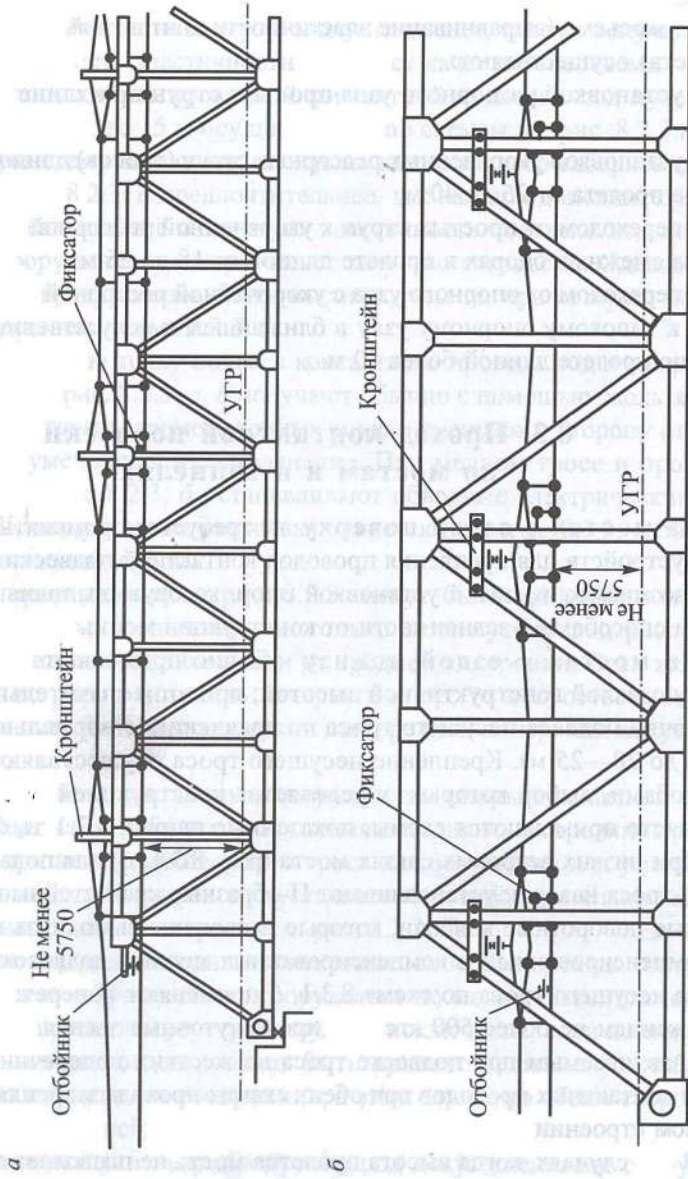


Рис. 8.3.1. Схемы прохода контактной подвески при расположенных низких (а) и высоких (б) ветровых связях моста

та подвешивают отдельный несущий трос, к которому и крепят на струнах контактные провода. Такую конструкцию применяют только для полукompенсированных подвесок.

Если проход цепной подвески с малой конструктивной высотой не может быть осуществлен, иногда, чтобы не переустраивать мост, применяют простую контактную подвеску, но обязательно с двумя контактными проводами. При одном контактном проводе в основной подвеске добавляемый контактный провод анкеруют на вторых по обе стороны от моста опорах, причем одну из анкерровок выполняют с компенсатором. Несущий трос анкеруют на порталы моста с обеих сторон (при компенсированных подвесках в случае необходимости через компенсаторы), а контактные провода подвешивают или на поперечных тросах, или на специальных поворотных кронштейнах, укрепленных на пролетном строении моста.

В тоннелях, как правило, применяют полукompенсированную цепную подвеску с малой конструктивной высотой и двумя контактными проводами. Расстояние между точками подвешивания несущего троса принято равным 26 м, что обуславливает конструктивную высоту подвески на участках постоянного тока при медном несущем тросе 0,52 м и переменного тока при биметаллическом тросе 0,47 м. В пролете устанавливают две скользящие струны. Требуемое расстояние между контактными проводами обеспечивается распорками, скользящими по направляющим полосам.

Крепление цепной подвески к своду тоннеля на прямых участках пути производится с помощью гибких связей, составленных из изоляторов КСФ-70-25/0,95 — по два с каждой стороны на участках переменного тока (рис. 8.3.2) и по одному на участках постоянного. В кривых крепление подвесок производится (при достаточных размерах тоннеля) на изолированных консолях. В этом случае устанавливают фиксаторы, которые на прямых участках не обязательны. Если невозможно выдержать расстояние 100 мм от первого ребра изолятора до тела тоннеля, выдалбливают углубления.

В тоннелях применяют пространственно-ромбовидную подвеску с двумя контактными тросами. Отличительной особенностью ее является то, что контактные провода расположены в виде ромбов относительно оси пути. Такая конструкция обеспечивает компенсацию возникающих при температурных изменениях напряжений в проводах при отсутствии их продольных перемещений, т.е. пространственно-ромбовидная контактная подвеска является автокомпенсированной системой, что снимает ограничения по длине анкерного участка.

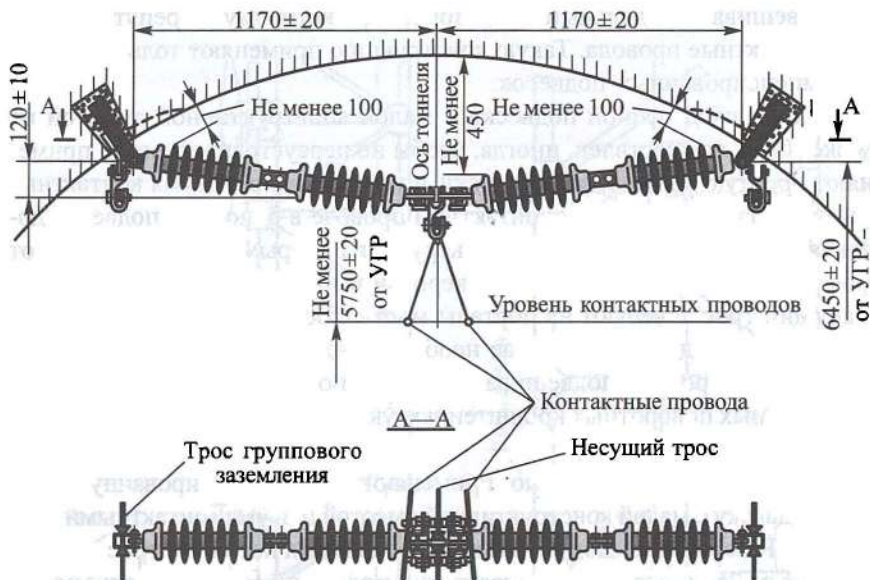


Рис. 8.3.2. Конструкция крепления контактной подвески в однопутном тоннеле при переменном токе

8.4. Защитные ограждения

На путепроводах и пешеходных мостах, расположенных над электрифицированными путями, устанавливают предохранительные вертикальные или горизонтальные щиты для ограждения частей контактной сети, ВЛ 10, 25, 35 кВ и ДПР 25 кВ, находящихся под напряжением. Щиты должны иметь высоту 2 м и ширину не менее 1 м в каждую сторону от частей, находящихся под напряжением. Щиты могут быть сплошными деревянными или металлическими с сеткой в верхней части, с размерами ячеек не более 20×20 мм.

Предохранительные щиты устанавливают на лестницах пешеходных мостов, если расстояние от лестницы до находящихся под напряжением частей контактной сети менее 2 м.

Под питающими и отсасывающими линиями контактной сети, ВЛ и ДПР устанавливают ограждения над настилами мостов и лестниц, верхняя часть которых должна быть полностью или частично металлической, сплошной или сетчатой и шириной не менее 1 м в каждую сторону от крайних проводов.

На предохранительных щитах крепят плакаты со знаком напряжения и надписью «Высокое напряжение — опасно для жизни».

Настилы путепроводов, пешеходных мостов и других доступных для прохода людей сооружений, которые расположены над контактной сетью, ВЛ и ДПР выполняют сплошными, не имеющими щелей.

На электрифицированных линиях с обеих сторон железнодорожного переезда на автодороге устанавливают дорожные запрещающие знаки для автомобильного транспорта «Ограничение высоты 4,5 м».

На контактной подвеске, где заканчивается рабочая зона контактного провода (отходящий в сторону контактный провод на расстоянии более 400 мм от оси пути или в него врезаны изоляторы), должен быть установлен знак «Конец контактной подвески» (рис. 8.4.1).

В местах подключения отсасывающих линий, рабочих заземлений автотрансформаторных пунктов, КТП и пунктов подготовки пассажирских составов с электрическим отоплением, а также (при переменном токе) группового заземления опор и волновода к дроссель-трансформаторам (выравнивающим дросселям) или рельсам устанавливают предупреждающий знак высокого напряжения с изображением красной стрелы размерами по высоте не менее 160 мм и по наибольшей ширине — не менее 30 мм (рис. 8.4.2).



Рис. 8.4.1. Сигнальный знак «Конец контактной подвески»

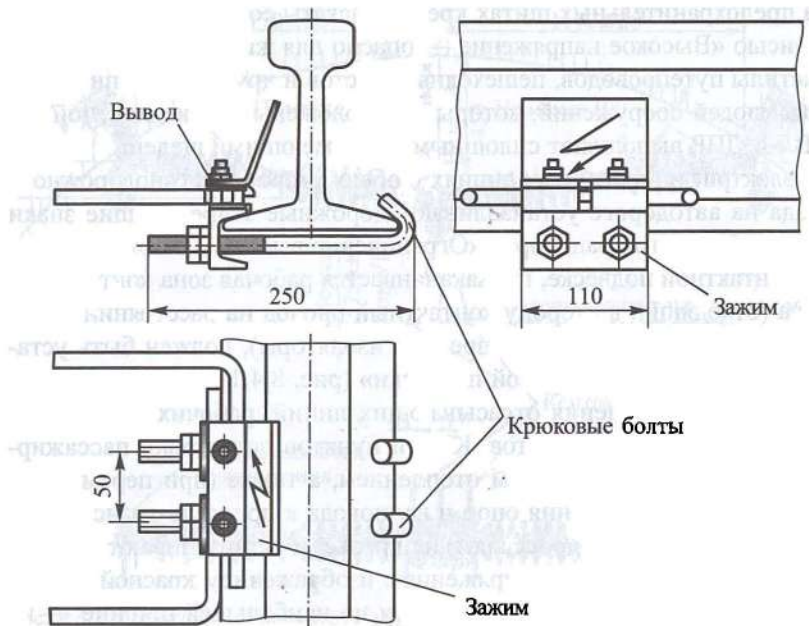


Рис. 8.4.2. Предупреждающий знак высокого напряжения у места заземления КТП на рельс

На опоры контактной сети и опоры освещения с габаритом менее 2,45 м от оси ближайшего пути наносят чередующиеся желтые и черные полосы от 1 до 2 м от головки рельса.

В местах выполнения погрузочно-разгрузочных работ и сближения с автомобильными дорогами, где существует опасность наезда транспорта, опоры и оттяжки защищаются отбойными тумбами, стенками и другими устройствами.

Глава 9

ПИТАНИЕ И СЕКЦИОНИРОВАНИЕ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

9.1. Принципы питания

На участках постоянного тока контактную подвеску питающими линиями соединяют с шиной «+» тяговой подстанции (ТП), а рельсовую сеть отсасывающими линиями с шиной «-». При переменном токе всю электрифицированную линию делят по длине на ряд участков, контактная сеть каждого из которых получает питание от разных фаз энергосистемы (рис. 9.1.1, б). Это делают для выравнивания нагрузок отдельных фаз электроснабжающей системы; в противном случае большая нагрузка от электрифицированной дороги, приходящаяся только на одну из фаз, вызовет нарушение нормальных условий питания других потребителей, подключенных к этой системе.

Как правило, на однопутных электрифицированных дорогах применяют схему двустороннего питания контактной сети (рис. 9.1.2, а). Каждый находящийся на линии локомотив получает энергию от двух тяговых подстанций, и ток I , потребляемый локомотивом, поступает к нему с двух сторон, складываясь из токов I_1 и I_2 . Значения I_1 и I_2 обратно пропорциональны расстоянию от локомотива до соответствующей тяговой подстанции: чем ближе к ТП находится локомотив, тем большая часть тока поступает к нему от нее. На линиях переменного тока двустороннее питание выполняют подключая контактную сеть данного участка на обеих подстанциях к одной и той же фазе.

С увеличением тока в проводах контактной сети растут потери напряжения и электроэнергии. От размера потерь зависит значение напряжения на токоприемнике локомотива, которое влияет на скорость движения: чем больше потери и меньше напряжение на токоприемнике, тем ниже скорость, которую может развить локомотив. Снижение потерь в

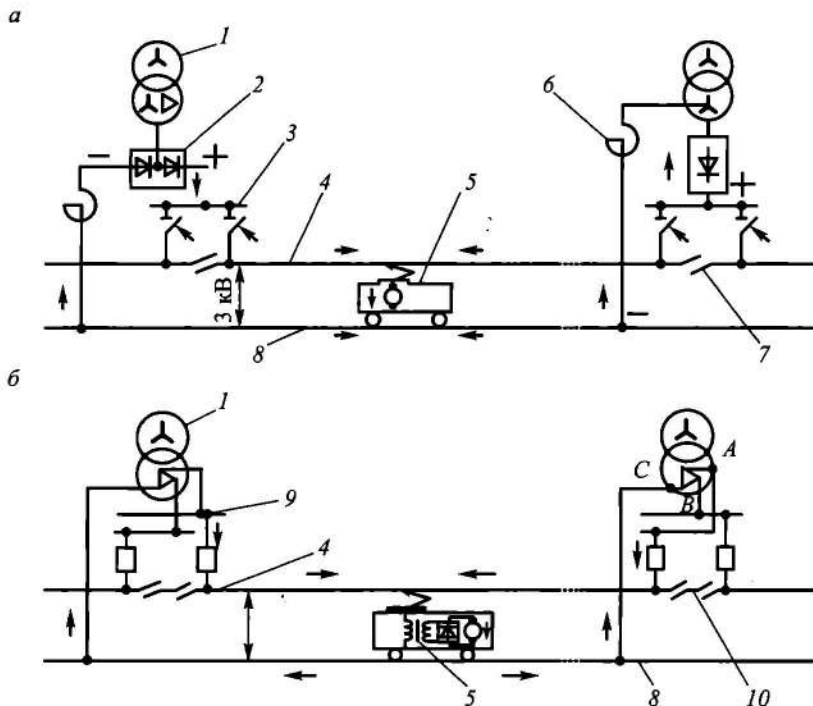


Рис. 9.1.1. Принципиальные схемы питания контактной сети постоянного (а) и переменного (б) тока:

1 — силовой тяговый трансформатор (тяговая подстанция); 2 — выпрямительный агрегат; 3 — распределительное устройство 3:3 кВ; 4 — контактная подвеска; 5 — ЭПС; 6 — реактор; 7 — изолирующее сопряжение анкерных участков (открытый воздушный промежуток); 8 — тяговая рельсовая цепь; 9 — распределительное устройство 27,5 кВ; 10 — нейтральная вставка; А, В, С — фазы силового тягового трансформатора; стрелки — условное направление тягового тока

контактной сети дает экономию потребляемой электроэнергии, что имеет важное значение.

Сказанное определяет преимущества двустороннего питания по сравнению с односторонним (рис. 9.1.2, б). При одностороннем питании локомотив получает электроэнергию только от одной тяговой подстанции, вследствие чего по проводам контактной сети проходит весь потребляемый им ток I . Это при прочих равных условиях вызывает большие потери напряжения и энергии, чем при двустороннем питании. При одностороннем питании повреждение контактной сети на участке между тяго-

вой подстанцией и локомотивом вызовет полное прекращение подачи энергии к нему.

Поэтому одностороннее питание применяют только на небольших по длине участках, расположенных за крайними тяговыми подстанциями главных линий, а также на малодейственных ветвях незначительной протяженности, примыкающих к главной линии и на станциях. На двухпутных и многопутных линиях обычно применяют двустороннее питание.

На двухпутных участках при раздельном питании контактных сетей путей (рис. 9.1.2, в) каждый из них получает электроэнергию от тяговых подстанций независимо друг от друга; распределение токов на каждом пути аналогично рассмотренному для однопутных участков. Повреждение, вызывающее отключение сети одного из путей, не отражается на движении поездов по второму пути.

Для обеспечения защиты контактной сети от токов коротких замыканий между тяговыми подстанциями размещают посты секционирования (ПС), на которых устанавливают защитную аппаратуру — быстродействующие выключатели при постоянном токе или вакуумные (масляные) выключатели — при переменном. Быстродействующие аппараты отключают сеть под нагрузкой за доли секунды, предупреждая разрушение сети, оборудования тяговых подстанций и ЭПС. Около каждого поста секцио-

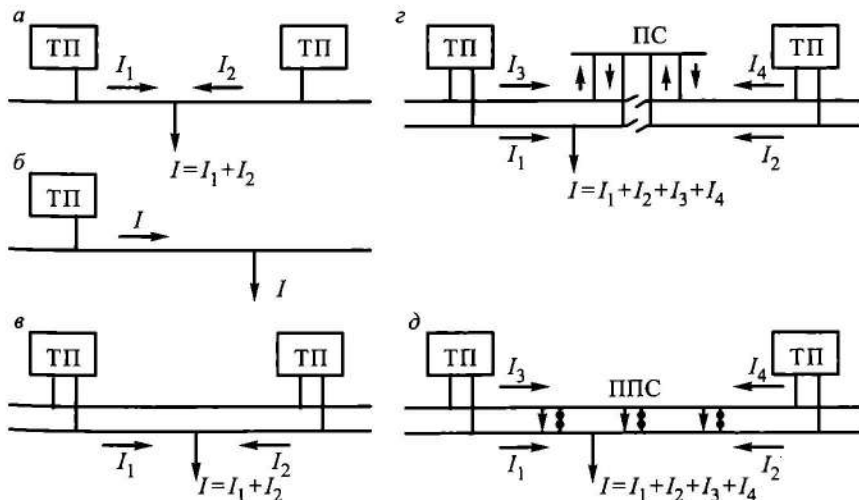


Рис. 9.1.2. Принципиальные схемы двустороннего (а), одностороннего (б), раздельного (в) питания контактной сети и размещения пунктов секционирования (г) и пунктов параллельного соединения (д)

нирования в контактной сети обоих путей монтируют изолирующие соприжения анкерных участков и токи, протекающие по проводам контактной сети, проходят через защитные аппараты. Посты секционирования применяют и на однопутных участках, в этом случае при повреждении сети выходит из работы половина участка между ТП. Посты секционирования размещаются в комплектных устройствах, изготовляемых на заводе и приспособленных для наружной установки.

При устройстве постов секционирования на двухпутных дорогах получается схема узлового питания, когда каждый локомотив в нормальных режимах (при замкнутых выключателях ПС) получает электроэнергию от обеих тяговых подстанций по контактным проводам обоих путей (рис. 9.1.2, з). В этом случае токи в отдельных участках контактной сети меньше тех, которые были бы при раздельном питании, что при прочих равных условиях обеспечивает меньшие потери напряжения и электроэнергии в сети. В случае повреждения контактной сети на каком-либо из четырех участков при схеме узлового питания защитная аппаратура отключает сеть только того участка, где произошло повреждение; остальные три участка остаются под напряжением и движение поездов на них может продолжаться.

Наиболее экономичной является схема параллельного соединения контактных подвесок путей (рис. 9.1.2, д), которое осуществляют в нескольких местах между тяговыми подстанциями с помощью специальных пунктов параллельного соединения (ППС). При этом происходит еще большее выравнивание нагрузок отдельных путей и снижение потерь напряжения и энергии, чем при узловой схеме. Особенно эффективно параллельное соединение контактных сетей на участках, где применяют рекуперацию (возвращение) электроэнергии, так как выработанная электроэнергия сразу передается локомотивам на другом пути.

Для того чтобы повреждение контактной сети на одном из путей при параллельном их соединении не приводило к длительному снятию напряжения с обоих путей, пункты ППС должны обеспечивать автоматическое разъединение и соединение контактных подвесок путей. На двухпутных линиях постоянного тока эти функции осуществляют быстродействующие выключатели (рис. 9.1.3), отключение которых при коротком замыкании на сети одного из путей производится с помощью нулевого реле, а включение — реле контроля напряжения при появлении напряжения в отключенной контактной подвеске.

На отдельных участках параллельное соединение контактных подвесок двух путей осуществляют с помощью обычных секционных разъе-

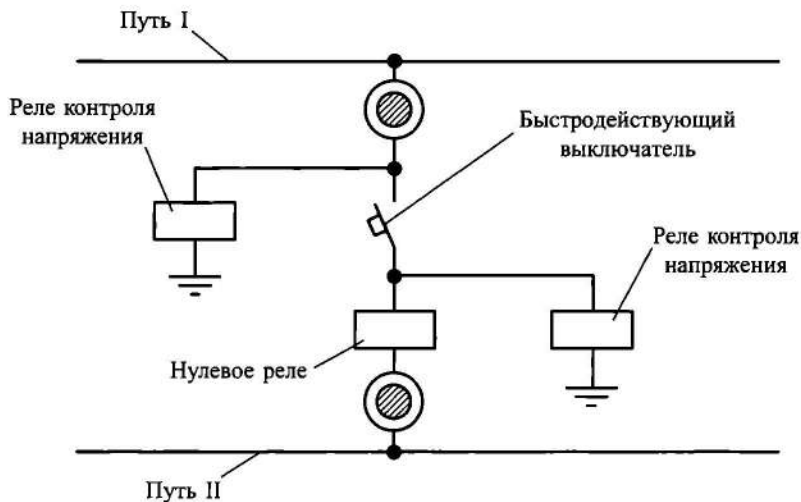


Рис. 9.1.3. Принципиальная схема пункта параллельного соединения

динителей. Для сборки и разборки такой схемы требуется некоторое время, что при повреждении на одном из путей может вызвать задержку движения поездов и на другом.

Питающие линии от тяговых подстанций к контактной сети выполняют воздушными. Общая площадь сечения проводов питающих линий должна быть не меньше, чем всех проводов контактной сети, к которой присоединена данная линия. Питающие линии к шинам тяговых подстанций подключают используя соответствующие защитные аппараты, а к контактной сети — секционные разъединители.

Число питающих линий от тяговых подстанций обычно выбирают такое, чтобы контактная сеть каждого из главных путей перегонов по обе стороны от подстанции получала самостоятельное питание. При расположении ТП в пределах станции для питания контактной сети станции сооружают отдельную линию, которая является резервной для питающих линий перегонов. На крупных станциях, имеющих отдельные парки, число питающих линий для станционной сети может быть увеличено. Если на данной станции находится электродепо, то питание его контактной сети осуществляют самостоятельной линией.

На станциях стыкования каждый пункт группировок должен питаться двумя фидерами постоянного и двумя фидерами переменного тока по кольцевой схеме, при консольном питании — аналогичными отпайками, сооружаемыми по разным трассам.

9.2. Принципы секционирования

Для повышения надежности работы и удобства обслуживания контактную сеть делят на участки — секции, которые могут быть изолированы друг от друга. Такое деление называют секционированием. Схема секционирования контактной сети должна обеспечивать минимальное нарушение движения поездов из-за отключения какой-либо секции. Желательно предусматривать в ней возможно меньшее число секционных изоляторов и разъединителей, а также минимальное число операций по переключению разъединителей.

Секционирование бывает продольное и поперечное, а иногда с обязательным заземлением сети отключаемой линии.

При продольном секционировании осуществляют разделение контактной сети вдоль путей у каждой тяговой подстанции и каждого поста секционирования. Кроме того, выделяют в отдельные секции контактные сети перегонов и станций, а на станциях, имеющих несколько электрифицированных парков или групп путей, — контактные подвески каждого парка или каждой группы путей. В отдельные секции выделяют контактные сети обеих горловин очень больших станций, а в некоторых случаях — крупных тоннелей или мостов с ездой понизу. В местах соединения продольных секций, в которые подаются различные по значению или фазе напряжения, выполняют нейтральные вставки. При переменном токе такие вставки предусматривают у каждой тяговой подстанции. В отдельных случаях, когда при подвеске проводов контактной сети в негабаритном искусственном сооружении выполняют их заземление, по обоим концам сооружения также устраивают нейтральные вставки.

Поперечное секционирование — это разделение контактных сетей каждого из главных путей как на перегонах, так и на станциях, разъездах и обгонных пунктах. На тех станциях, где число путей, примыкающих к каждому из главных, больше трех, осуществляют дополнительное поперечное секционирование. Число поперечных секций на таких станциях определяется не только количеством, но и назначением отдельных путей.

Поперечное секционирование осуществляют также в парках или группах путей в тех случаях, когда в каждом парке или группе более пяти путей. Если электрифицирована только головная часть путей парка (верная электрификация путей станции), в одной секции могут быть контактные подвески и более пяти путей.

Для того чтобы при плавке гололеда электрическим током провода по каждому главному пути прогрелись равномерно, они должны быть одного эквивалентного сечения. Поэтому параллельное соединение подвесок главного пути и соседнего станционного допускается только в том случае, когда суммарное сечение обеих контактных подвесок равно сечению подвески на перегонах. Если это условие не выполняется, на промежуточных станциях необходимо врезать секционные изоляторы в контактные подвески станционных путей одной из горловин станции или выделять главные пути станций в самостоятельные поперечные секции.

На схемах указывают нормальное положение (включенное или отключенное) для каждого секционного разъединителя. Продольные разъединители обозначают первыми буквами русского алфавита: А, Б, В, Г, Д, Е, Ж; поперечные — буквой П; на питающих линиях — буквой Ф и ФЛ (фидерный линейный); с заземляющим ножом — З; на линиях АБ — РА; ПЭ — РП; ДПР — РД. К буквам в необходимых случаях добавляют цифровой индекс.

Нумерацию разъединителей в питающих линиях принимают следующей: на двухпутных участках номера 2 и 4 дают разъединителям, подключенным к подвескам над четными путями, 1 и 5 — к подвескам над нечетными путями, 3 — разъединителю, подключенному к подвеске станционных путей. На однопутных участках номера разъединителей могут быть только нечетные; разъединители линий, питающих электродепо, имеют номер, следующий за последним номером на главных путях. Возрастают номера по направлению движения четных поездов.

Во всех схемах питания и секционирования используют условные обозначения (рис. 9.2.1).

Питающие линии переменного тока присоединяют к контактной подвеске с помощью линейных разъединителей, имеющих двигательные (моторные) приводы во всех случаях, а воздушные питающие линии постоянного тока — если их длина более 150 м (при наличии разъединителей с моторными приводами у тяговых подстанций). Линейные разъединители на линиях длиной более 750 м оборудуют моторными приводами, а на линиях длиной до 750 м — ручными.

Поперечные разъединители, устанавливаемые на контактной сети, могут быть оборудованы ручными приводами. Их обычно устанавливают на станциях с таким расчетом, чтобы расстояние от разъединителя до наиболее удаленного секционного изолятора было не более 1000 м. При наличии на станциях поперечных секционных разъединителей с мотор-












	электрифицированный путь
	неэлектрифицированный путь
	изолирующее сопряжение анкерных участков
	изолирующее сопряжение с нейтральной вставкой
	секционный изолятор
	секционный разъединитель с двигательным приводом, нормально включенный
	секционный разъединитель с двигательным приводом, нормально отключенный
	секционный разъединитель, включенный в сеть диспетчерского телеуправления (нормально отключенный)
	секционный разъединитель с ручным приводом (нормально включенный)
	секционный разъединитель с ручным приводом (нормально отключенный)
	секционный разъединитель с заземляющим ножом (нормально включенный)

Рис. 9.2.1. Условные обозначения

ными приводами дополнительные секционные разъединители с ручными приводами не устанавливают. В станционной питающей линии устанавливают разъединители с моторными приводами. Все секционные разъединители контактной сети, используемые при сборке схем плавки гололеда, имеют моторные приводы.

Разъединители с двигательными приводами размещают возможно ближе к месту, где установлены пульты управления.

9.3. Схемы питания и секционирования станций

На станциях, где расположены тяговые подстанции переменного тока, выполняют раздел фаз, устраивая с одной стороны станции два изолирующих сопряжения анкерных участков, а с другой стороны — одно. Схемы питания и секционирования применяют при любом числе электрифицированных путей. На станциях без тяговых подстанций независимо от системы тока выполняют изолирующие сопряжения анкерных участков с двух сторон станций. На станциях с продольной схемой расположения парков иногда применяют секционирование в середине станций.

Питание и секционирование контактной сети станций на однопутных участках переменного и постоянного тока осуществляют по схемам, приведенным на рис. 9.3.1, *а* и 9.3.1, *б* соответственно, а на двухпутных участках переменного тока с числом электрифицированных путей пять и более (кроме главных) — по схеме (рис. 9.3.2, *а*). В этом случае для контактной сети каждого пути перегонов прокладывают самостоятельную питающую линию. Если число электрифицированных путей менее пяти (кроме главных), сеть одного из перегонов получает питание через контактную сеть станционных путей (рис. 9.3.2, *б*).

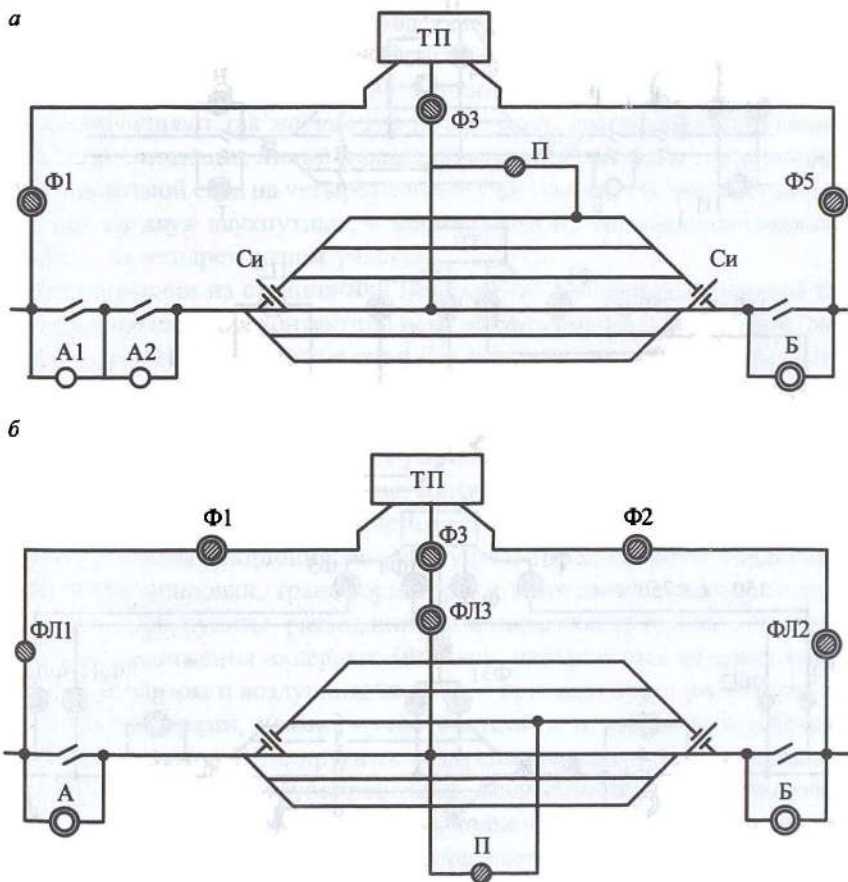


Рис. 9.3.1. Схемы питания и секционирования станций на однопутном участке переменного (*а*) и постоянного (*б*) тока

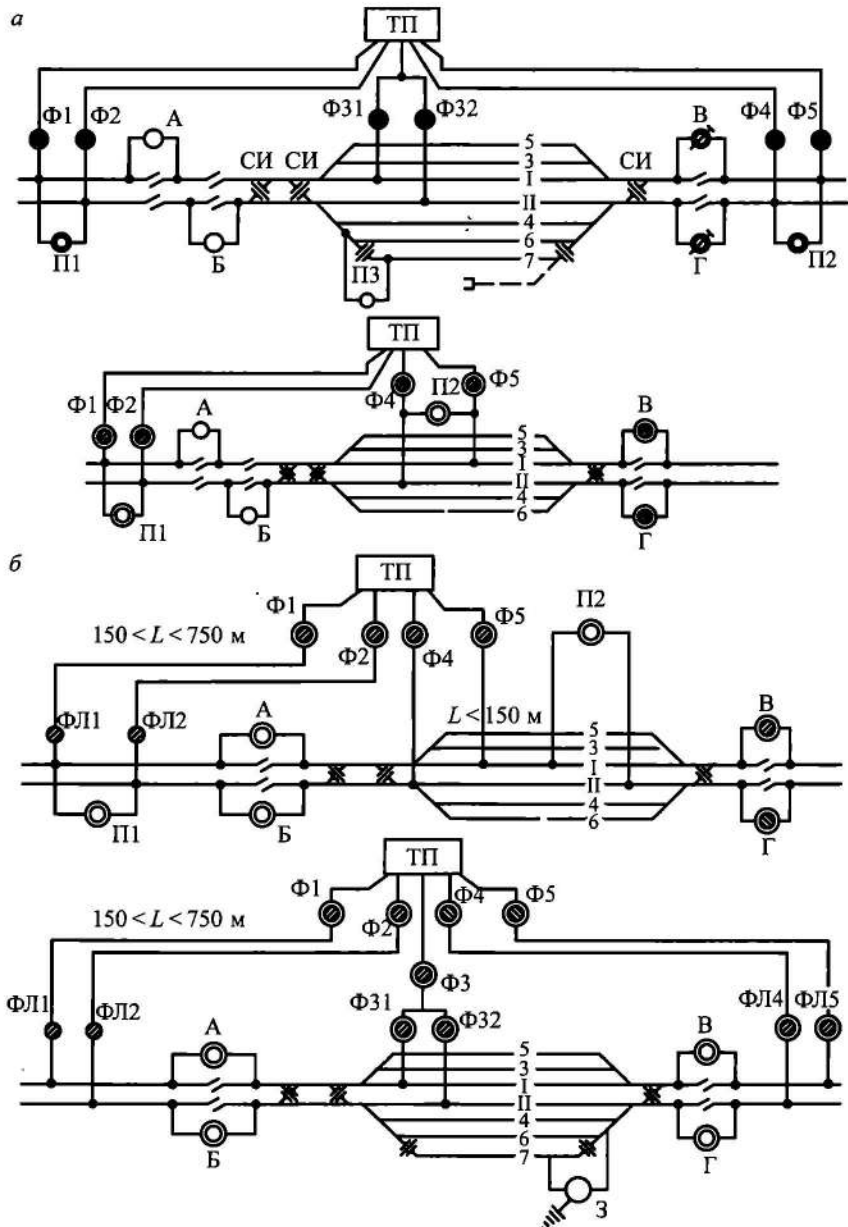


Рис. 9.3.2. Схемы питания и секционирования станций на двухпутном участке переменного (*a*) и постоянного (*б*) тока

На станциях с тяговыми подстанциями постоянного тока на двухпутных дорогах выполняют изолирующие сопряжения с двух сторон станции и, как правило, применяют схему с отдельной питающей линией для станций (рис. 9.3.2, в). Схемы без такой линии применяют на станциях с числом электрифицированных путей менее пяти (кроме главных) при расположении ТП в горловине станций (рис. 9.3.2, з). В этом случае устанавливают поперечные разъединители в местах подключения питающих линий; сечение проводов этих линий выбирают с учетом обеспечения возможности питания контактных подвесок путей одной линией при параллельных соединениях. Аналогичную схему применяют при любом расположении тяговой подстанции, если число электрифицированных путей менее трех (кроме главных).

Схемы питания и секционирования контактной сети многопутных дорог выполняют так же, как для двухпутных, соответственно увеличивая число питающих линий и разъединителей. Питание и секционирование контактной сети на четырехпутных участках можно осуществить так же, как на двух двухпутных, в зависимости от организации движения поездов на четырехпутном участке.

При наличии на станции или перегоне постов секционирования продольного разделения контактной сети выполняют по приведенной схеме на рис. 9.3.1. На трех- и четырехпутных участках число секционных разъединителей соответственно увеличивается.

На схемах питания и секционирования контактной сети, которыми пользуются в эксплуатационных условиях, показывают условными обозначениями следующие элементы: контактную сеть, воздушные и кабельные линии ПЭ и АБ, питающие и отсасывающие линии, тяговые подстанции, посты секционирования, пункты параллельного соединения, пункты группировки, трансформаторы и автотрансформаторные пункты, питающие пункты, разъединители в нормальном положении, изолирующие сопряжения анкерных участков, нейтральные вставки, секционные изоляторы и воздушные стрелки с присвоенными им обозначениями или номерами, номера путей станций и перегонов, пересечения контактной сети и ВЛ с другими воздушными линиями, канатными дорогами, надземными трубопроводами, искусственными сооружениями, а также депо, остановочные пункты, подъездные пути районов контактной сети, тяговых подстанций, районов электроснабжения, пикеты и километры осей пассажирских зданий, постов секционирования, изолирующих сопряжений, нейтральных вставок, пересечений контактной сети, сигнальных точек и другие необходимые сведения.

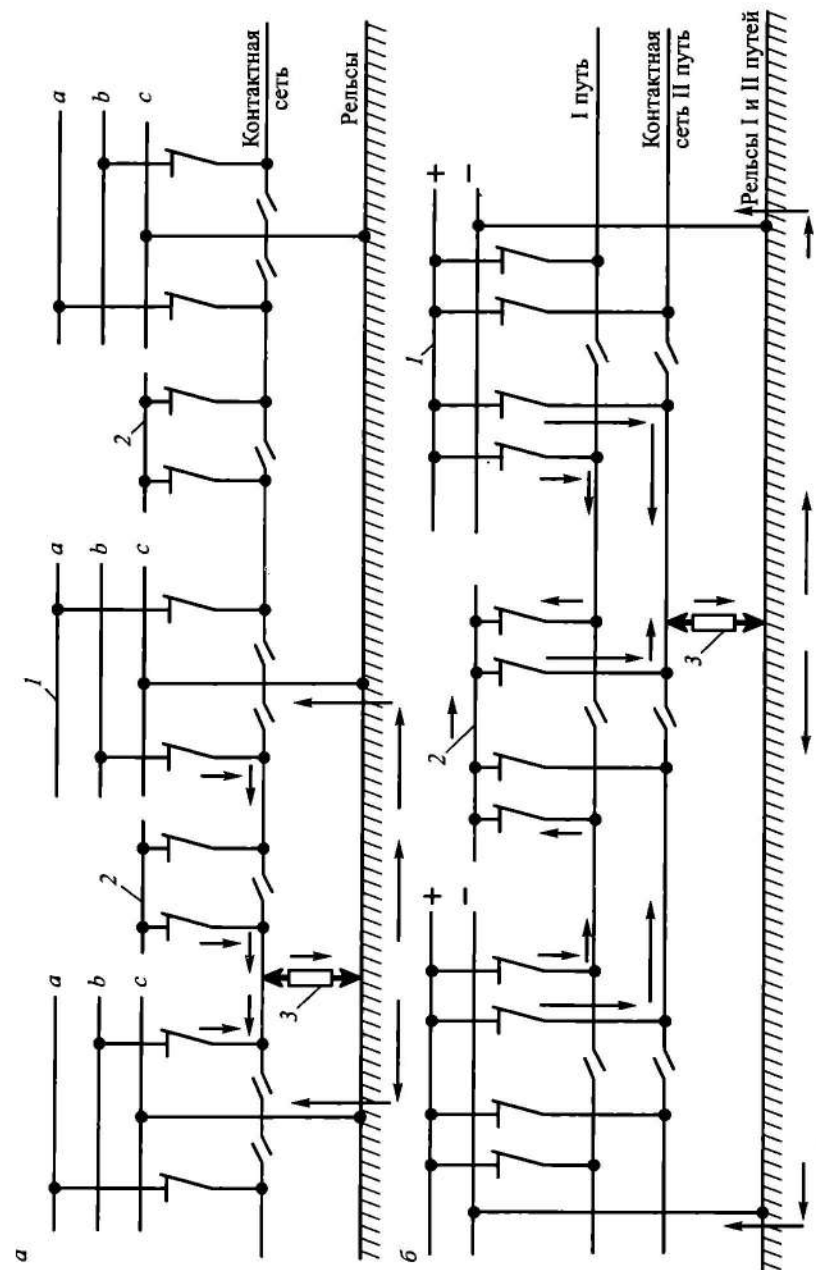


Рис. 9.3.3. Разделение контактной сети у постов секционирования на однопутном (а) и двухпутном (б) участке:
 1 — тяговая подстанция, 2 — пост секционирования, 3 — локомотив

9.4. Стыкование контактной сети переменного и постоянного тока

Стыкование контактных сетей участков, электрифицированных на постоянном и переменном токе, осуществляют на станциях стыкования. В контактной сети этих станций выделяют соответствующее число секций, в которые попеременно можно подавать напряжение как постоянного, так и переменного тока.

Выбор числа и мест расположения переключаемых секций контактной сети зависит от путевого развития станции, спецификации путей, организации работы и т.д. При любой схеме станции обеспечивают прибытие поездов с электровозами одной системы тока, а также проход электровозов обеих систем тока из одного парка в другой и на пути отстоя.

Схема пунктов группировки с установленными на них специальными переключателями и секционными разъединителями для подведения питания к переключаемым секциям показана на рис. 9.4.1. Их располагают так, чтобы расстояния до секций, обслуживаемых с данного пункта, были минимальными. Пункты группировки могут быть открытыми и закрытыми.

Стрелки на путях маршрута, подготовленного для следования поезда, автоматически переводятся в положение, соответствующее роду напряжения, подаваемого на соответствующие секции контактной сети. Для этого переключатели, которыми подают питание на переключаемые секции, блокируют с маршрутными устройствами централизации стрелок: включение переключателей производится одновременно с приготовлением стрелочного маршрута и установкой в соответствующее положение сигналов. Кроме того, если на пути с переключаемой секцией контактной сети находится электровоз, то переключить секцию на другое напряжение нельзя до тех пор, пока он не уйдет с этой секции. Показания сигналов, разрешающие переезд электровоза с одной секции на другую, появляются только при одинаковом напряжении на обеих секциях.

Станции стыкования могут быть двух типов: с последовательным и параллельным расположением приемо-отправочных парков. В качестве примера рассмотрим возможную схему переключаемых секций контактной сети при последовательном расположении приемо-отправочных парков (рис. 9.4.2, а).

При этой схеме осуществляется стыкование с помощью переключаемых секций (21 шт.), питание которых производится через три пункта группировки. Электровозы постоянного тока, прибывающие с поездами

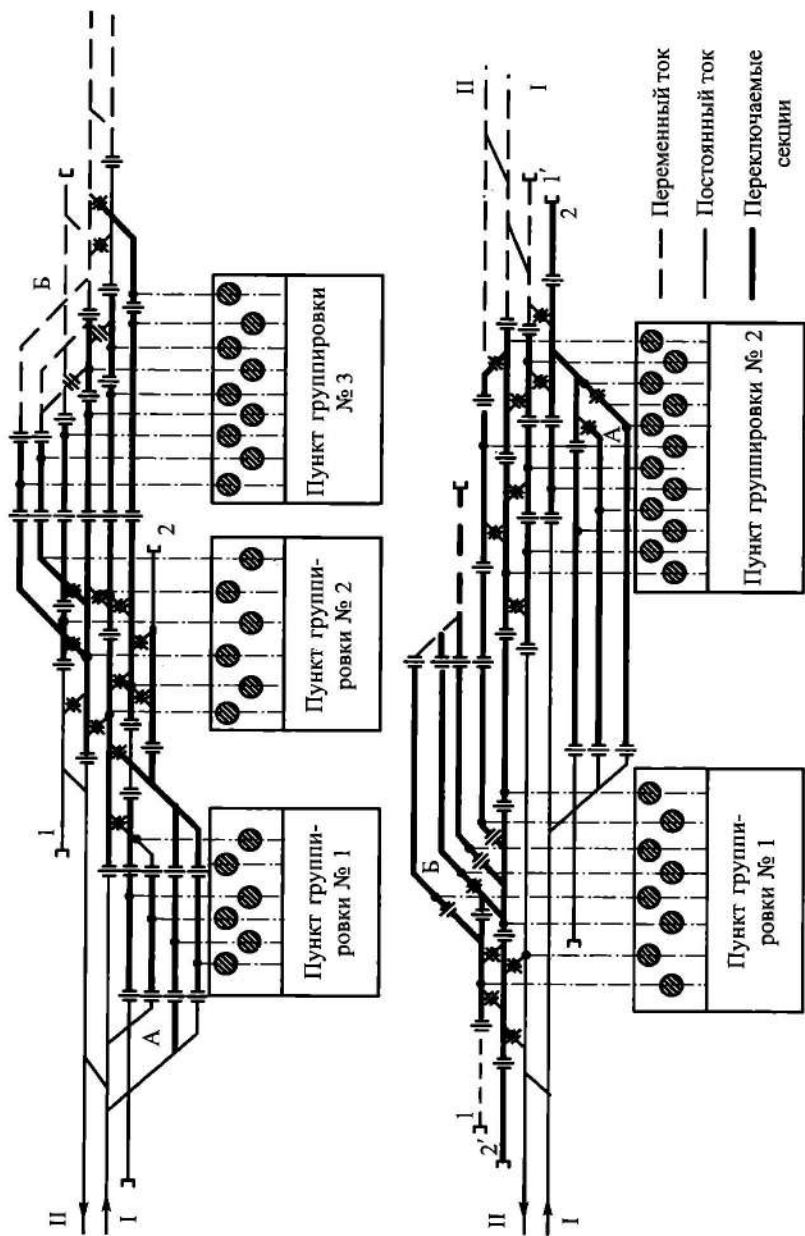


Рис. 9.4.1. Схема питания переключаемой секции контактной сети

в парк А на главный путь I, отцепляют и они следуют в отстойный тупик 1, откуда их затем подают к составам, находящимся в парке Б, и отправляют снова на участок постоянного тока. Электровозы переменного тока из парка Б или с главного пути II направляют для отстоя в тупик 2 и затем подают к составам в парк А для отправления на участок переменного тока.

При параллельном расположении приемо-отправочных парков (рис. 9.4.2, б) предусматривается сооружение 19 переключаемых секций, питание которых осуществляется через два пункта группировки. Электровозы постоянного тока, прибывающие в парк А, направляют для отстоя в тупик 2 или 2', а электровозы переменного тока, прибывающие в парк Б, отстаиваются в тупике 1 или 1'.

На рис. 9.4.2 не показаны схемы питания и секционирования каждой из частей станции, находящихся постоянно под напряжением одного рода, они аналогичны рассмотренным выше. Пункты группировки изображены условно. Более подробная схема переключения одного из пунктов группировки приведена на рис. 9.4.1.

Для переключения секции на открытых пунктах группировки используют малогабаритный переключатель контактной сети завода «Уралэлектроаппарат», а в закрытых — выкатной переключатель, разработанный ВНИИЖТом.

В отдельных случаях для стыкования участков двух систем тока используют электровозы двойного питания, работающие от сети как переменного, так и постоянного тока. При этом в контактной сети главных путей, на которых производится стыкование или где поезда могут дви-

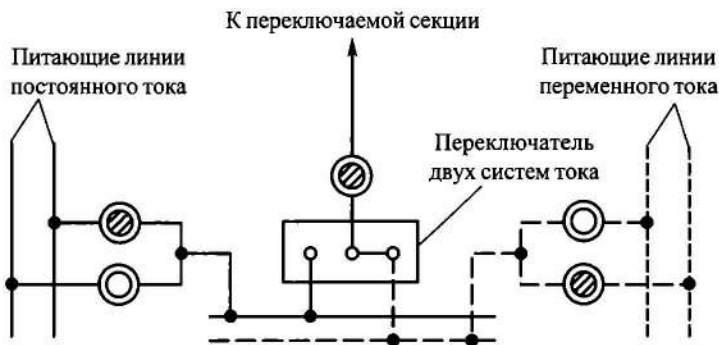


Рис. 9.4.2. Упрощенные принципиальные схемы переключаемых секций на станциях стыкования участков постоянного и переменного тока

гаться с большими скоростями, монтируют изолирующие сопряжения с нейтральными вставками, а в контактные сети путей, на которых высокие скорости не предусматриваются, — секционные изоляторы с нейтральными вставками.

Стоимость строительства станций стыкования очень велика, кроме того, они сложны в эксплуатации. Поэтому их целесообразно применять при стыковании участков достаточно большой протяженности, для обслуживания которых потребовалось бы большое число электровозов двойного питания. Если же один из стыкуемых участков имеет небольшую протяженность, предпочтительно не устраивать станции стыкования, а использовать электровозы двойного питания.

Глава 10

РЕЛЬСОВЫЕ СЕТИ И ЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА

10.1. Рельсовые сети

Ток, протекающий по рельсам, вызывает в них потерю напряжения, вследствие чего возникает разность потенциалов относительно земли. Так как рельсы не изолированы от земли, часть тяговых токов с них ответвляется в грунт. Пути распространения токов в земле чрезвычайно разнообразны, из-за чего они получили название блуждающих. Блуждающие токи протекают не только в грунте, но и по металлическим частям подземных сооружений — оболочкам кабелей, различным трубопроводам и т.д. В местах выхода тока из подземного сооружения происходит электролиз, вызывающий на участках постоянного тока коррозию сооружения. Если не принять защитных мер, оно может быть разрушено.

Вредное воздействие блуждающих токов тем сильнее, чем они больше. Поэтому в первую очередь принимают меры для снижения тяговых токов, которые уходят из рельсов в землю. Этого можно добиться увеличивая переходное сопротивление между рельсами и землей и уменьшая сопротивление рельсовой сети. Для увеличения переходного сопротивления применяют щебеночный балласт; железобетонные шпалы; деревянные шпалы, пропитанные антисептиками с высокими изоляционными качествами, а также укладывают рельсы таким образом, чтобы их подошвы не касались основания пути и просвет между балластом и рельсами был не менее 3 см. Ни в коем случае нельзя допустить даже случайного соприкосновения рельсов с какими-либо подземными металлическими сооружениями. В местах примыкания к электрифицированным дорогам неэлектрифицированных участков устанавливают изолированные стыки с большим электрическим сопротивлением.

Для уменьшения сопротивления рельсовой сети устанавливают электрические соединители трех видов: стыковые, междурельсовые и междупутные.

Стыковые электрические соединители (рис. 10.1.1) ставят в местах рельсовых стыков, так как переходное сопротивление стыка в несколько раз выше, чем целого рельса, и, следовательно, создаются более благоприятные условия для отвлечения тока в землю. Стыковой соединитель представляет собой небольшой отрезок гибкого медного провода (сечением не менее 50 мм^2 для переменного тока и не менее 70 мм^2 для постоянного) с двумя наконечниками, привариваемыми к рельсам, расположенным по обеим сторонам стыка.

Междурельсовые электрические соединители устанавливают между двумя нитями одного и того же пути, а междупутные — между рельсами всех путей рельсовой сети в данном месте. Таким образом осуществляют параллельное соединение всех нитей, что значительно снижает сопротивление рельсовой сети. Междурельсовые и междупутные электрические соединители выполняют из проводов сечением не менее 70 мм^2 (по меди), присоединяемых к шейкам рельсов (площадь контакта не менее 250 мм^2).

Схема расположения электрических соединителей, представленная на рис. 10.1.2, *а*, применяется в тех случаях, когда рельсы не используют для цепей СЦБ. При этом стыковые соединители устанавливают на всех стыках без исключения, междурельсовые — через каждые 300 м и междупутные — через каждые 600 м на станциях и через вдвое большие расстояния на перегонах. Эти соединители изготавливают из стального провода диаметром 12 мм или стальной полосы 40×3 мм и прокладывают изолированно от земляного полотна и балласта.

На линиях, оборудованных автоблокировкой или электрической централизацией, где используются обе рельсовые нити каждого пути (двухниточные цепи СЦБ), для разделения рельсов вдоль линии на отдельные, электрически изолированные друг от друга участки (блок-участки) устраивают изолированные стыки. При этом стыковые соединители устанавливают на всех стыках, кроме изолированных. Для того чтобы создать цепь тока в обход изолированных стыков, т.е. не нарушать работу устройств СЦБ, соединяют средние точки основных (тяговых) обмоток дроссель-трансформаторов (см. рис. 10.1.1), устанавливаемых с обеих сторон каждого изолированного стыка. Основные обмотки дроссель-трансформаторов обладают большим индуктивным сопротивлением, что практически делает невозможным протекание через них переменного тока, применяемого в устройствах СЦБ. Для работы аппаратуры СЦБ при двухниточных цепях необходима цепь тока из одного рельса в другой.

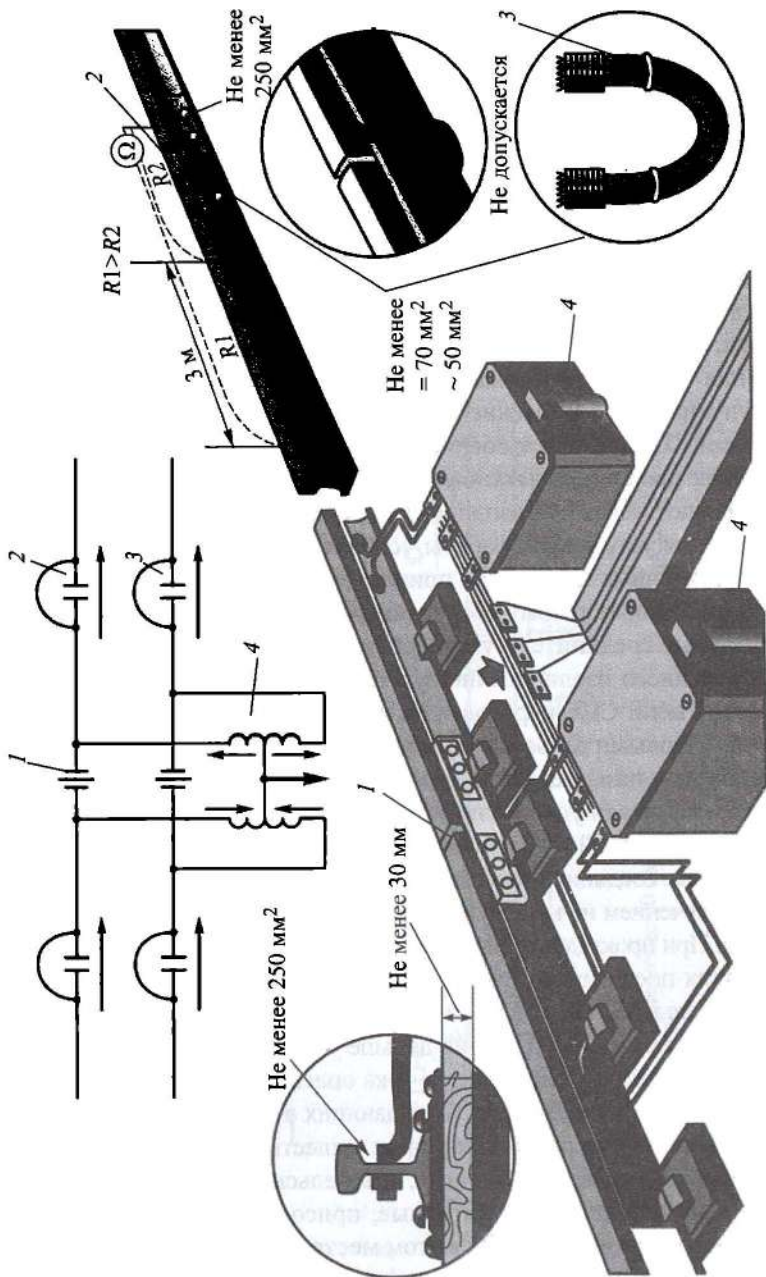


Рис. 10.1.1. Стыковые соединители:

1 — изолирующий стык; 2 — неизолирующий стык; 3 — электрический соединитель; 4 — дроссель-трансформатор

При этом направление тока в обеих половинах обмотки дросселя одинаково, что приводит к сложению магнитных потоков, наводимых токами, и возникновению значительного индуктивного сопротивления. Для постоянного тока обмотки представляют весьма незначительное сопротивление, и каждая пара дроссель-трансформаторов у изолированных стыков на участках постоянного тока обеспечивает надежные стыковые и междурельсовые соединения. На дорогах переменного тока тяговый ток также свободно проходит через обмотки дросселей и переемычку между их средними точками, так как тяговые токи в двух половинах каждого дросселя всегда направлены противоположно, вследствие чего магнитные потоки, наводимые этими токами, компенсируют друг друга. Путь прохождения тягового тока показан стрелками на рис. 10.1.2, б.

Междупутные электрические соединители на участках с двухниточными цепями СЦБ образуют соединяя переемычки между средними точками обмоток дросселей, установленных на различных путях. Эти соединения делают через два изолированных стыка на третий, что нужно для обеспечения устойчивой работы устройств СЦБ.

При однониточных цепях СЦБ, применяемых обычно на станциях, для тяговых токов отводят только одну из ниток на каждом из путей. В этом случае стыковые соединители устанавливают только на стыках тягового рельса, а у каждого изолированного стыка, где для усиления изоляции блок-участков цепи СЦБ переходят на использование другой рельсовой нити, между тяговыми рельсами устанавливают продольный электрический соединитель, называемый иногда джемпером (рис. 10.1.2, в). Междупутные соединители устанавливают в этом случае через каждые 400 м и в горловинах станций у выходных сигналов.

Междупутные соединители изготавливают длиной не более 100 м из медного провода сечением не менее 70 мм^2 при постоянном и 50 мм^2 при переменном токе. При прокладке их изолируют от земляного полотна и балласта.

На участках постоянного тока для защиты от блуждающих токов применяют специальные устройства на тяговых подстанциях, при возможности относят подземные сооружения дальше от рельсов и принимают ряд других мер. На участках переменного тока опасность возникновения коррозии подземных сооружений от блуждающих токов значительно меньше, что объясняется как родом тока, так и существенным его снижением.

Отсасывающие линии на дорогах, где рельсы не используются для цепей СЦБ или эти цепи однониточные, присоединяют к ближайшему от подстанции тяговому рельсу, и в этом месте устраивают междупутное электрическое соединение. На дорогах с двухниточными цепями СЦБ

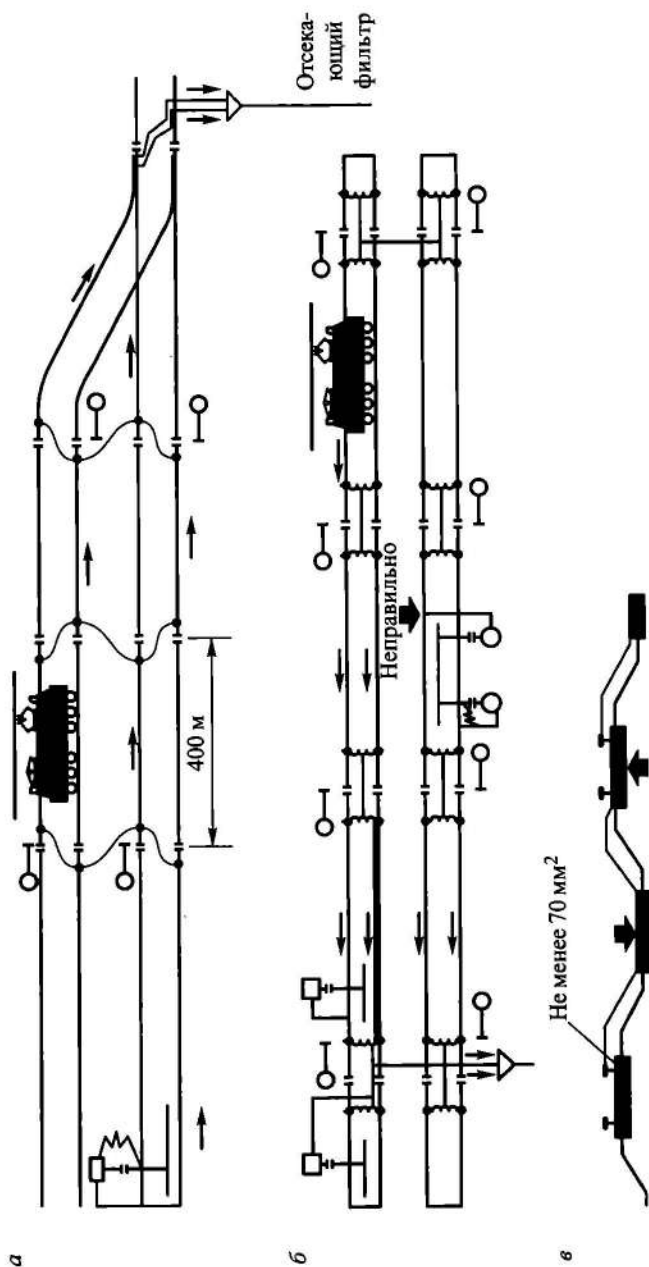


Рис. 10.1.2. Схема электрических соединителей рельсовой цепи:
 а — рельсы не используются для целей СЦБ; б — по рельсам протекают токи СЦБ; в — параллельное соединение нулевых точек дроссель-трансформаторов

отсасывающие линии подключают к средним точкам дроссель-трансформаторов, установленных у ближайшего к тяговой подстанции изолированного стыка. В этом случае также выполняют междупутное электрическое соединение (соблюдая условие, приведенное выше). Отсасывающие линии переменного тока выполняют двумя параллельными линиями, при этом используют рельсы подъездного пути, соединенные с контуром заземления подстанции, и устраивают переемычку между заземленной фазой трансформаторов и рельсами станционных путей, которая может быть кабельной и воздушной. Чаще их выполняют воздушными, а для присоединения к рельсовой сети устраивают кабельные вставки. Отсасывающие линии должны быть изолированы от земли и иметь изоляцию на 1000 В. В местах присоединения отсасывающих линий к проводам или кабелям, идущим к рельсам, устраивают отсасывающие пункты, которые располагают в специальных шкафах или сухих закрытых колодцах. Закрытые колодцы по возможности удаляют от мест густого размещения подземных сооружений.

10.2. Заземления

Заземление конструкций и устройств контактной сети и совмещенных с нею ВЛ, а также других сооружений и устройств на электрифицированных железных дорогах должны обеспечивать надежную работу защиты от токов короткого замыкания, электробезопасность обслуживающего персонала и других лиц, нормальное функционирование рельсовых цепей автоблокировки и электрической централизации, кроме того, на участках постоянного тока — ограничение утечки в землю тяговых токов.

Защита от токов короткого замыкания обеспечивается быстродействующими аппаратами, установленными на тяговых подстанциях или постах секционирования. Аппаратура защиты отключает поврежденный участок, когда ток короткого замыкания достигает определенного значения, на которое она настроена. Для этого нужно, чтобы в месте повреждения образовался плотный электрический контакт со сравнительно низким сопротивлением, повышающим ток короткого замыкания.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала и других лиц и увеличения надежности защиты контактной сети от токов короткого замыкания осуществляют заземление ряда устройств, которые могут оказаться под напряжением вследствие нарушения изоляции или соприкосновения их с оборванными проводами. Заземление выполняют присоединяя такие устройства к рельсам. При этом не должны нарушаться

надежность и устойчивость работы устройств автоблокировки и электрической централизации, а также ухудшаться условия защиты подземных сооружений от коррозии блуждающими токами.

Заземлениями оборудуют все опоры и конструкции, используемые для крепления проводов контактной сети, а также другие металлические конструкции, расположенные на расстоянии менее 5 м от частей контактной сети, находящихся под напряжением. Заземляют также арматуру и все металлические конструкции крепления изоляторов контактной сети, приводы секционных разъединителей и компенсаторы, расположенные на железобетонных опорах и искусственных железобетонных или каменных сооружениях. Заземлению подлежат все расположенные в зоне влияния контактной сети переменного тока металлические сооружения, на которых могут возникать опасные наведенные напряжения.

На участках постоянного тока в качестве защитных устройств в цепи заземления опор контактной сети и других сооружений используют искровые промежутки, диодные заземлители или диодно-искровые заземлители (диодный заземлитель и два параллельных искровых промежутка).

Искровой промежуток (рис. 10.2.1) состоит из корпуса 1 с крышкой 4, внутри которого находится съемная вставка с двумя контактными шайбами 5 и слюдяной прокладкой 3 между ними. Для предотвращения приваривания съемной вставки к крышке при пробое промежутка предусмотрен экран 2 в виде карболитового кольца. В нормальных условиях заземляемая конструкция и рельсы изолированы друг от друга и соединяются только в том случае, когда искровой промежуток оказывается под определенным напряжением и пробивается. Применяют искровые про-

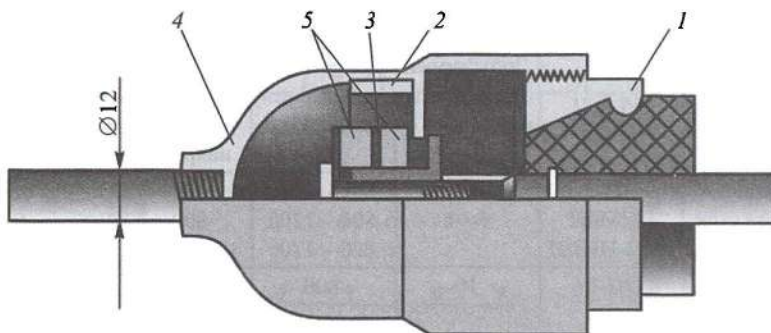


Рис. 10.2.1. Искровой промежуток ИПМ-62-2:

1 — корпус; 2 — экран; 3 — слюдяные прокладки; 4 — крышка; 5 — контактные шайбы

межутки типа ИПМ-62, ИП-3, искровой промежуток с вращающейся дугой (ИПВ-ЦНИИ) с пробивным напряжением 800—1200 В.

Искровые промежутки устанавливают при индивидуальном заземлении, а также при групповом заземлении в катодных зонах.

Диодные заземлители устанавливают при групповом заземлении в анодных и знакопеременных зонах, а диодно-искровые заземлители — независимо от зоны на участках с двухниточными рельсовыми цепями в спусках групповых заземлений при сопротивлении цепи заземления опор не менее 6 Ом/км при подключении к тяговому рельсу и не менее 5 Ом/км — при подключении к средней точке дроссель-трансформатора.

На участках переменного тока искровые промежутки устанавливают в индивидуальные заземления при сопротивлении опор менее 100 Ом при подключении к рельсу двухниточной рельсовой цепи и менее 5 Ом — при подключении к средней точке дроссель-трансформатора, а также в заземляющие спуски групповых заземлений, если сопротивление цепи заземления опор менее 6 Ом/км при подключении к рельсу двухниточной рельсовой цепи и менее 5 Ом/км при подключении к средней точке дроссель-трансформатора.

Диодные заземлители устанавливают на опоре контактной сети на высоте от уровня земли не менее 1,7 м, искровые промежутки — на высоте 0,5—1,0 м; в общедоступных местах их поднимают на высоту 2,5 м от поверхности земли или посадочной площадки.

Основные технические данные защитных устройств приведены в табл. 10.2.1.

Таблица 10.2.1

Основные параметры защитных устройств

Защитное устройство	Тип	Допустимый ток длительностью 0,1 с, кА	Допустимое обратное напряжение, В	Напряжение открывания в прямом направлении, В	Масса, кг
Искровой промежуток	ИП-3	5—6	800—1200	800—1200	0,85
	ИПМ-62		800—1200	800—1200	0,4
	ИПВ-ЦНИИ		800—1200	600—1200	0,4
Диодный заземлитель	ЗД-1	10	800	0,5	11
Диодно-искровой заземлитель	ЗД-1+2ИПМ-62 (ИП-3)	5—6	1500—2000	800—1200	12,5

Опоры в общедоступных местах заземляют на тяговую рельсовую цепь двойным заземлением, на участках переменного тока — наглухо, на участках постоянного тока — через диодный заземлитель. Спуски заземления на опорах крепят через деревянные или полимерные прокладки.

Ручные и моторные приводы разъединителей (изолированные от опор), разрядники, нейтральные элементы контактной сети на искусственных сооружениях и опорах заземляют без защитных устройств (т.е. наглухо) на тяговую рельсовую цепь двумя заземляющими спусками. Заземляющие спуски групповых заземлений, постов секционирования, пунктов параллельного соединения присоединяют к средней точке дроссель-трансформатора или к тяговому рельсу не ближе 200 м от сигнальной точки (300 м в зонах вечной мерзлоты), а разрядников — не ближе 100 м.

Длина проложенного по земле заземляющего проводника от опоры до средней точки дроссель-трансформатора допускается не более 50 м. Заземляющие проводники изолируют от земли полиэтиленовыми трубками, уложенными на полушпалки.

Металлические части мостов и других искусственных сооружений заземляют двойным спуском на тяговую рельсовую цепь на участках постоянного тока через диодно-искровой промежуток, на участках переменного тока — через два искровых промежутка (по одному в каждом спуске).

Заземление опор жестких поперечин приведено на рис. 10.2.2.

Заземление концевых опор питающих линий, расположенных у ТП, на которых расположены разъединители, осуществляют глухим присое-

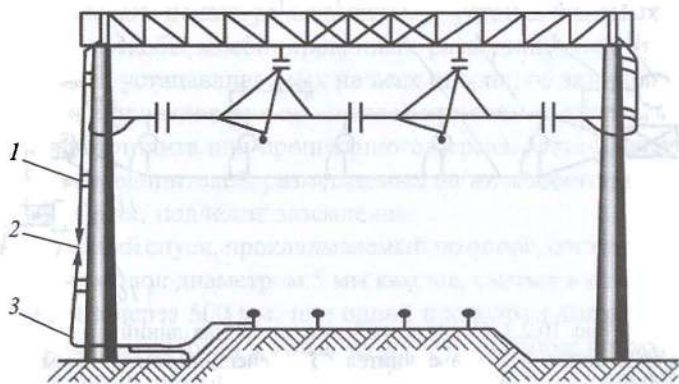


Рис. 10.2.2. Схема заземления на тяговый рельс опор жесткой поперечины:
1 — спуск заземления; 2 — искровой промежуток; 3 — заземляющий проводник

динением к внешнему контуру заземления подстанции, а концевые опоры со стороны контактной сети — на среднюю точку дроссель-трансформатора (рис. 10.2.3).

Спуски разрядников и ОПН, установленных на опорах питающих линий или на самостоятельных опорах ВЛ (ДПР) на обходах, расположенных на расстоянии 5 м и более от путей, присоединяют к индивидуальному контуру заземления с сопротивлением не более 3 Ом на участках постоянного тока и не более 10 Ом при переменном.

Защитные и рабочие заземления присоединяют к тяговому рельсу механическим способом без применения сварки крюковым болтом (см. рис. 8.4.2) или к средней точке дроссель-трансформатора соединительными зажимами.

Планы рельсовых цепей, на которых указываются места присоединения опор и других сооружений к рельсовым цепям, должны быть согласованы с дистанцией сигнализации и связи.

Консольные опоры на перегонах заземляют на ближайшие рельсовые нити, причем опоры, расположенные с одной стороны путей, в пределах каждого блок-участка на одну и ту же рельсовую нить. При жестких поперечинах заземляют только одну из опор или стоек. Каждую из опор, на которой установлен секционный разъединитель или разрядник, а также опоры гибких поперечин заземляют самостоятельно. На станциях с одиночными рельсовыми цепями заземления опор присоединяют к ближайшей электротяговой нити.

Групповое заземление, т.е. заземление одним общим заземляющим тросом, осуществляют присоединяя этот трос к среднему выводу бли-

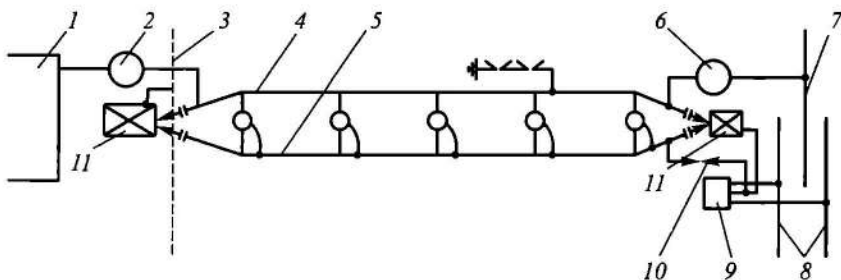


Рис. 10.2.3. Схема заземления питающих линий:

1 — тяговая подстанция; 2 — разъединитель; 3 — внешний контур заземления подстанции; 4 — питающая линия; 5 — провод группового заземления; 6 — разъединитель контактной сети; 7 — контактная сеть; 8 — тяговая рельсовая цепь; 9 — дроссель-трансформатор; 10 — искровой промежутки; 11 — концевые опоры

жайшего или дополнительно устанавливаемого для этой цели дроссель-трансформатора. Полная длина одной секции троса группового заземления не должна превышать 600 м на участках постоянного и 400 м переменного тока. Расстояние от места присоединения группового заземления к рельсу или средней точки дроссель-трансформатора до крайней заземленной опоры не должно быть больше 300 м при постоянном и 200 м при переменном токе.

Трос группового заземления выполняют из провода марок ПБСМ-70, АС-70, ПБСА-50/70 или провода большего сечения. Провод группового заземления присоединяют к рельсам по Т- или Г-образным схемам, с секционированием у изолирующих стыков, двумя заземляющими проводниками. Максимальное натяжение его не должно превышать 400 кгс. Провод группового заземления анкеруют на опоре жестко, без устройства оттяжки, на высоте 4 м от поверхности земли. Длину и сечение троса группового заземления опор питающих линий определяют по условиям обеспечения срабатывания защиты от токов короткого замыкания.

Подключение опор контактной сети с сопротивлением ниже 100 Ом к групповым заземлениям не допускается. Такие опоры называются низкоомными и должны иметь индивидуальное заземление.

На ВЛ АБ выполняют два отдельных заземления: в сети высокого (питающего) напряжения и в сети низкого напряжения. В сети высокого напряжения на опорах ВЛ должны быть заземлены корпуса кабельных муфт, свинцовая оболочка и броня кабелей, кожуна силовых трансформаторов, разрядники и приводы разъединителей.

Металлические цоколи разъединителей, устанавливаемых на деревянных опорах и скобы комбинированных разъединителей-предохранителей типа ПКН, устанавливаемых на всех опорах, не заземляют. В металлические тяги приводов разъединителей при этом врезают изолирующие вставки из текстолита или пропитанного дерева. Металлические цоколи линейных разъединителей, размещаемых на железобетонных или металлических опорах, подлежат заземлению.

Заземляющий спуск, прокладываемый по опоре, состоит из трех оцинкованных проволок диаметром 5 мм каждая, свитых в жгут, прикрепляемый к опорам через 500 мм, или одной проволоки диаметром 6 мм. От заземляющей магистрали к каждому из заземляющих аппаратов ответвляется отдельная проволока; если необходимо, выполняют дополнительные ответвления, соединяя их с магистралью с помощью электросварки или болтовыми зажимами.

Заземление железобетонных опор выполняют типовым заземлителем (как и для деревянных опор) или упрощенным заземлителем, выполненным из полосовой (12×4 мм) или круглой (диаметром 12 мм) стали. Такой заземлитель прокладывают по поверхности и торцу нижней части опоры и присоединяют к нижнему выводу внутреннего заземляющего спуска опоры. Типовыми заземлителями электродами заземления служат стальные стержни диаметром 20—25 мм или угловая сталь (50×50×5 мм) длиной не менее 2,5 м и числом не менее двух.

Для агрессивных почв применяют оцинкованные электроды заземлители. Их соединяют жгутом заземляющей магистрали и забивают в землю на расстоянии не менее 5 м друг от друга. Первый заземлитель располагают от ближайшей стойки на расстоянии 1,5 м. Верхние концы заземлителей погружают на глубину не менее 0,6 м от поверхности земли.

На силовых и других опорах, где имеются линии разного напряжения, заземления линий низкого напряжения выполняют отдельно, располагая заземляющее устройство у опоры со стороны, противоположной заземлению линии более высокого напряжения, на расстоянии не менее 5 м от заземления.

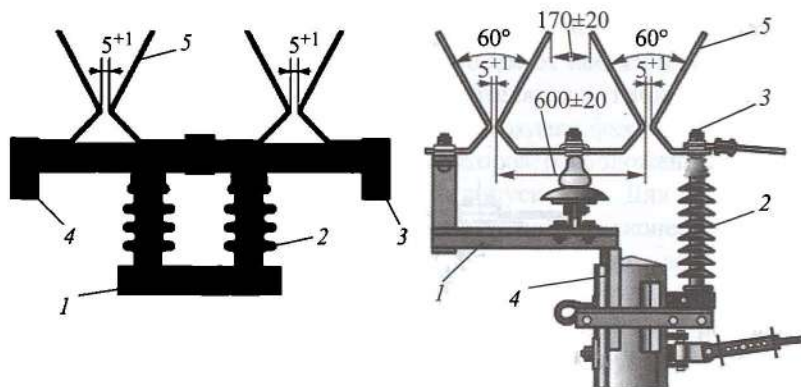
Грунт, имеющий высокое удельное сопротивление, допускается обрабатывать поваренной солью или углем со шлаком, увлажненным электролитом. Чтобы снизить сопротивления заземлений, заземляющие устройства смежных опор соединяют друг с другом проводником.

10.3. Разрядники и ограничители перенапряжения

При оперативных переключениях на контактной сети могут возникать коммутационные перенапряжения. Кроме того, на проводах контактной сети возникают перенапряжения во время грозы, которые, как и в первом случае, представляют большую опасность для сети и ЭПС. Для снижения уровня возникающих перенапряжений устанавливают специальные устройства, называемые разрядниками (рис. 10.3.1) и ограничителями перенапряжения (рис. 10.3.2), при пробое которых контактная сеть замыкается на тяговый рельс. Разрядники не устанавливают на опорах с оттяжками.

На контактной сети постоянного тока роговые разрядники устанавливают с двумя искровыми промежутками по 5 мм каждый для предотвращения ложного срабатывания при случайном замыкании одного из них.

a



б

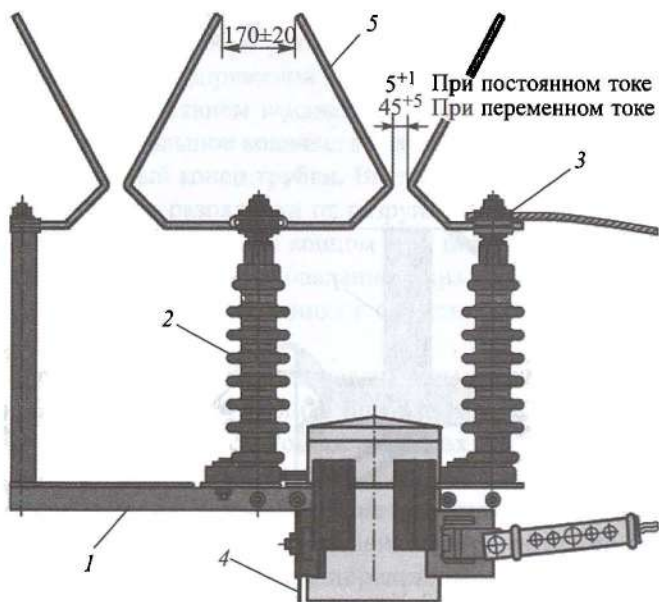


Рис. 10.3.1. Роговый разрядник на консольной опоре участка постоянного тока (*a*) и переменного тока (*б*):

1 — кронштейн; *2* — изолятор; *3* — зажим шлейфа к контактному проводу; *4* — зажим для заземляющего спуска; *5* — дугогасительные рога

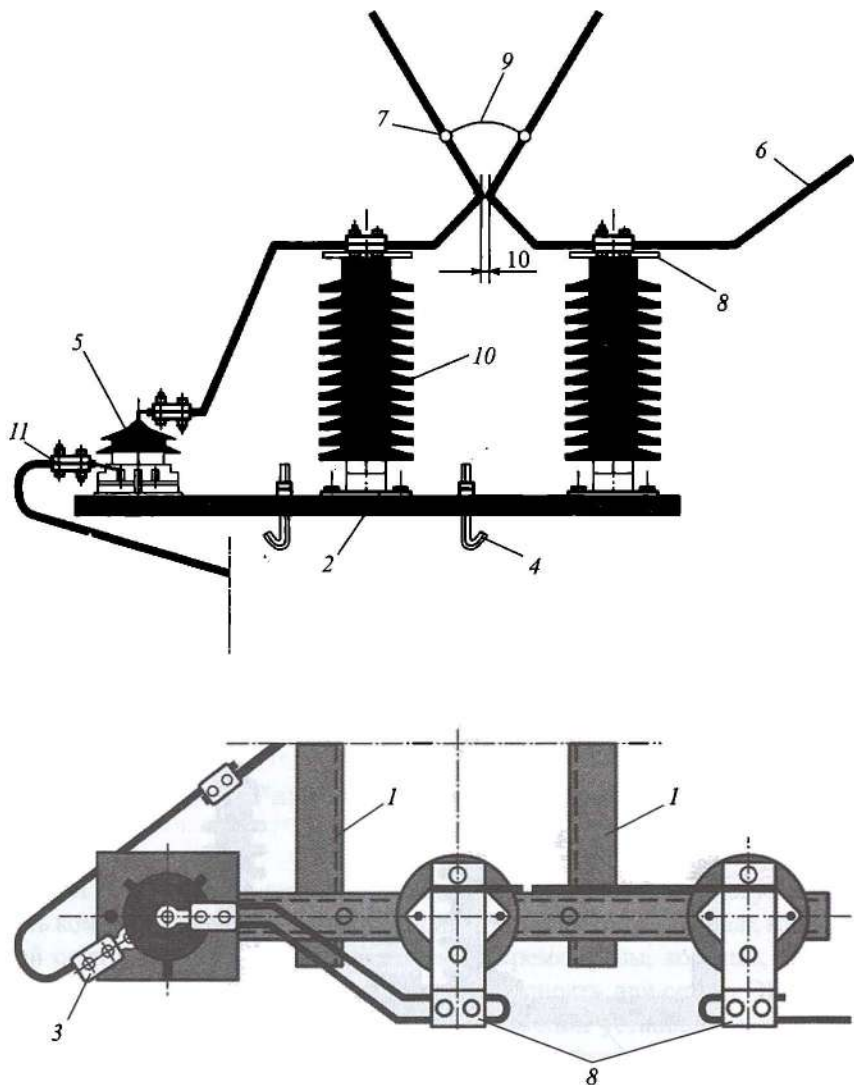


Рис. 10.3.2. Установка ОПН постоянного тока:

1 — кронштейн; 2 — планка опорная; 3 — зажим соединительный; 4 — болт крюковой КБ 16/120; 5 — ограничитель перенапряжения ОПН-3-УХЛ-1; 6 — провод М70; 7 — зажим струновой; 8 — пластины с рогом; 9 — проволока медная диаметром 2×0,68 мм; 10 — изолятор; 11 — зажим заземления

Чтобы облегчить осмотр с проходящих поездов, разрядники располагают перпендикулярно или под углом не менее 45° к оси пути. Если разрядник находится ниже вершины опоры, заземляющий рог устанавливают со стороны опоры на расстоянии не менее 800 мм от нее. При жестких поперечинах роговые разрядники крепят на ригелях, а на гибких поперечинах — не ближе чем на расстоянии 3 м от верхнего фиксирующего троса. Наличие каких-либо проводов или изоляторов, расположенных выше разрядника на расстоянии менее 3 м, не допускается. Для обслуживания разрядника без снятия напряжения с контактной сети конец провода, закрепленного на несущем тросе, крепят через изолятор к электрическому соединителю.

На контактной сети переменного тока устанавливают роговые разрядники с двумя разрывами по 45 мм каждый или трубчатые разрядники на номинальное напряжение 35 кВ с внешним искровым промежутком. Трубчатый разрядник состоит из бакелитовой трубки, внутри которой расположена фибровая трубка со стержневым электродом. Между этим электродом и одним из металлических наконечников бакелитовой трубки имеется зазор, который образует внутренний искровой промежуток. При возникновении перенапряжения внутренний искровой промежуток перекрывается; под действием высокой температуры образовавшейся дуги фибра выделяет большое количество газов, которые гасят дугу при выхлопе через открытый конец трубки. Внешний искровой промежуток предохраняет изоляцию разрядника от разрушения токами утечки. Разрядники устанавливают открытым концом вниз под углом не менее 15° к горизонтали, что предотвращает попадание в них влаги. Трубчатые разрядники на зимний период отсоединяют от сети, роговые отсоединять не требуется.

Поскольку при перенапряжениях все же возможны перекрытия изоляторов, в контактной сети выполняют так называемую координацию изоляции, устанавливая в анкеруемых проводах, где изоляторы находятся под большей механической нагрузкой, на один изолятор больше, чем в других местах. Таким образом снижают вероятность перекрытия анкерных изоляторов, повреждение которых приводит к более серьезным последствиям, чем перекрытие каких-либо других изоляторов.

Для защиты от атмосферных перенапряжений силовых трансформаторов и кабельных участков ВЛ АБ на силовых опорах, мачтовых подстанциях и концевых кабельных опорах устанавливают вентильные разрядники РВП-6 и РВП-10 на линиях 6 и 10 кВ, соответственно.

На контактной сети постоянного тока разрядники устанавливают:

- у анкерных проводов контактной сети;
- у средних анкерных при компенсированной подвеске;
- у мест присоединения (по каждому пути) пунктов параллельного соединения;
- у искусственных сооружений на анкерных контактной сети с обеих сторон при его длине 80 м и более и с одной стороны при его длине менее 80 м;
- у мест присоединения питающих линий к контактной подвеске;
- на питающих линиях на расстоянии не далее 100 м от начала воздушной трассы у тяговой подстанции и затем не реже, чем через каждые 1–1,5 км.

На контактной сети переменного тока разрядники устанавливают:

- с обеих сторон у изолирующего сопряжения;
- у мест присоединения (по каждому пути) пунктов параллельного соединения;
- у отсасывающих трансформаторов на обоих выводах их первичной обмотки, присоединенной к контактной сети;
- на конце консольного участка контактной сети, состоящего из двух и более анкерных участков;
- у мест присоединения питающих линий к контактной сети;
- на станции стыкования – в конце линии и у первого ответвления ее к пункту группировки.

При наличии на фидерах тяговой подстанции ограничителей перенапряжения ОПН-25 кВ разрядники на питающих линиях не устанавливают.

На линиях ДПП разрядники устанавливают:

- с одной стороны – у мест пересечения ДПП с контактной сетью;
- с двух сторон – у мест секционирования;
- в местах, подверженных частым грозовым разрядам;
- у анкерных проводов контактной сети.

Роговые, трубчатые разрядники и ОПН присоединяют только к электрическим соединителям контактной сети. Сечение проводов (шлейфов) должно быть не менее 25 мм² по меди.

Трубчатые разрядники подлежат замене при наличии следующих дефектов:

- диаметр отверстия внутреннего искрового промежутка увеличился на 20—30 %;
- длина электрода внутреннего промежутка уменьшилась на 10 мм и более;

– на поверхности электрода образовались трещины, царапины, вздутия, ожоги и др.

Ограничители перенапряжений предназначены для защиты контактной сети постоянного и переменного тока от грозовых перенапряжений и устанавливаются в местах, где предусмотрено применение роговых разрядников. При появлении в контактной сети опасного для оборудования грозового перенапряжения, вследствие высокой нелинейности сопротивления резисторов, их внутреннее сопротивление изменяется от максимального (при номинальном напряжении) до минимального (при перенапряжении), в результате чего величина перенапряжения снижается до уровня, безопасного для изоляции контактной сети.

Ограничитель перенапряжений представляет собой защитный аппарат, содержащий оксидно-цинковые высоконелинейные резисторы, заключенные в герметичную покрывку с резиновыми уплотнительными кольцами. Ограничитель снабжен предохранительным устройством, обеспечивающим его взрывобезопасность при протекании тока короткого замыкания.

Ограничители перенапряжений рассчитаны для работы при температуре окружающего воздуха от +60 до –40 °С; выдерживают давление ветра со скоростью до 40 м/с при толщине гололеда 20 мм и при тяжении провода в горизонтальном положении до 30 кгс. Расчетный срок службы — 15 лет. Рабочее положение ОПН — вертикальное.

Условные обозначения: О — ограничитель; П — перенапряжений; Н — нелинейный; 3,3 (или 27,5) — номинальное напряжение в кВ; КС — контактная сеть; УХЛ — климатическое исполнение (ОПН-3,3 КС УХЛ-1).

Подключение ОПН к контактной сети осуществляется через роговый разрядник с воздушным промежутком 40+2 мм и 80+5 мм соответственно для постоянного и переменного тока, зашунтированным плавкой вставкой из двух медных проволок диаметром 0,68 мм (провода провода МГГ — 50, 70, 95).

Не допускаются к эксплуатации ОПН со следующими дефектами:

- наличие сколов, трещин и другие нарушения целостности фарфоровых покрывшек;
- ток проводимости и сопротивление не соответствуют техническим требованиям (табл. 10.3.1);
- нарушение герметичности (проверяется визуально).

Все ОПН должны иметь маркировку с указанием товарного знака предприятия-изготовителя, типа ограничителя, порядкового номера и года изготовления.

Хранят ОПН под навесом в таре или в распакованном виде, на открытой площадке — только в распакованном виде.

Таблица 10.3.1

Нормы испытаний ограничителей ОПН

№ п/п	Вид испытания	Норма
1	Ток проводимости ограничителя при напряжении 5 кВ частоты 50 Гц, мА действ.	0,30—0,65
2	Сопротивление ограничителя, измеренное мегаомметром на 2,5 кВ, МОм, не менее	3000

Ток проводимости ОПН может быть измерен по схеме, приведенной на рис. 10.3.3.

Основные технические параметры ограничителей напряжения контактной сети приведены в табл. 10.3.2.

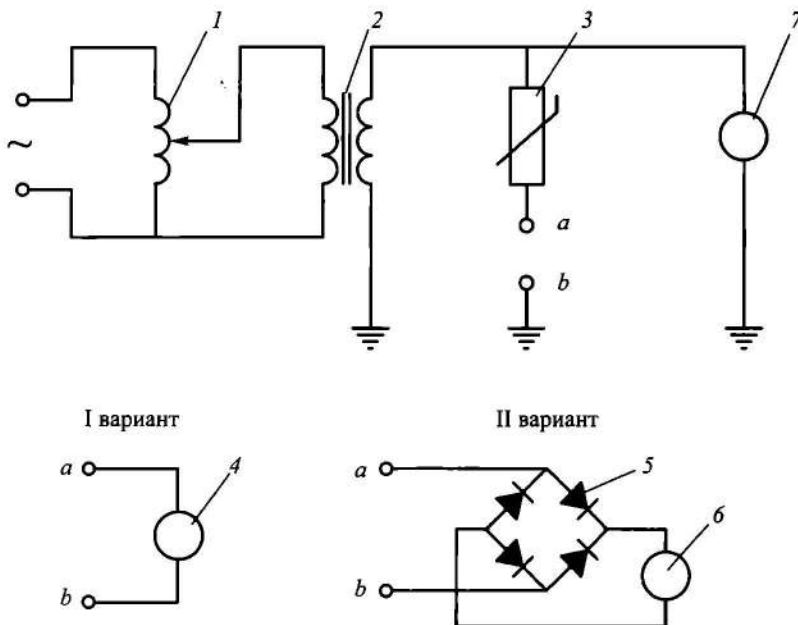


Рис. 10.3.3. Принципиальная схема измерения тока проводимости:

1 — регулятор напряжения; 2 — высоковольтный трансформатор; 3 — испытуемый ограничитель; 4 — миллиамперметр переменного тока на 2,5 мА класса точности не менее 1,5; 5 — диод на 10 мА (например, D217 или D218); 6 — миллиамперметр постоянного тока класса точности 1,0; 7 — киловольтметр С196 или С96

Таблица 10.3.2

Основные технические характеристики ОПН для контактной сети

Предприятие-изготовитель	АО «ЭЛВО»		АО «Феникс-88»	АО «НИИ Электрокерамика»
	Псковская обл. г. Великие Луки		г. Новосибирск	г. Санкт-Петербург
Обозначение ОПН	ОПНК-П1-3,3 УХЛ1	ОПНК-П1-27,5 УХЛ	ОПН-25/30-10(11) УХЛ1	ОПН-3,3 КС УХЛ1
Обозначение ТУ	ТУ3414-010-00468683-96		ТУ 3414-006-06968694-96	ТУ3414-016-04682628-96
Класс напряжения, кВ	3,0	25,0	25,0	3,0
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	Постоянное 4,0	Переменное 30,0	Переменное 30,0	Постоянное 4,0
Номинальный разрядный ток, кА	10,0	10,0	10,0	10,0
Масса, кг	10	25	28	9
Габариты, мм	230×230×390	230×230×730	212×240×610	230×230×360
Материал покрытия	Полимер		Фарфор	
Допустимая СЗА	—	—	—	До VII включительно
				До IV включительно

Глава 11

ОСНОВНЫЕ МАШИНЫ, МЕХАНИЗМЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

11.1. Автомотрисы

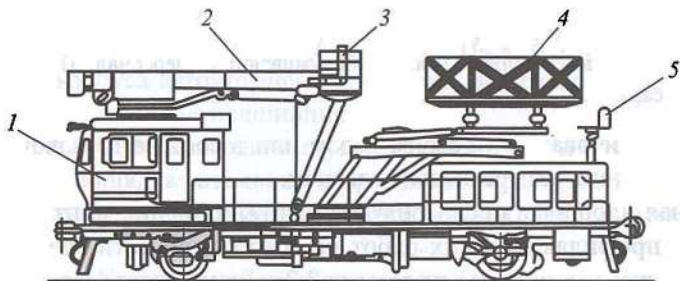
Автомотрисы относятся к рельсовому транспорту несъемного типа; они приводятся в движение дизельными двигателями. На железных дорогах эксплуатируются автомотрисы и автодрезины различных марок; среди них наиболее распространенными являются: АДМ-1, АДМ-1М, АДМ-1,2, АДМ-1С, АРВ-1, АДМ-1кс, АДМСКМ, АДМ-1,5, АДМ-1,5Б; вертикальные котлованокопатели ВК-1, ВК-3 (производство прекращено), бурильно-крановые машины БМ различной модификации. Кроме того, могут применяться платформы самоходные СМ-1, СМ-2, платформы раскаточные РП, платформы для ремонта контактной сети ПРКС и другие машины.

Автомотриса АДМ-1 (дизельная монтажная модернизированная среднего класса) используется при выполнении строительно-монтажных и строительных работ, а также работ по текущему содержанию контактной сети (рис. 11.1.1). Она оснащена изолированной подъемно-поворотной рабочей площадкой; телескопическим краном с двумя люльками, позволяющим выполнять работу на контактной сети соседнего пути и с полевой стороны опоры; установку опор и поддерживающих конструкций; может быть оборудована навесным шнековым буровым устройством. Управляют автомотрисой машинист и его помощник. Изолированная рабочая площадка позволяет выполнять с нее работы под напряжением на контактной сети постоянного и переменного тока. Управление площадкой — дистанционное.

Технические данные автомотрисы АДМ-1

Мощность силовой установки $N_{\text{ном}}$, кВт, дизель У2дб (ЯМЗ-238Б)	202,2(220,0)
Габаритные размеры, мм:	
расстояние по осям автосцепок	12950
ширина	3150
высота	5190

а



б

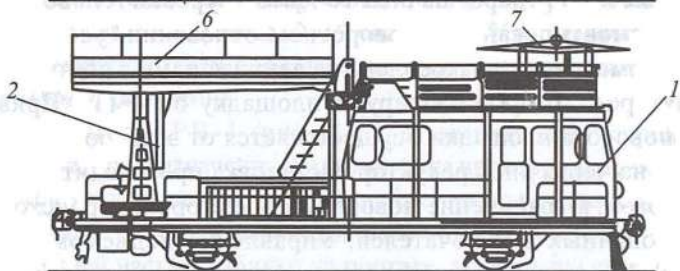


Рис. 11.1.1. Дизельные монтажные автомотрисы:
 а — АДМ-1; б — АРВ-1; 1 — кабина; 2 — кран грузоподъемный; 3 — монтажная люлька; 4 — изолированная рабочая площадка; 5 — переходная площадка; 6 — неизолированная рабочая площадка; 7 — токоприемник заземляющий

Скорость конструктивная, км/ч	90
Грузоподъемность:	
собственной платформы, т	5
крана без дополнительных опор на min/max вылетах, т	3,2/1,2
крана с дополнительными опорами на:	
вылете до 5,5 м, т	3,2
вылете до 8 м, т	2,2
рабочей площадки, кг	500
монтажных люлек крана, кг	400
Габаритные размеры подъемно-поворотной площадки (ширина \times длина), м	1,6 \times 4,1
Высота подъема от уровня головки рельса, м:	
грузового крюка	8,2
пола рабочей площадки	7,2
пола люлек	8,6
Вылет от оси пути, м:	
крюка грузоподъемного крана	3,4/8,0
рабочей площадки	6,9
люлек	8,4

Прицепная масса на горизонтальной площадке, т, тах, в режиме:	
поездном	до 60
маневровом	до 300
Пассажировместимость, чел., (с обслуживающим персоналом)	11
Масса, т	34,5

Транспортирование — своим ходом или в составе грузового поезда перед последним четырехосным вагоном.

Рабочая площадка предназначена для выполнения монтажных, ремонтных профилактических работ на контактной сети электрифицированных железных дорог на высоте 7,2 м от уровня головок рельсов. Площадка смонтирована на поворотном основании, установленном на раме автотрисы, и закреплена на верхней раме с помощью четырех изоляторов, которые изолируют площадку от земли. Привод механизма поворота площадки осуществляется от электродвигателя через муфту на червячный редуктор. Остановка производится колодочным тормозом. Ограничение поворота в обе стороны происходит при помощи конечных выключателей. Управление подъемом, опуском, поворотом площадки производится с выносного пульта площадки. Для обеспечения безопасного подъема на рабочую площадку на капоте двигателя установлены переходная площадка (нейтральная) и лестница. Площадка имеет ограждение по всему периметру, которое представляет собой конструкцию из труб, лежащую на настиле площадки; в рабочем состоянии она поднимается и фиксируется. Максимальная высота подъема площадки обеспечивается работой двух параллелограммов. Перед выездом на линию и перед возвращением с линии кран и монтажная площадка должны быть установлены в транспортное положение и закреплены транспортными оттяжками (растяжками). Заземление рамы автотрисы на рельсы через колесные пары производится с помощью заземляющих зажимов и заземляющих проводников. Подъем, опуск и работы на изолирующей рабочей площадке должны производиться в соответствии с правилами производства работ *под напряжением* (!) на контактной сети. Запрещается производить ремонтные работы механизма подъема рабочей площадки и крана на электрифицированных путях при наличии напряжения в контактной сети. При смене контактных проводов и несущих тросов, при работе краном во время смены и установки опор напряжение с контактной сети должно быть снято и участок работ с обеих сторон на расстоянии 200 м огражден заземляющими штангами.

С правой стороны кабины машиниста на раме закреплена заземляющая штанга, которая может быть использована для установки ее на контактную сеть в качестве второй (*не первой!*). Необходимо помнить, что соединение корпуса автомотрисы с тяговыми рельсами происходит через буксы с роликовыми подшипниками.

В настоящее время заводы выпускают автомотрисы без изоляторов, т.е. рабочая площадка заземлена и производить работы на контактной сети необходимо только со снятием напряжения и заземлением контактной сети.

Внимание! Указанием Департамента электрификации и электроснабжения ОАО РЖД № ЦЭТ-19 от 22.06.2004 г. запрещены работы на контактной сети под напряжением с изолированных площадок автомотрис и дрезин.

Автомотриса АРВ-1 (рис. 11.1.1, б), которая имеет стрелу на поворотной раме, предназначенную для монтажа проводов контактной сети, применяется на дистанциях электроснабжения для производства работ на контактной сети со снятием напряжения и заземлением.

Над передней частью кабины, на портале, установлен симметричный токоприемник, предназначенный для контроля положения контактного провода. При помощи линейки, закрепленной на торце полоза токоприемника, производится оценка положения контактного провода относительно оси пути. Визуальный осмотр положения контактного провода производится работником службы контактной сети из специального смотрового фонаря, расположенного на крыше кабины управления. Осмотр может выполняться как со снятием, так и без снятия напряжения с контактной сети. Контрольный токоприемник может также выполнять функции заземляющего устройства (*в качестве второй штанги!*) при работе на монтажной площадке. Для этого на подрамнике токоприемника установлен короткозамыкатель, который включает цепь заземления при помощи пневмоцилиндра. Для управления подъемом и опусканием токоприемника, а также включением и отключением короткозамыкателя на пультах управления АРВ-1 предусмотрены кнопки и выключатели со специальным ключом.

Автомотрису АДМкс используют для подъема рабочих при монтаже конструкций контактной сети, раскатке и монтаже усиливающих и экранирующих проводов, проводов линий ДПР, продольного электроснабжения, погрузке и разгрузке барабанов с проводами и других работах. На автомотрисе вместо монтажных площадок и крана смонтирована установка, состоящая из гидроподъемника и монтаж-

ной стрелы, аналогичной применяемой на машинах МШТС-2ПМ. Эта установка оборудована лебедкой грузоподъемностью 2,5 тс и приспособлением для монтажа консолей. Масса установки 10,6 т, угол поворота стрелы 360°.

Вертикальный многоковшовый котлованокопатель предназначен для разработки котлованов с железнодорожного пути в нескальных грунтах для опор контактной сети и воздушных линий. Котлованокопатель выполнен на базе автодрезины ДМ и ДГКу, им управляют водитель автодрезины и его помощник.

Производительность котлованокопателя составляет до 5 котлованов в час; размер котлованов 660 × 900 мм, глубина до 4600 мм. Для разработки котлованов больших размеров роют смежные котлованы. Рабочим органом котлованокопателя управляет оператор из кабины.

Для предотвращения схода с рельсов котлованокопателя при разработке котлованов он снабжен рельсовыми захватами по углам платформы. Во избежание выхода за габарит подвижного состава рабочего органа при его развороте предусмотрена электрическая блокировка.

Скорость движения вертикального котлованокопателя на базе дрезины ДМ не более 60 км/ч.

Буровая машина предназначена для разработки с пути котлованов диаметром 0,35—0,7 м на расстоянии от 3,1 до 6,0 м от оси пути. Рабочий орган оснащен резцами из твердых сплавов. Продолжительность бурения одного котлована зависит от прочности грунта и составляет от 7 до 15 мин. При разработке котлованов оператор должен находиться в кабине управления. Для предотвращения схода с рельсов буровой машины при разработке котлована также предусмотрены рельсовые захваты.

Свайные фундаменты погружают в грунт без предварительной его разработки вибропогружателем АВСЭ-М, который смонтирован на четырехосной платформе. На раме платформы над одной из колесных тележек расположено поворотное устройство агрегата, на котором находится стрела с направляющими для выдвигения и поворота, кабина с оборудованием, кабина управления и противовес. На конце выдвигной стрелы укреплен направляющая конструкция для вертикального перемещения рабочего органа, внутри которой находится вибропогружатель ВП-1 с электродвигателем и гидравлическим захватом. Над второй тележкой платформы расположена полноповоротная кран-балка с тельфером грузоподъемностью 2 т, позволяющая грузить фундаменты на платформу, а также устанавливать их на спе-

циальный станок, находящийся посередине платформы. Этим станком фундамент подается в гидравлические захваты рабочего органа. Под кран-балкой укладывается 16—18 фундаментов. Агрегат приводится в действие и транспортируется специальным мотовозом-электростанцией. Наибольшее расстояние от оси фундамента до оси устанавливаемого фундамента 5,4 м, продолжительность цикла работы агрегата по забивке фундамента 6 мин.

При передвижении как буровой машины, так и котлованокопателя все устройства должны находиться в транспортном положении.

11.2. Машины и съемные вышки

При электрификации железных дорог широко используют машины с шарнирной стрелой (рис. 11.2.1), размещенные на четырехосной железнодорожной платформе грузоподъемностью 63 тс (МШТС-2ПМ), а также на автомобиле (рис. 11.2.2) — производство которых прекращено (МШТС-2А). Эти же машины могут быть использованы и при работах со снятием напряжения с контактной сети во время эксплуатации.

Машину с шарнирной стрелой МШТС-2ПМ применяют для установки консолей, армирования жестких и гибких поперечин, раскатки и монтажа проводов линий электропередачи, монтажа анкеровок, при работах в местах пересечения питающих и других проводов с цепными подвесками и т.п. Она позволяет производить работы как над одним, так и над двумя смежными путями. Безопасность производства работ обеспечивается специальной блокировкой. Нижнее колено стрелы устанавливают в крайнее верхнее положение. Оператор переводит переключатель в положение, соответствующее работе над смежными путями. После этого верхнее колено может быть установлено в любое положение, обеспечивающее га-



Рис. 11.2.1. Машина с шарнирной стрелой МШТС-2ПМ на железнодорожной платформе



Рис. 11.2.2. Машина с шарнирной стрелой МШТС-2А на автоходу

монтажных работ на перегоне и станции. Доставляют машину к месту работы автомотрисой.

Она снабжена специальной кабиной для машиниста.

При наличии хороших подъездов к опорам с полевой стороны пути для выполнения монтажных работ с поля применяют и машины МШТС-2А. Стрела машины установлена на основании, которое может поворачиваться на 360°. Нижнее колено стрелы оборудовано крановым устройством грузоподъемностью 2 тс, крюк которого закреплен на траверсе с двумя блоками, подвешенными на канате. Один конец каната прикреплен к оголовку нижнего колена, а второй — через блок, укрепленный с другой стороны оголовка, идет на барабан грузовой лебедки. Электромонтеры располагаются в монтажных корзинах. Управляют стрелой с пульта, расположенного на поворотном основании. Машина МШТС-2А имеет аутригеры с гидравлическим управлением, без которых работать не разрешается.

Съемные вышки используют для выполнения работы на контактной сети путей, открытых для движения поездов (рис. 11.2.3). При работах на электрифицированной линии без снятия напряжения с контактной сети пользуются легкими изолирующими вышками (лейтерами) с лестницами из пластиковых труб или швеллеров. Изолирующие вышки снабжены переносными подвесными трехметровы-

барит приближения строений. При отходе верхнего колена от горизонтального положения вниз, а также при отходе нижнего колена от своего крайнего верхнего положения включается система сигнализации (звонит звонок), одновременно автоматически отключается двигатель.

Машина МШТС-2ПМ является самоходной; с обогревающим устройством, двигателем внутреннего сгорания и приводом на колеса.

Скорость ее автономного передвижения 7—8 км/ч, что вполне достаточно для выполнения

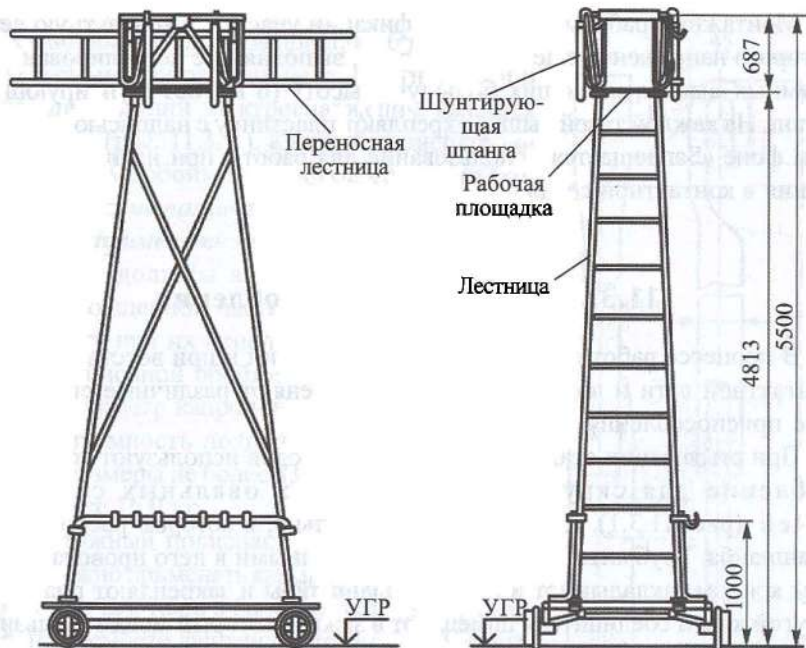


Рис. 11.2.3 Съемная изолирующая вышка

ми лестницами и двумя шунтирующими штангами. Пол рабочей площадки покрыт металлической сеткой, вследствие чего после завешивания шунтирующих штанг электромонтеры, работающие на площадке, находятся под потенциалом контактной сети. Шунтирующие штанги завешивают на соответствующие элементы сети, находящиеся под напряжением.

В эксплуатации на участках переменного тока используют изолирующие вышки с деревянными лестницами и изолирующими вставками из стеклотекстолита. Для повышения изоляционных свойств эти лестницы пропитывают специальными растворами или бакелитовым лаком. На участках постоянного тока применяют аналогичные вышки, но без изолирующих вставок, так как достаточная изоляция обеспечивается деревянными лестницами. Лейтер имеет четыре колеса, одно из которых имеет красный цвет; оно является заземляющим и должно постоянно находиться на тяговом рельсе. Лейтер состоит из трех поясов: нижний — заземляющий контур, средний — изолирующий и верхний — шунтирующий.

Монтажные работы при электрификации участка, в контактную сеть которого напряжение еще не подавалось, выполняют с неизолированных съёмных вышек, имеющих большую высоту (6 м), без шунтирующих штанг. На каждой такой вышке укрепляют пластинку с надписью на красном фоне «Запрещается использование для работы при наличии напряжения в контактной сети».

11.3. Основные приспособления

В процессе работ по монтажу, в эксплуатации и при восстановлении контактной сети и воздушных линий применяют различные специальные приспособления.

При стыковании сталеалюминиевых проводов используют приспособление для скручивания трубчатых овальных соединителей (рис. 11.3.1). К раме приварено кольцо, в котором расположена планшайба. Трубчатый соединитель с введенными в него проводами одним концом закладывают в прорезь планшайбы и закрепляют плашкой. Другой конец соединителя помещают в зажим, который может скользить по раме. С помощью ворота планшайбу поворачивают несколько раз; число поворотов зависит от сечения стыкуемых проводов.

Для стыкования волноводного провода БМ-4 в трубке Арльда применяют специальный ключ (рис. 11.3.2), состоящий из двух частей. Паз в нижней части ключа предназначен для скрутки трубки Арльда, а верхняя часть ключа — для закручивания концов провода вокруг основного провода.

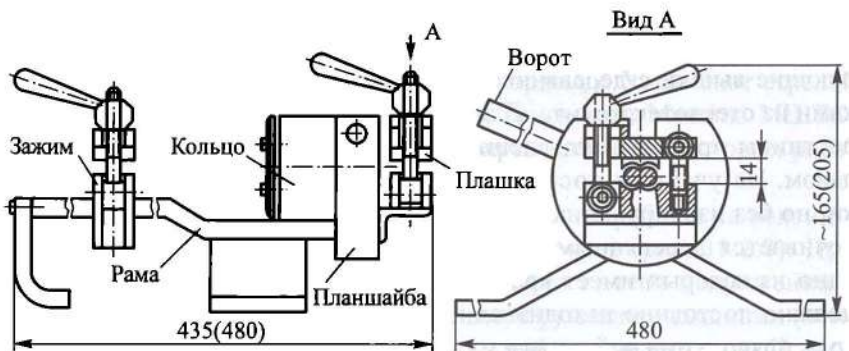


Рис. 11.3.1. Приспособление для скручивания трубчатых овальных соединителей

Основным натяжным приспособлением, используемым при работах на контактной сети и воздушных линиях электроснабжения, является полиспаst (рис. 11.3.3.). Каждый полиспаst состоит из двух обойм и капронового каната (*полиспаcты с металлическими тросами в эксплуатации применять запрещается*). Крюки полиспаcтов должны воспринимать нагрузку только утолщенной частью, за этим необходимо следить при их использовании. Количество блоков в блочной обойме 2-тонного полиспаcта — 4; диаметр капронового каната — 9,6 мм; грузоподъемность полиспаcта — 2,0 тс; габаритные размеры не более 830×106×170 мм; масса не более 16,0 кг.

Монтажный полиспаcт грузоподъемностью 0,5 тс, можно применять как при ремонте контактной сети и ВЛ, так и в бытовых условиях, например, при ремонте двигателя автомобиля. Количество блоков в блочной обойме — 2; диаметр капронового каната — 7,9 мм; грузоподъемность полиспаcта — 0,5 тс; габаритные размеры не более 612×90×86 мм; масса не более 7,7 кг.

В условиях регламентных и ремонтных работ при монтаже и эксплуатации контактной сети и ВЛ хорошо зарекомендовал еще один полиспаcт (рис. 11.3.4). Его небольшой вес и довольно высокая грузо-

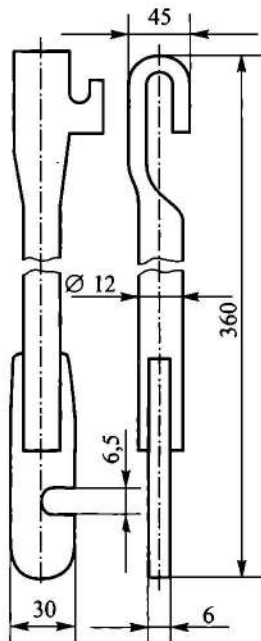


Рис. 11.3.2. Специальный ключ для соединения волноводных проводов

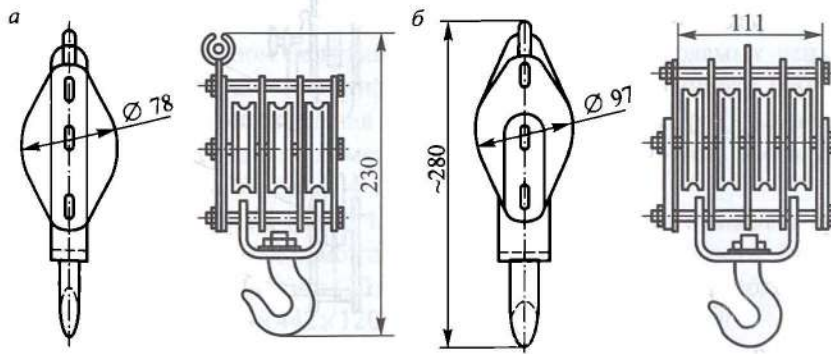


Рис. 11.3.3. Обоймы полиспаcтов грузоподъемностью 0,5 (а) и 2 (б) т



Рис. 11.3.4. Полиспаст монтажный грузоподъемностью 1,0 тс

подъемность делают это оборудование незаменимым помощником электромонтеров электрифицированных дорог. Количество блоков в блочной обойме — 3; диаметр капронового каната — 7,9 мм; грузоподъемность полиспаста — 1 тс; габаритные размеры не более 626×90×112 мм; масса не более 8,5 кг.

Переносная ручная лебедка (рис. 11.3.5) грузоподъемностью 2,0 тс предназначена для работ при монтаже и эксплуатации контактной сети, а также связанных с подъемом и перемещением грузов. Габаритные размеры не более 240×620×150 мм; масса не более 13 кг.

Устройство для измерения натяжения проводов (рис. 11.3.6) предназначено для измерения натяжения проводов, в том

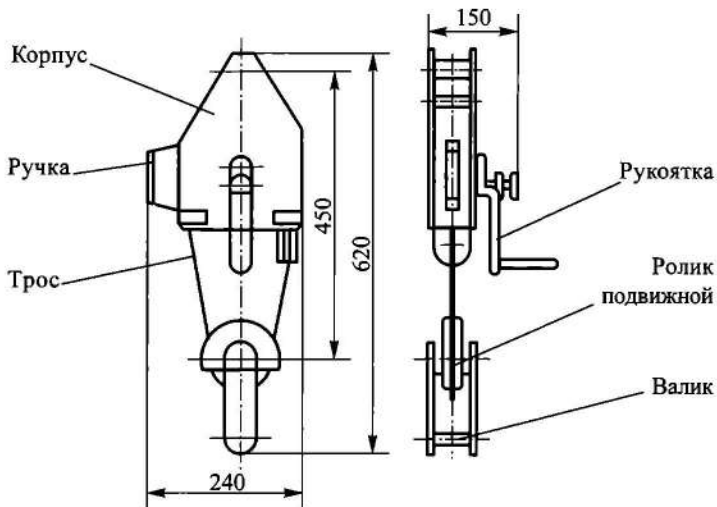


Рис. 11.3.5. Лебедка ручная переносная грузоподъемностью 2,0 тс

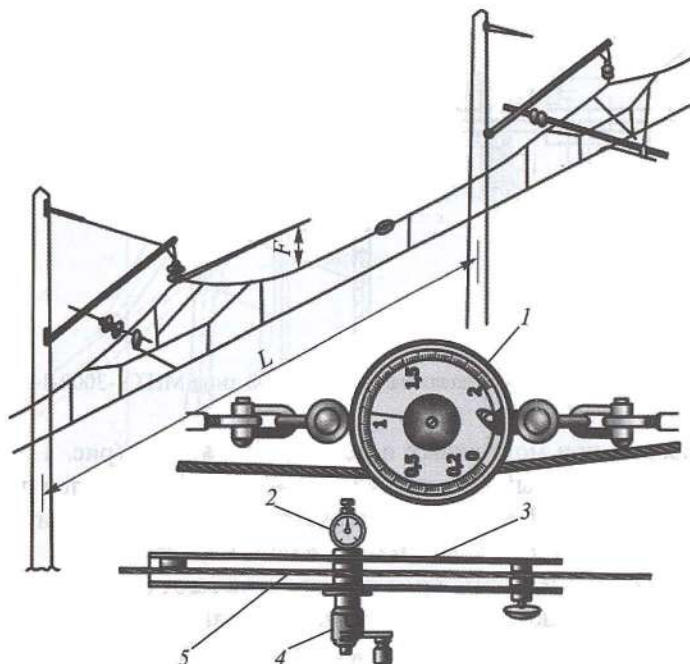


Рис. 11.3.6. Устройство для измерения натяжения проводов:
 1 — динамометр; 2 — регистрирующий прибор (индикатор); 3 — основание;
 4 — устройство нагрузки; 5 — трос (провод); F — стрела провеса несущего троса;
 L — длина пролета

числе проводов контактной сети электрифицированных дорог. Измерение осуществляется наложением устройства на провод без его разрезания. Величина натяжения определяется по поперечному отклонению провода при нормированном нажатии на него. Пределы измеряемых усилий от 300 до 2500 кгс; диаметры проводов, на которых проводятся измерения, 10—16 мм; измерительная база 600 мм; тип индикатора — рычажно-зубчатый; габаритные размеры не более 60×90×343 мм; масса устройства с футляром не более 4 кг.

Натяжная муфта (рис. 11.3.7) предназначена для стягивания проводов при монтажных и ремонтных работах на контактной сети. Допускаемая нагрузка — 3000 кгс (30 кН); рабочий ход — 360 мм; габаритные размеры не более 840×442×120 мм; масса не более 9 кг.

Натяжной зажим (зажим Резниченко) применяют для присоединения натяжных устройств к проводам сечением 50—185 мм² и контак-

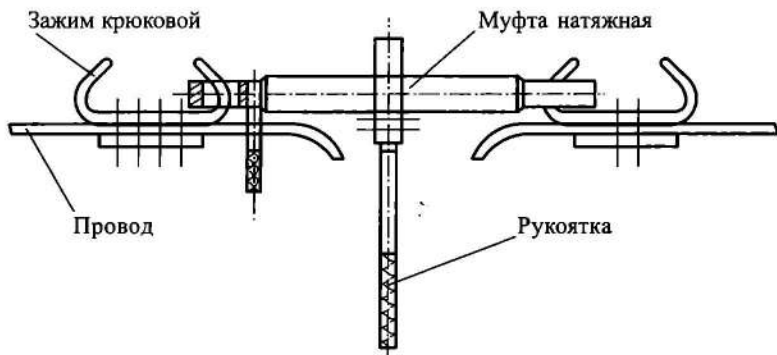


Рис. 11.3.7. Муфта натяжная с трешеткой типа МНТУ-3000-1

ным проводам при монтажных и ремонтных работах (рис. 11.3.8). Он обеспечивает надежный без проскальзывания хват проводов при натяжении до 2000 кгс. Допускаемая нагрузка — 2000 кгс; габаритные размеры не более 180×92×80 мм; масса не более 2,2 кг.

Устройство для выправки контактного провода (рис. 11.3.9) предназначено для выравнивания проводов при монтаже, восстановлении и эксплуатации контактных подвесок. Габаритные размеры не более 180×500×195 мм; масса не более 4,5 кг.

Ручная лебедка-блок ЛБ-300 (рис. 11.3.10) предназначена для натяжения проводов контактной сети и подъема и перемещения грузов.

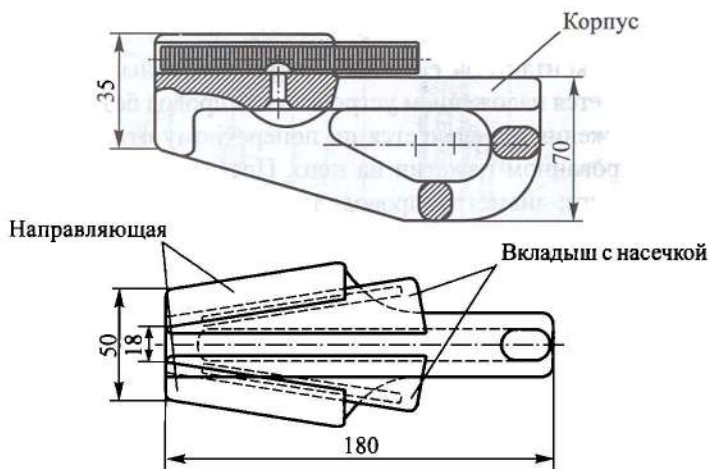


Рис. 11.3.8. Зажим натяжной (зажим Резниченко)

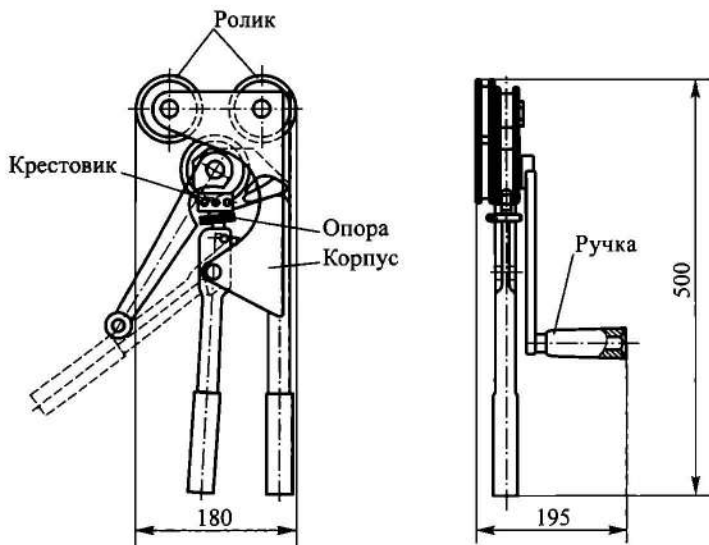


Рис. 11.3.9. Устройство для выправки контактного провода УВКП-1

Тяговое усилие — 300 кгс; рабочий ход — 1,5 м; габаритные размеры не более 570×197×140 мм; масса не более 5 кг.

Ручные пресс-ножницы ПР-12 (рис. 11.3.11) предназначены для опрессовки овальных соединителей типа СОА и СОМ и кабельных наконечников для проводов сечением от 16 до

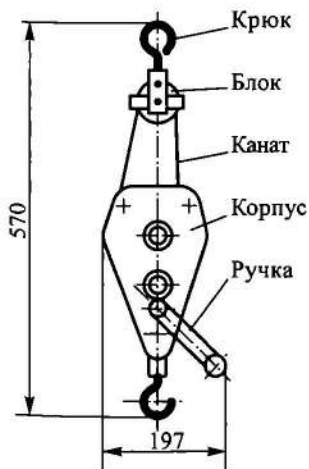


Рис. 11.3.10. Лебедка-блок ЛБ-300

185 мм². Их также можно использовать для работ с прессуемыми зажимами контактной сети, а также для резки проводов любых марок, стальных и сталемедных тросов и стальных прутков. Диаметр перерезаемых стальных и сталемедных тросов и стальных прутков не более 12 мм; сечение перерезаемых проводов, мм², не более: медных — 120, алюминиевых — 185. Усилия на рукоятках — не более 2,5 кгс; габаритные размеры 750×20 мм; масса не более 6 кг.

Рихтовочный ключ (рис.11.3.12) предназначен для рихтовки контактного провода. Его отличительной особенностью является наличие подвижного

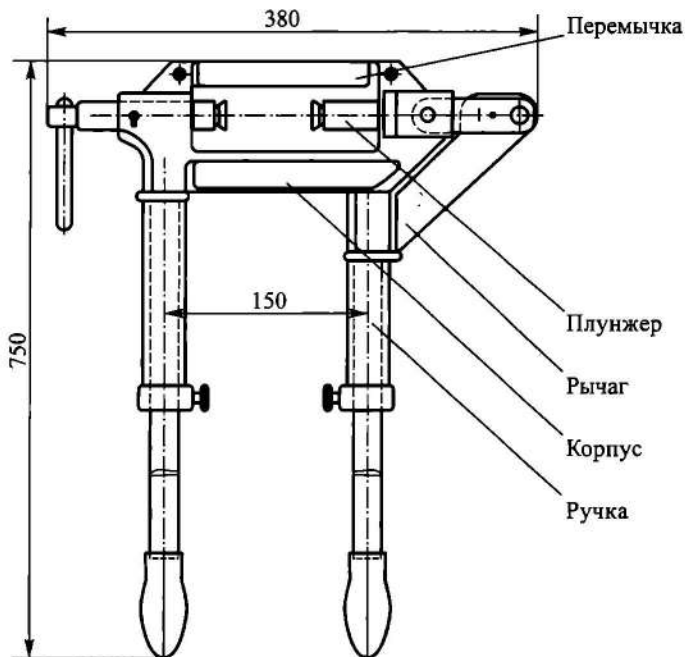


Рис. 11.3.11. Пресс-ножницы ручные ПР-12

захвата, расположенного под неподвижным, шарнирно соединенным с рукояткой. Это позволяет повысить производительность и безопасность при производстве работ. Габаритные размеры не более 340 мм; масса не более 0,71 кг.



Рис. 11.3.12. Ключ для рихтовки контактного провода

Приспособление для замены подвесных изоляторов (рис. 11.3.13) применяют при работах на контактной сети со снятием напряжения. Смену изоляторов выполняют следующим образом. Верхний крюк крепят к хомутику, устанавливаемому на консоли, или к верхнему фиксирующему тросу, а нижним крюком подхватывают несущий трос. Затем, нажимая на рукоятку, переводят нагрузку с изолятора на приспособление и снимают седло с троса, после чего рукоятку

отпускают и оставляют трос висеть на нижнем крюке приспособления. После замены изолятора нажимают на рукоятку, снова поднимают трос и укладывают его в седло. Допускаемая рабочая нагрузка — 240 кгс; масса — 4,9 кг.

Крюковой зажим (рис. 11.3.14) предназначен для захвата проводов или тросов при их натяжении до 2000 кгс. Его масса всего 3,67 кг.

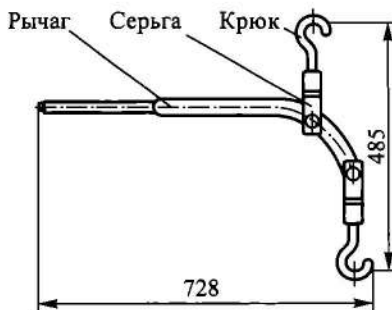


Рис. 11.3.13. Приспособление для замены подвесных изоляторов

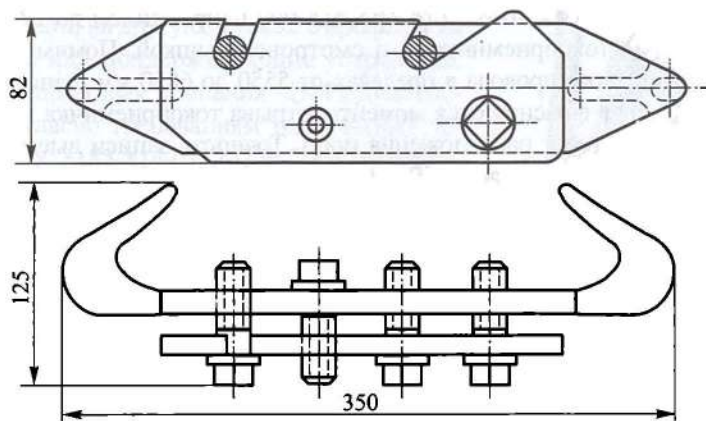


Рис. 11.3.14. Зажим крюковой на 2 тс

Приспособление для вязки проводов (рис. 11.3.15) предназначено для присоединения проводов к изоляторам линий электропередачи. При весьма малой массе (0,012 кг) данное устройство поможет электромонтеру справиться с закреплением проводов на изоляторах.

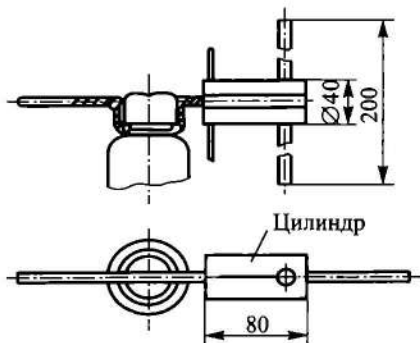


Рис. 11.3.15. Приспособление для вязки проводов

11.4. Измерительные устройства и защитные средства

Замеры износа контактного провода в процессе эксплуатации производят микрометром или комплектом измерительных скоб, которые позволяют определить остаточную высоту провода с точностью до 0,02 мм. Для измерения износа применяют также различные приборы индикаторного типа. Однако их точность замера ниже, чем при использовании микрометров и измерительных скоб.

Замеры зигзагов, выносов и высот контактного провода с записью их значений выполняют с помощью аппаратуры, установленной в специальных вагонах для испытаний контактной сети. Вагон оборудован установкой для автоматической записи горизонтального и вертикального положения контактного провода под напряжением до 27,5 кВ и снабжен двумя токоприемниками и смотровой вышкой. Помимо записи высоты контактного провода в пределах от 5550 до 6850 мм и зигзагов до 550 мм, на ленте фиксируются моменты отрыва токоприемника и производятся отметки мест расположения опор. Точность записи высоты контактного провода составляет ± 50 мм. Аппаратура вагона фиксирует положение отходящего контактного провода на стрелках ниже рабочего провода на 50, 100 и 150 мм, уменьшение расстояния между рабочим и отходящими проводами, а также между рабочим проводом и фиксатором до 80 мм. Кроме того, фиксируются удары и подбои при проходе токоприемника по контактному проводу, наличие искрения или дуги при отрыве полоза токоприемника вагона от контактного провода. Большинство вагонов для испытания контактной сети оборудованы видеокамерами, видеоманитофонами, при помощи которых можно производить замеры параметров контактной сети не поднимая токоприемник. Для ведения переговоров между работающими на смотровой вышке, локомотиве и оператором, находящимся у пульта записи, в аппаратном зале имеется радиостанция.

При работах на высоте в условиях, как монтажа, так и эксплуатации применяют монтерские пояса. Пояс (рис. 11.4.1, а, б) выполнен из бельтинга (хлопчатобумажная ткань), сложенного в несколько слоев и прошитого капроновыми нитками. На поясе шарнирно укреплены два кольца с помощью охватывающих обойм и заклепок. Строп (фал, капроновый канат диаметром 8—10 мм) крепят к малому кольцу и карабину. Металлические люверсы вделаны в отверстия пояса и расположены в 10 рядов, что позволяет застегивать пояс пряжкой в соответствии с нужным размером. К карабину можно крепить фал, стропу и большое кольцо пояса.

При монтаже контактной сети применяют монтерские пояса, имеющие два фала с карабинами, что обеспечивает возможность постоянного

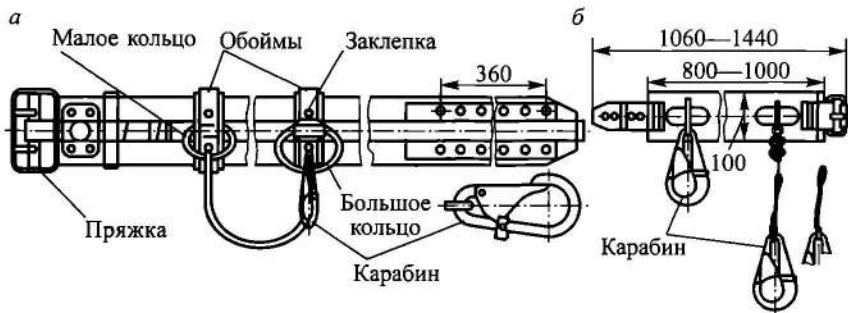


Рис. 11.4.1. Монтерский пояс с одним (а) или двумя (б) карабинами

закрепления в случаях перемещения с одной конструкции на другую, а также с проводов на опорные или поддерживающие устройства. ЗАО Холдинговая компания «ЭМЗ-Динагро-ник» согласно требованиям технических условий ТУ 3185-814-01124276-2004 изготовила пояс монтерский ПМ-НЛЖ (рис. 11.4.2), предназначенный для обеспечения безопасности работ на высоте и на опорах ВЛ. Пояс выполняется в двух исполнениях.

Пояс состоит из поясного ремня с застегивающейся пряжкой и наплечными лямками, кушака и двух карабинудержателей. Технические параметры пояса приведены в табл. 11.4.1.



Рис. 11.4.2. Монтерский пояс ПМ-НЛЖ

Таблица 11.4.1

Монтерский пояс ПМ-НЛЖ

Наименование параметра	Значение параметра	
	ПМ-НЛЖ-1	ПМ-НЛЖ-2
Статическая разрывная нагрузка, кгс, не менее	1000	
Величина обхвата талии, обеспечиваемая ремнем, мм:		
наименьшая	940	1140
наибольшая	1140	1340
Общая длина пояса, мм	1250±50	1440±50
Масса пояса, кг, не более	2,0	2,1

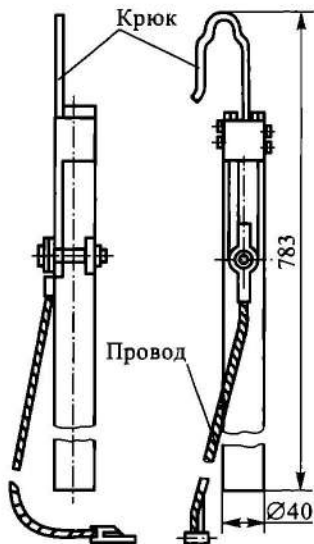


Рис. 11.4.3. Шунтирующая штанга

Основным защитным приспособлением при работах на контактной сети под напряжением являются шунтирующие штанги (рис. 11.4.3), состоящие из деревянного стержня, на одном из концов которого укреплен крюк, надеваемый на провод, находящийся под напряжением. Крюк соединен проводом с площадкой изолирующей вышки, с которой производят работы.

В качестве основного защитного приспособления при работах на контактной сети со снятием напряжения или вблизи частей, находящихся под напряжением, применяют заземляющие штанги.

Наибольшее распространение получили штанги с блокировкой безопасности (рис. 11.4.4). Блокировка выполнена таким образом, что невозможно надеть штангу на заземляемый элемент, не закрепив предварительно заземляющий зажим на рельсе, а также снять зажим с рельса при заведенной штанге.

Блокировка осуществляется одновременно рукояткой в заземляющем башмаке и скрепляющим стержнем шарнирно связанных звеньев штанги. Ключ-рукоятку вводят в гнездо заземляющего башмака и, поворачивая, закрепляют башмак под рельсом; затем ключ вынимают и вводят в пазы шарнира верхнего звена штанги, после чего можно собрать штангу и наложить на заземляемый элемент. Снять заземляющий башмак возможно только введя в его гнездо ключ-рукоятку; для этого его необходимо вынуть из замка шарнира штанги после снятия ее с элемента контактной подвески.

Блокировка осуществляется одновременно рукояткой в заземляющем башмаке и скрепляющим стержнем шарнирно связанных звеньев штанги. Ключ-рукоятку вводят в гнездо заземляющего башмака и, поворачивая, закрепляют башмак под рельсом; затем ключ вынимают и вводят в пазы шарнира верхнего звена штанги, после чего можно собрать штангу и наложить на заземляемый элемент. Снять заземляющий башмак возможно только введя в его гнездо ключ-рукоятку; для этого его необходимо вынуть из замка шарнира штанги после снятия ее с элемента контактной подвески.

Перед наложением заземления необходимо убедиться в отсутствии напряжения на заземляемых проводах или устройствах. Для этого сначала прикрепляют заземляющий зажим к рельсу и затем прикасаются острием, укрепленным возле крюка, к струнке или к фиксатору на расстоянии не ближе 1 м от изолятора.

Для заземления проводов ВЛ 6—10 кВ и других воздушных линий применяют специальную заземляющую штангу (рис. 11.4.4).

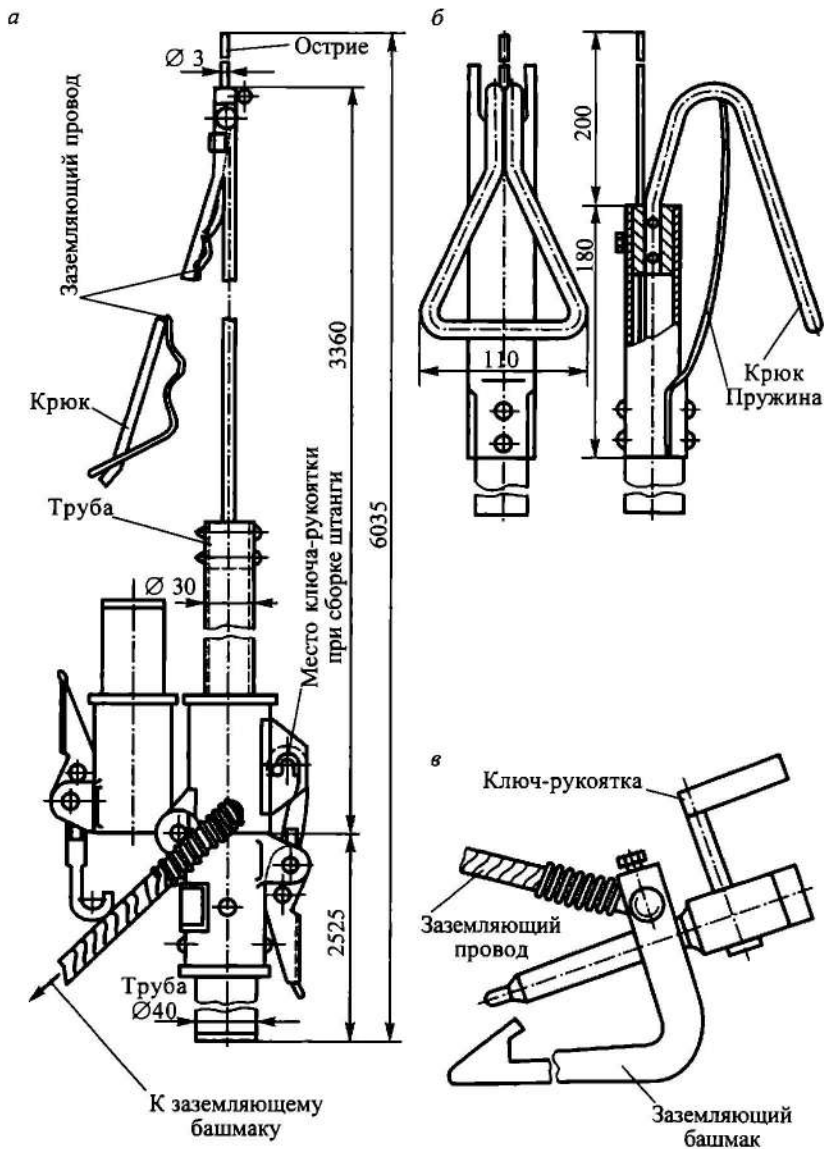


Рис. 11.4.4. Заземляющая штанга (а) и ее узлы (б и в)

Глава 12

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ КОНТАКТНОЙ СЕТИ И ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

12.1. Организационная структура хозяйства электрификации и электроснабжения

Устройства электрификации и электроснабжения являются составной частью многоотраслевого хозяйства железнодорожного транспорта. Основным их назначением является бесперебойное электроснабжение тяги поездов, устройств СЦБ и всех других железнодорожных потребителей.

Источниками электрической энергии являются электрические станции РАО ЕЭС, от которых электроэнергия через районные подстанции по линиям электропередачи (линии внешнего электроснабжения) подается к тяговым и понижающим трансформаторным подстанциям железной дороги.

К основным электротехническим устройствам электроснабжения железных дорог относятся:

- тяговые и понижающие трансформаторные подстанции, распределительные и питающие пункты электроэнергии;
- контактная сеть, посты секционирования и пункты параллельного соединения контактной сети;
- линии электропередачи, в том числе продольные, т.е. расположенные вдоль железной дороги, предназначенные для электроснабжения устройств СЦБ и других потребителей;
- воздушные и кабельные электрические распределительные сети;
- наружное освещение железнодорожных станций, остановочных пунктов, поездов и других потребителей;
- системы телемеханики устройств электроснабжения.

дорог, развития их энергетической базы, а также обеспечение приемки в эксплуатацию готовых объектов;

- обеспечение безопасной для движения поездов, надежной и экономичной эксплуатации всех устройств электроснабжения, своевременного технического обслуживания и ремонта, проведение работ по повышению их надежности и усилению для бесперебойного электроснабжения тяги поездов и других потребителей электроэнергии на железнодорожном транспорте;

- организация работы по нормированию расхода и экономии электроэнергии во всех отраслях железнодорожного транспорта;

- разработка тематики, составление планов изготовления опытных образцов новой техники, внедрение в хозяйство электроснабжения передовой техники и технологии, передовых методов труда, технических усовершенствований, изобретений и рационализаторских предложений, механизация и автоматизация производственных процессов, внедрение телемеханики, проведение работ в области стандартизации и организации обмена передовым опытом и технической информацией;

- разработка прогрессивных норм расхода материалов;

- разработка и осуществление мероприятий по снижению эксплуатационных расходов на содержание устройств электроснабжения и повышению производительности труда;

- обеспечение охраны труда, контроль за соблюдением Правил техники электробезопасности;

- оперативно-техническое руководство службами электрификации и электроснабжения железных дорог.

В решении этих задач участвуют подчиненные Департаменту проектно-конструкторское бюро, нормативно-исследовательские станции и заводы. Продукция заводов, изготовленная по номенклатуре, утвержденной Департаментом, поставляется на все железные дороги. Эти заводы изготавливают аппаратуру, механизмы, приспособления и запасные части, специфичные для устройств электроснабжения железных дорог.

Управления дорог организуют работу и обеспечивают руководство всеми отраслями дороги. В состав управления каждой дороги входит служба электрификации и электроснабжения, которая осуществляет техническое руководство дистанциями электроснабжения и приписанным к дороге парком передвижных электростанций, подстанций, распределительных устройств и прочих технических средств. Она разрабатывает мероприятия по реконструкции и совершенствованию действующих устройств, внедрению более совершенной технологии технического обслуживания и ремонта

устройств, обеспечивающих безопасность движения поездов, личную безопасность обслуживающего персонала и создание необходимых санитарных условий, составляет планы усиления устройств электроснабжения.

Одной из основных задач службы электрификации и электроснабжения является бесперебойное снабжение электрической энергией в достаточном количестве электрифицированных участков и всех потребителей электроэнергии дороги.

Служба Э осуществляет административное руководство дорожными электротехническими лабораториями, электромеханическими мастерскими и электромонтажными поездами. Дорожная электротехническая лаборатория по планам, утвержденным службой, выполняет новые поисковые и работы повышенной сложности в пределах всей дороги. В состав этих лабораторий входят передвижные средства — вагоны для производства высоковольтных испытаний и других электротехнических проверок.

В электромеханических мастерских ремонтируют электроаппаратуру, трансформаторы, электродвигатели и другие электротехнические устройства, изготавливают приспособления и запасные части, необходимые для ремонта устройств электроснабжения.

Электромонтажные поезда по планам дороги производят работы, связанные с реконструкцией, усилением и капитальным ремонтом устройств электроснабжения, осуществляют электрификацию отдельных участков и путей при реконструкции и развитии станций, строительстве дополнительных путей и т.д.

Оперативное руководство хозяйством электроснабжения осуществляется энергодиспетчерской группой службы.

Каждая дорога имеет несколько отделений, осуществляющих хозяйственное, административное и оперативное руководство предприятия и подразделениями, входящими в их состав. К таким предприятиям относятся дистанции электроснабжения, дистанции пути, дистанции сигнализации, дистанции связи, локомотивные и вагонные депо, железнодорожные станции и др.

12.2. Организация управления дистанцией электроснабжения

Управление дистанцией электроснабжения (ЭЧ) осуществляется на принципе единоначалия. Дистанция имеет законченную отчетность, расчетные и специальные счета в банках; в финансовой и хозяйственной деятельности дистанция подчинена отделению дороги. Начальник дис-

станции несет ответственность за выполнение установленных заданий, за соблюдение действующего законодательства и выполнение приказов и указаний ОАО РЖД, управления и отделения дороги.

На железных дорогах РФ дистанции электроснабжения обычно расположены в границах отделений железной дороги; на электрифицированных грузонапряженных направлениях и с большим объемом работ по электроснабжению в пределах отделения могут быть организованы две и более дистанций. Эксплуатационная длина железной дороги на электрифицированных направлениях в пределах одной дистанции электроснабжения, как правило, превышает 300 км. Для обеспечения нормальной эксплуатации всех устройств электроснабжения на дистанции образуют основные и вспомогательные подразделения, снабжая их необходимым оборудованием. К основным производственным подразделениям относятся районы контактной сети (ЭЧК), тяговые подстанции (ЭЧЭ) и районы электроснабжения (ЭЧС), к вспомогательным — ремонтно-ревизионные участки (РРУ), механические мастерские (ЭЧМ), складское хозяйство.

Административно-техническое руководство осуществляет аппарат дистанции во главе с начальником дистанции, заместителем и главным инженером. В состав дистанции входит техническая группа (отдел) и бухгалтерия. Круглосуточное оперативное руководство осуществляется энергодиспетчерской группой, обслуживающей один или более диспетчерских кругов в пределах дистанции. Каждый диспетчерский круг управляет, в свою очередь, устройствами электроснабжения на электрифицированном участке протяженностью от 100 до 200 км, а на неэлектрифицированных линиях — в границах дистанции.

На дистанцию электроснабжения возлагается техническое и хозяйственное обслуживание тяговых подстанций и контактной сети электрифицированных линий; электрических станций и понижающих подстанций; наружных электрических сетей, предназначенных для питания автоблокировки со всеми устройствами и оборудованием высокого напряжения, относящимся к этим линиям; линий продольного электроснабжения (до ввода в здание); электрических сетей наружного освещения, включая светильники и прожекторное освещение.

Дистанции разрабатывают и осуществляют меры по внедрению передовых методов труда, подбору, расстановке и воспитанию кадров и укреплению трудовой дисциплины и ведут контроль за выполнением трудового законодательства, правил по охране труда и технике безопасности, Правил и норм технической эксплуатации.

12.3. Организация обслуживания контактной сети и воздушных линий

Основная задача эксплуатационного обслуживания контактной сети и воздушных линий — обеспечение надежной работы устройств в расчетных метеорологических условиях при заданных размерах и установленных скоростях движения электроподвижного состава.

Эксплуатацию контактной сети, проводов ВЛ 6 (10) кВ АБ и ПЭ, линий системы ДПР, проводов системы питания контактной сети 2×25 кВ, линий напряжением до 400 В на перегонах и промежуточных станциях осуществляют районы контактной сети. Сигнальные провода СЦБ работники ЭЧК не обслуживают. Районы контактной сети входят в состав дистанций электроснабжения в качестве линейных цеховых подразделений и оперативно подчиняются энергодиспетчеру (ЭЧЦ). Границы района контактной сети определяются эксплуатационной длиной обслуживаемого участка, а также развернутой или приведенной длиной контактной сети (электрифицированных путей). Эксплуатационная длина района — это расстояние обслуживаемого электрифицированного участка между границами независимо от числа путей, лежащих на общем земляном полотне. Развернутая длина контактной сети — сумма длин всех электрифицированных путей перегонов и станций в пределах района. Приведенная длина контактной сети определяется прибавлением к эксплуатационной длине протяженности остальных путей, кроме одного главного, при этом принимают 1 км каждого главного электрифицированного пути сверх первого на перегонах и станциях, а также всех электрифицированных путей на станциях стыкования за 0,9 условных км и каждый километр электрифицированного станционного пути на других станциях — за 0,75 км.

Эксплуатационная длина электрифицированной линии, находящейся в ведении одного района контактной сети, составляет около 60 км, и дежурный пункт находится в середине обслуживаемого участка (что не всегда можно выполнить). Развернутую длину контактной сети для районов принимают на двухпутных и многопутных линиях до 150 км, на однопутных — до 80 км.

Дежурный пункт района контактной сети (ДПКС) служит для размещения персонала, мастерских, гаража и складских помещений. На его территории размещено здание, перегрузочная платформа и другие вспомогательные устройства. Дежурный пункт располагают так, чтобы был обеспечен быстрый и бесперебойный выезд восстановительной автомашины и автолётчатки.

Здание ДПКС строят по типовому проекту, в нем предусматриваются все необходимые помещения для обслуживающего персонала и ремонтно-транспортных средств. В некоторых случаях дежурные пункты размещают на общей территории и в одном здании с тяговыми подстанциями или дистанциями электроснабжения. На станциях стыкования и крупных станциях в составе района организуют дополнительные дежурные пункты. Для оперативных переговоров с энергодиспетчером и работниками других служб на дежурных пунктах имеется аппаратура селекторной энергодиспетчерской связи. Непосредственно с места производства работ для переговоров используют переносные полевые телефоны, подключаемые к проводам воздушных и кабельных линий связи, аппараты переговорной связи, установленные у сигналов автоблокировки, аппараты транковой связи и радиостанции, имеющиеся на автотрисах и автолетучках.

На дежурных пунктах имеются ремонтно-транспортные средства, монтажные приспособления, специальный инструмент и измерительные приборы, защитные средства; сигнальные принадлежности и запас опор, проводов, изоляторов, оборудования и арматуры. К ремонтно-транспортным средствам районов относятся автотрисы АДМ, АРВ или АГВ, автолетучки на базе автомобилей повышенной проходимости, железнодорожные платформы с устройствами для установки барабанов с проводами, изолирующие съемные вышки.

К приспособлениям, облегчающим условия работы и повышающим производительность труда, относятся лестницы, полиспасты, лебедки, натяжные муфты, струбины, натяжные и крюковые зажимы, прессы, приспособления для резки тросов, загиба провода и т.п. Кроме обычного инструмента — ключей гаечных различных конструкций, кувалд, зубил — имеется специальный инструмент для выполнения технологических операций и замеров — рихтовочные ключи, штанги или приборы для замеров зигзагов и высоты провода, штанги для испытания изоляции и др.

К защитным средствам относятся заземляющие штанги, указатели напряжения, шунтирующие штанги, шунты-перемычки, предохранительные пояса, диэлектрические перчатки, каски. Сигнальные принадлежности (сигнальные флажки, фонари, переносные щиты и знаки различного назначения, звуковые рожки, петарды) используют при выполнении работ на железнодорожных путях. Для этих же целей применяют переносные радиостанции. Сигналисты носят желтые (оранжевые) куртки и головные уборы с верхом желтого цвета.

Районы контактной сети укомплектовывают материалами, конструкциями и деталями в количествах, необходимых для выполнения работ текущего и капитального ремонта, а также неснижаемым запасом этих материалов непосредственно на транспортных средствах для восстановительных работ. Мастерские района оснащают верстаками с тисками, наждачным точилом, сверлильным станком, электросварочным трансформатором, шкафами для инструмента и приспособлений. В складских помещениях имеются стеллажи для арматуры, сигнальных принадлежностей, защитных средств, монтажных приспособлений и инструмента. В бытовых помещениях устраивают душевые, санузлы, индивидуальные шкафы рабочей спецодежды и чистой одежды, сушилки, уголки по охране труда и техники безопасности, технической учебы. Дежурные пункты оснащают необходимыми противопожарными средствами.

К производственным помещениям дежурного пункта предъявляются требования в части создания благоприятных физиологических, гигиенических и эстетических условий согласно санитарным нормам, при этом рекомендуется следующий цвет окраски: для оборудования — зеленый, зелено-голубой, светло-серый; стен помещений — голубой, желтый, светло-серый, зелено-голубой, желто-оранжевый; потолка и окон — белый, кремовый; пола — желтый, желтовато-красный; дверей — светло-зеленый, светло-коричневый.

Районы контактной сети обслуживаются установленным штатом электромонтеров во главе с начальником района и электромехаником. Штат подсчитывают исходя из норм расхода трудовых затрат на текущее обслуживание и ремонт контактной сети. Эти затраты обычно составляют 0,12—0,18 человека на 1 км развернутой длины контактной сети. Число и состав ремонтных бригад зависят от протяженности контактной сети, обслуживаемой районом. При определении численности дежурного персонала исходят из расчета средней потребности при круглосуточном дежурстве 4,2 человека. Примерный штат района контактной сети с одной или двумя ремонтными бригадами следующий:

Начальник района.....	1
Старший электромеханик	1
Электромеханик	1—2
Дежурный электромеханик (на станциях стыкования)	4—5
Техник.....	1
Электромонтер 7 разряда	1—2
Электромонтер 6 разряда	1—2

Электромонтер 5 разряда	2—4
Электромонтер 4 разряда	4—6
Электромонтер 3 разряда	4—6
Дежурный электромонтер 5 разряда	4—5
Дежурный машинист автомотрисы	4—5
Дежурный помощник машиниста автомотрисы	4—5
Водитель автолетучки	1
Уборщица	1

В состав района входят также электромеханик и группа электромонтеров автоблокировки и электроснабжения (три-пять человек в зависимости от объема обслуживаемых устройств) для обслуживания (при необходимости) ВЛ 6 (10) кВ АБ и ПЭ, комплектных трансформаторных подстанций, линий освещения и других низковольтных линий, расположенных в пределах района.

Для выполнения капитального ремонта в зависимости от объема работ выделяется дополнительный штат электромонтеров контактной сети.

Обслуживаемый участок контактной сети и линий электропередачи в установленных для районов границах является рабочим местом электромонтеров контактной сети. Плановые работы по ремонту контактной сети и линий электропередачи выполняют, как правило, при естественном освещении и температуре воздуха летом не выше +35 °С и зимой не ниже –30 °С.

Электромонтеры контактной сети работают 8 ч в день по пятидневной рабочей неделе с двумя выходными днями. Для обогрева и приема пищи они пользуются помещениями, предназначенными для персонала железнодорожного транспорта, работающего на перегоне, или передвижными укрытиями. Электромонтеры контактной сети обеспечиваются летней и зимней спецодеждой и спецобувью по действующим нормам с учетом климатических районов. В аварийных случаях электромонтеры могут быть вызваны для работы в нерабочее время с дополнительной оплатой или последующим предоставлением отдыха в другие дни в соответствии с действующим законодательством. На случай крупных работ на восстановительных поездах предусматривается запас консервированных продуктов питания.

Местом сбора электромонтеров является дежурный пункт, на котором для обеспечения содержания в постоянной готовности аварийно-восстановительных средств, организации быстрого восстановления повреждений и оперативных переключений организуют дежурство персонала по утвержденному графику.

На районе, как правило, дежурят машинист автомотрисы с помощником, имеющие право работы на контактной сети по квалификационной группе не ниже III и при расположении на крупных станциях — не ниже IV. При нахождении вблизи дежурного пункта жилья (если возможно прибыть на дежурный пункт за время, не превышающее 20 мин) дежурство организуют на дому и вызывают дежурного в ДПКС лишь, если необходимо устранить повреждение и выполнить переключения. Время дежурства на дому учитывается в соотношении 1:4, т.е. за 4 ч дежурства засчитывается 1 ч рабочего времени. При дежурстве в два и более лица старшим в смене назначается электромеханик или электромонтер V квалификационной группы, которому подчинены машинист и другие электромонтеры. Основной обязанностью дежурного персонала является обеспечение готовности всех восстановительных средств с запасом материалов, деталей и конструкций, проверка состояния устройств в пределах станции, где расположен дежурный пункт, и быстрое устранение повреждений контактной сети и линий электроснабжения. При возникновении повреждения дежурный совместно с энергодиспетчером определяет объем повреждения, организует сбор бригады электромонтеров в составе, необходимом для его устранения, и подготавливает восстановительные средства к выезду.

Дежурный района контактной сети по приказу энергодиспетчера производит все переключения разъединителей, а в случае наступления неблагоприятных климатических условий докладывает энергодиспетчеру и по возможности следит за токосъемом.

По указанию начальника района персонал выполняет работы по эксплуатационному обслуживанию и подготовке материалов для ремонта и для приобретения необходимых навыков принимает участие в работах с ремонтными бригадами. При наступлении неблагоприятных климатических условий (гололед, сильный ветер, гроза, ливни, резкое понижение температуры) состав дежурных смен временно увеличивают до 5—7 человек.

В обязанности ремонтных бригад входит выполнение работ по эксплуатационному обслуживанию, состоящему из основных видов планово-предупредительного ремонта: текущее обслуживание, текущий и капитальный ремонты контактной сети и ВЛ в пределах закрепленной зоны обслуживания, а также работы по переустройству и восстановлению этих устройств. Состав бригады зависит от характера и категории работ, принятой технологии, применяемых средств, условий и места выполняемых работ и колеблется от 2 до 10 человек. Ответственным за безопасное и

высококачественное выполнение работ начальник района или электромеханик назначает электромонтера высшей квалификации, наиболее опытного из состава бригады. Руководитель организует работы способами, установленными технологическими картами, с соблюдением действующих правил и норм, обеспечивающих безопасность членов бригады и движения поездов по месту работы. При отсутствии технологических карт заблаговременно совместно с руководством района контактной сети устанавливают и определяют порядок выполнения работ, определяют применяемые средства.

Эксплуатационный персонал района привлекается к надзору за производством работ другими организациями вблизи действующих устройств контактной сети и линии электроснабжения, а при необходимости производят по приказу энергодиспетчера снятие напряжения и заземление устройств.

В некоторых случаях при работе кранов временно демонтируют или отводят контактную подвеску или провода ВЛ, а после окончания работ восстанавливают эти устройства.

12.4. Приемка контактной сети и воздушных линий в эксплуатацию

Надежная работа устройств электроснабжения, особенно в начальный период эксплуатации, зависит от качества строительных и монтажных работ и соблюдения параметров, установленных правилами и проектами. Поэтому эксплуатационный персонал постоянно контролирует качество работ по сооружению контактной сети и воздушных линий, принимает участие в приемке под монтаж законченных строительных работ, осуществляет осмотр смонтированных устройств, холодную и горячую обкатки и комиссионную приемку в эксплуатацию.

С начала строительства назначается начальник района контактной сети. За полгода до пуска электрифицированного участка укомплектовывают эксплуатационный персонал в объеме не менее 25 %, а за квартал до ввода — полностью. В этот период эксплуатационный персонал изучает все нормативные документы, правила и инструкции, особенности эксплуатации на участке, конструкции смонтированных устройств, местные условия и сдает экзамены на знание всех нормативов, особенно по Правилам техники безопасности. Производственные навыки по обслуживанию и ремонту устройств контактной сети и ВЛ электромонтеры получают на эксплуатируемых линиях и при осмотре и регулировке

смонтированных устройств. Для руководства за контролем качества работ, участия в осмотре, обкатке и приемке в эксплуатацию командируют наиболее подготовленный персонал с действующих дистанций электро-снабжения.

В этот период службой Э железной дороги устанавливаются границы дистанций электроснабжения и районов контактной сети, утверждаются схемы питания и секционирования контактной сети и воздушных линий. Вновь создаваемые подразделения обеспечивают всей необходимой технической документацией, разрабатывают и утверждают графики планово-предупредительного ремонта. При сдаче в эксплуатацию строительно-монтажные организации должны передать дистанции электроснабжения следующую документацию:

- исполнительные планы и схемы контактной сети, воздушных линий, рельсовых цепей, групповых заземлений, питания и секционирования, плавки гололеда и селекторной энергодиспетчерской связи;
- чертежи контактной подвески в искусственных сооружениях с указанием габаритов и нетиповых конструкций и узлов;
- ведомость пересечений с контактной сетью воздушных и кабельных линий;
- ведомость опор с указанием типа, номеров, даты установки, габарита, типа фундаментов и анкеров;
- акты на освидетельствование котлованов и на скрытые работы;
- ведомость контактной сети и ВЛ по анкерным участкам с указанием марок проводов, сертификатов и номеров барабанов;
- паспорта на изготовление опор и отгрузочные сертификаты на консоли, кронштейны и другие металлические изделия с указанием завода-изготовителя и марки примененного металла.

Эксплуатационный персонал по мере готовности отдельных перегонов и станций проводит осмотр и тщательную проверку смонтированных контактной сети и линий электроснабжения. При этом проверяют правильность монтажа и сборки всех узлов, состояние и прочность крепления арматуры, правильность регулировки проводов по высоте и в плане с учетом температуры воздуха в момент проверки, состояние заземляющих устройств, антикоррозионной смазки стальных тросов и окраски металлических конструкций. Проверяют состояние изоляции и соответствие ее схемам секционирования. Особое внимание обращают на качество работ, от которых зависят устойчивость токосъема и срок службы устройств: все местные изгибы контактного провода должны быть выправлены, наклонно расположенные на нем зажимы установлены в вер-

тикальное положение; расстояние от фиксаторов, фиксирующих тросов и отходящих ветвей проводов до рабочего контактного провода должно соответствовать типовым проектам. Наклон струн, электрических соединителей, положение грузов компенсаторов при проверке определяют по монтажным таблицам. Тщательно проверяют правильность регулировки воздушных стрелок, сопряжений и секционных изоляторов. Осматривая зажимы, убеждаются в надежности затяжки болтов, а в шарнирных соединениях — в отсутствии защемления.

Выявленные в процессе проверки неисправности немедленно устраняют; о значительных отступлениях, требующих перемонтажа, сообщают строительно-монтажным организациям, которые должны их устранить до приемки в эксплуатацию. За один-два месяца до пуска всего участка создают рабочие комиссии, которые наружным осмотром, по данным проверки эксплуатационным персоналом и по технической документации определяют степень готовности его к эксплуатации. Обнаруженные неисправности, отклонения от норм и недоделки отмечают в акте и затем проверяют устройства после их устранения.

До подачи напряжения производят так называемую холодную обкатку контактной сети. При этом тщательно проверяют зигзаги и выносы контактного провода, проход токоприемника в местах сопряжений анкерных участков и по воздушным стрелкам, приближение токоприемника к фиксирующим тросам, основным стержням фиксаторов и к заземленным частям в искусственных сооружениях. Для этого используют вагоны для испытания контактной сети, аппаратура которых осуществляет запись положения контактного провода на ленту и оценивает качество регулировки по балльной системе.

Холодная обкатка может быть выполнена поднятым токоприемником электровоза, прицепленного к тепловозу, или же съёмным токоприемником, установленным на автотомтрисе или автодрезине. До подачи напряжения на каждой изолированной секции контактной сети устанавливают заземление. На участках, прилегающих к эксплуатируемым, заземление монтируют сразу после раскатки проводов. Эти заземления снимают непосредственно перед подачей напряжения.

После подачи напряжения производят горячую обкатку контактной сети, т.е. пробный пуск электроподвижного состава. Представители монтажной и эксплуатирующей организаций проверяют качество токосъема. Закончив объезд, снимают напряжение с контактной сети и устраняют замеченные дефекты. После первой подачи напряжения контактную сеть считают находящейся под напряжением, и все последующие рабо-

ты выполняют в соответствии с Правилами по технике безопасности; переключения выполняют только по приказу энергодиспетчера.

Результаты приемки контактной сети рабочей комиссией после горячей обкатки оформляют актом, к которому прилагают перечень отступлений и недоделок с указанием сроков их устранения. По результатам горячей обкатки устанавливают причины повышенного искрения и вспышек. В акте дают заключение о возможности и условиях начала регулярного движения с использованием электрической тяги.

В начальный период эксплуатации проводят более частые обходы и объезды с осмотром контактной сети и ВЛ, особенно при изменениях метеорологической обстановки. В весенний период при оттаивании грунта обращают внимание на наклоны опор, при резком понижении температуры — на регулировку проводов, убеждаются в отсутствии поджатия фиксаторов на сопряжениях, проводов на сопряжениях и в искусственных сооружениях, проверяют работу компенсирующих устройств. При повышении температуры определяют, допустимо ли ослабление натяжения, учитывая естественную вытяжку вновь смонтированных проводов. Проверяют также правильность учтенных проектом мест с повышенными ветровыми нагрузками, солевых и прочих загрязнений изоляции и других особых зон, где могут возникнуть опасные воздействия на устройства контактной сети и ВЛ.

12.5. Износ контактных проводов и меры по его уменьшению

В процессе движения токоприемников по контактным проводам происходит изнашивание проводов и контактных пластин токоприемников. Интенсивность износа в основном зависит от снимаемого тока, силы нажатия токоприемника на контактный провод, материала трущихся поверхностей, их состояния и смазки, а также от устройства контактной сети и токоприемника.

Условно износ можно разделить на электрический и механический. Электрический износ происходит в основном под действием искровых процессов. Чем больше снимаемый ток, тем больше этот износ. Усиленный износ наблюдается в местах трогания и разгона поездов с электрическими локомотивами, а также на затяжных подъемах, где потребляются значительные токи. На участках переменного тока при прочих равных условиях износ значительно меньше, чем на участках постоянного. Механический износ является результатом трения контактирующих поверх-

ностей; с увеличением нажатия токоприемника на контактный провод износ возрастает. Значительное увеличение его наблюдается в местах расположения на контактной сети жестких точек и сосредоточенных нагрузок, а также в местах снижения контактного провода при подходе к искусственным сооружениям, где нажатие токоприемника на провод повышается.

Неровность загрязнения контактных пластин и контактного провода вызывает увеличение как механического, так и электрического износа. Поэтому на электрифицированных участках, где сохраняется движение тепловозов, износ больше, чем на участках, где эти локомотивы не работают. Значительно возрастает износ при токосъеме во время гололедных образований, так как в этом случае возникает искрение между проводом и токоприемником.

Величина и характер износа зависят от состояния контактной сети. Обычно вследствие неравномерной эластичности вдоль пролета имеются места, где износ контактного провода существенно превышает средний для данного анкерного участка. Такой износ называют местным. Наиболее часто повышенный износ наблюдается под фиксаторами и особенно в кривых малого радиуса, при больших углах отклонения проводов на воздушных стрелках и там, где на контактном проводе оказывается какая-либо сосредоточенная нагрузка. Особенно опасны места, где токоприемник отрывается от контактного провода и возникает электрическая дуга, при этом образуются наибольшие местные износы. Иногда повышенный износ наблюдается в средних частях пролета, но это, как правило, вызвано более быстрым истощением смазки (при металлокерамических или медных контактных пластинах) в средней части полоза токоприемника, которая больше контактирует с проводом, чем края полоза. Обычно такой износ наблюдается в местах, удаленных от депо или других пунктов, где наносят смазку в полозы токоприемника с металлокерамическими или медными пластинами.

Значительные местные износы контактных проводов могут образовываться в случае недостаточно бережного обращения с контактными проводами при монтаже, когда допускаются изгибы проводов или повреждения их поверхности.

При наличии определенных участков с местными износами, например под фиксаторами, для увеличения срока службы контактные провода сдвигают вдоль пролета. Тогда места повышенного износа оказываются в более благоприятных условиях и дальнейшее изнашивание провода в этих местах замедляется. Если местные износы близки к

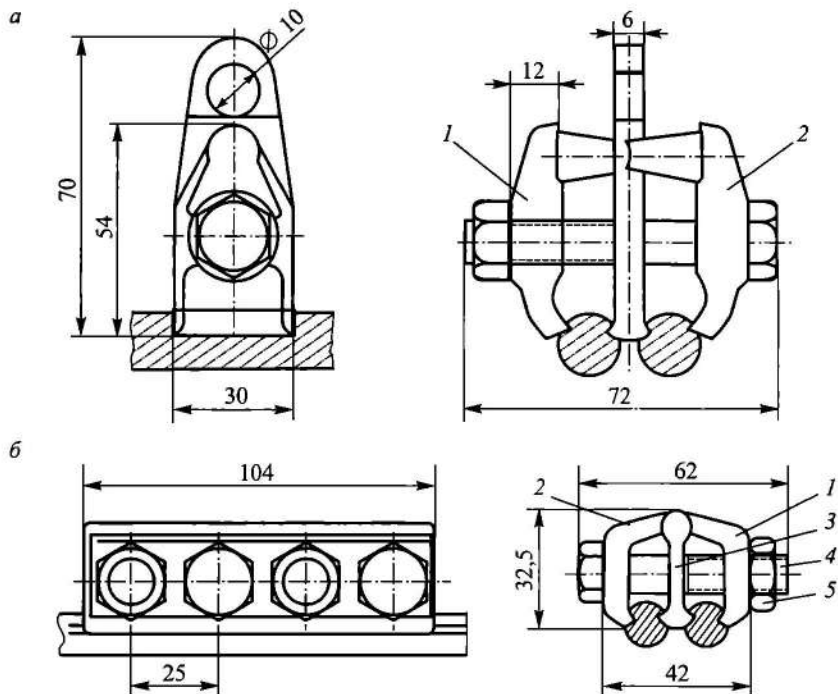


Рис. 12.5.1. Зажимы:

а — шунтовые струновые 047 для установки шунтов на контактном проводе; *б* — стыковой КС-328 для крепления второго контактного провода в местах трогания: 1 — щека с резьбой; 2 — щека без резьбы; 3 — вкладыш; 4 — болт М10×55; 5 — гайка М10

предельным, устанавливают шунты, чем устраняют дальнейший износ основного провода. Закрепляют шунты с помощью двух или более (в зависимости от их длины) шунтовых струновых (рис. 12.5.1, *а*) и стыковых (рис. 12.5.1, *б*) соединительных зажимов, которые струной присоединяют к несущему тросу. Соединительный зажим состоит из двух щек (одна с резьбой, другая без резьбы), вкладыша и болта с гайкой. Соединительный вкладыш имеет форму, позволяющую монтировать шунт и основной провод в средней части между зажимами на разных уровнях (шунт ниже основного провода на 4 мм), а на концах шунта — в одном уровне, что обеспечивает плавный переход. Шунты имеют длину не более 1 м, концы шунта отгибают вверх на 5 см (затем они плавно переходят в горизонтальное положение) и закрепляют выше основного провода

да питающим зажимом. В случае предельного износа врезают вставки в контактные провода с помощью стыковых зажимов, подвешенных на струнах. При двух контактных проводах стыковые зажимы на разных проводах располагают не ближе 6 м друг от друга. Во всех местах соединения добиваются плавного перехода полоза токоприемника, для чего производят запиловку рабочей поверхности контактного провода. Максимальный износ контактных проводов, при котором производится вставка или установка шунта, а также средний износ, при котором осуществляется сплошная смена провода, приведены в табл. 12.5.1.

Таблица 12.5.1

Предельный износ медного контактного провода

Показатели	Значения показателей износа при номинальном сечении, мм ²					Принимаемые меры
	85	100	100 овальный	$\frac{120}{100^*}$	$\frac{150}{120^*}$	
Местный износ, мм ² , не более	30	35	35	$\frac{40}{40^*}$	$\frac{50}{50^*}$	Вставка провода
Высота сечения местного износа, мм, не менее	7,07	7,77	7,64	$\frac{8,60}{7,36^*}$	$\frac{9,70}{7,88^*}$	
Средний износ на анкерном участке, мм ² , не более	25	30	30	$\frac{35}{35^*}$	$\frac{45}{45^*}$	Замена провода
Высота сечения среднего износа, мм, не менее	7,53	8,20	7,98	$\frac{9,00}{7,78^*}$	$\frac{10,05}{8,23^*}$	

* Бронзовый контактный провод.

Примечание. На участках со скоростью движения поездов 161—200 км/ч предельный износ контактного провода меньше указанного в таблице на 5 мм².

На главных путях перегонов и станций, кроме участков III и IV категорий, при количестве более 7 стыковых зажимов в пределах одного анкерного участка (за исключением отходящих ветвей) контактный провод подлежит замене.

В эксплуатации по мере увеличения износа контактного провода его натяжение уменьшают, снимая грузы компенсаторов. Натяжение проводов в местах наибольшего износа не должно превышать 12 кгс для медных, 13 для низколегированных и 14 кгс для бронзовых проводов на 1 мм² оставшегося сечения. На некоторых линиях приходится из-за износа менять контактные провода через каждые 4—6 лет.

Существенное влияние на износ оказывает материал контактных пластин токоприемников. При медных контактных проводах и медных кон-

тактных пластинах происходит трение двух однородных материалов, которое неизбежно, если отсутствует смазка, приводит к схватыванию их, появлению шероховатости, вследствие чего износ обеих поверхностей велик. Значительное (примерно в три раза) снижение износа контактных проводов достигается при замене медных (их применение разрешается специальным решением ОАО «РЖД») пластин токоприемников на угольные вставки (см. рис. 1.4.2). При трении вставок о провод на нем образуется тонкая пленка (политура), в результате чего уменьшается износ меди и угля. При угольных вставках не требуется специальной смазки, что весьма существенно в эксплуатации. При этом необходимо перевести на угольные вставки токоприемники всего ЭПС, работающего на данном участке. В случае одновременной эксплуатации токоприемников с угольными вставками и медными пластинами последние нарушают гладкость поверхности контактного провода и на эксплуатируемых угольных вставках появляются пропилы.

При эксплуатации угольных вставок необходимо особо тщательно содержать контактную сеть, так как угольные вставки обладают повышенной хрупкостью, что в случае неисправности сети приводит к образованию на них сколов и трещин, препятствующих нормальному токосъему. Недостаток угольных вставок — их ограниченная нагрузочная способность по току. Вследствие этого при необходимости отопления пассажирских вагонов на стоянке от электровозов постоянного тока угольные вставки не могут быть применены. В этих условиях, а также при больших токовых нагрузках на линиях постоянного тока используют контактные пластины из спеченного материала (металлокерамические). Однополосный токоприемник с четырьмя рядами металлокерамических пластин может полностью обеспечить на стоянке потребность централизованного снабжения электроэнергией пассажирских вагонов. Одним из важных достоинств металлокерамических пластин является их дугоустойчивость. Однако эти пластины изнашивают контактные провода больше, чем угольные вставки, и не обеспечивают смазывание проводов в той степени, как угольные. В отличие от медных, металлокерамические пластины могут работать совместно с угольными вставками на одних и тех же участках. Снижение износа при токоприемниках с медными и металлокерамическими контактными пластинами достигается нанесением на их полозья смазки. Поскольку во время движения смазка истощается, периодически ее добавляют в депо или пунктах оборота.

Степень износа провода значительно зависит от состояния полозьев токоприемников, особенно от расположения токосъемных пластин. По-

нижение средних пластин относительно уровня крайних неизбежно приводит к образованию так называемого волнового износа провода. В этих случаях при возвышении сухой графитовой смазки в средней части полоза между контактными проводами и крайними пластинами образуется электрическая дуга, которая вызывает электрический износ провода на участке, равном ширине полоза токоприемника. Образовавшаяся при этом волнистая поверхность способствует усиленному волновому износу при дальнейшей эксплуатации. Поэтому важно следить за положением и состоянием токосъемных пластин.

Снизить механический износ можно, уменьшив число рабочих токоприемников на электропоездах с пяти-шести до двух-трех. При этом снижаются и динамические воздействия на контактные подвески. Вместе с тем на затяжных подъемах и в парках отправления грузовых поездов при больших снимаемых токах одним токоприемников (более 1000 А) наблюдается интенсивный электрический износ. Введение в работу на электровозе постоянного тока второго токоприемника значительно снижает общий износ провода, так как механический износ в сравнении с электрическим в этом случае незначителен.

Существенное значение имеет регулировка цепной подвески по высоте. В первую очередь обращают внимание на равномерность износа контактного провода в пролете между опорами и на всем протяжении анкерного участка. Если допущена неравномерность, то проверяют правильность регулировки подвески и, пользуясь специальными таблицами с учетом температуры наружного воздуха, производят перерегулировку, цель которой заключается в том, чтобы при среднегодовой температуре для данного района траектория токоприемника приближалась к оптимальной — прямой линии. При регулировке обращают внимание, правильно ли смонтированы фиксаторы и соблюдены ли установленные ПУТЭКСом зигзаги, а также ликвидируют жесткие точки. Проверка регулировки подвески вагонами для испытания контактной сети позволяет заметить имеющиеся отступления и принять меры к их ликвидации.

12.6. Работа контактной сети при низких температурах и гололеде

Низкая температура в зимнее время создает условия, осложняющие работу полукompенсированных цепных подвесок и ВЛ, так как натяжение несущих тросов и других некомпенсированных проводов значительно увеличивается, а стрелы провеса контактных прово-

дов получают отрицательные значения. В результате этого контактный провод приближается к основному стержню фиксатора, ухудшается качество токосъема и возможны удары токоприемников по фиксаторам. Повышенное натяжение может вызвать обрыв несущего троса и других проводов в тех местах, где была нарушена целостность отдельных проволок или допущено завышение натяжения в процессе регулировки. При значительных отрицательных стрелах провеса могут произойти поджатыя токонесущих проводов к заземленным конструкциям и в результате — пережог проводов. Возможен излом деталей, изготовленных из кипящей стали.

В условиях низких температур происходит застывание смазки в шарнирах токоприемников, если смазка не предназначена для работы при таких температурах. Это вызывает уменьшение активного и увеличение пассивного нажатий токоприемников вследствие возрастания сил трения в шарнирах, ухудшение контакта полз-провод и в результате повышенный износ контактного провода. Застывание смазки, если она не заменена на зимнюю, происходит также в компенсирующих устройствах, разъединителях и приводах.

Гололед значительно усложняет работу контактной сети и процесс токосъема. Гололедные образования обычно наблюдаются во время смены оттепели похолоданием при температурах, незначительно отличающихся от нуля, во время туманов или при дождях, когда температура воздуха ниже нуля. Очень часто одновременно с гололедом возникают значительные ветры. Интенсивность гололеда характеризуется толщиной слоя льда и его плотностью, которая изменяется от 600 до 900 кг/м³. Чем больше интенсивность гололеда, тем меньше его плотность. Иногда на уже образовавшемся слое льда появляется изморозь (кристаллический осадок плотностью до 100 кг/м³), и на проводах образуется смесь плотностью 200—600 кг/м³. Изморозь может возникнуть и на проводах, не покрытых гололедом. Форма гололедных образований чрезвычайно разнообразна и зависит в основном от направления ветра, действующего при их возникновении: при направлении ветра перпендикулярном к проводу ледяная корка образуется с наветренной стороны и чаще всего имеет овальную или гребнеобразную форму. При продольном направлении ветра относительно провода гололед образуется по всей поверхности провода, но с меньшей интенсивностью, корка льда при этом пористая. Изморозь бывает пушистая, иглообразная и веерообразная. Наибольшую плотность имеет веерообразная изморозь.

При гололеде ухудшается, а иногда и прерывается контакт между ползком токоприемника и контактным проводом, так как ледяная корка имеет низкую проводимость. В ряде случаев образуется дуга, которая повреждает контактирующие поверхности, вызывает пережог контактных проводов и их обрыв. В условиях гололеда увеличивается нагрузка на провода, что при полукомпенсированных подвесках вызывает большие стрелы провеса всех проводов. Обледенение токоприемников увеличивает их массу, вследствие чего снижается активное нажатие, токоприемник может оторваться от контактного провода и опуститься под тяжестью льда.

Удаляют гололед с проводов контактной сети, плавя его электрическим током или применяя механические средства. Первый способ используют обычно только для главных путей, где площадь сечения контактных подвесок на всем протяжении между тяговыми подстанциями имеет одно и то же значение. Желательно организовать предварительный прогрев проводов, чтобы их температура поднялась выше $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и образование гололеда стало невозможным. В этом случае плотность тока, необходимого для нагрева проводов, составляет $2,5\text{—}3,5\text{ А/мм}^2$. Если же гололед уже образовался на проводах, то необходимо иметь плотность тока $6,5\text{—}8,0\text{ А/мм}^2$.

Для создания цепи нагревающего тока провода или соединяют с рельсами, применяя специальные разъединители, или на двухпутных линиях включают петель. Как только лед опадает, нагревание прекращают.

На участках переменного тока движение поездов во время плавки гололеда можно не прерывать, но должно быть исключено замыкание секционных изоляторов на съездах между главными путями. На участках постоянного тока движение поездов из-за недостаточного напряжения временно прекращают.

На однопутных участках переменного тока (рис. 12.6.1, *а*) плавку гололеда производят сразу на двух зонах между подстанциями. Среднюю подстанцию *Б* отключают, а расположенную около нее нейтральную вставку шунтируют, включая секционные разъединители. Посты секционирования также отключают от сети и для создания цепи тока включают секционные разъединители. На тяговой подстанции *А* к сети подключают фазу *а* (или *б*), а на подстанции *В* — фазу *б* (или *а*), осуществляя таким образом замыкание разных фаз через контактную сеть между подстанциями *А* и *В*.

На двухпутных участках переменного тока (рис. 12.6.1, *б*) фазы замыкают на одной из тяговых подстанций через контактную сеть обоих

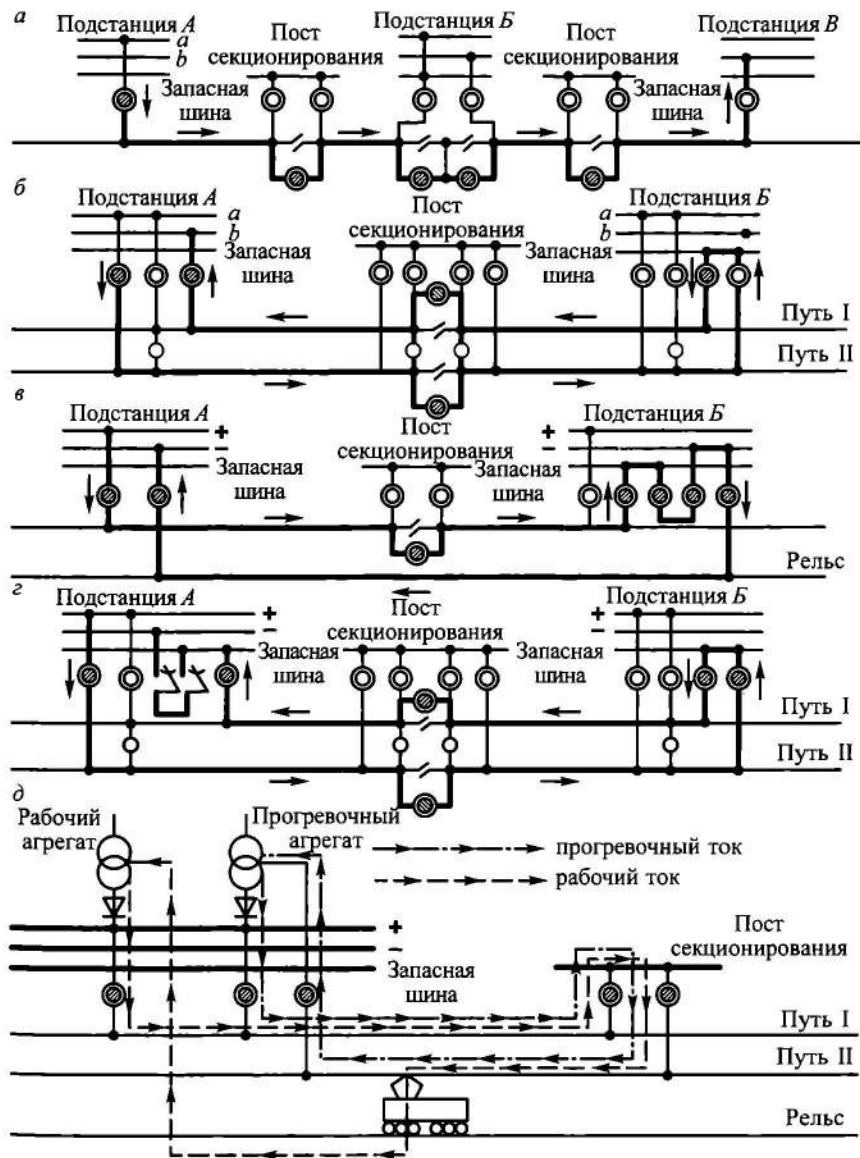


Рис. 12.6.1. Схемы плавки гололеда на однопутном (а) и двухпутном (б) участках переменного тока, на однопутном (в) и двухпутном (г) участках, а также для профилактического подогрева проводов (д) на участках постоянного тока; 1, 4 — продольные разъединители; 2, 3 — секционные разъединители нейтральной вставки

путей, соединяемые запасной шиной другой подстанции (как это показано на рисунке) или поперечным секционным разъединителем, установленным у другой подстанции.

На участках постоянного тока для плавки гололеда применяют схемы, где ток, подогревающий провода, проходит на контактную сеть от шины «+» и далее возвращается к шине «-». На однопутных участках (рис. 12.6.1, в) применяют схему, в которой используют рельсы; на двухпутных (рис. 12.6.1, з) осуществляют одновременную плавку гололеда на контактных подвесках обоих путей, рельсовые цепи в схему плавки не входят. В этих схемах провода двух подвесок можно соединить, включив поперечные разъединители; предварительно завешивают заземляющие штанги в схемах с рельсами или используют разъединитель с заземляющим ножом.

На участках постоянного тока в гололедных районах осуществляют профилактический подогрев проводов контактной сети (рис. 12.6.1, д) без прекращения движения поездов. Для этого используют специальный програвочный агрегат.

Путь тока на всех схемах указан выделенной линией и стрелками.

Разработаны также различные схемы плавки гололеда на воздушных линиях.

На второстепенных путях станций, на деповских парковых путях и нейтральных вставках плавку гололеда не производят, поэтому применяют механические способы очистки проводов. Эти же способы в сочетании с электрическими могут быть применены и на главных путях.

Для устранения гололеда с проводов контактной сети механическим способом применяют различные приспособления. Широкое распространение получили токоприемники с вибрационной установкой (рис. 12.6.2, а), которую монтируют на специальном полозе, расположенном на переднем по ходу токоприемнике вместо нормального полоза. Специальный полоз состоит из двух уголков, выгнутых по форме нормального полоза. Эти уголки крепят к швеллерным балкам, установленным на каретках токоприемника. К каждому уголку крепят по два вибратора. Воздух к вибраторам подводится под давлением $5-7 \text{ кгс/см}^2$ через изолированный шланг, присоединенный к штуцеру локомотивного свистка малой громкости. Вибрация уголка происходит с частотой 4—5 тыс. ударов в мин, что обеспечивает очистку проводов ото льда толщиной 2—3 мм.

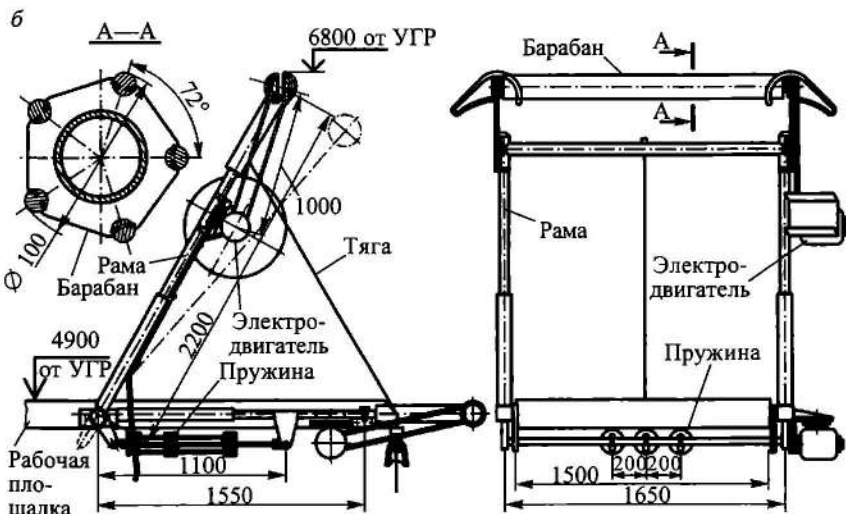
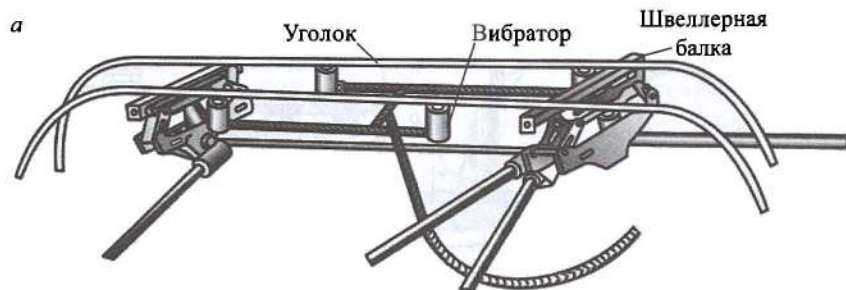


Рис. 12.6.2. Устройства для механической очистки контактных проводов от гололеда: *а* — вибрационная установка на токоприемнике; *б* — установка типа МОГ-7

Хорошие результаты дают устройства для механической очистки ото льда, располагаемые на изолированной вышке автотрисы или автодрезины, типа МОГ-1 (рис. 12.6.2, *б*), МОГ-2, МОГ-6, МОГ-7. Устройство МОГ-7 (рис. 12.6.3) предназначено для механической обивки гололеда с контактного провода под напряжением на участках постоянного и переменного тока при скорости движения не более 25—40 км/ч. Головка устройства устанавливается на подвижную раму через вставки из изоляционного материала, что обеспечивает изоляцию ее от заземленных частей рамы. Устройство МОГ-7 монтируется на четырехосной платформе (рис. 12.6.4) или на специальном подвижном составе, например, на раскаточной платформе РП, самоходной платформе СМ. На неподвижной

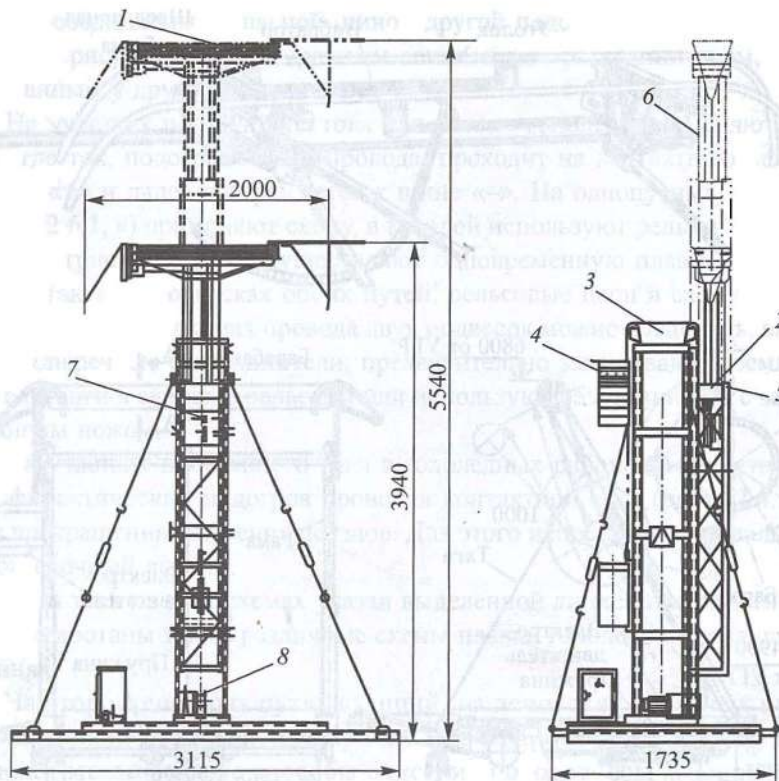


Рис. 12.6.3. Устройство для механической очистки контактных проводов от гололеда МОГ-7:

1 — головка; 2 и 3 — рама подвижная и неподвижная; 4 — груз; 5 — электродвигатель вращения роторов; 6 — вставки изоляционные; 7 — вал изоляционный; 8 — мотор-редуктор

металлоконструкции вывешивается предупреждающий знак «Осторожно! Электрическое напряжение». Удаление гололеда с контактного провода устройством МОГ-7 производится путем нанесения ударов по контактному проводу металлическими билами, расположенными на поверхности вращающихся роторов. Подъем головки до контактного провода для обеспечения необходимого нажатия на него при удалении гололеда создается грузом через канатно-блочную систему. При изменении высоты контактного провода от УГР головка устройства перемещается вверх и вниз, не отрываясь от провода. Опускание головки в крайнее нижнее положение производится канатом, наматываемым на барабан

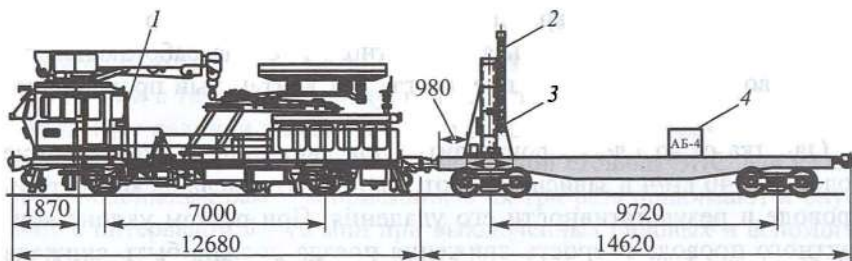


Рис. 12.6.4. Хозяйственный поезд для удаления гололеда с контактных проводов:
 1 — пульт управления; 2 — установка МОГ-7; 3 — стяжка; 4 — бензоэлектрический агрегат АБ-4

мотор-редуктора. Питание электродвигателей осуществляется напряжением 380 В от генератора автотрисы или от автономной электростанции, размещенной на платформе.

Работа по очистке гололеда с контактного провода устройством МОГ-7 в отношении мер безопасности может выполняться со снятием напряжения и заземлением контактной сети, а также под напряжением 3 и 25 кВ. Работа выполняется по наряду-допуску формы ЭУ-115 в соответствии с требованиями Инструкции по безопасности для электромонтеров контактной сети бригадой, состоящей из двух электромонтеров контактной сети, которые должны иметь III и V квалификационную группу по электробезопасности. Управление устройством осуществляется с помощью пульта из кабины автотрисы (см. рис. 12.6.4).

При выполнении работы по очистке гололеда с контактных проводов на допуске приближаться к устройству МОГ-7 ближе двух метров. Нахождение людей на платформе во время движения запрещается.

Работы по удалению гололеда устройством МОГ-7 запрещаются:

- при ветре свыше 12 м/с;
- во время мокрого снегопада;
- под пешеходными мостами, путепроводами, в тоннелях и на мостах; в местах, где не может быть использована полная длина изолирующей части выдвижной рамы;
- в зоне двух метров до секционных изоляторов и под ними;
- в темное время суток, если нет достаточного освещения контактной подвески на расстоянии не менее 50 м;
- при скорости движения более 40 км/ч и на стоянках.

Во время работы устройства необходимо вести постоянное наблюдение за работой всего комплекса устройства и особенно за работой головки. Запрещается касаться контактного провода работающей головкой во время остановки поезда, так как контактный провод будет поврежден.

Очистка от гололеда производится при движении со скоростью не более 25—40 км/ч в зависимости от толщины гололеда на контактном проводе и результативности его удаления. При резком уклоне контактного провода скорость движения поезда должна быть снижена до 5—10 км/ч.

При подготовке хозяйства к работе в зимних условиях и в гололедный период устройство МОГ-7 ежемесячно осматривается и при необходимости ремонтируется. При этом проверяются:

- наличие масла в редукторе головки и мотор-редукторе;
- места соединения электродвигателя с валом, вала с редуктором и редуктора с промежуточным валом;
- наличие смазки на цепной передаче;
- прочность крепления всех узлов устройства;
- изоляционные пластины и изоляционный вал;
- сопротивление изоляции головки относительно заземленных частей устройства мегаомметром на 2500 В;
- наличие и исправность заземления устройства на раму платформы;
- работа устройства с пульта управления;
- измеряется величина нажатия на контактный провод.

Регулировку и опробование устройства производят со снятием напряжения и заземлением контактной сети или не на электрифицированном пути.

Провода ото льда очищают так же или с изолирующих съемных вышек, или непосредственно с земли, используя специальные изолированные штанги. Опыт эксплуатации показывает целесообразность совместного применения электрических и механических способов борьбы с гололедом.

Для обеспечения нормальной работы разъединителей контактной сети и токоприемников ЭПС используют противогололедную смазку ЦНИИ-КЗ, срок действия которой составляет месяц и более. Смазку наносят перед наступлением гололедного периода, что значительно снижает сцепление льда с проводами и металлическими конструкциями — при механическом воздействии гололед удаляется сравнительно легко.

При появлении гололеда принимают также организационные мероприятия, направленные на обеспечение бесперебойного движения поездов. В этот период организуют движение поездов с интервалом 10—15 мин с тем, чтобы предупреждать развитие гололедных образований. При наличии на контактных проводах и токоприемниках инея, изморози или гололеда во время длительной стоянки ЭПС для удаления с подвижных рам токоприемников их три раза поднимают и опускают с интервалом 5—10 мин при выключенных силовых и вспомогательных цепях. Перед отправлением машинист несколько раз, не включая силовую и вспомогательную цепи, поднимает и опускает токоприемник, затем без состава проезжает вперед и назад на расстояние, разрешенное дежурным по станции, как правило, 10—15 м, чтобы очистить провод в месте трогания. При движении машинист особо внимательно следит за токосъемом и в случае значительного искрения сообщает об этом энергодиспетчеру.

12.7. Повышение ветроустойчивости контактной сети

Опасные повреждения контактной сети вследствие воздействия ветра возникают в случае схода контактного провода с полоза токоприемника. Провод попадает под полоз, и токоприемник при движении срывает струны и фиксаторы, разрушается сам, а иногда вызывает обрыв контактного провода.

Значительное усиление ветрового воздействия наблюдается в местах, не защищенных от ветра, направленного поперек пути: на высоких насыпях, в степных районах, поймах рек и оврагов. Для того чтобы контактная сеть не потеряла проектной ветроустойчивости, тщательно выдерживают полагающиеся при данных условиях натяжения всех проводов, размеры зигзагов у опор и выносы проводов в пролете. Кроме того, проверяют, не сместились ли струны и фиксаторы относительно нормального положения в силу тех или иных причин.

В местах, подверженных особенно сильным ветровым воздействиям, при наличии в цепной подвеске двух контактных проводов монтируют ветроустойчивую ромбовидную подвеску. На линиях с одним контактным проводом можно применить ветроустойчивую цепную подвеску с оттяжными тросами, где на основных стержнях фиксаторов устанавливают ролики, с помощью которых оттяжными тросами контактный провод подтягивается ближе к оси пути.

Большое значение имеет ветровая устойчивость сочлененных фиксаторов, так как раскрытие фиксаторов, происходящее даже на участках с двумя контактными проводами, вызывают тяжелые повреждения. Для предотвращения таких раскрытий вместо гибких струн в ветровых местах монтируют жесткие распорки, выполненные из трубы или уголка, которые не позволяют подниматься основному стержню фиксатора.

В местах, менее подверженных ветровым воздействиям, где жесткие струны не устанавливаются, проверяют, имеется ли и правильно ли установлено ограничительное ушко в месте крепления дополнительного фиксатора к основному стержню. Это ушко предотвращает раскрытие фиксатора при упоре в него дополнительного фиксатора. Для предотвращения опрокидывания легких изолированных и прямых консолей применяют жесткие тяги из труб вместо растянутых, выполненных из стального прутка. Во избежание возможных ударов по фиксаторам при повышенном отжати провода токоприемником во время ветра устанавливают ограничители подъема дополнительных фиксаторов на основном стержне фиксатора. Чтобы предотвратить разворот кронштейнов линий ДПР, применяют накладки.

Ветровое воздействие, кроме горизонтальных отклонений проводов, может вызвать и вертикальные перемещения, которые называют автоколебаниями, или «пляской» проводов. Автоколебания происходят под действием сил, возникающих при обтекании воздушным потоком проводов, имеющих несимметричную форму поперечного сечения. Чаще всего это наблюдается при отложении на проводах гололеда. Автоколебания обычно возникают на участках, где провода не защищены от ветровых воздействий: в безлесных и незастроенных местностях. Размах колебаний весьма значителен (до 1 м и более), а частота, т.е. количество перемещений в одну и другую стороны от равновесного положения за единицу времени, достигает 40—60 периодов в 1 мин (0,6—1 Гц), длина волны может быть различной: в два пролета (рис. 12.7.1, *а*) и менее (рис. 12.7.1, *б*, *в*). Сами по себе автоколебания затухают только тогда, когда изменяются вызвавшие их условия. Обычно приходится прибегать к различным мерам для их устранения. В противном случае возможны серьезные повреждения устройств контактной сети и воздушных линий.

Для предотвращения появления автоколебаний целесообразно иметь вдоль линии железной дороги лесные полосы, защищающие контактные подвески от действия ветра. Применяют разбивку опор с пролетами различной длины. Хорошие результаты дает ромбовидная контактная подвеска, при которой автоколебания не возникают. Если автоколебания

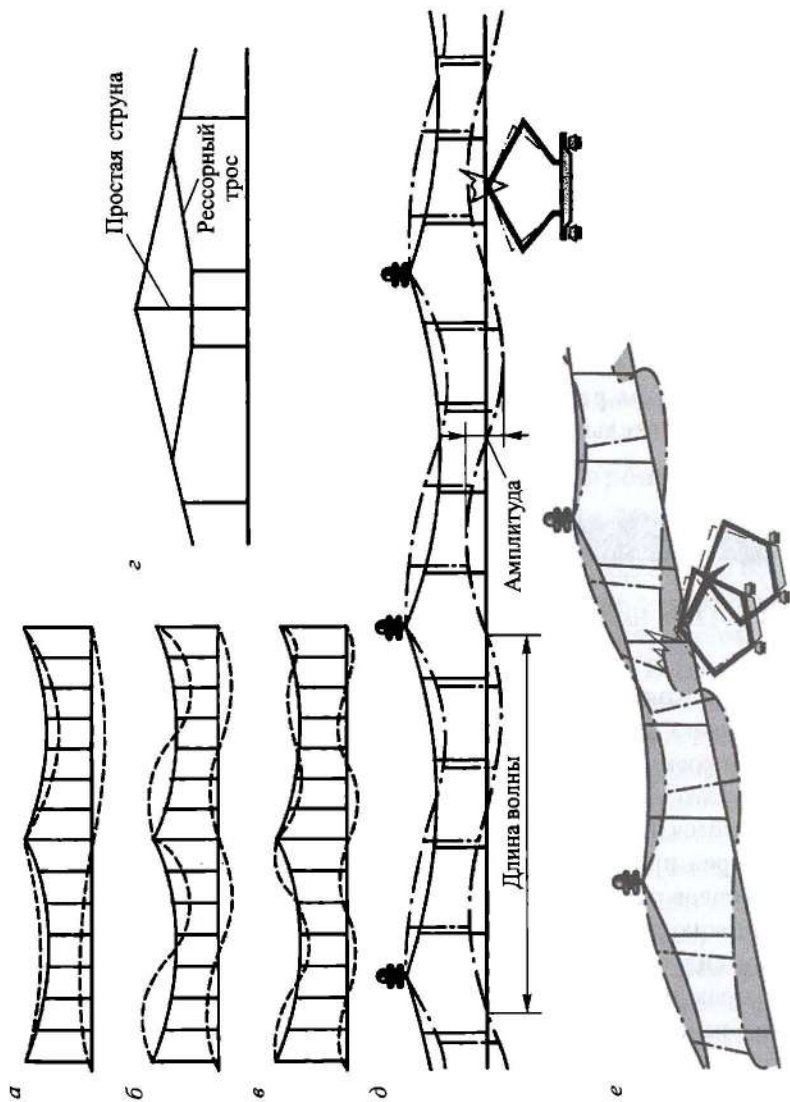


Рис. 12.7.1. Колебания цепной подвески с длиной волны в двух пролетах (*a*); одном пролете (*б*); $2/3$ пролета (*в*); схеме установки простой опорной струны (*г*)

появились при наличии на проводах гололеда, принимают меры для его удаления.

Эффективным средством борьбы с вертикальными автоколебаниями является установка в отдельных пролетах контактной подвески между несущим тросом и контактным проводом динамических поглотителей колебаний (демпферов). В этих устройствах имеется жестко связанная с корпусом пружина, на которой установлен поршень с грузом. При возникновении вертикальных колебаний в демпфере появляется значительное трение, способствующее их затуханию. Снижению амплитуды колебаний способствуют простые опорные струны, применяемые в опорных узлах совместно с рессорными тросами (рис. 12.7.1, з); аэродинамические гасители в виде пластин, устанавливаемых на несущем тросе, или навиваемых на него проволок диаметром 2—3 мм (рис. 12.7.2). Проволоку располагают в средней части пролета на 30—90 % его длины беспорядочно с чередованием навивки и на разных расстояниях от поверхности троса, для чего ее предварительно деформируют.



Рис. 12.7.2. Навивка аэродинамических гасителей на несущий трос

Кроме автоколебаний, происходящих с большими перемещениями и сравнительно небольшими частотами, иногда возникают колебания с малыми перемещениями и значительно большими частотами (около 100 Гц); это так называемая вибрация проводов. Появление вибрации вызывается периодическим возникновением различных по направлению вихрей при обтекании проводов воздушными потоками. Вибрация проводов особенно опасна для воздушных линий, она приводит к повреждению проводов в местах выхода их из зажимов, вследствие чего рекомендуется в этих местах усиливать крепление проводов и при осмотрах тщательно проверять их состояние. Для предотвращения таких изломов на линиях ДПР применяют рессорное крепление проводов (рис. 12.7.3); на ветровых участках железной дороги на рессорном тросе устанавливают по три зажима; на линиях продольного электроснабжения выполняют двойное крепление с подвязкой дополнительного отрезка провода (рессоры).

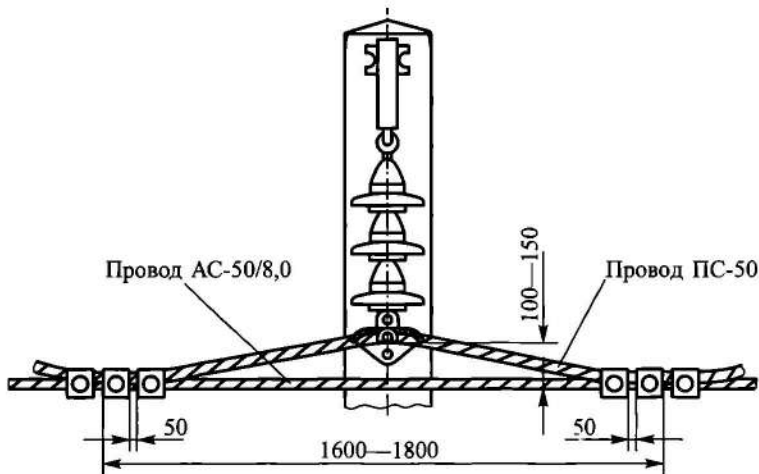


Рис. 12.7.3. Рессорное крепление проводов линии ДПР

12.8. Пережоги контактных проводов и меры по их предотвращению

Пережоги контактных проводов — один из наиболее часто встречающихся серьезных видов повреждения контактной сети, вызывающих большие сбои в движении поездов. Подавляющее число пережогов происходит при их взаимодействии с токоприемниками ЭПС. Поэтому предотвращение пережогов должно осуществляться совместными усилиями персонала дистанций электроснабжения и локомотивных депо.

Пережоги контактных проводов в местах секционирования контактной сети (на изолирующих сопряжениях) происходят обычно при перекрытии ползком токоприемника проводов с разными потенциалами — провода, находящегося под рабочим напряжением, и провода, имеющего пониженный потенциал или обесточенного. При перекрытии таких проводов между ними и ползком токоприемника возникает электрическая дуга, ток которой в большинстве случаев недостаточен для срабатывания защиты на тяговых подстанциях или постах секционирования. В этих случаях происходят пережоги сходящей ветви контактного провода в зоне отрыва от него полза токоприемника. Такие пережоги возможны в случае перекрытия изолирующего сопряжения двух анкерных участков, один из которых находится под рабочим напряжением, а второй по каким-либо причинам заземлен. При недостаточном быстродей-

ствии защиты от коротких замыканий пережог происходит в момент соприкосновения полоза токоприемника с заземленным контактным проводом. Аналогичные процессы могут возникать и при проходах токоприемника через секционные изоляторы.

Для предотвращения пережогов контактных проводов на нормально открытых изолирующих сопряжениях применяют защитные стальные полосы (см. рис. 6.2.7), охватывающие провод сходящей ветви в зоне отрыва от нее полоза токоприемника. В поддерживающие струны в месте установки стальных полос включают орешковые изоляторы. Одновременно увеличивают расстояние между ветвями изолирующего сопряжения до 550 мм.

На участках постоянного тока перед изолирующими сопряжениями анкерных участков с нормально отключенными продольными разъединителями устанавливают сигнальный указатель «Опустить токоприемник» (см. рис. 6.2.6, а). В случае снятия напряжения с контактной сети, примыкающей к сопряжению, происходит автоматическое включение мигающих огней сигнального указателя. Машинист локомотива обязан опустить токоприемник и так проследовать изолирующее сопряжение до сигнального указателя «Поднять токоприемник» (см. рис. 6.2.6, б). Остановка с поднятым токоприемником в местах секционирования недопустима, так как это приводит к пережогу проводов из-за того, что при наличии двух ветвей провода на различной высоте плотность контакта полоза с проводами недостаточна. Даже в случае незначительного тока для вспомогательных машин или от перетока через полз токоприемника, а также при трогании из-за значительного нагрева провода происходит его разрыв. Эти места обозначают чередующимися черными и тремя белыми полосами на переходных опорах (рис. 12.8.1).

На участках постоянного тока применяют схемы с мгновенным повторным включением быстродействующих выключателей, установленных на постах секционирования и на тяговых подстанциях. Это во многих случаях может предотвратить возникновение электрической дуги при замыкании ползком токоприемника секций контактной сети с разными потенциалами.

Пережоги контактных проводов вне мест секционирования происходят в основном в зимнее время из-за наличия на проводах контактной сети и токоприемниках гололеда и изморози и недостаточного нажатия токоприемника из-за замерзания смазки в шарнирах.

Излишнее количество на ползках токоприемников сухой графитовой смазки, имеющей низкую проводимость, также может привести к пережогам контактного провода при больших токовых нагрузках. Опасно

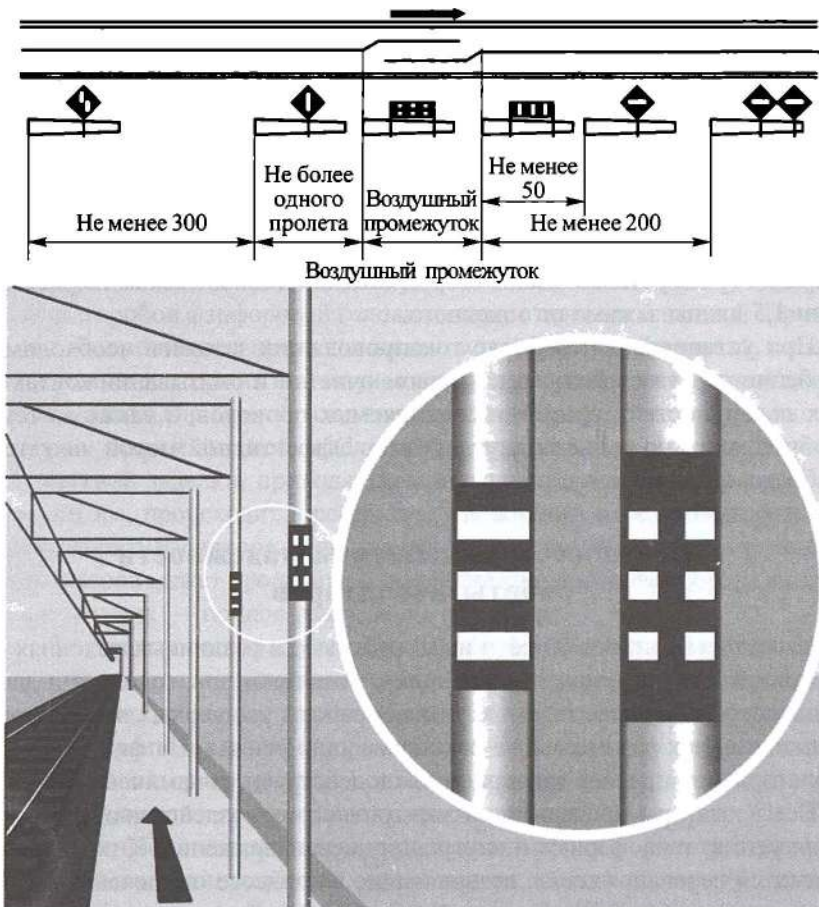


Рис. 12.8.1. Схема установки сигнальных знаков «Подготовиться к опусканию токоприемника», «Опустить токоприемник», «Поднять токоприемник»

также попадание песка на ползвы токоприемников при экипировке электровозов, особенно там, где это совмещается с нанесением на ползвы графитовой смазки.

Большое число пережогов контактного провода происходит при подъеме или опускании токоприемника под нагрузкой и подъеме его во время короткого замыкания в высоковольтных цепях подвижного состава. Для предотвращения таких случаев в цепи управления локомотивов введена блокировка, обеспечивающая принудительное отключение всех силовых

и вспомогательных цепей раньше, чем токоприемник оторвется от контактного провода.

Пережоги неконтактных проводов могут происходить в случае повышенного нагрева питающих, соединительных и переходных зажимов, возникающего при больших токах. Поэтому на наиболее загруженных питающих линиях постоянного тока и продольных электрических соединителях, связанных с ними, монтируют дополнительные перемычки, шунтирующие зажимы присоединения проводов к несущему тросу. На несущем тросе устанавливают второй соединительный зажим на расстоянии 1,5 длины зажима от основного.

При установке и переборке токопроводящих зажимов необходимо особенно строго следить за качеством очистки и смазывания контактных поверхностей зажимов и соединяемых проводов, а также за тем, чтобы правильно были затянуты болты. Эффективной мерой является безболтовое соединение проводов.

12.9. Способы повышения надежности работы изоляторов

Изоляторы контактной сети и ВЛ работают в различных условиях и воспринимают нагрузки от натяжения и веса проводов, гололеда и давления ветра. Наиболее тяжелые условия работы у анкерных изоляторов, испытывающих значительные растягивающие усилия. На фиксаторные изоляторы при проходе токоприемников действуют динамические силы.

Все изоляторы подвергаются электрическому воздействию рабочего напряжения, атмосферных и внутренних перенапряжений. К последним относятся перенапряжения, возникающие в процессе отключений токов коротких замыканий на контактной сети: 10—11 кВ при постоянном токе и примерно 100 кВ при переменном. Наибольшие воздействия на изоляцию оказывают атмосферные перенапряжения, возникающие в случае прямых попаданий молнии в провода. Эти перенапряжения значительно превышают импульсную прочность изоляции и приводят к перекрытию изоляторов, что вызывает снятие напряжения с контактной сети и ВЛ.

В процессе эксплуатации изоляторы загрязняются, что приводит к изменению их разрядных характеристик. Уже в первые годы эксплуатации электрическая прочность изоляторов снижается на 10—15 %, а на участках со смешанной тягой еще больше. Ухудшению разрядных характеристик способствует осаждение на поверхности изоляторов цемента, пыли, продуктов уноса от химических и металлургических заводов, ми-

неральных удобрений, морской соли. В случае увлажнения изоляторов, покрытых минеральными удобрениями или морской солью в количестве $0,15—0,2 \text{ мг/см}^2$, на участках переменного тока происходит перекрытие даже гирлянды из четырех изоляторов.

Если происходят резкие изменения температуры воздуха, то в результате появления механических напряжений в изоляторе из-за различных коэффициентов линейного расширения фарфора, металла и цемента возможно образование в нем трещин, что ведет к пробое. Причинами повреждения тарельчатых изоляторов наиболее часто являются электрические пробои фарфоровой головки между стержнем и шапкой. При этом обычно происходит прожог шапки, откол фарфоровой тарелки, оплавление шапки и стержня или полное разрушение всего изолятора. Радиальные трещины на тарелке изолятора свидетельствуют о коррозии его стержня внутри цементной заделки. Электрическая коррозия стержня вне цементной заделки, приводящая к снижению механической прочности изолятора, происходит в результате утечки тока через поверхность загрязненного изолятора. При электрических повреждениях стержневых изоляторов может произойти оплавление глазури на фарфоре, а в отдельных случаях — полное разрушение изолятора.

Одним из основных условий надежной и длительной работы изоляторов является их правильное хранение и транспортировка. Хранят изоляторы под навесом, уложенными в ящики, или на стеллажи рядами, отделенными деревянными решетками. При перевозке необходимо оберегать изоляторы от ударов. Большое значение для исключения повреждений имеет своевременная очистка или обмыв изоляторов. Для обмыва применяют специальные вагоны совместно с цистернами. Струя воды, подаваемая брандспойтами, прерывистая, что позволяет производить обмыв без снятия напряжения с контактной сети.

Изоляторы, работающие в условиях повышенного загрязнения, покрывают пастами, что увеличивает период времени между очистками изоляторов и облегчает процесс очистки.

Стержневые изоляторы (фиксаторные и консольные) могут разрушиться под действием ударов по ним и сопрягаемым с ними частям. Очень важно обеспечить такую регулировку подвески, чтобы не происходил даже скользящий удар полозов токоприемников по фиксаторам, и постоянно принимать меры, направленные на предотвращение ударов по изоляторам и сопрягаемым с ними частям. Нельзя допускать защемление стержневых изоляторов в ушках с сопрягаемыми конструкциями, так как это вызывает перенапряжения в фарфоре и возникновение трещин.

12.10. Коррозия устройств контактной сети и меры по ее предотвращению

Причины, вызывающие коррозию подземных частей опор и фундаментов, а также металлических элементов контактной сети и подземных сооружений, не находящихся под напряжением, различны.

Почвенная коррозия — процесс разрушения цементного камня опор и фундаментов, вызванных воздействием влажного грунта, агрессивно-го по отношению к бетону.

Атмосферная коррозия — процесс ржавления металла при воздействии воды и кислорода. Такая коррозия особенно опасна для металлических опор. Объем ржавчины в 3—4 раза больше объема чистого металла, подвергшегося коррозии. Если началась коррозия металла в железобетонных конструкциях, то по мере увеличения слоя ржавчины на бетон начинают действовать изнутри растягивающие усилия, что приводит к появлению и расширению трещин.

Электрическая коррозия — процесс уноса металла арматуры или других металлических элементов, интенсивность которого зависит от плотности тока утечки с арматуры в бетон. На участках постоянного тока такая коррозия представляет основную опасность, так как вызывает наибольшие разрушения анкерных болтов, а также арматуры опор и фундаментов. На участках переменного тока электрическая коррозия практически отсутствует.

Когда ток проходит по тяговым рельсовым цепям, используемым в качестве обратного провода, между любыми точками рельсовой цепи создается разность потенциалов. При положительной полярности контактной сети в точке нахождения локомотива рельсы получают положительный потенциал относительно земли. Если металлические опоры и металлические конструкции на железобетонных опорах заземлены без защитных устройств (наглухо) или неисправны искровые промежутки, создается электрическая цепь для стекания тока с рельсов через фундаментную часть опоры в землю. При наличии оттяжек и нарушении их изоляции появляется дополнительная параллельная цепь для стекания тока через оттяжку и анкер. При этом увеличивается утечка токов с рельсов в землю и уменьшается переходное сопротивление рельсовой цепи. Значение стекающего тока зависит от разности потенциалов между рельсами и опорой, а также от сопротивления цепи тока рельс—опора—грунт. Плотность тока, стекающего с поверхности арматуры, не должна превышать $0,6 \text{ А/дм}^2$. Большой ток утечки опасен, так как приводит к усиленной электрической коррозии.

Для защиты от почвенной коррозии повышают плотность бетона, увеличивают его защитный слой и наносят на подземные части опор и фундаментов гидроизоляцию. Атмосферную коррозию можно существенно снизить, своевременно окрашивая все металлические элементы масляной краской, а для защиты арматуры железобетонных опор при появлении трещин необходима специальная окраска таких опор и заделка трещин защитным покрытием.

Наиболее трудно обеспечить защиту от электрической коррозии. В процессе эксплуатации принимают меры по снижению потенциалов рельсовых цепей и ограничению токов, стекающих с рельсов в землю через заземляющие провода, арматуру опор и фундаментов. Для ограничения тока необходимо разорвать цепь стекания или увеличить сопротивление этой цепи, что достигается установкой искровых промежутков или диодов в заземления. С этой же целью металлические опоры изолируют от анкерных болтов, между опорой и контактной сетью монтируют нейтральные вставки, заземляя на рельс только эти вставки. Анкерные болты от металлических опор изолируют, используя текстолитовые или полимерные прокладки и втулки; могут быть применены другие изоляционные материалы — фибра, битум и т.д. Конструкции изоляции опор приводятся в типовых проектах, но в каждом отдельном случае необходимо учитывать конкретное устройство и состояние опоры с фундаментом.

В общедоступных местах и на искусственных сооружениях, где по условиям безопасности нельзя разрывать цепь заземления, между контактной сетью и опорным устройством устраивают нейтральную вставку, которую и заземляют на рельс. Заземляющий провод изолируют от опоры (рис. 12.10.1), устанавливая деревянные бруски, пропитанные трансформаторным маслом или олифой.

Для опор с роговыми разрядниками или ОПН применяют следующую конструкцию заземления: арматуру крепления контактной сети и опору заземляют на рельс одним заземлением через искровой промежуток, а заземленный рог разрядника изолируют от опорной конструкции и присоединяют к рельсу глухим

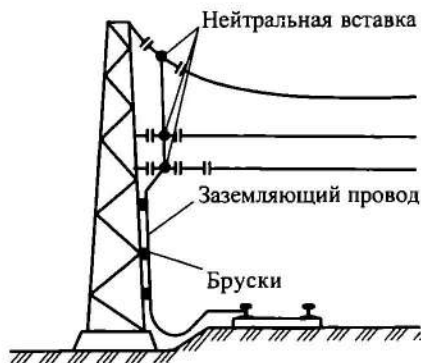


Рис. 12.10.1. Гибкая поперечина с изолированным заземлением

заземлением, изолированным от опоры. В зависимости от конструкции разрядника для изоляции рога применяют фарфоровые изоляторы, полиэтиленовые трубки, текстолитовые прокладки и т.п. На опорах с секционными разъединителями изолируют раму и привод разъединителя от опоры, для чего используют текстолитовые бруски или фибру; привод заземляют проводом, изолированным от опоры, непосредственно на рельс без искрового промежутка.

Ремонт надземной части должен заключаться в заделке трещин, отколов, выбоин, раковин. Для проведения этих работ применяют составы, приготовленные по одному из рецептов, приведенных в табл. 12.10.1.

Таблица 12.10.1

Рецепты составов для ремонта надземной части опор и фундаментов

Номер рецепта (состава)	Наименование составляющих	Число частей массы составляющего при заделке		Срок годности состава, ч	Температура воздуха при применении состава, °С
		1—5 мм трещин в бетоне раскрытием	до 1 мм		
		Рецепт а	Рецепт б		
1	Поливинилацетатная эмульсия ПВАЭ	3	3	1—1,5	5—35
	Портландцемент марки 500	10	10		
	Песок	—	—		
	Вода	1	3,5		
2	Эпоксидная смола ЭД-16 или ЭД-20	100	100	1—1,5	5—35
	Отвердитель — полиэтиленполиамин	12	12		
	Пластификатор — дубитилфталат	—	6—10		
	Полиэфирная смола МГР-9	15	—		
	Портландцемент марки 500	100	—		
	Ацетон	5	—		
3	Эпоксидная грунтовка ЭП-00-10	100	—	1—1,5	5—35
	Отвердитель № 1 (50%-й раствор гексаметилена в спирте)	8,5	—		
	Портландцемент марки 500	100	—		

Составы готовятся в количестве, необходимом для работы в течение сроков годности, причем для составов на основе эпоксидных смол срок годности считается с момента введения отвердителя.

Для приготовления полимерцементного раствора по рецепту № 1а необходимо: отвесить или отмерить цемент, ПВАЭ (поливинилацетатная эмульсия), песок, воду; смешать ПВАЭ с водой; смешать цемент с песком; в смесь цемента с песком добавить раствор ПВАЭ и тщательно перемешать до получения однородной пластичной массы. Масса воды, указанная в рецепте, уточняется пробными замесами.

Перед нанесением ремонтного состава поверхность опоры в местах ремонта тщательно очищают от грязи и пыли. Затем подготовленную поверхность смачивают раствором ПВАЭ (одна часть массы ПВАЭ на пять частей массы воды). На смоченную поверхность наносится полимерный раствор и заглаживается.

Для заделки трещин с шириной раскрытия до 1 мм должен применяться один из следующих составов:

Полимерцементное тесто (рецепт № 1б) или эпоксидцементный состав (рецепт № 2б).

При применении состава по рецепту № 2а и 2б на основе эпоксидных смол ЭД-16 или ЭД-20 предварительно смешивают эпоксидную смолу и пластификатор. Смесь хранится неограниченное время. Перед применением в нее вводят отвердитель и ацетон. После перемешивания добавляют цемент и все снова перемешивают до получения однородной темной массы. Состав наносится путем втирания шпателем в трещины.

Ремонт фундаментов необходимо выполнять также с применением полимерцементных и эпоксидцементных составов. При небольших повреждениях (трещины раскрытием до 1 мм) необходимо использовать полимерцементный состав № 1б, для более крупных повреждений (отколы, раковины, трещины раскрытием 1—5 мм) — полимерцементные составы 1а или эпоксидцементный состав № 2а и 3. Технология нанесения этих составов на тело фундамента такая же, как и при ремонте опор.

12.11. Осмотр контактной сети и воздушных линий

Техническое обслуживание контактной сети и ВЛ заключается в проведении периодических осмотров и замеров, устранении выявленных неисправностей, которые могут привести к нарушению нормальной работы устройств, непосредственно после осмотра. Неисправности, с ко-

торыми допустима работа устройств, устраняют при текущем или капитальном ремонте.

Состав и периодичность работ установлены Правилами устройства и технической эксплуатации контактной сети (ПУТЭКС), а объем и последовательность выполнения работ, нормы времени — технологическими картами.

При ежемесячных обходах тщательно осматривают невооруженным глазом и в бинокль все провода и детали контактной сети. Особое внимание обращают на места сопряжений анкерных участков, воздушные стрелки, фиксаторы и другие ответственные места, связанные с токоъемом. При пропуске ЭПС наблюдают за токоприемниками. Особенно внимательно осматривают контактную сеть в тех местах, где проводились работы по ее ремонту, ремонту пути, при которых могло быть нарушено нормальное состояние сети. На опорных устройствах проверяют целостность заземлений, окраску и состояние бетона, убеждаются в отсутствии заедания в блоках компенсаторов, трения блоков об опору и между собой.

При осмотре ВЛ проверяют расстояние от проводов до земли, убеждаются в отсутствии течи масла из линейных трансформаторов, касания ветвей деревьев с проводами ВЛ и опасности падения деревьев на провода.

Если при осмотре возникают подозрения в наличии какого-либо дефекта, этот узел дополнительно осматривает ремонтная бригада.

При ежегодном комиссионном осмотре проверяют правильность выполнения работ по усилению устройств контактной сети и намечают объем работ капитального и текущего ремонтов. По результатам осмотра составляют план устранения выявленных неисправностей с указанием сроков выполнения. В случае выявления неисправностей, угрожающих безопасности или бесперебойности движения ЭПС меры для их устранения принимают немедленно. При объездах с осмотром контактной сети из передней кабины электровоза или электропоезда наблюдают за ее состоянием и состоянием других устройств, расположенных вблизи проводов контактной сети. Эти объезды совершают не реже одного раза в месяц, обращая внимание на состояние и правильность расположения струн, наклон фиксаторов, состояние изоляторов и т.д.

Во время внеочередных целевых объездов (в зависимости от климатических условий) особое внимание обращают: при высокой температуре — на положение грузов компенсаторов относительно земли или фундамента, взаимное расположение фиксаторов на стрелках и сопряжениях, на стрелы провеса усиливающих проводов и других ВЛ; при

сильных морозах — на стрелы провеса проводов, на расстояния между контактными проводом и фиксатором или нижним фиксирующим тросом, от грузов компенсаторов до неподвижного блока, от токоведущих частей до заземленных конструкций. После ливней осматривают грунт вблизи опор, после грозы — разрядники, изоляторы и т.д.

Качество токосъема проверяют, наблюдая за токосъемом из специальных смотровых вышек, установленных на крышах вагонов для испытания контактной сети, из кабины автотрисы АРВ-1, второго электровагона или с помощью специального зеркального перископа из кабины машиниста. В процессе проверки токосъема выявляют неисправности контактной сети, вызывающие ухудшение условий прохода токоприемников (искрение, подбои, увеличенные отклонения контактного провода от оси токоприемника и недостаточные расстояния от контактного провода до расположенных над ними элементов контактной сети).

Осенью проверяют взаимодействие контактной сети и токоприемника увеличенным нажатием полозов (до 20—23 кгс). Увеличение нажатия достигается регулировкой пружин, введением дополнительной пружины или одновременным использованием двух токоприемников вагона для испытания контактной сети. Обращают внимание на поджатие контактного провода к элементам контактной сети, находящихся над ним (отбойникам под мостами, перекрывающим стержням фиксаторов, фиксирующим тросам и ветвям провода, отходящим на анкеровку).

Производят осмотр приводов и пультов дистанционного управления разъединителями. Работники ЭЧК совместно с представителями обслуживаемых организаций периодически осматривают электротяговую рельсовую сеть и переходы ВЛ через контактную подвеску.

В депо и в пунктах технического осмотра локомотивов электромонтеры контактной сети выборочно проверяют токоприемники. При этом обращают внимание на состояние и качество стыков контактных пластин и шурупов, их износ, наличие смазки на полозах; убеждаются в отсутствии на угольных вставках сколов, пропилов и выкрашиваний. Проверяют угол наклона концов полозов, запилровку краев контактных пластин, состояние шарниров, рам механизма подъема, а также снимают характеристики токоприемников (нажатие при подъеме и опускании).

На станциях стыкования осматривают оборудование пунктов группировки. При этом контролируют подогрев приводов в зимнее время, проверяют переключатели на отключение и включение, их приводы, блоки управления и контроля. Замеряют ток, потребляемый двигателями переключателей пунктов группировки, который должен быть не более 2,5 А.

12.12. Балльная оценка состояния контактной сети

Оценку состояния контактной сети по балльной системе, проверку условий прохода токоприемника с записью зигзагов, выносов и высот контактного провода производят ежеквартально, используя специальные вагоны для испытания контактной сети, оборудованные токоприемниками, смотровой вышкой и специальной регистрирующей аппаратурой. При объезде с вагоном-лабораторией из смотровой кабины осматривают и оценивают состояние отдельных узлов, обращая внимание на наиболее ответственные из них — фиксаторы, сопряжения, компенсаторы и т.п.

Сравнивая результаты фактических данных измерений с параметрами, установленными нормативным журналом, дают оценку состояния контактной сети. Отступления от нормативов оценивают штрафными баллами по специальной шкале (табл. 12.12.1). При повторении отклонения от нормативов в одном и том же месте количество баллов удваивается.

Таблица 12.12.1

Показатели	Отклонения от нормального состояния	Количество штрафных баллов
1	2	3
Зигзаг контактного провода в точках фиксации и вынос в середине пролета кривого участка пути, на сопряжении и воздушной стрелке, см	От -16 до -20	50
	От +16 до +20	100
	Более -20	100
	Более +20	200
Абсолютное значение зигзага и выноса, см	Более 50	200
Односторонний зигзаг у соседних опор на прямом участке, не предусмотренный нормой	Один пролет	100
Разность в высоте положения контактного провода под фиксатором у соседних опор, см	От 11 до 15	10
	От 16 до 20	50
	Более 20	200
Уклон контактного провода при подходах к искусственным сооружениям более предусмотренного Правилами Высота положения контактного провода над головкой рельса больше или меньше норм, установленных Правилами	Один уклон	200
Неудовлетворительный проход токоприемника: под зажимами всех типов на воздушных стрелках и секционных изоляторах	Один удар	100
		200

1	2	3
Уменьшенное расстояние от рабочего контактного провода до провода, отходящего на анкеровку, до элементов фиксатора, троса фиксирующей оттяжки, нижнего фиксирующего троса, анкерочной ветви другого пути, регистрируемое датчиком длиной 80 мм	Одна регистрация	200
Визуально заметное уменьшение расстояния по вертикали между основным стержнем фиксатора или нижним фиксирующим тросом и контактным проводом или неправильный наклон фиксатора	Один фиксатор	200
Разбитый изолятор	Один изолятор	50
Брак в работе контактной сети за квартал	Один брак	300
Особый случай брака в работе контактной сети за квартал	Один брак	600
Прочее повреждение контактной сети за квартал, приведшее к задержкам поездов	Одно повреждение	200

Визуально отклонения от нормативов по проверяемому пути фиксируются по замечаниям работника вагона для испытания контактной сети совместно с начальником дистанции электроснабжения или его заместителя при объезде контактной сети.

Разделив общее количество штрафных баллов на число проверенных километров, получают оценку состояния контактной сети.

12.13. Измерение параметров контактной сети

Положение контактного провода. Зигзаги b , выносы относительно оси токоприемника и высоту H подвески контактного провода над УГР измеряют у опор, в середине пролета, а также под искусственными сооружениями различными способами.

Измерение изолирующей штангой с земли. На прямом участке пути изолирующую штангу с земли завешивают вертикально на контактный провод. Шаблон устанавливают на головки рельсов таким образом, чтобы нулевое деление на шкале шаблона совпадало с осью пути. В месте пересечения шкалы шаблона с осью изолирующей штанги измеряют зигзаг и вынос контактного провода. Высоту подвески провода до УГР определяют по измерительной линейке на изолирующей штанге. На кривом участке пути зигзаг и вынос контактного провода определяют как

$$b = 4h \pm l, \quad (12.13.1)$$

где h — возвышение наружного рельса; l — расстояние от оси пути до изолирующей штанги.

В формуле знак «+» используется при расположении изолирующей штанги между осью пути и наружным рельсом, знак «-» при расположении ее между осью пути и внутренним рельсом. Возвышение h наружного рельса определяют по уровню, установленному на путевом шаблоне. Точность замеров снижается при наличии ветра и раскачивании проводов.

Измерение зеркальным прибором с шаблоном. Для замера зигзага или выноса контактного провода шаблон устанавливают перпендикулярно к оси пути на головки рельсов. До начала измерения необходимо проверить состояние изоляции на шаблоне и в процессе измерений не допускать шунтирования им рельсовых цепей. Зеркальный прибор передвигают по шаблону до совмещения отражения контактного провода и нити со средней риски на зеркале прибора. Зигзаг отсчитывают по шкале справа от зеркального прибора. Чтобы определить высоту подвески контактного провода от УГР, выполняют два замера: первый — аналогично замеру зигзага или выноса контактного провода; при втором — зеркальный прибор по шаблону сдвигают вправо или влево до совмещения отражения контактного провода и нити с крайней риски на зеркале прибора. Расстояние B по шкале на шаблоне между двумя замерами умножают на 10 и прибавляют высоту шаблона 30 мм:

$$H = 10B + 30 \text{ мм.} \quad (12.13.2)$$

При измерении нужно следить, чтобы шаблон не прогибался. Точность измерения зависит от состояния зеркального прибора и шаблона.

Измерение приспособлением из угольника и деревянного шаблона с разметкой. Для измерения зигзага и выноса контактного провода шаблон устанавливают на обе головки рельсов так, чтобы упор плотно прилегал к внутренней грани головки рельса. Прогиб шаблона не допускается. Угольник с зеркалом и с регулировочным винтом устанавливают перпендикулярно на шаблон. При этом риска на зеркале вдоль оси пути должна отстоять от грани угольника на такое же расстояние, как и головка винта. Передвигая угольник по шаблону до совмещения отражения контактного провода с риской на зеркале и концом регулировочного винта, производят измерения величины зигзага (выноса) на шаблоне под риской зеркала независимо от возвышения наружного рельса.

При проведении работ на контактной сети класса КС-200 и КС-160 применяют: измерители с лазерными источниками излучения и устройства для измерения отметки уровней головок рельсов УГР-1 на опорах контактной сети и на других конструкциях, расположенных вдоль железной дороги на расстоянии до 6 м от оси пути, а также для измерения величины возвышения одного рельса над другим.

Измерение высоты сечения провода. Высоту оставшегося сечения контактного провода измеряют универсальным микрометром, комплектом измерительных скоб или индикаторным прибором с точностью до 0,01 мм. Результаты замеров заносят в Книгу состояния контактного провода (форма ЭУ-85), где указывают дату замеров, номера опор, номера струн по счету километров и т.д. При двух контактных проводах записи замера ведут дробью: в числителе — левого, в знаменателе — правого провода относительно счета километров независимо от номера пути и направления движения поездов по нему. Значение высоты сечения 8 мм и ниже записывают красными чернилами.

Высоту сечения контактного провода измеряют у каждого фиксирующего зажима, в середине пролета, у питающих и стыковых зажимов, а также в точках с повышенным местным износом провода. В том случае, когда сделаны замеры с каждой стороны от зажима (всех типов), записывают меньшее значение высоты сечения провода. При шахматном расположении звеньевых струн измерения выполняют у зажима одного провода и рядом, в середине межструнового пролета второго провода. На отходящих нерабочих ветвях сопряжений анкерных участков высоту сечения провода не проверяют.

Определение износа контактного провода. На основании замеров отдельно для каждого анкерного участка определяют среднее арифметическое значение высоты $h_{\text{ср}}$ сечения контактного провода:

$$h_{\text{ср}} = \Sigma h/n, \quad (12.13.3)$$

где n — число замеров.

При этом замеры на вставках не учитывают. В случае двух контактных проводов подсчет ведут для левого и правого проводов. По среднему значению высоты провода, пользуясь таблицей износа для данной марки контактного провода (см. ПУТЭКС табл. 2.4.1), определяют среднюю площадь ΔS изношенной части каждого провода анкерного участка. При двух контактных проводах среднюю площадь изношенной части определяют как сумму площадей износа левого и правого проводов. По результатам измерений определяют участки провода, из-

нос которых превышает допустимые пределы. Такие участки подлежат обязательной замене.

Проверка натяжения контактных проводов. Натяжение T изношенных контактных проводов должно составлять для проводов: МФ-150 — 1500 кгс, БрФ-100 и БрФО-100 — 1300 кгс, МФ-100 и МФО-100 — 1000 кгс, МФ-85 — 850 кгс. По мере износа контактного провода натяжение снижают, чтобы не допустить обрыва. Необходимое натяжение определяют по наибольшему местному износу провода. Например, для контактного провода МФ-100 при минимальной высоте провода $h = 9,6$ мм, что соответствует $\Delta S = 15$ мм², натяжение провода в анкерном участке должно быть уменьшено с 1000 до 900 кг. Аналогично для других марок проводов можно определить номинальное натяжение при износе проводов.

Например, снятие одного железобетонного блока массой 25 кг уменьшает натяжение контактного провода на 50 кг при двухблочном и на 100 кгс при трехблочном компенсаторе. Натяжение контактного провода увеличивается от воздействий фиксаторов на кривых и от наклона звеньевых струн.

Проверка габаритов, положения опор и высоты подвески проводов. Работники ЭЧК периодически измеряют расстояния от оси пути до грани опор, высоту подвеса проводов контактной сети и ВЛ, сопровождают негабаритные грузы по железной дороге, следят за соблюдением габаритов подвижного состава (см. рис. 8.1.1) и габарита погрузки на аварийно-восстановительных средствах.

Габарит погрузки груза — предельное поперечное очертание груза, погруженного на открытый подвижной состав. Перевозимые подвижным составом грузы могут иметь в вертикальной плоскости боковую и верхнюю негабаритность. Грузы, выходящие за пределы очертаний зон или имеющие высоту более 5300 мм, относятся к сверхнегабаритным. При пропуске негабаритных грузов необходимо следить за состоянием контактной подвески.

Высоту подвески проводов ВЛ измеряют при максимальной стреле провеса F : в пролете — от нижней точки провода до земли; при пересечении с автомобильной дорогой — до поверхности ее проезжей части; при пересечении с железной дорогой — до уровня головки рельсов.

Проверка положения опор. На прямом участке пути измеряют расстояние L от оси пути до внутреннего края опоры или грани фундамента. Измерения выполняют неметаллической рулеткой длиной до 10 м или шаблоном. Рекомендуется измерять это расстояние от внутренней грани

головки крайнего рельса до внутреннего края опоры (фундамента), начиная с деления на рулетке 760 мм.

Опоры, фундаменты и оттяжки, расположенные в местах погрузки-выгрузки грузов и вблизи автомобильной дороги, должны иметь защитные ограждения.

На кривых участках пути горизонтальное расстояние G от оси пути до внутренней грани опоры контактной сети или ВЛ увеличивают, например, на кривом участке пути с радиусом 800 м опора контактной сети или ВЛ, установленная с наружной стороны кривой, должна находиться от оси пути на расстоянии $G + a$, т.е. на расстоянии 3145 мм (3100 + 45). Опора контактной сети или ВЛ, установленная с внутренней стороны кривой, при возвышении наружного рельса 40 мм должна находиться от оси на расстоянии $G + b$, т.е. не менее 3200 мм.

Проверка положения опор и габарита проводов на переезде. Опоры контактной сети или фундаменты оттяжек, установленные с двух сторон от железнодорожного переезда, должны находиться на расстоянии, обеспечивающем предотвращение случайного механического повреждения их транспортным средством. Это расстояние по ходу поезда от края переезда до опор или фундаментов оттяжек, установленных вдоль главных путей на перегоне или станции, должно быть не менее 25 м. Во всех остальных случаях это расстояние должно быть не менее 5 м. Указанные расстояния измеряют неметаллической рулеткой от края опоры или фундамента оттяжки вдоль оси пути до края переезда (проезжей части дороги) (см. рис. 4.2.7). На переездах проверяют высоту от контактного провода, троса группового заземления, волновода, проводов ВЛ до поверхности проезжей части дороги; при этом обращают внимание на наличие и состояние запрещающих знаков «Ограничение высоты».

Движение по переезду транспортных средств при их высоте более 4,5 м допускается под наблюдением представителей дистанций пути и электроснабжения.

12.14. Дефектировка изоляторов

При осмотре проверяют число и типы изоляторов в элементах контактной сети и ВЛ. Характерные неисправности всех типов изоляторов рассмотрены в п. 3.3 Изоляторы и изолирующие вставки.

Изоляция контактной сети переменного тока выбирается в зависимости от степени загрязнения атмосферы и длины пути утечки на изоля-

ции. Количество тарельчатых изоляторов в поддерживающих и врезных гирляндах должно быть на участках переменного тока не менее четырех, на участках постоянного — не менее двух тарельчатых подвесных изоляторов с суммарной длиной пути утечки тока не менее 500 мм. В анкеровках проводов число тарельчатых изоляторов должно быть на единицу больше, чем в поддерживающих гирляндах.

На контактной сети постоянного тока широкое применение нашли тарельчатые стеклянные изоляторы. В зонах промышленных загрязнений применение стеклянных изоляторов не рекомендуется.

Проверка изоляторов. Фарфоровые тарельчатые и многоэлементные (сборные) изоляторы подвергают электрическим испытаниям и измерениям. Электрическим испытаниям, измерениям и маркировке не подвергаются стеклянные, полимерные и стержневые фарфоровые изоляторы. Фарфоровые тарельчатые изоляторы в гирлянде из двух и более изоляторов проверяют без их демонтажа поочередно: первым — изолятор со стороны контактной сети, вторым — со стороны заземленных конструкций и затем средние изоляторы. Результаты проверки регистрируют. На линиях постоянного тока для проверки изоляторов используют измерительную штангу. Измерение проводят при наличии напряжения в контактной сети. До начала работ проверяют исправность измерительного прибора штанги, например на изоляторах фиксатора, путем одновременного касания щупами токоведущих и заземленных частей. На исправной измерительной штанге стрелка прибора уходит за предельную красную отметку и одновременно загорается неоновая лампа. На период проверки изоляторов искровой промежуток в цепи заземления опоры шунтируют. Во время измерений измерительную штангу необходимо держать не выше ограничительного кольца. Изолирующие части штанги нельзя приближать к частям контактной сети и заземленным конструкциям, чтобы исключить возможность шунтирования гирлянды изоляторов. Изоляторы, имеющие сопротивление изоляции 300 МОм и менее и ток утечки 10 мкА и более, считаются дефектными. В этом случае стрелка измерительного прибора уходит за красную метку и загорается неоновая лампа. Изоляторы считаются годными, если стрелка измерительного прибора отклоняется до красной метки и лампа не загорается. При обнаружении дефектного изолятора в гирлянде проверку прекращают до его замены.

На линиях переменного тока изоляторы проверяют универсальной измерительной штангой ШИ-35/110 кВ, оборудованной специальной головкой. Цифры на рис. 12.14.1 слева указывают последовательность

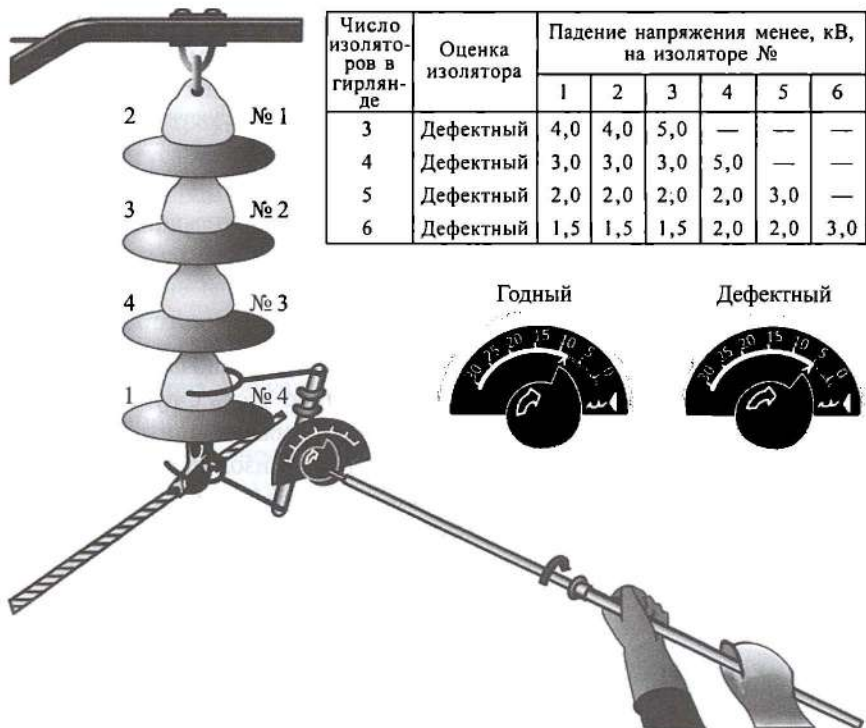


Рис. 12.14.1. Проверка изоляторов измерительной штангой ШИ-35/110

проверки изолятора в гирлянде. Для измерения напряжения вилкообразным захватом головки штанги прикасаются к проверяемому изолятору и вращают рукоятку штанги по часовой стрелке, сближая электроды на головке штанги до пробоя воздушного промежутка, который сопровождается появлением видимых разрядов между электродами. По положению стрелки указателя на головке штанги в момент пробоя воздушного промежутка определяют напряжение, которое приходится на испытуемый изолятор, и по таблице на рис. 12.14.1 устанавливают его годность.

При обнаружении дефектного изолятора измерения прекращают до его замены.

Измерительная штанга ШДИ-27,5 на контактной сети переменного тока напряжением 25 кВ предназначена для дефектировки фарфоровых тарельчатых подвесных, врезных, анкерных и других изоляторов в гирляндах на контактной сети.

Технические данные штанги

Класс напряжения, кВ	25,0
Предельное допустимое минимальное напряжение, кВ	10
Угол наклона головки относительно оси штанги, град	0—45
Расстояние между щупами, мм	180
Длина штанги, мм	3308
Длина штанги без промежуточного звена, мм	2298
Длина рукоятки, мм	610
Масса штанги, общая, кг	2,6
Срок службы не менее, лет	15
Срок службы измерительного прибора, лет	10

Измерительная штанга ШДИ-27,5 (рис. 12.14.2) включает три части: головку, измерительный прибор и изолирующую часть с рукояткой. На головке установлены два щупа с насечками, которыми шунтируют проверяемый изолятор в гирлянде от трех до шести изоляторов. В трубке головки находится плата, на которой собраны соединенные последовательно резисторы, являющиеся добавочным сопротивлением к измерительному прибору, и диоды. Изолирующая часть собирается из двух или трех звеньев.

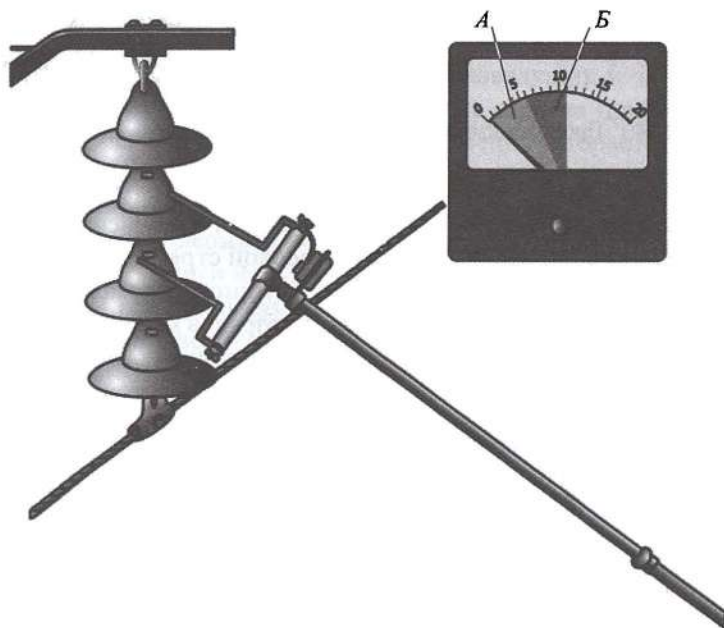


Рис. 12.14.2. Измерительная штанга ШДИ-25

На головке закреплен измерительный прибор для оценки состояния диагностируемых изоляторов. На приборе выделены цветом две зоны: зона «А» — для гирлянд из пяти-шести изоляторов и зона «Б» — для гирлянд из трех-четырех изоляторов. По положению стрелки прибора определяется годность изолятора в гирлянде.

Изоляторы диагностируют в сухую безветренную погоду при наличии напряжения в контактной сети и зашунтированном искровом промежутке в цепи заземления опоры контактной сети, соблюдая организационные и технические мероприятия по обеспечению безопасности работающих. Проверяемый изолятор в гирлянде шунтируют щупами штанги, прикасаясь к его шапке и к стержню или шапке смежного изолятора. Визуально фиксируют положение стрелки измерительного прибора.

Последовательность диагностирования изоляторов в гирлянде аналогична применению универсальной измерительной штанги ШИ-35/110 кВ: первым проверяют изолятор со стороны напряжения, далее поочередно от заземленных частей.

При обнаружении поврежденного изолятора диагностирование остальных изоляторов в гирлянде не допускается до замены дефектного изолятора. В гирлянде из трех-четырех изоляторов дефектным считается изолятор, если стрелка измерительного прибора находится в пределах зон «А» и «Б». В гирлянде из пяти-шести изоляторов — если стрелка измерительного прибора находится в пределах зоны «А». Штанга должна храниться в футляре, в сухом помещении при температуре воздуха от +40 до -10 °С, влажность воздуха не более 80 % при температуре +25 °С.

К работе со штангами типа ШДИ-27,5 и ШИ-35/110 допускается персонал дистанции электроснабжения, имеющий право работать на контактной сети под напряжением и прошедший специальный инструктаж по применению штанги, ее испытанию, хранению и перевозке.

Фарфоровые тарельчатые изоляторы перед установкой испытываются мегаомметром на напряжение 2,5 кВ; измеряемое сопротивление должно быть не менее 300 МОм. Испытания проводят в сухую погоду при положительной температуре окружающего воздуха. На изоляторы, выдержавшие испытания, наносят краской отличительную маркировку.

При проверке изоляторов на гибкой изолированной поперечине измерительными штангами первым проверяют изоляторы со стороны напряжения, для чего нейтральную вставку в нижнем фиксирующем тро-

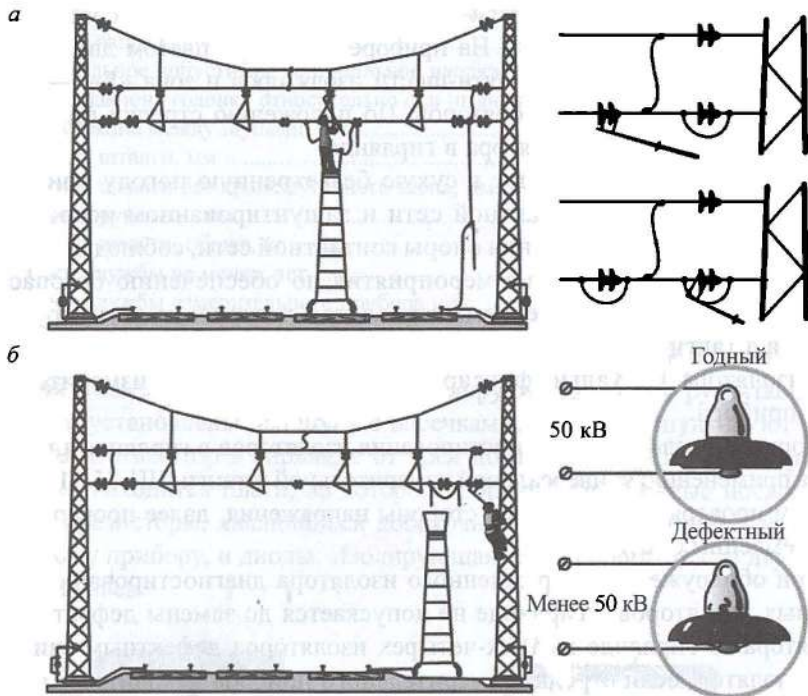


Рис. 12.14.3. Проверка изоляторов на изолированной гибкой поперечине

се заземляют на тяговый рельс (рис. 12.14.3, а). Затем проверяют изоляторы со стороны заземляющих конструкций, для чего нейтральную вставку нижнего фиксирующего троса ставят под рабочее напряжение контактной сети, шунтируя врезные изоляторы (рис. 12.14.3, б). В исключительных случаях разрешается проверять изоляторы рабочим напряжением. Башмак заземляющей штанги присоединяют к тяговому рельсу, наконечником штанги прикасаются к электрическому соединителю нейтральной вставки. Отключение быстродействующего выключателя на тяговой подстанции свидетельствует о наличии поврежденного изолятора.

Фарфоровые тарельчатые подвесные изоляторы перед установкой на контактной сети и ВЛ подвергают электрическим испытаниям. Напряжение 50 кВ переменного тока частотой 50 Гц прикладывают в течение 1 мин к шапке и стержню изолятора. Изолятор считается годным, если в процессе испытания не было пробоя или перекрытия изоляции, поверхностных разрядов.

12.15. Проверка и регулировка контактной подвески и воздушных линий

Текущий ремонт выполняют бригады электромонтеров ЭЧК в установленные сроки и по мере надобности в случае выявления во время осмотров при техническом обслуживании признаков повреждения или отклонений от нормального состояния.

Проверку состояния и регулировку контактной подвески производят под напряжением со съемной изолирующей вышки и трехметровой лестницы (для подъема на несущий трос). Применяют предохраняющие приспособления, сигнальные принадлежности, запасные части, детали и инструмент: ключи гаечные и рихтовочные, молоток свинцовый, правило, пассатижи, измерительную рейку, ножовку для резки металла, микрометр и термометр. Бригада из пяти человек, не считая сигналистов, производит в среднем за рабочий день с учетом пропуска поездов на главных путях регулировку 1,2—1,5 км цепной подвески. Регулировка цепной подвески в плане обеспечивает улучшение качества токосяема, снижение износа контактных проводов и токосяемных пластин токоприемников, а также повышает надежность контактной сети при ветровых воздействиях.

При вертикальной регулировке рессорных подвесок проверяют размеры опорных узлов (длину каждой из половин рессорного троса, расстояние между несущим и рессорным тросами у опоры), расположение струн относительно оси опоры и в пролете, стрелы провеса контактных проводов. У подвесок с простыми струнами проверяют их взаимное расположение и стрелы провеса контактных проводов. Для компенсированной подвески указанные выше параметры принимают по соответствующей карте инструктивных указаний (Инструктивные указания по регулировке контактной сети ЦЭЭ-2 от 18.09.98 г.) в зависимости от наибольшей скорости движения поездов. Для полукомпенсированной подвески учитывают также температуру воздуха, при которой выполняется регулировка.

При горизонтальной регулировке проверяют соответствие длины пролета ветровым условиям района, в пределах которого находится данный участок железной дороги, и условиям трассы. Последние предусмотрены в пяти вариантах — в зависимости от степени защищенности данной местности от действия ветра или подверженности ее усиленным ветровым воздействиям. Проверяют зигзаги контактных проводов, которые

должны соответствовать указанным в нормативном журнале и находиться в пределах, приведенных в регулировочной карте.

На рабочей поверхности контактного провода бархатным напильником зачищают подгары, наплывы и заусенцы. Изгибы и перекрутки выправляют. Убеждаются в отсутствии трещин, механических повреждений провода и расслоений в местах пайки. Проверяют осмотром износ и производят выборочный замер высоты сечения контактного провода в точках повышенного местного износа. Если допущен боковой износ, производят рихтовку провода. При повышенных местных износах устанавливают шунты. Не допускается эксплуатация отожденного контактного провода. Убеждаются в том, что сечение несущего троса вследствие обрыва жил не уменьшилось более чем на 15 % полного сечения. Места обрыва жил бандажируют. Если число оборванных проволок превышает допустимое, устанавливают вставку в несущий трос. При наличии шунта проверяют надежность крепления его к несущему тросу. Не допускаются трещины и коррозия болтов в соединительных зажимах шунта. Болты покрывают антикоррозионной смазкой. Не должно быть следов проскальзывания зажимов по тросу.

Проверяют износ каждой струны, особенно в верхних звеньях и в струновом зажиме на несущем тросе. Износ струны не должен превышать 30 % ее полного сечения. Негодные струны заменяют. Проверяют струновые зажимы на несущем тросе и контактном проводе; заменяют зажимы, имеющие трещины, изломы шеек, коррозию болтов. Не должно происходить самопроизвольного смещения струновых зажимов по несущему тросу и контактному проводу. Не допускается наклон струновых зажимов, который может повлечь за собой боковые удары о полозья токоприемников. Проверяют наклон струн. Отклонение струны от вертикального положения при определенной температуре окружающего воздуха в зависимости от места расположения в анкерном участке должно соответствовать монтажным таблицам. В местах, где перемещение контактного провода превышает половину длины струны, применяют скользящие струны.

Проверяют состояние и крепление рессорного троса и вертикальных струн. Не допускается работа рессорного троса на излом в местах крепления его к несущему тросу. Износ рессорного троса в местах крепления коротких вертикальных струн не должен превышать 30 % полного сечения.

Проверяют натяжение в ветвях троса средней анкеровки и его состояние. Ветви такого троса должны иметь одинаковое натяжение.

Не допускается эксплуатация троса, имеющего хотя бы одну оборванную проволоку (прядь). Проверяют надежность крепления его к несущему тросу и контактному проводу. Не должно быть ослабления крепления троса в зажимах, проскальзывания зажимов по несущему тросу и контактному проводу. Надежность крепления проверяют легкими ударами ключа по зажиму.

Проверяют площадь сечения и состояние электрических соединителей. Продольные электрические соединители должны иметь сечение равное сечению соединяемых ими подвесок, а поперечные — не менее 70 мм^2 при постоянном токе и 50 мм^2 — при переменном. Не допускается эксплуатация проводов электрических соединителей с цветами побежалости, что свидетельствует об их нагреве выше допустимой температуры. Проверяют крепление электрических соединителей к несущему тросу и к контактному проводу. Соединительные зажимы подбирают в соответствии с сечениями соединяемых проводов. Зажимы, имеющие цвета побежалости, перебирают, смазывают или заменяют. На несущем тросе и усиливающем проводе около соединительных зажимов недопустимо наличие подплавленных отдельных проволок, а также цветов побежалости этих тросов. Подгары в зажимах, на контактном проводе и на несущем тросе свидетельствуют о плохом контакте.

Осматривают стержни фиксаторов: на них не должно быть трещин и следов коррозии. Недопустим износ ушка дополнительного стержня. Проверяют и регулируют положение фиксатора в вертикальной плоскости в соответствии с установленными размерами, а также в горизонтальной: смещение фиксатора вдоль пути должно соответствовать расстоянию его от средней анкеровки и температуре. Проверяют крепление «усовиков» к несущему тросу и состояние зажимов. Расстояние от струновых зажимов «усовиков» до точки подвеса несущего троса должно быть $1,5\text{—}2$ м. Убеждаются в правильности крепления стойки к основному стержню фиксатора: перекося стойки, ее смещение, наличие трещин и износ ушка недопустимы. Осматривают фиксирующий зажим, проверяют надежность крепления его к фиксатору и контактному проводу, подвижность фиксирующего зажима относительно штифта. Убеждаются в том, что на зажиме нет трещин (такой зажим подлежит замене), плашки не погнуты, сплошная плашка стоит так, что воспринимает усилие контактного провода от зигзага или кривой; болты зажима имеют контргайки. Недопустима коррозия шплинта, которым штифт закреплен в дополнительном стержне фиксатора.

У фиксаторов гибких поперечин, кроме того, проверяют, не произошло ли смещение или перекося зажима для крепления фиксатора на нижнем фиксирующем тросе, не может ли выскользнуть ушко фиксатора из этого зажима при отклонении фиксатора. Замеряют расстояние от контактного провода до нижнего фиксирующего троса (см. табл. 12.15.1).

У гибких фиксаторов проверяют крепление «усовика» к стержню фиксатора: оно должно быть выполнено через коуш. Эксплуатация «усовика» с перетертыми жилами не допускается. Ушко фиксатора располагают выше контактного провода на 75 мм при радиусе кривой $R \leq 600$ м и 100 мм при $R > 600$ мм.

Таблица 12.15.1

Минимально допустимое расстояние от контактного провода до фиксатора или несущего троса

Участки установки фиксатора	Минимальное допустимое расстояние по вертикали, мм, от контактного провода до основного стержня фиксатора или фиксирующего троса	
	прямого фиксатора	обратного фиксатора и фиксирующего троса
При скорости движения поездов до 120 км/ч:		
прямые и кривые участки радиусом более 2000 м	350	450 + 50
кривые участки радиусом 2000 м и менее	300 + 50	400 + 50
При скорости движения поездов 121—160 км/ч и при расчетной скорости ветра более 25 м/с независимо от скорости движения поездов:		
прямые и кривые участки радиусом более 2000 м	400 + 50	500 + 50
кривые участки радиусом 2000 м и менее	350 + 50	450 + 50
При скорости движения поездов 161—200 км/ч и наличии ограничительного устройства на фиксаторной стойке*	350 + 50	350 + 50

*При отсутствии ограничительного устройства на фиксаторной стойке расстояние должно быть не менее установленного для скорости движения поездов 121—160 км/ч.

При проверке стыковых соединителей осматривают и проверяют, нет ли следов выхода несущего троса из трубчатого соединителя. Не допускается эксплуатация соединителя, имеющего трещины и следы выхода троса из него. Концы троса должны выступать из соединителя на 20—30 мм. В соединительных зажимах недопустимы трещины, изгибы щечек и коррозия болтов. Несущий трос не должен иметь подгаров, оплавлений и обрывов жил, следов проскальзывания в зажимах. В стыковых зажимах не должно быть подгаров, наплывов и следов соприкосновения его с полозом токоприемника. Проверяют также, плотно ли он по всей длине обхватывает шейку контактного провода, соединен ли струной с несущим тросом. Запрещается эксплуатация стыкового зажима, если имеются следы проскальзывания его по контактному проводу.

Проверяют правильность установки шунтов. Шунт должен располагаться ниже основного контактного провода и концы его изогнуты так, чтобы обеспечивался плавный без подбоев и отрывов переход токоприемника с контактного провода на шунт.

На *неизолирующих сопряжениях анкерных участков*, кроме работ, указанных ранее, проверяют и регулируют расстояние между проводами, обращая особое внимание на возвышение нерабочей ветви контактного провода по отношению к рабочей в зоне, где она входит в габарит полоза токоприемника. Проверяют, как переходит токоприемник с одного анкерного участка на другой, уточняют место перехода. В месте подхвата не допускается установка стыковых зажимов, электрических соединителей. При эластичном сопряжении убеждаются в том, что переход токоприемника с одной ветви на другую происходит в середине пролета, ветви работают вместе на протяжении 8—12 м, у переходной опоры нерабочая ветвь выше рабочей на 200 мм, в местах входа в габарит полоза токоприемника — на 300 мм, а у анкерной опоры — на 500—1000 мм.

При *проверке и регулировке воздушных стрелок* прежде всего проверяют плавность подхвата контактных проводов полозом токоприемника, расположение точки пересечения контактных проводов стрелки относительно острья стрелочного перевода, состояние контактного провода и несущего троса. Контактные провода главных путей или путей преимущественного направления на воздушной стрелке должны располагаться снизу. На одиночных стрелочных переводах проверяют положение точки пересечения проводов, образующих воздушную стрелку, и расстояния от нее до оси прямого и отклоненного путей (см. п. 7.2).

На перекрестных стрелочных переводах и при глухих пересечениях точка пересечения контактных проводов располагается над центром стрелочного перевода или глухого пересечения.

Несущие тросы полукompенсированных подвесок, образующих воздушную стрелку, над точкой пересечения контактных проводов соединяются механически. В компенсированных подвесках это соединение должно обеспечивать возможность продольных перемещений тросов. Расстояние между контактными проводами в плане у фиксирующего устройства воздушной стрелки допускается не менее 100 мм.

Проверяют, находятся ли в одном уровне по горизонтали рабочие ветви в месте подхвата их токоприемником. Анкерочная ветвь воздушной стрелки в том месте, где она входит в габарит полоза токоприемника, должна быть на 150 мм выше рабочей. Убеждаются в том, что на анкерочной ветви перед этим местом установлены двойные струны.

Проверяют состояние продольных электрических соединителей, двойных и скользящих струн, зажимов, ограничительных накладок.

Ограничительные накладки располагают так, чтобы при максимальных перепадах температуры не ограничивалась свобода горизонтального перемещения верхнего контактного провода. На воздушных стрелках, где установлены специальные устройства, регулирующие отжатие проводов по высоте, проверяют состояние и правильность работы этих устройств.

При работе на *изолирующих сопряжениях анкерных участков* предварительно включают шунтирующие их секционные разъединители. В пределах сопряжения производят проверку состояния обеих ветвей контактной подвески в полном объеме и дополнительно проверяют расстояние между проводами подвесок, относящихся к различным секциям, осматривают врезанные в эти провода коромысла. Расстояние от рабочей ветви контактного провода до нижней поверхности врезного фарфорового изолятора должно быть не менее $300+20$ мм.

Проверяют переход токоприемника с одной секции на другую: он должен происходить плавно, без подбоев и отрыва токоприемника. Одновременно с этим на изолирующих сопряжениях производят регулировку защитных устройств от пережогов контактных проводов. При этом определяют степень износа экранов, особенно полиэтиленовых трубок (при значительном износе их поворачивают вокруг провода), а также правильность расположения места отрыва токоприемника от ветви, уходящей на анкеровку, и при необходимости регулируют.

Большинство типов *секционных изоляторов* имеют общие типовые узлы, требующие внимания и контроля: изоляционные элементы (изоляторы), скользуны, регулирующие муфты, стыковые зажимы контактного провода, струны. Не допускаются «завалы» секционного изолятора, удары полоза токоприемника по скользунам, износ скользунов. Воздушные зазоры между дугогасящими рогами должны быть в пределах 50—70 мм на участках постоянного тока и 130—170 мм на участках переменного. С двух сторон секционных изоляторов устанавливаются электрические соединители. Убеждаются в том, что секционный изолятор обеспечивает плавный, без подбоев проход токоприемника, полозы находятся на одном уровне по горизонтали, поддерживающие струны обеспечивают продольное перемещение изолятора при изменении температуры.

Контактную подвеску в искусственном сооружении осматривают при снятом напряжении и заземлении контактной сети. Особое внимание обращают на узлы, подверженные вибрациям, подтягивают все детали крепления, проверяют состояние изоляции, отбойников, обводных соединителей и расстояние от частей, находящихся под напряжением, до заземленных, а также между контактным проводом и отбойником. Очищают изоляторы и покрывают антикоррозийной смазкой болты и другие неокрашенные детали. Замеряют высоту контактных проводов до УГР и проверяют правильность снижения подвески при подходе к сооружению.

Проверку *компенсирующих устройств на опорах* производят без снятия напряжения с контактной сети. Замеряют расстояние от низа грузов до поверхности оголовка или земли, от верхней части штанги грузов до неподвижного блока и проверяют соответствие этих расстояний графику положения грузов в зависимости от температуры. Обращают внимание на прочность крепления всех деталей компенсатора и состояние стальных тросов. При обрыве хотя бы одной проволоки (пряди) трос подлежит замене. В случае необходимости трос покрывают антикоррозионной смазкой. Осматривая блоки, убеждаются в том, что они исправны, не имеют трещин, дефектов литья, свободно вращаются вокруг своей оси. Проверяют наличие смазки в масленках и при необходимости добавляют ее. Убеждаются в том, что грузы свободно перемещаются по всей высоте опоры (вручную перемещают их вверх и вниз) и не соприкасаются с частями опоры. Проверяют состояние троса грузоуспокоителя. Устанавливают соответствие числа грузов принятому натяжению проводов.

Проверку состояния и регулировку ВЛ, питающих и отсасывающих линий и жестких анкеронок выполняют со снятием напряжения с

линий. Проверяют надежность крепления бугеля, консоли и анкерочных штанг. Убеждаются в том, что крепежные узлы и анкерочные штанги не имеют трещин и следов коррозии. Протирают изоляторы, осматривают серьги, пестики, замки и поверхность фарфора. Проверяют надежность крепления соединителей и зажимов. Не допускается эксплуатация зажимов и соединителей с трещинами и изгибами, болтов со следами коррозии. В зажимах и соединителях не должно быть ослабления крепления проводов, произвольного проскальзывания по проводу.

Надежность крепления проверяют, нанося легкие удары ключом. Обращают внимание на то, чтобы на зажимах и соединителях не было цветов побежалости, а на проводе около стыковых соединителей — подплавлений и обрывов отдельных проволок; на месте обрыва накладывают бандаж. Осматривают провода в коушах и седлах, обращая внимание на то, чтобы на них также не было обрывов отдельных проволок.

Осмотр проводов в пролете производят с земли, используя бинокль; убеждаются, что провода скреплены бандажами и не имеют обрывов отдельных проволок. Замеряют стрелы провеса и определяют соответствие натяжения монтажным таблицам. При необходимости с учетом температуры воздуха производят вытяжку или ослабление провода. Проверяют соответствие Правилам расстояния проводов от земли и друг от друга, в подозрительных местах производят контрольные замеры.

12.16. Проверка и ремонт поддерживающих устройств и опор

Проверка состояния консолей, жестких поперечин и узлов крепления является одной из наиболее трудоемких работ, требующих обязательно снятия напряжения; она выполняется, как правило, в летнее время, по возможности, одновременно с путевыми работами. Электромонтер, поднявшись к консоли или на жесткую поперечину, осматривает ее, проверяет узлы крепления тяги, бугеля, соединение изолятора с бугелем, состояние серьги или пестика, замков и поверхности фарфора, состояние седла, закрепление плашек несущего троса и усиливающего провода. Убеждается в том, что консоль, поперечина и узлы крепления не имеют трещин и следов коррозии, при необходимости производит зачистку и окраску отдельных мест. Бугель, изоляторы, а также плашки в седле должны быть надежно закреплены.

При отклонении консоли от положения, перпендикулярного оси пути, производят ее регулировку, для чего ослабляют крепление плашки седла

несущего троса; «удочкой», прикрепленной к концу консоли, устанавливают ее перпендикулярно оси пути и закрепляют плашкой несущий трос в седле.

Проверку узлов и тросов изолированных гибких поперечин можно производить как под напряжением, так и со снятием напряжения и заземлением. Для производства работ под напряжением необходимо, чтобы гибкая поперечина была принята комиссией дистанции. Приказ ЭЧ о возможности работы на изолированных поперечинах под напряжением должен быть на ЭЧК и ЭЧЦ. Работы на изолированных гибких поперечинах могут быть отнесены к различным категориям в зависимости от конкретных условий (подробно это рассмотрено в Инструкции ЦЭ-761). Сезонную регулировку натяжения нижнего и верхнего фиксирующих тросов производят муфтами, врезанными в них, или резьбовым креплением к опоре.

Проверку состояния подземной части опор, фундаментов и анкеров производят с выборочной откопкой в зависимости от повреждения их коррозией, что выявляют на основании замеров и обследований надземной части.

При *проверке и ремонте наземной части опор* стремятся обнаружить дефекты, вызванные коррозией, и предупредить их развитие. Обследуют наземную часть всех опор. У металлических опор обращают внимание на качество окраски, отмечают места, подвергающиеся коррозии, оценивают состояние сварных швов и степень их повреждения. При осмотре железобетонных опор проверяют, нет ли трещин и откола бетона. Ширину и длину раскрытия трещин определяют, применяя набор щупов с размерами по толщине от 0,03 до 0,25 мм и увеличительное стекло с делениями 0,1 мм. Для контроля раскрытия трещины устанавливают цементные маяки, отмечают краской начало и конец трещины.

В случае обнаружения на поверхности фундамента или анкеров трещин, выступающих продуктов коррозии, а также неудовлетворительных результатов замеров производят их выборочную откопку и детальное обследование арматуры и анкерных болтов, вскрывая защитный слой бетона. Замеряют диаметр арматуры и анкерных болтов. По результатам замеров определяют оставшуюся площадь поперечного сечения. Если вследствие коррозии она уменьшилась у арматуры более чем на 10 %, у анкерного болта в зоне растяжения на 20, а в зоне сжатия на 30 %, то такую опору планируют к замене.

Проверку деревянных опор ВЛ производят не менее чем двумя электромонтерами. Проверяют опоры в опасных сечениях и в местах наибольшего загнивания с откопкой грунта на глубину не менее 30 см. Получен-

ный в результате замера диаметр здоровой части древесины сравнивают с допустимым.

При проверке заземлений обращают особое внимание на надежность крепления заземлений к рельсам, так как в результате вибрации при проходе поездов и путевых работ в этих местах часто происходит ослабление крепления и обрывы. Заземляющие спуски и провода, проложенные вдоль опоры и на полушпалах, при необходимости выправляют, очищают от ржавчины и окрашивают. Для проверки искровых промежутков в заземлениях используют вольтметр, подключенный параллельно им; при этом искровой промежуток от опоры и от рельсов не отсоединяют. Такую проверку выполняют при проходе электропоезда по пути, на рельс которого заземлена данная опора, а на участках постоянного тока, кроме того, и при проходе его по соседнему пути. Отклонение стрелки вольтметра указывает на исправность искрового промежутка.

Диодный заземлитель, включенный между тросом группового заземления и рельсом, при проверке вольтметром шунтируют искровым промежутком на 800—1200 В. Измерения производят в момент прохождения поездов по участку. Если диодный заземлитель исправен, вольтметр, измеряющий падение напряжения на нем, при положительном потенциале рельс—земля показывает единицы и десятки вольт, а при отрицательных потенциалах — десятые доли вольта. Если диодный заземлитель неисправен, показания во всех случаях близки к нулю или составляют десятые доли вольта. В этом случае проверяют каждый диод заземлителя мегаомметром на 500 В.

В процессе ревизии присоединений отсасывающих проводов к рельсовой цепи тщательно осматривают узлы крепления, проверяя их надежность и контролируя нагрев.

Сопротивление заземляющих устройств ВЛ измеряют на всех опорах с кабельными муфтами, линейными трансформаторами и разъединителями, на мачтовых подстанциях, ТП, КТП и пунктах секционирования.

12.17. Проверка и ремонт оборудования контактной сети, воздушных линий и станций стыкования

Проверку и регулировку *секционных разъединителей и их приводов* выполняют, как правило, без снятия напряжения с контактной сети, предварительно отсоединив перемычки, шунтирующие врезные изоляторы в шлейфах. При этом проверяют состояние шлейфов, прочность их креп-

ления к опорным изоляторам, состояние контактов и рогов разъединителя. Контакты и дугогасительные рога очищают от окалины и оплавленных, покрывают в периоды гололедообразования противогололедной смазкой. Производят пробные переключения, убеждаются в отсутствии перекоса ножей относительно неподвижных контактов и в набегании одного дугогасительного рога на другой.

При проверке двигательного привода осматривают уплотнения, убеждаются в наличии смазки в кожухе редуктора и производят испытание мегаомметром изоляции двигателей, сопротивление которой должно быть не менее 0,5 МОм. Одновременно проверяют действие пультов дистанционного управления, работу сигнализации.

Проверку и регулировку *разрядников и ОПН* производят перед грозовым сезоном при снятом напряжении с контактной подвески, если шлейфы их подключены без врезных изоляторов, и без снятия напряжения, если в шлейфах имеются врезные изоляторы. На роговых разрядниках проверяют шаблонами правильность зазоров между рогами и форму изгиба рогов, прочность крепления рогов и изоляторов. Оплавления на рогах зачищают напильником или наждачной бумагой.

Отсасывающие трансформаторы проверяют и испытывают в объемах, предусмотренных для силовых и тяговых трансформаторов по соответствующим нормам. Первичные обмотки трансформаторов на 27,5 кВ испытывают напряжением 63 кВ, вторичные — напряжением 20 кВ в течение 1 мин.

При проверке *оборудования ВЛ 6 (10) кВ* АБ особое внимание уделяют состоянию разъединителей, линейных трансформаторов, предохранителей, разрядников и т.п., убеждаются в прочности соединений и плотности контактов. У линейных трансформаторов обращают внимание на герметичность баков и спускных пробок, проверяют уровень масла, измеряют сопротивление изоляции между обмотками и корпусом трансформатора, которое должно быть не менее 100 МОм. При необходимости очищают изоляторы, доливают масло, заменяют слюдяные прокладки в пробитых предохранителях.

Проверяя предохранители ПКН, убеждаются в том, что их крышки свободно открываются и закрываются, плавкие вставки исправны, нет трещин и других дефектов. При необходимости зачищают контакты, меняют плавкую вставку. У вилитового разрядника обращают внимание на герметичность корпуса, проверяют, нет ли механических повреждений и следов перекрытия, измеряют сопротивление изоляции, которое должно быть не менее 1000 МОм. При проверке и регулировке линейных разъ-

единителей добиваются одновременного замыкания и размыкания ножей, регулируют ограничители хода ножей и изгиба тяги, подгоняют дугогасительные стержни, тщательно осматривают и очищают изоляторы.

Плавкие вставки в предохранителях ПКН заменяют, снимая напряжение с линии, или используют для этого специальные штанги при замене под напряжением. Заменяв плавкие вставки, убеждаются в наличии напряжения на входных зажимах кабельного ящика.

Разрядники снимают и проверяют на срабатывание: при этом пробивное напряжение для разрядника РВП-6 должно быть в пределах 16—19 кВ, для РВП-10 — 26—30,5 кВ; ток утечки не более 10 мкА.

Линейные трансформаторы ОМ при наличии резервной линии питания сигнальных точек один раз в 9 лет и при ее отсутствии один раз в 6 лет заменяют на новые или капитально отремонтированные.

Ежегодно проводят профилактические испытания кабельных линий, проверяют состояние концевых кабельных заделок (муфт), защитных дренажных и катодных установок, измеряют потенциалы оболочек кабеля по отношению к земле в контрольных точках.

Ревизию и регулировку *высоковольтного оборудования и переключателей станций стыкования* производят два раза в год; при этом изоляцию оборудования и кабелей в течение 1 мин испытывают напряжением 24 кВ на шинах постоянного тока и 72 кВ на шинах переменного. Проверяют цепи управления и низковольтную аппаратуру. Ежеквартально проверяют и регулируют муфты и штифты переключателей, блок-контакты переключателей, блокировки дверей и разъединителей и аппаратуру защиты. Ежегодно производят настройку и испытание аппаратуры защиты и регулировку токовой защиты. Изоляцию переключателей проверяют мегаомметром; сопротивление изоляции тяги должно быть не менее 25 МОм, изоляторов — не менее 100 МОм. Рабочий ток электродвигателей не должен превышать 2,5 А.

12.18. Способы восстановления поврежденных устройств контактной сети

Анализ эксплуатации устройств электроснабжения показывает, что на сети железных дорог основными причинами отказов технических средств устройств электроснабжения являются:

- нарушение технологических требований и норм при эксплуатации;
- старение, коррозия и износ;

- низкое качество арматуры, изоляторов, изделий;
- экстремальные метеоусловия;
- внешние воздействия.

Основная задача восстановления поврежденных устройств контактной сети — в минимальные сроки открыть движение поездов. Если при повреждении контактной сети ее элементы окажутся на высоте более 5750 мм над УГР, руководитель работ может принять решение о пропуске *ЭПС с опущенными токоприемниками*. Этот участок ограждают временными сигнальными знаками (рис. 12.18.1, а): «Подготовиться к опусканию токоприемника», «Опустить токоприемник» и «Поднять токоприемник». В случае отсутствия сигнальных знаков — подают ручной сигнал «Опустить токоприемник» (рис. 12.18.1, б).

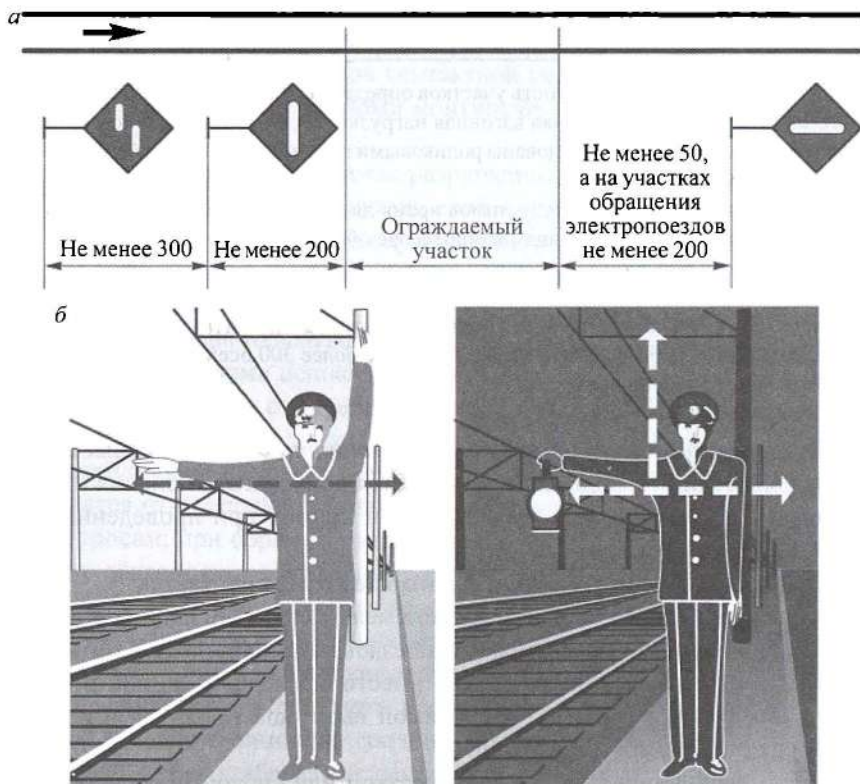


Рис. 12.18.1. Схема установки сигнальных знаков (а) и подачи ручных сигналов (б) при ограждении места повреждения

**Ориентировочные расстояния, которые может проследовать поезд
с опущенными токоприемниками на электровозе**

Начальная скорость, км/ч	Протяженность участков, км, при уклоне (–) или подъеме (+) %									
	–2	0	+2	+4	+6	+8	+10	+12	+14	+16
20	0,87	0,52	0,39	0,24	0,17	0,14	0,11	0,09	0,08	0,07
30	1,2	0,87	0,77	0,63	0,46	0,36	0,29	0,25	0,22	0,19
40	1,6	1,2	1,1	0,98	0,85	0,67	0,55	0,47	0,41	0,36
50	1,9	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	0,87	0,74	0,65	0,57
60	2,1	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	0,94	0,93
70	2,3	2,3	2,1	2	1,8	1,7	1,6	1,4	1,3	1,1
80	2,6	2,6	2,5	2,3	2,2	2,1	1,9	1,7	1,6	1,5
90	2,9	2,9	2,8	2,6	2,5	2,4	2,2	2,1	2	1,8

Примечания: 1. Протяженность участков определена для грузового поезда, имеющего не более 200 осей (средняя вагонная нагрузка на ось принята равной 18 тс, 50 % вагонных осей поезда оборудованы роликовыми подшипниками) с любым типом 6-осных электровозов.

2. При расчетах учтены: допустимое время движения поездов по инерции, в течение которого при неработающем компрессоре обеспечивается эффективность тормозной системы и скорость встречного ветра до 10 м/с.

3. При движении по участку поездов с 8-осными электровозами протяженность участков, обозначенных в таблице жирным шрифтом, может быть увеличена для поездов, имеющих не более 200 осей, на 30 %, и не более 300 осей, на 15 %.

При *ускоренном восстановлении контактной сети* в целях сокращения времени руководителю разрешается допускать изменения и упрощения в технологических требованиях и нормах при проведении восстановительных работ.

При краткосрочном восстановлении допускается:

- применять двойную длину пролета между струнами цепной подвески при ограничении скорости движения поездов на электротяге до 100 км/ч;
- применять жесткую анкеровку вместо компенсированной в одном конце анкерного участка с необходимой вытяжкой проводов и выводением средних анкерровок из работы;
- при нарушении одной опоры жесткой или гибкой поперечины использовать стрелу крана для временного крепления жесткой поперечины или тросов гибкой поперечины;

– при повреждении опоры с однопутной консолью на двухпутном участке цепную подвеску можно отвести в междупутье и подвесить на консоли соседнего пути с помощью струбины с врезным изолятором, предварительно укрепив оттяжками; пропуск поездов в этой зоне осуществляется с опущенными токоприемниками. В случае повреждения опоры с консолью, установленной на однопутных участках или на наружной стороне кривой двухпутных участков, подвеска может быть отведена в сторону с оттяжкой ее на имеющееся надежное место закрепления. Контактные провода могут быть подвязаны непосредственно к несущему тросу при условии, что при этом обеспечивается вертикальный габарит для пропуска поездов с опущенными токоприемниками в зоне повреждения;

– при повреждении консоли несущий трос может быть подвешен на струбине с врезным изолятором к вершине опоры, а контактные провода зафиксированы с помощью оттяжки на опору соседнего пути; возможно закрепление проводов контактной сети без консоли к временно-му поперечному тросу, который монтируют от вершины опоры к консоли соседнего пути;

– без установки опор взамен разрушенных можно пропускать поезда с опущенными токоприемниками, если в образовавшемся в удлиненном пролете подтянутые к несущему тросу (или поврежденные) контактные провода имеют вертикальный габарит, обеспечивающий проход подвижного состава;

– если сломана только консоль, то для пропуска поездов с опущенными токоприемниками цепная подвеска может быть выведена из габарита подвижного состава с закреплением к опоре с помощью изолированных оттяжек;

– при обрыве верхнего фиксирующего троса свободные концы троса отводятся от продольной подвески и закрепляются к поперечным несущим тросам; при обрыве нижнего фиксирующего троса свободные концы его закрепляются к верхнему фиксирующему тросу. При необходимости обеспечивается секционирование контактной сети;

– при обрыве усиливающего провода, если работы по его стыковке затруднены или сломаны кронштейны, необходимо на опорах, граничащих с пролетами оборванного провода, закрепить этот усиливающий провод у седла с помощью соединительных зажимов при достаточном вертикальном его габарите от земли, а провисающий оборванный конец отрезать. При необходимости сохранения полного сечения контактной сети усиливающий провод при сломанных кронштейнах можно подве-

силь к опорам на струбцинах через изоляторы к консолям цепной подвески или на тросах гибких поперечин;

- при обрыве усиливающего провода, проходящего под консолями цепной подвески, возможна пристыковка его к несущему тросу переходными зажимами ПАМ; на загруженных участках необходима установка электрического шунта; при двойных усиливающих проводах, если один из них остался целым, оборванный провод присоединяют к нему;

- при повреждении цепной подвески в нескольких пролетах для открытия движения поездов с опущенными токоприемниками концы несущего троса и контактного провода разанкеруются на промежуточные опоры с предварительной установкой продольных оттяжек из стального троса или биметаллического провода сечением 70 мм²;

- при перегореве или обрыве одного из двух контактных проводов концы проводов стягивают и пристыковывают к несущему тросу, а ЭПС пропускают по одиночному контактному проводу;

- при перегореве или обрыве обоих контактных проводов их стягивают и подвязывают вместе с полиспаственными блоками к несущему тросу, а поезда пропускают с опущенными токоприемниками; для обеспечения эквивалентного сечения подвески концы проводов соединяют шунтом (проводом сечением 95—120 мм²).

При временном восстановлении допускается:

- устанавливать временные струны вместо постоянных, закрепляя их на несущем тросе без струновых зажимов;

- устанавливать на анкерных (нерабочих) ветвях временные струны без струновых зажимов;

- применять взамен скользящих струн нескользящие, при этом наклон струн должен соответствовать ожидаемой на ближайшее время температуре воздуха;

- не устанавливать среднюю анкеровку контактных проводов, а при компенсированной подвеске и среднюю анкеровку несущего троса;

- применять на прямых участках пути прямые сжатые фиксаторы вместо обратных;

- не устанавливать (по согласованию с энергодиспетчером дистанции электроснабжения) секционные разъединители или секционные изоляторы, а осуществлять постоянное электрическое соединение между прилегающими секциями контактной сети, приняв необходимые меры по обеспечению защиты от токов короткого замыкания; при невозможности выполнения этого требования установить на тяговых подстанциях контроль за нагрузками фидеров контактной сети;

- не подключать роговые разрядники, ОПН, трубчатые разрядники;
- укрепление частично поврежденной опоры гибкой поперечины с помощью оттяжек, металлических накладок, закрепляемых бандажами;
- использовать в случае неполного разрушения жесткой поперечины сохранившиеся ее части с укреплением их на дополнительных временных опорах;
- при полном разрушении жесткой поперечины может быть сооружена временная гибкая поперечина на деревянных опорах, укрепленных оттяжками; опоры должны быть длиной 12,5 м или на приставках; во всех случаях временные опоры должны быть установлены с таким расчетом, чтобы они не мешали последующей установке постоянных опор;
- временная гибкая поперечина, перекрывающая до восьми путей, может быть сооружена на одиночных железобетонных стойках длиной 13,6 м, установленных в стаканные фундаменты длиной 4,5 м и укрепленные оттяжками;
- при полном разрушении жесткой поперечины возможна эксплуатация контактной подвески в двойном пролете; в этом случае несущий трос на поперечинах, смежных с разрушенной, подвешивается над поперечинами на опорных изоляторах или подвесных изоляторах, закрепленных на П-образных стойках;
- при большом числе путей вместо жесткой поперечины может быть сооружена упрощенная гибкая поперечина; изолированный поперечный несущий трос натягивается на опорах, укрепленных оттяжками, верхний фиксирующий трос не монтируется; на прямом участке пути, защищенном от ветра, не монтируется и нижний фиксирующий трос; несущие тросы одной секции подвешиваются без изоляторов; контактные провода регулируются с минимальным вертикальным габаритом;
- взамен разрушенной опоры гибкой поперечины могут быть установлены две, а в отдельных случаях и три временные промежуточные опоры (при этом крайняя с оттяжкой), которые дают возможность поделить гибкую поперечину на две или на три группы подвесок; промежуточные опоры в таких случаях устанавливаются в междупутье или по оси пути, который в этом случае должен быть временно закрыт для движения поездов до полного восстановления контактной сети;
- если разрушена одна опора гибкой поперечины и восстановление ее невозможно, гибкая поперечина может быть заменена жесткой, взамен разрушенной опоры устанавливается одиночная или спаренная железобетонная опора; на этой опоре и сохранившейся опоре гибкой поперечины монтируют конструкции для ригеля жесткой поперечины и ригель;

– временные анкера из уголков и круглых стержней для оттяжек опор забивают (закапывают) в землю на глубину 1,5 м под углом примерно 55° к горизонтальной поверхности в направлении, противоположном оттяжке. Может применяться деревянный анкер, закопанный на глубину 2,2 м, который изготавливается из отрезка шпалы, располагаемого параллельно пути и стержня из круглой стали диаметром 22 мм с ушком. При незамерзших грунтах для оттяжек могут быть использованы спиралеобразные анкера длиной 1,8 м с ушком в верхнем конце; для оттяжек используют, как правило, стальной трос сечением 70 мм²;

– при разрушении анкерной опоры может быть установлена временная промежуточная опора; в этом случае анкеровку несущего троса и контактных проводов на данной опоре не делают, а анкерные ветви смежных анкерных участков состыковывают с выведением средних анкеронок из работы или переносят на соседнюю промежуточную опору, укрепляемую временными оттяжками;

– оборванные тяги консолей необходимо заменить тросовыми тягами или в качестве тяги как исключение могут быть использованы полиспастные блоки;

– при невозможности восстановления разрушенных поперечных несущих тросов гибкой поперечины по согласованию с энергодиспетчером дистанции электроснабжения контактную сеть восстанавливают в первую очередь на части путей, для чего: на опорах гибкой поперечины монтируют однопутные или двухпутные консоли и устанавливают дополнительные опоры с консолями в междупутьях или на оси пути, закрываемого для движения поездов. Возможна подвеска проводов контактной сети с заниженным габаритом и временно монтируемый поперечный трос между опорами гибкой поперечины;

– при обрыве фиксирующего троса следует смонтировать вставку из нового троса, в отдельных случаях допускается не восстанавливать нижний фиксирующий трос;

– фиксирующие стойки двухпутных консолей могут быть заменены фиксирующим тросом с врезными изоляторами в междупутье, закрепляемым на стоящей в створе опоре;

– восстановление несущего троса производят стягиванием оборванных концов и монтажом вставки или шунта в месте обрыва из провода того же материала и сечения; стыковку медных, сталемедных и стальных несущих тросов осуществляют шестью соединительными зажимами, сталеалюминиевых — четырьмя, подстыковку контактного провода к несущему тросу — тремя соединительными зажимами;

– при повреждении цепной подвески в нескольких пролетах может быть смонтирована простая контактная подвеска. Контактный провод подвешивается к консолям на наклонных тросах, прикрепляемых к проводу на расстоянии 12—15 м от опоры; при этом необходимо выдать предупреждение на ограничение скорости движения поездов (не более 50 км/ч), а при необходимости на ограничение веса поезда.

12.19. Опоры временного восстановления контактной сети

К стандартным опорам временного восстановления контактной сети относятся следующие типы.

Облегченная металлическая опора типа М-2/8 с комплектом сборочных узлов, деталей и конструкций для крепления за рельс или в грунт (проект К 636). Такие опоры (рис. 12.19.1) устанавливаются:

– при нормальных метеорологических условиях на прямых и кривых участках пути с радиусом более 750 м с длиной пролета не более 70 м;

– при гололеде толщиной не более 10 мм и скорости ветра не более 20 м/с на прямых участках пути с длиной пролета до 55 м и кривых участках пути радиусом до 1500 м с максимальной длиной пролета не более 50 м.

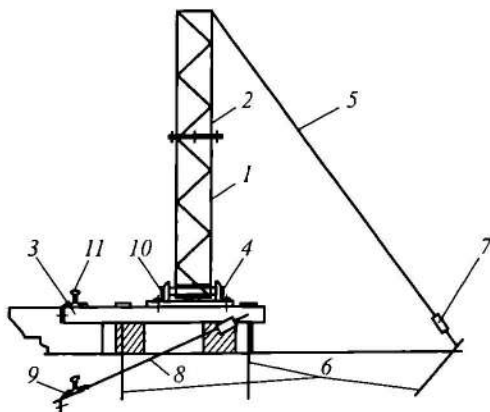


Рис. 12.19.1. Временная опора контактной сети типа М-2/8:
1, 2 — нижний и верхний блоки; 3 — рама; 4 — плита переходная; 5 — анкерная оттяжка; 6 — анкер; 7 — натяжная муфта; 8 — растяжка; 9 — захват; 10 — шкворень; 11 — рельс

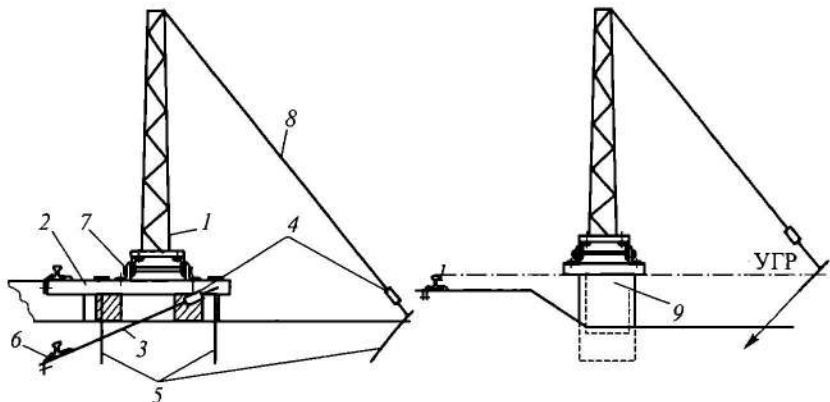


Рис. 12.19.2. Временная опора типа М-4,5/10:

1 — опора; 2 — рама; 3 — растяжка; 4 — натяжная муфта; 5 — анкер; 6 — захват; 7 — шкворень; 8 — оттяжка; 9 — закладной фундамент

Металлическая неразборная опора типа М-4,5/10 (рис. 12.19.2) для крепления за рельс, в грунт или с установкой в «стакан» — закрепление с помощью закладного фундамента (стаканного типа) к оставшейся в земле части разрушенной нераздельной железобетонной опоры (проект К706) укомплектована тремя оттяжками. Допускает подвеску одного несущего троса сечением 120 мм^2 , двух контактных проводов общим сечением 200 мм^2 , а с полевой стороны опоры — трех алюминиевых или сталеалюминиевых проводов сечением до 50 мм^2 каждый или двух сечением по 185 мм^2 . Их устанавливают:

- при нормальных метеорологических условиях на прямых и кривых участках пути с радиусом более 300 м с длиной пролета не более 70 м ;
- при гололеде толщиной не более 10 мм и скорости ветра не более 20 м/с на прямых и кривых участках пути с радиусом более 300 м с максимальной длиной пролета не более 60 м .

Деревянная опора (рис. 12.19.3) с нормативным изгибающим моментом $M_n-4,5 \text{ тс}\cdot\text{м}$ (столбы хвойных пород 1 и 2-го сорта, круглого сечения, длиной 9 м , диаметром в верхнем отрубе не менее 230 , а в нижнем — не менее 270 мм) для установки в «стакан» или в срез круглой железобетонной опоры, используемой в качестве стаканного фундамента, на глубину 1 м . Допускает подвеску одного несущего троса сечением до 120 мм^2 и двух контактных проводов общим сечением не более 200 мм^2 . Опоры устанавливают при нормальных метеорологических условиях на прямых

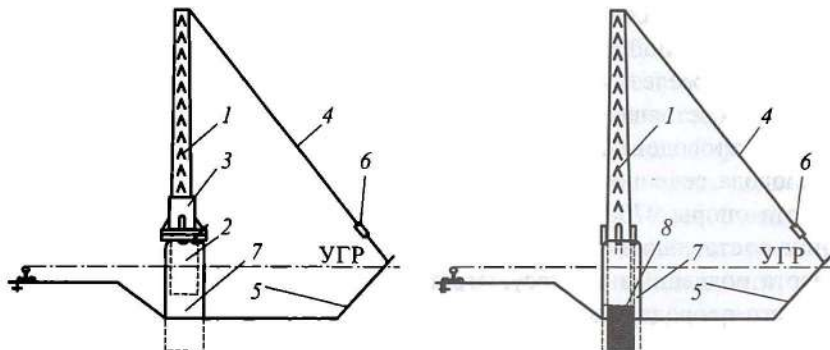


Рис. 12.19.3. Деревянная опора с нормативным изгибающим моментом 4,5 тс·м с закладным фундаментом (а) и без него (б):

1 — опора; 2 — стаканый фундамент; 3 — основание опоры; 4 — оттяжка; 5 — анкер; 6 — натяжная муфта; 7 — сруб железобетонной опоры; 8 — засыпной грунт

и внутренней стороне кривой с радиусом более 800 м и на внешней стороне кривой с радиусом более 400 м; при гололеде толщиной более 10 мм и скорости ветра более 20 м/с устанавливают две опоры.

Конструкция перечисленных выше опор позволяет их использовать в качестве промежуточных и фиксирующих.

Технические характеристики опор временного восстановления контактной сети приведены в табл. 12.19.1.

Таблица 12.19.1

Опоры временного восстановления контактной сети

Показатели	Проект		
	К 636	К 706	
Тип опоры	М-2,8/10	М-4,5/10	Мн-4,5
Высота опоры над фундаментом, м	8,0	10,0	9,0
Высота подвеса несущего троса от УГР, м, не более	8,0	10,0	8,0
Высота подвеса контактного провода от УГР, м, не менее	5,75	5,75	5,75
Габарит установки опоры, м	2,45—3,1	2,45—3,1	≥3,3
Масса, кг	99	277	220
Марка и сечение подвешиваемых проводов	ПБСМ-70(95)+ МФ-100	М-120+ 2МФ-100	М-120+ 2МФ-100
Подвеска проводов с полевой стороны ДПР (ПЭ)	—	3АС-35(50)	—
Подвеска других проводов	--	2А-185	—

Новая более совершенная конструкция временной металлической опоры контактной сети (рис. 12.19.4) разработана ЗАО НТП «Селена» и Северной железной дорогой. Она рассчитана на монтаж контактной подвески, состоящей из несущего троса сечением до 120 мм^2 , двух контактных проводов сечением до 100 мм^2 каждый и одного усиливающего провода сечением до 185 мм^2 , располагаемого с полевой стороны. Высота опоры 9700 мм , масса стойки в сборе 130 кг ; максимальная длина составляющих элементов опоры 4 м , максимальная масса 85 кг . Высота подвешивания несущего троса над УГР $7700\text{—}8300 \text{ мм}$, контактного провода $5750\text{—}6250 \text{ мм}$.

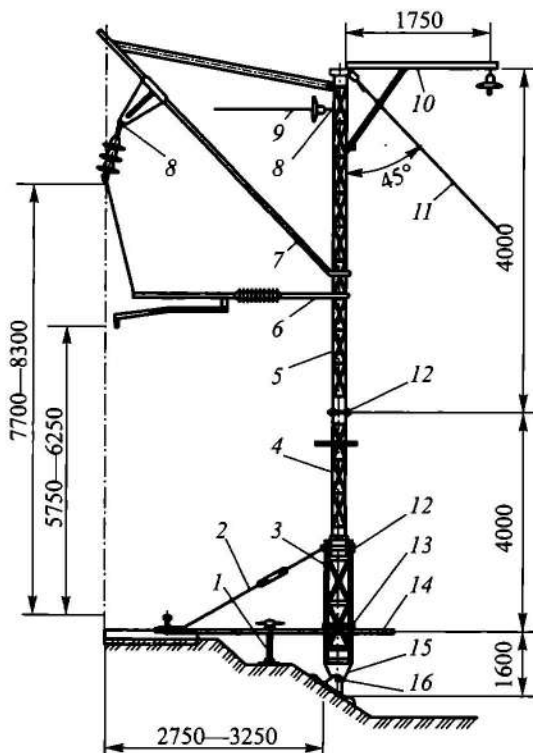


Рис. 12.19.4. Временная опора контактной сети разработки ЗАО НТП «Сельма» и Северной железной дороги:

1 — домкрат; 2 — растяжки; 3, 4, 5 — наземный, нижний и верхний блоки; 6 и 10 — кронштейны; 7 — консоль; 8 — узел крепления изолятора; 9 — трос; 11 — полевая оттяжка; 12 — верхние валики; 13 — рамка; 14 — горизонтальное основание; 15 — валик; 16 — пята

Рабочие нагрузки, приведенные к концу консоли, составляют на прямолинейном участке пути 300 (вертикальная нагрузка) и 50 кгс (горизонтальная нагрузка); на криволинейном — 175 и 320 кгс соответственно.

Опора устанавливается на прямых участках пути и в кривых радиусом не менее 300 м при длине пролета не более 70 м в габаритах 2,75 и 3,25 м к оси пути. Она может устанавливаться на площадках и на откосах насыпей без применения дополнительных устройств (фундамента, шпальной решетки и т.д.). При установке временной опоры вместо разрушенной анкерной, анкеровка проводов на нее не производится; в этом случае несущие тросы и контактные провода смежных анкерных участков в зоне разрушенной опоры состыковываются, а средняя анкеровка одного из анкерных участков выводится из работы.

Сборку и установку временной опоры с применением полиспаста производит бригада из четырех-пяти человек в течение 30—40 минут, в трех вариантах в зависимости от состояния нижней части разрушенной опоры.

Кроме перечисленных выше, на сети железных дорог нашли применение в качестве опор временного восстановления *металлические опоры типа М-4,5/10, М-6/10* и другие, которые устанавливаются на «фундаменты», изготовленные из швеллера (рис. 12.19.5, 12.19.6, 12.19.7). Опоры предварительно армируются специальными уголками. Соединение

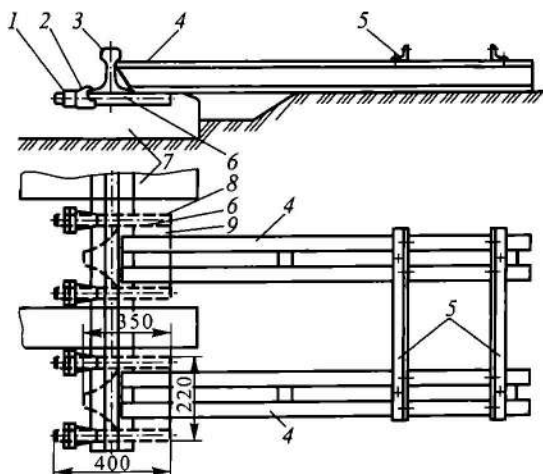


Рис. 12.19.5. Узел крепления швеллерного «фундамента» за рельс:
1 — гайка; 2 — клыковая шайба; 3 — рельс; 4 — швеллер; 5 — уголки для крепления опоры временного восстановления к «фундаменту»; 6 — место сварки накладки, болта и швеллера; 7 — шпала; 8 — болт; 9 — накладка

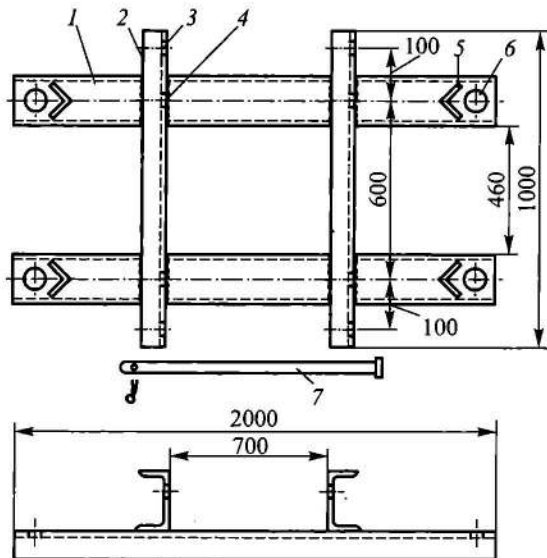


Рис. 12.19.6. Конструкция швеллерного «фундамента» с креплением в грунт:
 1, 2 — опорный и нижний швеллеры; 3 — отверстие для установки крепежного стержня падающей стрелы; 4 — отверстие для установки крепежного стержня верхнего уголка временной опоры; 5 и 6 — прорезь и отверстие для забивки в грунт уголка круглого стержня; 7 — стержень крепежный

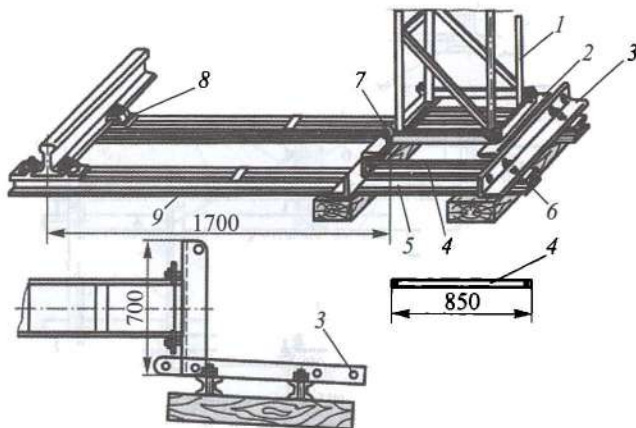


Рис. 12.19.7. Конструкция швеллерного «фундамента» с креплением под рельс:
 1 — опора металлическая; 2 — уголок верхний; 3 — уголок нижний; 4 — стержень крепежный; 5 — рама; 6 — болт рамный; 7 — болт опорный; 8 — подкладка;
 9 — швеллер

этих уголков с «фундаментом» выполняют крепежными стержнями. Подъем и установку опор на «фундаменты» производят с помощью падающей стрелы (рис. 12.19.8).

При использовании в качестве «фундамента» сруба поврежденной круглой железобетонной опоры контактной сети применяют так называемый «стаканный фундамент». Одна его часть устанавливается в срубе поврежденной опоры, а другая служит для крепления деревянной опоры. Обе части «стаканного фундамента» соединяют шарниром и скрепляют болтами.

На ряде железных дорог используют *трубчатые металлические опоры*, которые устанавливаются непосредственно в сруб железобетонной опоры или в «стаканный фундамент». Нижняя часть «стаканного фундамента» может служить для закрепления на ней металлической опоры временного восстановления.

Для временного восстановления поврежденных опор контактной сети рекомендованы также специальные «блочные фундаменты» и переходные плиты массой около 7 т, которые представляют собой монолитные

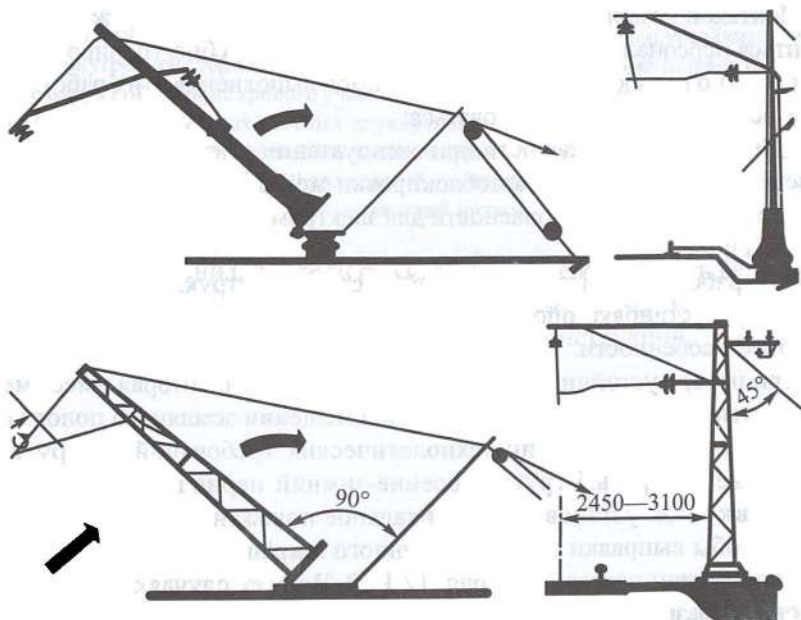


Рис. 12.19.8. Установка металлической опоры временного восстановления с помощью падающей стрелы

железобетонные блоки для установки на них опор контактной сети временного восстановления; они также могут быть применены для установки опор временного восстановления ВЛ.

В комплект опор временного восстановления входят: анкера, полушпалки, тросовые оттяжки, падающая стрела, консоли, кронштейны, фиксаторы, арматура контактной сети и др., а в общий комплект аварийного запаса входят также полимерные изоляторы контактной сети для участков постоянного и переменного тока, которые устойчивы к механическим повреждениям и имеют высокие электрические характеристики.

На ряде дорог имеются металлические переходные плиты, которые устанавливаются на поврежденные фундаменты металлических опор контактной сети с последующей установкой на них опор других типов, в том числе опор гибких поперечин. Они изготавливаются из стального проката толщиной 20—25 мм. В комплект каждой переходной плиты входят восемь болтов с гайками и шайбами. Расстояние между отверстиями в переходных плитах определяется в зависимости от типа опор с учетом их взаимозаменяемости.

Монтаж и демонтаж опор временного восстановления должен производиться персоналом, прошедшим подготовку на учебно-тренировочном полигоне по отработке безопасных приемов выполнения этих работ. При этом необходимо руководствоваться:

- Правилами безопасности при эксплуатации контактной сети и устройств электроснабжения автоблокировки железных дорог (ЦЭ-750);
- Инструкцией по безопасности для электромонтеров контактной сети (ЦЭ-761);
- разработанной и утвержденной местной Инструкцией по безопасности при установке опор временного восстановления, учитывающей местные особенности.

При потере устойчивости опор контактной сети, которая имеет место при уменьшении плотности грунта, смещении земляного полотна, а также в случае нарушений технологических требований и норм при установке в мерзлый грунт в осенне-зимний период, производят их выправку, т.е. установку в вертикальное положение.

Способы выправки опор и временного закрепления их в вертикальном положении показаны на рис. 12.19.9. Во всех случаях для выправки опоры разрабатывают котлован глубиной не менее 2 м. На высоте 2—3 м от уровня головки рельса на опоре закрепляют полиспасты грузоподъемностью не менее 2 тс, которыми выправляют опору до верти-

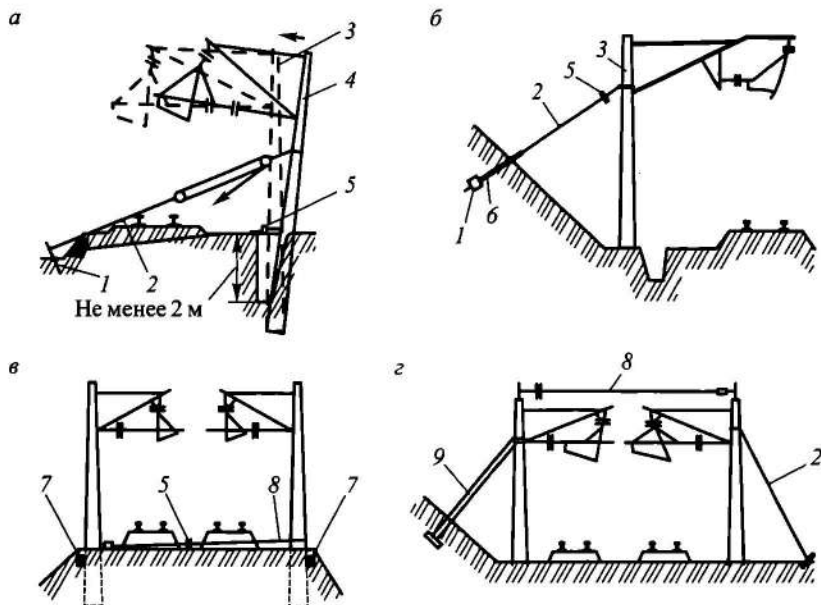


Рис. 12.19.9. Схемы выправки и закрепления опор при потере устойчивости: *а* — на внутренней стороне кривого участка и на высоких насыпях (наклон от пути); *б* — на наружной стороне кривого участка; в снегозаносимых выемках (наклон в сторону пути); *в* — на высоких насыпях двухпутного участка; *г* — в слабых грунтах; 1 — анкер; 2 — оттяжка; 3 — вертикальное положение опоры; 4 — положение опоры при потере устойчивости; 5 — изолятор; 6 — штанга; 7 — лежень; 8 — стяжка; 9 — жесткий подкос

кального положения, после чего укладывают лежни, засыпают и трамбуют грунт в котловане и устанавливают вспомогательные оттяжки, анкера, подкосы и др., фиксирующие опору конструкции.

Глава 13

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ

13.1. Общие положения

Все электроустановки по условиям электробезопасности делятся на:

- электроустановки напряжением до 1000 В;
- электроустановки напряжением выше 1000 В.

К последним относятся контактная сеть напряжением 3,3 и 27,5 кВ, воздушные и кабельные линии электроснабжения напряжением 6 (10) кВ. Эти линии и устройства с ними связанные должны обслуживаться специально подготовленными работниками, ясно представляющими себе опасность воздействия электрического тока на организм человека.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает следующие воздействия:

- термическое — ожоги и нагрев органов;
- электролитическое — разложение органической жидкости, в том числе и крови;
- механическое (динамическое) — расслоение и разрыв тканей организма;
- биологическое — нарушение биоэлектрических процессов, протекающих в нормально функционирующем организме.

Под действием электрического тока происходит поражение как внешних (электротравма), так и внутренних органов человека (электрический удар). Особенно большую опасность представляют электрические удары, при которых возможны поражения нервной, дыхательной и сердечно-сосудистой систем организма с тяжелым исходом. Тяжесть поражения при электрическом ударе в основном зависит от величины тока, времени его прохождения, а также от путей его прохождения через тело человека.

Определенную опасность при прохождении через тело человека представляет ток величиной 0,01 А, вызывающий непроизвольную судорогу мышц. При токе 0,05 А наступает паралич органов дыхания и фибрилляция сердца, а ток от 0,1 А и выше смертелен для человека. Наиболее опасен случай прохода тока через область сердца. Величина тока зависит от приложенного напряжения и от общего электрического сопротивления цепи, одной из составляющей которого является сопротивление тела человека, колеблющееся в пределах 500—100 000 Ом в зависимости от внешних условий и состояния человека.

Наибольшее сопротивление прохождению тока оказывает кожа человека. Повреждение кожи, а также ее загрязнение и увлажнение являются основным фактором, резко снижающим сопротивление человека электрическому току. Внутренние органы, как правило, обладают весьма малым сопротивлением и практически не оказывают препятствий прохождению тока.

Поражение электрическим током — скрытая опасность, невидимая для обслуживающего персонала (*Помните! Ток невидим, неслышим, не имеет цвета и запаха*). А если учесть еще открытую опасность — работа на высоте, а также на железнодорожных путях (связанная с безопасностью движения поездов), то становится ясным, насколько важно знать Правила и Инструкции по технике безопасности и строго их выполнять.

Все работы на контактной сети и линиях электроснабжения персоналом дистанций электроснабжения выполняются согласно Правилам безопасности при эксплуатации контактной сети и устройств электроснабжения автоблокировки железных дорог (ЦЭ-750) и Инструкции по безопасности для электромонтеров контактной сети (ЦЭ-761). В зависимости от местных условий при необходимости разрабатываются дополнительные (местные) инструкции, указывающие на особенности условий производства работ. Местные инструкции не должны противоречить Правилам и Инструкциям, утвержденным руководством ОАО «РЖД» России.

К обслуживающему персоналу предъявляют повышенные требования: к работам в районе контактной сети допускаются лица не моложе 18 лет, а в качестве учеников и практикантов — не моложе 17 лет, прошедших медицинское обследование при поступлении и в дальнейшем проходящие его ежегодно. При медицинском осмотре проверяют общее физическое состояние организма, особое внимание обращают на нервную систему, сердце, органы слуха и зрения. Все работники должны иметь

четкие знания основ электротехники, хорошо знать обслуживаемое оборудование, схемы и особенности устройств контактной сети и линий электропитания. Важно иметь отчетливое представление об опасностях, возникающих при работах на контактной сети и линиях электропитания, хорошо знать правила и инструкции по технике безопасности и правильно применять их при работах, уметь оказывать первую доврачебную помощь пострадавшему.

В зависимости от уровня знаний и стажа работы в установках высокого напряжения работнику присваивается одна из пяти квалификационных групп по технике безопасности. Присвоение квалификационных групп электромонтерам районов контактной сети производится после проверки индивидуальных знаний комиссией дистанции электропитания. Знание правил техники безопасности, инструкций по технике безопасности и должностных инструкций проверяют периодически не реже 1 раза в год. Внеочередным испытаниям подвергаются лица, допустившие нарушение правил и инструкций.

Все применяемые при производстве работ на контактной сети монтажные и предохранительные приспособления периодически освидетельствуют и испытывают по действующим нормам. Механические и электрические испытания проводят при повышенной нагрузке, гарантирующей безотказную работу в течение установленного срока до следующих испытаний. Конкретные сроки и нормы испытаний изложены в приложении к Правилам.

На монтажных и предохранительных приспособлениях указывают номера, даты очередных испытаний, а в журнале фиксируют даты и результаты их осмотров и испытаний. Перед началом работ все эти приспособления осматривает производитель работ, обращая внимание на их состояние и срок очередного испытания. Исполнитель работ также обязан убедиться в пригодности приспособления.

13.2. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работающих

По мерам безопасности все работы на контактной сети и воздушных линиях подразделяют на:

- со снятием напряжения и заземлением;
- под напряжением (*только для работ на контактной сети*);
- вблизи частей, находящихся под напряжением;
- вдали от частей, находящихся под напряжением.

При выполнении **работ со снятием напряжения и заземлением** в зоне (месте) их выполнения должно быть предварительно снято напряжение и заземлены те провода и устройства, на которых будет выполняться работа.

Приближение самого работника или его инструмента (приспособления) к проводам (в том числе и к поддерживающим конструкциям), находящимся под рабочим или наведенным напряжением, а также к нейтральным элементам на расстояние менее 0,8 м запрещено. Если в процессе выполнения работы на отключенных и заземленных проводах необходимо приближаться к нейтральным элементам, то они тоже должны быть заземлены.

При выполнении **работ под напряжением**, когда провода и оборудование в зоне (месте) работ находятся под рабочим или наведенным напряжением, безопасность работающих должна обеспечиваться применением основных средств защиты (изолирующие вышки, изолирующие площадки дрезин и автомотрис, изолирующие штанги и др.) и специальными мерами (завешивание стационарных и переносных шунтирующих штанг, шунтирующих перемычек и др). Приближение к заземленным и нейтральным частям на расстояние менее 0,8 м также запрещено.

При выполнении **работ вблизи частей, находящихся под напряжением**, работающему, расположенному в зоне (месте) работы на постоянно заземленной конструкции, в случае когда по условиям работы необходимо приближаться самому или через неизолированный инструмент к электроопасным элементам (в том числе к проводам осветительной сети) в зоне менее 2 м, приближение к электроопасным элементам на расстояние менее 0,8 м запрещено.

При выполнении **работы вдали от частей, находящихся под напряжением**, работающему в зоне (месте) работы нет надобности и запрещено, работая на земле или на постоянно заземленной конструкции, приближаться к электроопасным элементам на расстояние менее 2 м.

При всех категориях работ, во избежание поражения электрическим током, следует выполнять *основное правило электробезопасности:*

все элементы (части) контактной сети, ВЛ и связанного с нею оборудования на месте работы, монтажное приспособление, конструкция, на которой находится сам работающий, должны находиться под одним потенциалом, для чего они электрически (металлически) соединяются друг с другом заземляющими или шунтирующими штангами, разъединителями, шунтирующими перемычками и т.д.

Перед началом, а также во время работы прежде чем коснуться элемента (провода, троса, шлейфа, врезного изолятора и т.п.), не имеющего металлической связи с монтажным приспособлением или конструкцией, на которой находится работающий, необходимо завесить на этот элемент заземляющую штангу или шунтирующую штангу или установить при необходимости перемычку и только после этого выполнять работу.

До начала работ всех категорий необходимо отчетливо представлять, в каких опасных сочетаниях могут находиться разнопотенциальные элементы и какие соответствующие меры безопасности необходимо выполнять для соблюдения основного правила электробезопасности.

При выполнении работ под напряжением и вблизи частей, находящихся под напряжением, в бригаде должна быть заземляющая штанга.

Запрещается начинать работу, производить переключения разъединителей по условному сигналу, а также неясному или непонятному указанию до получения разъяснения.

Организационными мероприятиями по обеспечению безопасности работающих являются:

- выдаче наряда или распоряжения;
- инструктаж производителя работ лицом, выдающим наряд;
- выдача диспетчером (ЭЦЦ) разрешения (приказа, согласования) на подготовку места работы;
- инструктаж производителем работ бригады и допуск ее к работе;
- надзор во время работы;
- оформление перерывов в работе, переходов на другое рабочее место, окончание работы.

Все работы на контактной сети, ВЛ и связанном с нею оборудовании выполняются по нарядам и распоряжениям. Приступать к подготовке места работы по наряду или распоряжению допускается лишь после получения приказа или согласования от ЭЦЦ.

По распоряжению без права подъема на высоту более 3 м от уровня земли (платформы) до ног работающего выполняются следующие виды работ:

- обход с осмотром электротяговой рельсовой цепи;
- обход с осмотром контактной сети, ВЛ и связанного с нею оборудования, волноводов, и других линий;
- осмотр и замер габарита опор;
- осмотр переходов линий электропередачи через контактную сеть;
- осмотр оборудования пунктов группировки;
- осмотр заградительных щитов (вертикальных).

Перед допуском к работе по наряду или распоряжению непосредственно на месте работ электромонтер обязан получить инструктаж, в котором производитель работ должен указать:

- содержание предстоящей работы;
- условия производства работ (ее категорию, технологию);
- распределение обязанностей между членами бригады;
- точные границы зоны и места работы каждого члена бригады;
- расположение поблизости нейтральных и токоведущих частей, оставшихся под рабочим или наведенным напряжением (при работах вблизи напряжения или со снятием напряжения и заземлением), а также расположение заземленных и нейтральных частей (при работах под напряжением);
- места прохода ВЛ с другим потенциалом и другим родом тока (ВЛ освещения, телеуправления и др.);
- места секционирования;
- места, на которых запрещается работа, а также опасные места;
- места установок заземляющих штанг с выделением специальных лиц для их установки;
- особенности в ограждении места работы;
- порядок перемещения в зоне работы;
- порядок применения автомотрисы или дрезины, изолирующей съемной вышки, механизмов.

После инструктажа все члены бригады должны расписаться в специальной графе наряда. Оформление инструктажа при работах по распоряжению производится в журнале учета работ по нарядам и распоряжениям (форма ЭУ-40).

При работе со снятием напряжения и заземлением, инструктаж проводится до установки первой заземляющей штанги, а расписываться за него в наряде следует после того, как производитель работ проверит правильность установки заземляющих штанг и осуществит допуск к работе.

Допуск к работе осуществляет производитель работ после того, как выполнены необходимые мероприятия по обеспечению безопасности работающих непосредственно на месте (в зоне) работы.

Надзор за работающими должен осуществлять производитель работ. Если работа выполняется по одному наряду двумя или более группами работников, в каждой группе назначается при выписке наряда отдельный наблюдающий. Производитель работ в этом случае осуществляет общее руководство работами и контролирует выполнение требований безопасности во всех группах.

При выявлении нарушений требований безопасности при выполнении работы наблюдающий имеет право приостановить дальнейшее выполнение работы и поставить об этом в известность производителя работ. Лица, отстраненные наблюдающим от работы, могут продолжить работу по данному наряду только после проведения повторного инструктажа, допуска производителем работ с росписью в наряде.

Наблюдающему запрещено:

- совмещать надзор с какой-либо работой;
- отвлекаться от надзора за работающими;
- передавать свои обязанности другому лицу;
- отлучаться с места работы.

Указания наблюдающего в части соблюдения требований инструкций и инструктажа являются обязательными для работающих.

После перерыва или после перехода на новое место можно приступить к работе только после инструктажа бригады, произведенного производителем работ, и подписи производителя работ и всех членов бригады в таблице наряда «Рабочее место подготовлено».

О начале и окончании всех работ на участке железной дороги должен быть уведомлен ЭЦЦ.

13.3. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работающих

К техническим мероприятиям по обеспечению безопасности работающих относятся:

- закрытие путей перегонов и станций для движения поездов, выдача предупреждений на поезда и ограждение места работ;
- снятие рабочего напряжения и принятие мер против ошибочной подачи его на место работы;
- проверка отсутствия напряжения;
- наложение заземлений, шунтирующих штанг или перемычек, включение разъединителей;
- освещение места работы в темное время суток.

Требования безопасности при выполнении работ со снятием напряжения и заземлением. Основное правило электробезопасности:

- установить заземляющие штанги, переносные или стационарные шунтирующие штанги и перемычки;

– во время работы прежде чем коснуться элемента, не имеющего металлической связи с монтажным приспособлением или конструкцией, на которой находится работающий, необходимо завесить на него шунтирующую штангу, установить при необходимости перемычку и только после этого выполнять работу.

Квалификационные группы по технике безопасности членов бригады при выполнении различных по характеру работ приведены в приложениях 2 и 9 ЦЭ-761.

Запрещается приближаться к электроопасным элементам, находящимся под напряжением, на расстояние ближе 0,8 м.

Рабочее напряжение с электроустановки снимается по приказу энергодиспетчера отключением разъединителей или выключателей с видимым разрывом, а также отсоединением шлейфов разъединителей, разрядников, отсасывающих трансформаторов и др. от контактной сети. Зона работ со всех сторон должна отделяться видимым разрывом цепи от частей электроустановок, находящихся под напряжением. Наведенное напряжение снимают с электроустановки только наложением заземляющих штанг на провода электроустановки.

Для предотвращения ошибочной подачи разъединителями напряжения на рабочее место необходимо выполнить следующие меры безопасности:

- разъединители с ручными приводами закрыть на замок;
- у разъединителей с дистанционным управлением обесточить цепи управления, вывесить запрещающие плакаты или открыть крышку привода;
- при отключении разъединителей по телеуправлению на кнопки управления надеть предохранительные колпачки или вывесить плакаты;
- на рукоятки переключателей положения или кнопки управления повесить запрещающие плакаты «Не включать! Работа на линии» в количестве, равном числу работающих бригад.

Проверку отсутствия напряжения на контактной сети производят заземляющей штангой в диэлектрических перчатках в присутствии и под наблюдением производителя работ. Она осуществляется методом «на искру»: касаются острием крюка заземляющей штанги, присоединенной предварительно к «земле», токоведущих частей не ближе 1 м от изолятора. Касание основных проводов и тросов не допускается. Отключенные линии могут находиться под наведенным напряжением, дающим при проверке искру, однако в этом случае искра значительно слабее.

На ВЛ, ТП, отсасывающих трансформаторах, кабельных линиях и других устройствах, подключенных к ВЛ и ДПР, проверка отсутствия

напряжения осуществляется только указателем напряжения. При этом на ВЛ 6 (10) кВ она производится указателем непосредственно с земли с предварительной проверкой его на электроустановке, находящейся под напряжением, или с помощью специального проверочного устройства. При подъеме на опоры для проверки отсутствия напряжения запрещается приближаться к проводам на расстояние ближе менее 0,8 м.

Заземляющие штанги необходимо устанавливать в пределах одного блок-участка и присоединять к одному и тому же тяговому рельсу. Заземляющие штанги не допускается устанавливать непосредственно у места работ. Во избежание нарушения контакта их следует устанавливать на контактной сети не ближе одного мачтового пролета на фиксаторе соседней опоры, на ВЛ и ДПР — на провода у ближайшей от места работы опоры за точкой подвеса проводов. Если зона работы одной или нескольких бригад перекрывает изолирующий стык автоблокировки, то работа должна выполняться с закрытием движения всех поездов. При снятии заземления сначала снимают заземление с проводов и устройств, а затем отсоединяют зажим от заземлителя (в том числе от рельса). Заземления снимают только по указанию производителя работ. Запрещается снимать заземляющие штанги до полного окончания работ и вывода людей с места (зоны) работ. Зажим заземляющей штанги можно присоединять или отсоединять от рельса только, если штанга лежит на земле. Запрещено выполнять работу на контактной сети, ВЛ всех напряжений и одновременно на выключателях и разъединителях, которыми ограничивается зона работы.

Требования безопасности при выполнении работ под напряжением. Основное правило электробезопасности:

включить секционные разъединители, завесить шунтирующие штанги с изолирующей съемной вышки или с рабочей площадки автотомтрисы, установить на месте работы переносные шунтирующие перемычки, прежде чем коснуться с изолирующего средства какого-либо элемента контактной сети, необходимо завесить на элемент контактной сети шунтирующую штангу вышки или автотомтрисы. Приближение к электроопасным элементам на расстояние менее 0,8 м запрещается.

Квалификационные группы по электробезопасности персонала в зависимости от используемого для работы под напряжением изолирующего средства защиты приведены в приложении 10 ЦЭ-761.

К работе можно приступить после выполнения требуемых организационно-технических мероприятий по разрешению производителя работ. Перед началом работ производитель работ должен проверить

состояние и исправность ограждений, лестниц, шунтирующих штанг, протереть изоляторы площадок автотрисы. После этого проверяется изоляция изолирующей съемной вышки, изолирующей площадки автотрисы. Во время работы необходимо следить за тем, чтобы изолирующая часть средства защиты не шунтировалась металлическими тро-сами, проволокой и т.п.

При работах в местах секционирования контактной сети под напряжением, а также при отсоединении от контактной сети шлейфов разъединителей и разрядников, отсасывающих трансформаторов следует для выполнения основного правила электробезопасности применять шунтирующие штанги, установленные на изолирующих съемных вышках, изолирующих рабочих площадках автотрис, а также переносные шунтирующие штанги и шунтирующие перемычки. При работах на изолирующих сопряжениях анкерных участков, секционных изоляторах и врезных изоляторах шунтирующие их секционные разъединители должны быть включены. На месте работы устанавливается шунтирующая перемычка, соединяющая контактные подвески смежных секций. Расстояние от работающего до этой перемычки должно быть не более одного мачтового пролета. При расстоянии до шунтирующего секционного разъединителя свыше 600 м устанавливать шунтирующую перемычку необходимо с помощью изолирующей штанги.

Запрещается выполнять работы на контактной сети под напряжением:

- при скорости ветра более 12 м/с;
- под пешеходными мостами, путепроводами, в тоннелях и на мостах с ездой понизу;
- во время грозы, дождя, тумана и мокрого снегопада;
- при невозможности использования полной длины изолирующей части средства защиты;
- на несущем тросе ближе 1 м от неизолированных консолей, ригелей, сигнальных мостиков, точек подвеса на гибких поперечинах с заземленными поперечными тросами или с изолированными поперечными тросами, но без нейтральных вставок в нижнем фиксирующем тросе;
- при опущенном ограждении изолирующих площадок автотрис;
- в опасных местах, за исключением врезных и секционных изоляторов.

При работе под напряжением запрещается:

- прикасаться с изолирующего средства к частям контактной сети, находящейся под напряжением, при неустановленных шунтирующих штангах;

– спускаться с изолирующего средства или подниматься на него, а также передавать инструмент на изолирующую рабочую площадку при завешенных шунтирующих штангах или в случаях, когда ограждение рабочей площадки касается частей контактной сети;

– находиться на рабочей площадке изолирующего средства при перемещении его в месте секционирования, если нет наряда и приказа ЭЧЦ на выполнение работы в таком месте и не выполнены соответствующие технические мероприятия;

– разбирать и ослаблять части контактной сети, находящиеся под токовой нагрузкой без шунтирования.

При шунтировании проводов, конструкций и оборудования, обеспечивающих передачу тягового тока, шунтирующие перемычки должны иметь сечение не менее 70 % общего сечения подвески и изготавливаться из гибкого медного троса.

Шунтирующие штанги и перемычки должны иметь надежный контакт с проводами и при падении не перекрывать тросами изолирующие части автомотрис, съемных вышек и лестниц.

Требования безопасности при выполнении работ вблизи частей, находящихся под напряжением. Запрещено приближение к электроопасным элементам (нейтральным или находящимся под напряжением) на расстояние менее 0,8 м. К работе следует приступать после выполнения всех организационных и технических мероприятий (проведен инструктаж и подготовлена заземляющая штанга для завески на провода, подсоединенная к заземлителю).

Исполнители и наблюдающий должны иметь IV, производитель работ — V квалификационные группы. Работы по очистке и окраске опор, жестких поперечин (ригелей) могут выполняться электромонтерами III квалификационной группы под руководством электромонтера с IV группой без снятия напряжения с контактной сети, за исключением части ригеля на расстоянии 1 м поверху в обе стороны от точки подвеса несущего троса, где работы должны выполняться со снятием напряжения с контактной сети и ее заземлением. Следует снимать напряжение с ВЛ выше 1000 В, проложенных по опорам с полевой стороны. Категория работ на линии освещения, проходящей по опорам контактной сети, должна определяться характером выполняемой работы. Если по условиям производства работ нет необходимости приближаться к проводам контактной сети ближе чем на 0,8 м, то контактная сеть остается под напряжением, о чем указывается запись в графе «Дополнительные меры безопасности». Если при выполнении работ на линии

освещения возможно приближение к контактной сети на расстояние менее 0,8 м, то в графе «Категория (со снятием напряжения... и т.д.) наряда ЭУ-115 должно быть указано снятие напряжения с ВЛ освещения и контактной сети.

Запрещается направлять струю от краскораспылителя на провода и изоляторы. При работе вблизи частей, находящихся под напряжением, запрещено:

- работать в согнутом положении, если расстояние от работающего при его выпрямлении до электроопасных элементов окажется менее 0,8 м;
- работать при наличии с двух сторон на расстоянии менее 2 м от работающего электроопасных элементов;
- работать над электроопасными элементами, не имеющими ограждений;
- выполнять работу на расстоянии менее 20,0 м от места секционирования (секционные изоляторы, изолирующие сопряжения) и подключения шлейфов секционных разъединителей, которыми осуществляются отключения контактной сети при подготовке места работы (указанное расстояние отсчитывается по оси пути);
- пользоваться металлическими лестницами, за исключением специальных, конструкция которых исключает возможность их падения на провода, оставшиеся под напряжением.

Требования безопасности при работе вдали от частей, находящихся под напряжением. Работа должна производиться по наряду после получения инструктажа с разрешения производителя работ.

Группа исполнителя при выполнении работ вдали от частей, находящихся под напряжением, должна быть не ниже II, а производителя — III. При рассредоточении бригады дополнительно выделенный наблюдающий должен иметь группу не ниже III.

13.4. Безопасность работ с изолирующих съемных вышек

При выполнении работ без закрытия путей для движения поездов изолирующая съемная вышка до установки на путь должна быть ограждена. При вышке постоянно должно находиться не менее 4 человек, включая производителя работ и работающих наверху электромонтеров. На рабочей площадке может работать не более 2 человек. Вышка должна стоять на путях устойчиво, ее рама не должна иметь перекосов и все четыре колеса должны касаться рельсов или земли.

В связи с тем что работы с изолирующих съемных вышек выполняют без прекращения движения поездов, очень важно предусмотреть *правильное ограждение места работ и своевременное предупреждение о подходе поезда*. Место работ ограждают, выставляя специально выделенных сигнальщиков. Они имеют сигнальные принадлежности на случай необходимости остановки поезда (сигнальные флажки, рожок, петарды) и поддерживают связь с производителем работ (видимую или через радиостанции). Отличительной особенностью сигнальщиков является головной убор с желтым верхом. На главных путях перегонов и станций сигнальщики отходят от места работы в обе стороны на расстояние тормозного пути, зависящего от установленной на данном участке скорости движения поездов и типа обращающегося подвижного состава. Это расстояние составляет от 1000 до 1700 м. В случае приближения поезда сигнальщик подает сигнал производителю работ и следит за съемом вышки с пути. Если по условиям работы вышка не может быть снята с пути, производитель работ дает команду на остановку приближающегося поезда и сигнальщик принимает меры к остановке поезда.

В тех случаях, когда не обеспечивается видимость между основным сигнальщиком и бригадой, между ними выставляют промежуточного сигнальщика, который повторяет сигналы основного. Учитывая, что для прекращения работ и снятия вышки с пути требуется некоторое время, основной сигнальщик должен знать о приближении поезда заблаговременно. Так, при скорости движения до 160 км/ч он должен знать о появлении поезда на расстоянии равном 2 км. Поэтому иногда приходится выставлять дополнительного сигнальщика.

В случае нарушения связи между производителем работ и основным сигнальщиком (неисправность радиостанции, прекращение видимой связи по условиям проходящего по соседнему пути поезда и другим причинам) бригада прекращает работу и убирает вышку с пути, а сигнальщик при отсутствии информации о прекращении работ принимает меры к остановке поезда.

На ряде направлений скорости движения пассажирских поездов составляют 160 км/ч. В этом случае вводится дополнительная мера безопасности, заключающаяся в прекращении всех работ и снятии вышки за 10 мин до прохода скоростного поезда. За 5 мин до прохода такого поезда в соответствии с графиком движения все работники отходят от пути на расстояние не менее 5 м.

При выполнении работ на контактной сети двухпутных и многопутных участков в случае прохождения поезда по соседнему пути работа

прекращается и все члены бригады следят за проходящим поездом, обращая особое внимание на сигналы основного сигналиста. Если по соседнему пути идет пассажирский поезд со скоростью более 100 км/ч, то работа прекращается, работающие спускаются со съемной вышки, которую за 5 мин до прохода этого поезда убирают с пути.

На двухпутных участках при одностороннем движении поездов в светлое время суток допускается одностороннее ограждение съемной вышки, если оба пути открыты для движения и нет скоростного движения. При этом переставлять вышку на соседний путь недопустимо. Производитель работ не реже одного раза в час поддерживает связь с энергодиспетчером, проверяя, не возникла ли необходимость движения поездов по неправильному пути.

Съемные вышки при работах на станционных путях ограждают на расстоянии не менее 50 м от места работы таким образом, чтобы сигналист мог видеть передвижение подвижного состава по примыкающим съездам. Кроме того, о приближении поезда бригаду оповещает по громкоговорящей связи дежурный по станции или парку, с которыми заблаговременно согласовывается место работы, с записью в журнале формы ДУ-45.

13.5. Безопасность работ на воздушных линиях

Работы на воздушных линиях производят после тщательной проверки состояния опоры, когда имеется полная уверенность в достаточной ее прочности на всей длине, включая основание. Прежде чем подняться на опору, необходимо проверить деревянную опору на загнивание. Для этого ее откапывают на глубину не менее 0,3 м от поверхности земли и щупом проверяют степень загнивания опоры. При необходимости опору предварительно укрепляют. Перед подъемом на деревянную опору электромонтер закрепляет «когти» на ногах и стропом предохранительного пояса охватывает стойку опоры. На угловые опоры поднимаются только со стороны внешнего угла. Подъем на опоры ВЛ АБ, на которых находятся провода напряжением 220 В, производится только, если расстояние между опорой и этими проводами не менее 0,8 м. При меньшем расстоянии провода должны быть отключены и заземлены. Чтобы заменить провода линий автоблокировки, снимают напряжение со всех сигнальных проводов, подвешенных на этих опорах.

Запрещается подъем на опоры, приближение или соприкосновение деревьев, веревок с проводами ВЛ.

В зимнее время до начала валки дерева в снегу расчищаются две дорожки длиной по 4—5 м в сторону, противоположную падению дерева, под углом 45° к линии падения для быстрого отхода от дерева в момент его падения.

Расчистку трасс от деревьев производят в светлое время суток при отсутствии ветра и тумана отдельными группами работников с расстоянием между ними не менее 50 м. В первую очередь подпиливают и сваливают подгнившие, подгоревшие и непрочные стоящие деревья. Перед тем как свалить дерево, его подпиливают или подрубают не менее чем на четверть толщины со стороны, в которую дерево должно быть повалено.

Нижняя плоскость направляющего подпила или подруба должна быть перпендикулярна к оси дерева, а верхняя его сторона — образовывать с нижней плоскостью угол $35—40^\circ$. Основной пропилом выполняют выше нижней плоскости подруба на 3—5 см. Пропил дерева выполняется со стороны, противоположной подрубу или подпилу. Пропил не должен доходить до края подруба у здоровых деревьев на 2—3 см, у сухостойных и гнилых — на 4—5 см. Если после окончания пропила дерево не начнет падать, прибегают к принудительной валке дерева (можно забить клин в пропил). Перед валкой гнилых и сухостойных деревьев следует опробовать шестом на прочность и вместо подруба делать подпил.

О предстоящем падении сваливаемого дерева оповещаются все электромонтеры. Для исключения падения дерева на провода применяются оттяжки в сторону, противоположную проводам. Оттяжки крепятся за дерево или другой устойчивый предмет.

При расчистке трассы от деревьев запрещается выполнять:

- работы при сильном тумане, ветре, в темное время суток;
- групповую валку вручную с предварительным подпиливанием, используя падение одного дерева на другое;
- валку без подпила или подруба;
- подруб дерева с двух или нескольких сторон;
- сквозной пропил дерева;
- подруб гнилых и сухостойных деревьев.

Запрещается при выполнении работ:

- стоять со стороны возможного падения дерева и с противоположной его стороны у комля;
- влезать на подрубленные деревья;
- приближаться к дереву в случае падения его на провода действующей ЛЭП до снятия напряжения на расстояние менее 8 м и применять какие-либо меры по снятию дерева с проводов.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации ЦРБ-756. — М.: Транспорт, 2000.
2. Инструкция по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации ЦРБ-757. — М.: Транспорт, 2000.
3. Инструкция по безопасности для электромонтеров контактной сети ЦЭ-761 / МПС РФ. — М., 2000.
4. Инструкция по заземлению устройств электроснабжения на электрифицированных железных дорогах ЦЭ-191 / МПС РФ. — М., 1993.
5. Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемые в электроустановках № 261. — М., 2003.
6. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве работ на контактной сети с изолирующих съёмных вышек ЦЭ-683. — М.: Трансиздат, 1999.
7. Инструктивные указания по регулировке контактной сети ЦЭЭ-2 / МПС РФ. — М.: Трансиздат, 1998.
8. Контактная сеть и воздушные линии. Нормативно-методическая документация по эксплуатации контактной сети и высоковольтных линий: Справочник. 3-е изд / ЦЭ ОАО «РЖД». — М., 2004.
9. Контактная сеть для скоростей движения поездов до 160 км/ч. КС-160/ЦЭ МПС РФ. — СПб.: ЗАО «Универсал-контактные сети», 2003. — 255 с.
10. Каталоги оборудования, изоляторов, арматуры, средств малой механизации, машин и механизмов, применяемых при электроснабжении железных дорог / ЦЭ ОАО «РЖД». — М.: Трансиздат, 2004.
11. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ РМ-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00. — М.: НЦ ЭНАС, 2001.
12. Механизация работ в хозяйстве электрификации и электроснабжения железных дорог / ЦЭ ОАО «РЖД». — М., 2004.

13. Правила устройства и технической эксплуатации контактной сети электрифицированных железных дорог ЦЭ-868. — М., 2002.

14. Правила безопасности при эксплуатации контактной сети и устройств электроснабжения автоблокировки железных дорог ЦЭ-750 / МПС РФ. — М., 2000.

15. Правила устройства электроустановок ПУЭ/Минэнерго. — М.: НЦ ЭНАС, 2002.

16. Сборник технических указаний, информационных материалов и руководящих документов по хозяйству электроснабжения железных дорог / ЦЭ ОАО «РЖД». — М., 2004.

17. Технологические карты на работы по содержанию и ремонту устройств контактной сети электрифицированных железных дорог ЦЭ-197-5/3. — М., 1997.

18. Типовые нормы времени на техническое обслуживание и текущий ремонт устройств электроснабжения СЦБ и других нетяговых потребителей Р-385у. — М., 2003.

19. Указания по техническому обслуживанию и ремонту опорных конструкций контактной сети Қ-146-2002. — М., 2003.

20. Устройство и эксплуатация контактной сети и воздушных линий / ЦЭ ОАО «РЖД». — М., 2004.

21. *Бондарев Н.А., Чекулаев В.Е.* Контактная сеть: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта. — М.: Маршрут, 2006. — 592 с.

22. *Соколов Н.Л.* Контактная сеть: Учебное иллюстрированное пособие. — М.: Маршрут, 2003.

23. *Чекулаев В.Е., Каркошка Л. З.* Машины и механизмы в хозяйстве электроснабжения на железнодорожном транспорте: Учебное иллюстрированное пособие. — М.: Маршрут, 2004. — 68 с.

Об авторе

Ерохин Евгений Александрович — инженер-электромеханик путей сообщения, в настоящее время преподаватель Саратовской дорожной технической школы.

Трудовую деятельность начал в августе 1956 г. после окончания Свердловского электротехнического техникума МПС бригадиром Саткинской дистанции контактной сети, а работая в должности начальника дистанции контактной сети ст. Бутырское, принимал непосредственное участие в электрификации и вводе в действие участка Шумиха-Курган Южно-Уральской железной дороги.

С 1960 г. участвовал в электрификации Волгоградского, а затем и Саратовского узлов пригородного движения. Работал заместителем начальника Саратовской дистанции электроснабжения, старшим энергодиспетчером и заместителем начальника локомотивного отдела по электрификации Саратовского отделения Приволжской железной дороги.

Двенадцать с половиной лет возглавлял Саратовский учебный консультационный пункт Всесоюзного заочного института инженеров железнодорожного транспорта (в настоящее время Поволжский филиал РГОТУПС).

При общем трудовом 50-летнем стаже подготовкой кадров для дороги занимается тридцать один год.

Награжден знаком «Почетный железнодорожник».



ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора	3
Глава 1. Общие сведения об электрифицированных железных дорогах	4
1.1. Электрификация железных дорог	4
1.2. Основные устройства электрифицированных железных дорог	6
1.3. Общие сведения о контактных сетях	12
1.4. Токоприемники	15
Глава 2. Контактные подвески и воздушные линии	21
2.1. Основные требования, предъявляемые к цепным подвескам для обеспечения надежного токосяема	21
2.2. Простые контактные подвески	25
2.3. Особенности цепных контактных подвесок и их классификация	30
2.4. Фиксаторы	34
2.5. Вертикальные, полукосявые и косявые цепные подвески с различными фиксаторами	35
2.6. Некомпенсированные, полукompенсированные и компенсированные цепные подвески	39
2.7. Длина пролета между опорами контактной сети	49
2.8. Области применения различных контактных подвесок	51
2.9. Воздушные линии на опорах контактной сети и на самостоятельных опорах	55
Глава 3. Провода и изолирующие элементы	62
3.1. Провода контактных подвесок	62
3.2. Провода воздушных линий	71
3.3. Изоляторы и изолирующие вставки	73
Глава 4. Опоры и поддерживающие устройства	89
4.1. Общие сведения об опорах и их закреплении в грунте	89

4.2. Железобетонные опоры	98
4.3. Металлические опоры	114
4.4. Общие сведения о поддерживающих устройствах	123
4.5. Конструкции и типоразмеры консолей	127
4.6. Жесткие и гибкие поперечины	134
4.7. Кронштейны и траверсы	140
Глава 5. Основные узлы и детали контактной сети и воздушных линий	147
5.1. Подвеска несущего троса и других проводов	147
5.2. Струны и рессорные тросы	156
5.3. Фиксирующие устройства	161
5.4. Стыкование проводов	168
5.5. Анкеровки	176
5.6. Электрические соединители	180
5.7. Узлы и детали контактной сети для несущего троса ПБСА-50/70	182
Глава 6. Контактная сеть в местах сопряжений анкерных участков	187
6.1. Неизолирующие сопряжения	187
6.2. Изолирующие сопряжения	196
Глава 7. Контактная сеть на станциях	206
7.1. Общие сведения	206
7.2. Воздушные стрелки	207
7.3. Основные элементы простой контактной подвески	214
7.4. Секционные изоляторы	216
7.5. Секционные разъединители	223
Глава 8. Контактная сеть в искусственных сооружениях	235
8.1. Общие сведения	235
8.2. Проход контактной подвески под путепроводами и сигнальными и пешеходными мостиками	238
8.3. Проход контактной подвески по мостам и в тоннелях	243
8.4. Защитные ограждения	246
Глава 9. Питание и секционирования контактной сети	249
9.1. Принципы питания	249
9.2. Принципы секционирования	254
9.3. Схемы питания и секционирования станций	256

9.4. Стыкование контактной сети переменного и постоянного тока	261
Глава 10. Рельсовые сети и защитные устройства	265
10.1. Рельсовые сети	265
10.2. Заземления	270
10.3. Разрядники и ограничители перенапряжения	276
Глава 11. Основные машины, механизмы и приспособления ...	284
11.1. Автомотрисы	284
11.2. Машины и съемные вышки	289
11.3. Основные приспособления	292
11.4. Измерительные устройства и защитные средства	300
Глава 12. Техническое обслуживание и ремонт контактной сети и воздушных линий	304
12.1. Организационная структура хозяйства электрификации и электроснабжения	304
12.2. Организация управления дистанцией электроснабжения	307
12.3. Организация обслуживания контактной сети и воздушных линий	309
12.4. Приемка контактной сети и воздушных линий в эксплуатацию	314
12.5. Износ контактных проводов и меры по его уменьшению	317
12.6. Работа контактной сети при низких температурах и гололеде	322
12.7. Повышение ветроустойчивости контактной сети	331
12.8. Пережоги контактных проводов и меры по их предотвращению	335
12.9. Способы повышения надежности работы изоляторов	338
12.10. Коррозия устройств контактной сети и меры ее предотвращения	340
12.11. Осмотр контактной сети и воздушных линий	343
12.12. Балльная оценка состояния контактной сети	346
12.13. Измерение параметров контактной сети	347
12.14. Дефектировка изоляторов	351
12.15. Проверка и регулировка контактной подвески и воздушных линий	357

12.16. Проверка и ремонт поддерживающих устройств и опор	364
12.17. Проверка и ремонт оборудования контактной сети, воздушных линий и станций стыкования	366
12.18. Способы восстановления поврежденных устройств контактной сети	368
12.19. Опоры временного восстановления контактной сети	375
Глава 13. Техника безопасности при техническом обслуживании и ремонте	384
13.1. Общие положения	384
13.2. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работающих	386
13.3. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работающих	390
13.4. Безопасность работ с изолирующих съемных вышек	395
13.5. Безопасность работ на воздушных линиях	397
Рекомендуемая литература	399
Об авторе	401

Учебное издание

Евгений Александрович Ерохин

**УСТРОЙСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИЯ
И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
КОНТАКТНОЙ СЕТИ И ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ**

*Учебник для профессиональной
подготовки работников ж.-д. транспорта*

Редактор *Ф.А. Магидин*

Корректоры *Н.В. Орлова, И.Ф. Солодкова*

Компьютерная верстка *В.М. Данильченко*

Подписано в печать 15.05.2007 г.
Формат 60 × 84/16. Усл. печ. л. 25,5. Тираж 4000 экз. Заказ 147.
ГОУ «Учебно-методический центр по образованию
на железнодорожном транспорте»
107078 Москва, Басманный пер., 6
Тел.: +7 (495) 262-12-47
E-mail: marketing@umczdt.ru
<http://www.umczdt.ru>

Отпечатано в ОАО «Московская типография № 6»
115088, Москва, ул. Южнопортовая, д. 24.