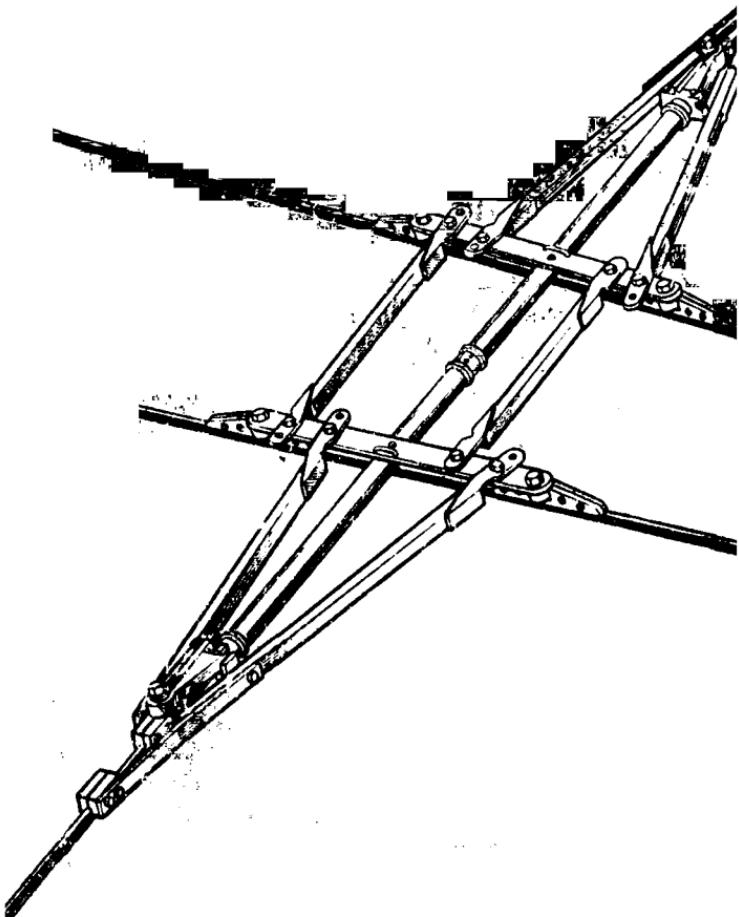


Учебник  
для подготовки  
электромонтеров  
контактной сети  
городского  
электрического  
транспорта  
в профессионально-  
технических  
учебных заведениях

А.С. АФАНАСЬЕВ

# КОНТАКТНЫЕ СЕТИ ТРАМВАЯ И ТРОЛЛЕЙБУСА



А.С. АФАНАСЬЕВ

# КОНТАКТНЫЕ СЕТИ ТРАМВАЯ И ТРОЛЛЕЙБУСА

Одобрено  
Ученым советом  
Государственного комитета СССР  
по профессионально-  
техническому образованию  
в качестве учебника  
для средних профессионально-  
технических училищ

## ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

### 1. Общие сведения об электроснабжении

Электрическая энергия для всех потребителей (промышленности, населения города, трамвая, троллейбуса и др.) вырабатывается на электрической станции 1 (рис. 1) в виде переменного трехфазного тока с частотой 50 Гц.

Выработанная энергия передается чаще всего на значительное расстояние от электростанции к потребителям по линии электропередачи 3 (ЛЭП). Для уменьшения потерь энергии в ЛЭП напряжение повышается на трансформаторной подстанции 2 до уровня 35; 110; 220 кВ и более в зависимости от удаленности потребителей. Вблизи от места потребления на понижающей подстанции 4 уровень напряжения снижается до 6 и 10 кВ. Отсюда электроэнергия направляется потребителям. Питание тяговых подстанций 6 городского электротранспорта осуществляется по кабельным (в редких случаях воздушным) трехфазным линиям 5.

На тяговой подстанции напряжение понижается до 600 В и переменный ток преобразуется выпрямителями в постоянный. По питающим линиям положительной и отрицательной полярности 7 элект-

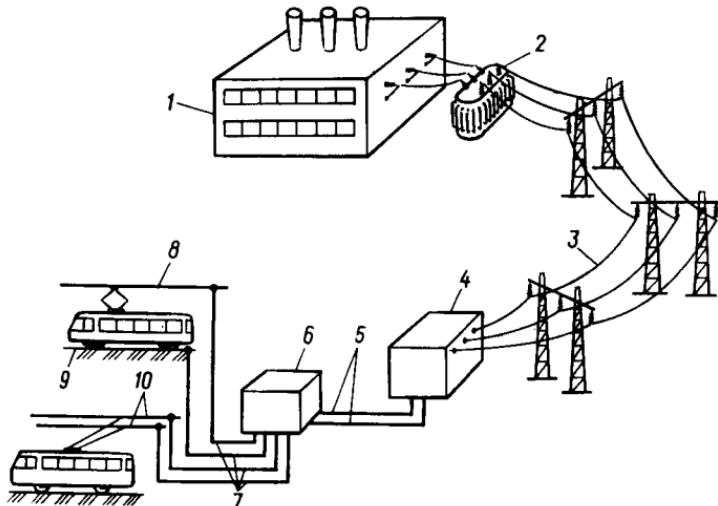


Рис. 1. Схема электроснабжения трамвая и троллейбуса:

1—электрическая станция; 2—понижающая трансформаторная подстанция; 3—линия электропередачи; 4—понижающая подстанция; 5—кабельная линия 6 или 10 кВ; 6—тяговая подстанция; 7—питающие кабельные линии; 8—контактный провод трамвая; 9—рельсы; 10—контактные провода троллейбуса

треэнергия подается в контактные провода 8 трамвая 9 или контактные провода троллейбуса 10. Подвижной состав трамваев и троллейбусов получает электроэнергию через контакт токоприемников с контактным проводом, в трамвае второй контакт осуществляется через колесные пары и рельсы.

*Контактной сетью* называется совокупность всех устройств, включающая в себя контактную подвеску, поддерживающие ее опоры и конструкции, усиливающие провода, тросовую систему, арматуру и спецчасти, служащие для подведения электрической энергии к подвижному составу через непосредственный контакт с его токоприемником.

## 2. Схемы внешнего и внутреннего электроснабжения

В современных условиях тяговые подстанции получают энергию не от одной электрической станции, а от энергетической системы, объединяющей многие электростанции линиями электропередачи (ЛЭП). Тяговые подстанции трамвая и троллейбуса находятся в городе и электроснабжение получают, как правило, от подстанций, распределительных пунктов (РП), центров питания (ЦП) электрических систем.

При рассмотрении схемы электроснабжения выделяют две части: *внешнее электроснабжение*, включающее в себя все устройства от центра питания до тяговой подстанции вместе с кабельными (воздушными) линиями;

*внутреннее электроснабжение*, включающее в себя тяговые подстанции и все элементы тяговой сети; контактную и рельсовую сеть, питающие линии.

Контактная сеть делится на электрически изолированные друг от друга участки, называемые *секциями контактной сети*. Секции отделяются на границах изоляторами, которые называются *секционными изоляторами*. Каждой секции присваивается номер или название. Внутри секции могут быть секционные изоляторы, которые называются промежуточными и служат для оперативных переключений при перераспределении нагрузки. В нормальном режиме работы они шунтируются электрическими перемычками.

Внутреннее электроснабжение выполняется в виде централизованного (рис. 2, а) или децентрализованного (рис. 2, б) питания контактной сети. *Централизованную схему* применяют при подстанциях, имеющих большую мощность, позволяющую питать весь примыкающий к ней район контактной сети, которая состоит из секций, расположенных в разном удалении от подстанции.

При *децентрализованной схеме* секции питаются от двух соседних подстанций, либо от любой из них, либо каждая подстанция питает примыкающую половину секции. При выходе из строя

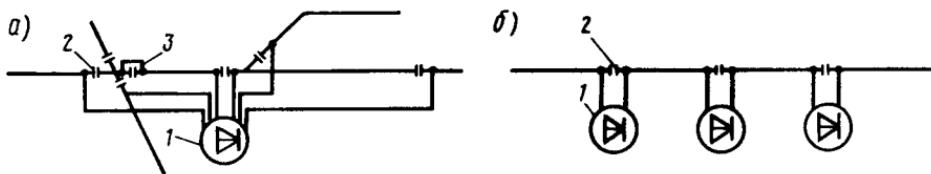


Рис. 2. Схемы внутреннего электроснабжения:

*a* — централизованное питание; *б* — децентрализованное питание; 1 — выпрямительная подстанция; 2 — секционный изолятор; 3 — электрический соединитель

одной из подстанций ее нагрузка передается на соседнюю. Каждая подстанция должна иметь соответствующий резерв мощности.

Выбирая ту или иную систему электроснабжения, предпочтение отдается той, которая обладает высоким уровнем надежности и обеспечивает гибкость управления. Под *надежностью* понимается безотказность, долговечность и ремонтопригодность, т. е. возможность непрерывно и длительно сохранять работоспособность в определенных режимах и быть приспособленной к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей в процессе технического обслуживания и проведения ремонтов. Ремонтопригодность имеет целью снижение затрат времени, труда и средств на техническое обслуживание и ремонт оборудования и повышение на этой основе эффективности его использования в процессе эксплуатации.

Основы надежности всякой системы или инженерного сооружения закладываются при их проектировании с обеспечением определенных запасов прочности, необходимых резервных устройств в виде дублирующих элементов или увеличением запасов мощности основных элементов, которые используются при выходе из строя отдельных элементов системы. Вместе с тем система электроснабжения должна быть экономичной, что требует исключения чрезмерных затрат на дополнительное оборудование и устройства для создания резервов. Решение этого противоречия находят из сопоставления технико-экономических показателей возможных вариантов, принимая систему, обеспечивающую должную надежность при минимально возможных затратах.

В эксплуатации имеют место разные условия работы системы электроснабжения: нормальный, вынужденный и аварийный режимы работы.

При *нормальном режиме* все элементы системы работают с наиболее высокими технико-экономическими показателями, обеспечивая питание подвижного состава в расчетных размерах, определенных для наиболее загруженного часа и при наиболее тяжелых условиях движения.

*Вынужденный режим* наступает, когда выходит из строя один из основных элементов системы: тяговая подстанция, преобразовательный агрегат или питающая линия. Движение подвижного состава идет нормально при использовании дополнительных элементов

оборудования (зарезервированных ранее). При этом допускаются предельные по нормам нагрузки на элементах системы электроснабжения и потери напряжения в тяговой сети. На этот период допускаются ухудшения экономических показателей работы.

*Аварийный режим* наступает при тяжелых повреждениях элементов системы электроснабжения, когда движение в расчетных размерах становится невозможным. В этом режиме движение либо сокращается, либо прекращается полностью.

### **3. Особенности работы тяговых сетей**

Работа тяговых сетей отличается от работы других систем электроснабжения рядом существенных особенностей. Для трамвая и троллейбуса в соответствии с ГОСТ 6962—75 установлено номинальное напряжение 600 В с допустимыми отклонениями на токоприемнике электроподвижного состава в наибольших значениях до 700 В и наименьших 400 В. Тяговые нагрузки постоянно изменяются в очень широких пределах по времени и месту приложения на контактной сети. Во время торможения тяговые двигатели подвижного состава могут быть переведены в генераторный режим и отдавать электрическую энергию в тяговую сеть, осуществляя рекуперацию.

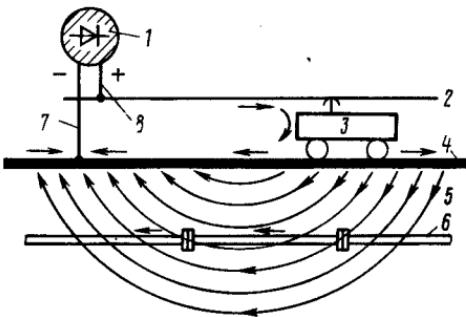
Контактная сеть, являясь наиболее ответственным элементом системы электроснабжения, по своему устройству не имеет резерва в виде дублирующих устройств, а обслуживание ее затруднено потоками транспорта и пешеходов, особенно в условиях интенсивного движения. Поэтому к устройству контактной сети нужно подходить очень внимательно, а монтаж и ремонтные работы выполнять очень тщательно, имея в виду, что повреждение какого-нибудь ее элемента может вывести из работы большой участок сети и дезорганизовать движение не только трамвая или троллейбуса, но и другого транспорта.

Отличительной особенностью работы рельсовой сети является малая изоляция рельсов от земли. Земля — хороший проводник электрического тока, поэтому часть тока, возвращающаяся на подстанцию, отвечается в землю и проходит как по земле, так и по подземным металлическим сооружениям (трубам, каркасам подземных сооружений, броне и оболочкам кабелей и др.). Токи утечки из рельса в землю называются *блуждающими токами* (рис. 3).

В местах выхода блуждающих токов с поверхности металлических сооружений происходит электрохимический процесс, сопровождающийся коррозией (разрушением) металла подземных сооружений. Роль электролита в этом процессе играют растворы солей, кислот и щелочей, имеющиеся в почве. Интенсивность электрокоррозии зависит от значения величины блуждающих токов и времени их действия.

Рис. 3. Схема протекания буждающих токов:

1— подстанция; 2— контактный провод; 3— подвижной состав; 4— рельсы; 5— грунт; 6— подземное сооружение; 7— отрицательная питающая линия; 8— положительная питающая линия



Подсчитано, что ток, равный 1 А, в течение года может при определенных условиях разрушить до 34 кг свинца или более 9 кг стали. Чтобы снизить вредное действие буждающих токов до безопасных значений, принимают ряд мер по их ограничению и проникновению в подземные металлические сооружения. Главными мерами являются: уменьшение продольного сопротивления рельсов посредством сварки стыков и соединения медными проводами отдельных звеньев и всех ниток рельсов для параллельной работы, увеличение переходного сопротивления между рельсами и землей благодаря улучшению изоляции основания, применение хорошего водоотвода, уменьшение разности потенциалов между пунктами присоединения к рельсам кабелей питающих линий.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое система электроснабжения и из каких элементов она состоит?
2. Из каких элементов состоит тяговая сеть и контактная сеть?
3. Что такое внешнее электроснабжение?
4. Что определяют понятия надежность, ремонтопригодность, нормальный, вынужденный и аварийный режимы?
5. В чем заключаются особенности работы тяговой и контактной сети?

## Глава 2

# МАТЕРИАЛЫ, АРМАТУРА, СЕТЕВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. КОНТАКТНЫЕ ПОДВЕСКИ

### 4. Конструкция и материал проводов

*Контактные провода* служат для передачи электрической энергии подвижному составу через непосредственный контакт с его токоприемником. Эти провода должны отвечать не только требованиям, предъявляемым к проводнику электрического тока, но и дополнительным особенностям его работы. От скольжения контактных вставок токоприемников провод истирается, а при отрыве токоприемников от провода под нагрузкой образуются подгары с оплавлением поверхности провода; провод работает при больших натяжениях, подвергается динамическим нагрузкам от ударов неисправных токоприемников и сошедших штанг, изгибам и вибрациям от воздействия подвижного состава. Протекание электрического тока сопровождается нагревом провода. Температура провода может быть значительной в условиях повышенных нагрузок и особенно в вынужденном режиме работы. Провод подвергается действию сил, возникающих от собственной массы и изменений длины при изменении температуры окружающего воздуха, а также действию внешних сил от воздействия ветра и гололеда.

Для работы в этих условиях провод должен обладать высокими механическими и электрическими свойствами: прочностью, износостойкостью, электропроводностью, стойкостью к воздействию электрической дуги и длительным срокам службы.

Контактные провода изготавливаются согласно ГОСТ 2584—86 из меди; низколегированной меди с небольшим содержанием (0,01—0,06 %) легирующих присадок магния (Мг), циркония (Цр), олова (Ол), кремния (Кр) или титана (Ти) или бронзы с легирующими компонентами из магния, кадмия или циркония в пределах 0,1—1,1 % в зависимости от легирующего материала и технических требований к проводу. Допускаются провода с двумя или несколькими легирующими элементами, например, в низколегированных и бронзовых контактных проводах, кроме олова, в качестве легирующих компонентов применяют магний, кадмий и др.

Обозначения типов контактных проводов следующие: МК — контактный медный круглый; МФ — контактный медный фасонный; МФО — контактный медный фасонный овальный; НЛФ — контактный низколегированный фасонный; НЛФО — контактный низколегированный фасонный овальный; Брф — контактный бронзовый фасонный; БрфО — контактный бронзовый фасонный овальный. Площадь сечения некоторых из упомянутых контактных проводов показана на рис. 4, а, б, в, г.

Контактный провод изготавливается методом холодного волочения, при котором пруток исходного материала протягивается через ряд последовательно уменьшающихся отверстий (фильтров), получает нужную форму сечения и увеличение длины. Уплотняясь при волочении, материал получает наклеп — поверхностное упрочнение, повышающее его твердость, пределы упругости и прочности. Все эти качества необходимы для повышения износостойчивости и уменьшения остаточных деформаций при растяжении.

Применение *низколегированных* и *бронзовых* проводов преследует цели повышения прочности и износостойчивости. Срок службы проводов, работающих в одинаковых условиях, по сравнению с медными увеличивается в 1,5 раза при низколегированных и более чем в 2 раза при бронзовых проводах.

В процессе эксплуатации от проходящего по контактному проводу электрического тока происходит его нагрев — повышение температуры провода над окружающей средой. Нагрев зависит от значения и времени действия электрического тока. Особенно резко повышается нагрев при перегрузке и неотключенном коротком замыкании. Под действием нагрева при температуре выше допустимой медный провод разупрочняется, теряя твердость и упругость. Уже при  $100^{\circ}\text{C}$  становится заметно разупрочнение, а при  $180$ — $230^{\circ}\text{C}$  происходит рекристаллизация с потерей наклена. Провод становится мягким, тягучим и непригодным для эксплуатации.

Значительно лучше противостоят действию нагрева и электрической дуги низколегированные и бронзовые провода. Температура нагрева провода при эксплуатации не должна превышать допустимый предел: для медного провода  $95^{\circ}\text{C}$ , низколегированного  $110^{\circ}\text{C}$  и для бронзового  $130^{\circ}\text{C}$ . Допустимая расчетная плотность тока для трамвайных и троллейбусных контактных проводов при нормальном режиме работы должна быть не более  $5\text{ A/mm}^2$  для медных и  $6\text{ A/mm}^2$  для бронзовых.

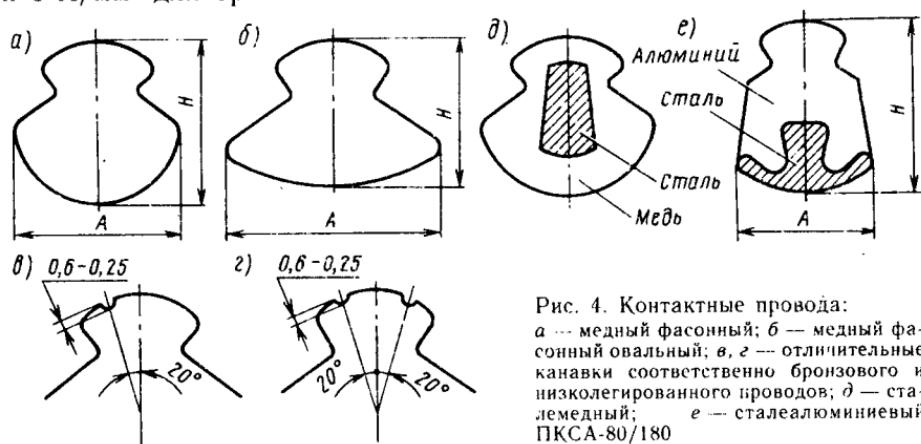


Рис. 4. Контактные провода:  
 а — медный фасонный; б — медный фасонный овальный; в, г — отличительные канавки соответственно бронзового и низколегированного проводов; д — сталемедный; е — сталеалюминиевый ПКСА-80/180

Существенными недостатками низколегированных и бронзовых проводов являются меньшая проводимость по сравнению с медными, более трудный монтаж вследствие повышения жесткости.

Для замены меди менее дефицитными металлами применяют *сталеалюминиевые* и *сталемедные* провода (рис. 4, *д*, *е*). Сталеалюминиевые провода имеют снизу стальную часть и алюминиевую сверху. Стальная часть для связи с алюминиевой имеет наверху гребень в виде ласточкиного хвоста и поперечную насечку, которая препятствует продольному смещению алюминиевой части относительно стальной. Существенным недостатком провода является коррозия стальной части, вызывающая искрение, повышенный износ контактных вставок токоприемников и ухудшение токосъема.

Сталемедные провода имеют стальной сердечник, покрытый медью, общий объем которой составляет 50—60 % объема провода. Значительное уменьшение электрической проводимости ограничивает применение сталемедного провода для пассажирских линий. Провода применяют на малозагруженных, второстепенных линиях и деповских путях.

Контактные провода изготавливаются круглого, фасонного и фасонного овального профилей (см. рис. 4, *а*, *б*). В сетях трамвая и троллейбуса применяют провода фасонного профиля. Провода овального профиля, в котором уменьшен вертикальный размер и увеличен горизонтальный, применяют для открытых местностей (насыпи, дамбы и др.) для уменьшения ветровой нагрузки. Технические характеристики контактных проводов приведены в табл. 1.

Поверхность провода должна быть гладкой, ровной, без трещин, закатов, расслоений. На новом проводе допускаются незначительные забои и царапины, если после их зачистки размеры провода не выходят за пределы допустимых отклонений.

Для отличия от медных на верху бронзовых контактных проводов имеется одна канавка (рис. 4, *в*), а на верху низколегированных — две симметрично расположенные канавки (рис. 4, *г*).

На линиях трамвая и троллейбуса находят применение медные и бронзовые провода сечением 85 и 100  $\text{мм}^2$ . Провода сечением 65  $\text{мм}^2$  могут быть применены на второстепенных (грузовых, а также редкоиспользуемых) линиях, на территориях депо, мастерских и заводов.

Сталеалюминиевый провод марки ПКСА-80/180 имеет некоторые ограничения по его применению. Не допускается использование сталеалюминиевых проводов в сетях трамвая, где на токоприемниках применяются алюминиевые контактные вставки. При токосъеме наблюдается большое искрение и выгорание алюминия вставки с образованием больших раковин и зазубрин. При дальнейшем следовании вставка с испорченной контактной поверхностью наносит повреждение проводу, подвеске и арматуре.

Таблица 1

Марка контактного провода <sup>1</sup>	Площадь сечения, мм <sup>2</sup>	Размеры провода <sup>1</sup>		Масса 1 км провода, кг	Разрушающая нагрузка, кН	Сопротивление 1 км провода, Ом	Температурный коэффициент удлинения $\alpha$ , град <sup>-1</sup> $\times 10^{-6}$	Модуль упругости Е, ГПа
		А	Н					
МФ-65	65	10,19	9,3	578	24,2	0,275	17	130
НЛФ-65	65	10,19	9,3	578	24,8	0,285	17	130
МФ-85	85	11,76	10,8	755	30,6	0,208	17	130
НЛФ-85	85	11,76	10,8	755	32,7	0,218	17	130
БрФ-85	85	11,76	10,8	755	36,5	0,229	17	130
МФ-100 (МФО-100)	100	12,81(14,92)	11,8(10,5)	890	36,3	0,176	17	130
НЛФ-100 (НЛФО-100)	100	12,81(14,92)	11,8(10,5)	890	37,7	0,185	17	130
БрФ-100 (БрФО-100)	100	12,81(14,92)	11,8(10,5)	890	42,0	0,205	17	130
МФ-120 (МФО-120)	120	13,9(16,1)	12,9(11,5)	1068	42,0	0,148	17	130
НЛФ-120 (НЛФО-120)	120	13,9(16,1)	12,9(11,6)	1068	44,0	0,154	17	130
Сталемедный СМ-85	85	11,76	10,8	720	34,0	0,530	15	160
Сталемедный СМ-100	100	12,81	11,8	850	40,0	0,450	15	160
Сталеалюминиевый ПКСА 80/180	180	14,0	17,0	760	34,5	0,190	16,5	110

<sup>1</sup> В скобках даны марки и размеры для овального провода.

В сетях трамвая допускается монтаж сталяеалюминиевого провода в случаях, когда подвижной состав оборудован токоприемниками с угольными или металлокерамическими контактными вставками специального состава, приспособленного для работы по стальной поверхности. Не следует монтировать сталяеалюминиевый провод на сетях трамвая и троллейбуса в приморских городах и городах с повышенной химической активностью воздуха вследствие короткого срока службы, вызванного коррозией. Не рекомендуется применение его на территориях троллейбусных депо, ремонтных мастерских и заводов. Здесь по техническим причинам имеют место неупорядоченные передвижения троллейбусов, движения с большим отклонением от проводов, подача назад без перевода штанг, вызывающие сходы штанг и, как следствие, повышенную повреждаемость проводов — в данном случае в виде пережогов.

Сталеалюминиевые провода монтируют на троллейбусных линиях во вновь создаваемых хозяйствах и при развитии на вводимых в эксплуатацию линиях значительной протяженности. Промышлен-

ность поставляет провод намотанным на деревянных барабанах. Длина провода на одном барабане 1000—2500 м.

*Усиливающие провода* применяют на линиях, где площадь сечения контактного провода недостаточна для пропуска электрического тока, а также на длинных линиях, где падение напряжения в конце участка превышает допустимое значение. Усиливающие провода прокладывают параллельно контактным и соединяют с ними через определенные расстояния. Для усиливающих проводов и воздушных питающих линий применяют неизолированные провода: медные марки М, стальалюминиевые марок АС и ПБСА, сталемедные марок ПБСМ1 и ПБСМ2. Сечение проводов определяют на основании электрического расчета. Основные данные проводов приведены в табл. 2, 3.

Конструкции *многопроволочных проводов* показаны на рис. 5. Провода из проволок одного металла марок М, Бр, С показаны на рис. 5, а; биметаллические из проволок, имеющих сердцевину из одного металла, а оболочку из другого металла — сталемедные и стальалюминиевые марок ПБСМ и ПБСА, — на рис. 5, б; комбинированные марок АС и АПБСА — на рис. 5, в и г.

Медные провода обладают большой стойкостью к коррозии от атмосферного воздействия, надежны в эксплуатации и долговечны. Провода многопроволочные из твердотянутой проволоки МТ с временным сопротивлением на разрыв не менее  $380 \text{ Н/мм}^2$ .

Алюминиевые провода выполняют многопроволочными из твердотянутых проволок марки А с временным сопротивлением на растяжение не менее  $150 \text{ Н/мм}^2$ . Алюминий примерно в три раза легче меди и в 1,65 раза имеет меньшую электропроводность. Поэтому алюминиевые провода одинаковы по проводимости, легче медных в два раза. На воздухе поверхность алюминия быстро покрывается слоем окиси, который в дальнейшем хорошо противостоит атмосферной коррозии. Алюминий — металл мягкий и подвергается электрохимической коррозии при соприкосновении с другими металлами. Это нужно учитывать при хранении и монтаже провода, оберегая его от механических повреждений, и соприкосновении с другими металлами.

Стальалюминиевые провода марки АС в своей конструкции имеют свитой из стальных проволок сердечник, поверх которого имеется повив алюминиевых проволок. Сердечник служит для восприятия нагрузки от растяжения, а алюминиевые проволоки обеспечивают электрическую проводимость. В сравнении с алюминиевым этот провод имеет повышенную надежность и больше подходит к работе в городских условиях.

На контактных сетях применяют сталемедные провода марок первого класса ПБСМ1 и второго класса ПБСМ2 (см. табл. 3). Провода свивают из стальных проволок, покрытых тонким слоем меди, причем слой меди у проволоки ПБСМ1 несколько толще, чем у ПБСМ2.

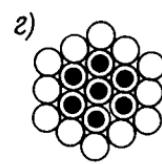
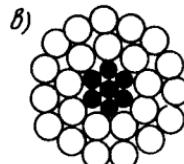
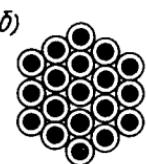
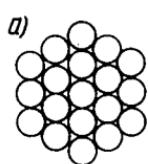


Рис. 5. Конструкция многопроволочных проводов:  
а — из одного металла; б — биметаллические; в и г — комбинированные

Таблица 2

Номинальное сечение, $\text{мм}^2$	Сечение, $\text{мм}^2$	Диаметр провода, мм	Электрическое сопротивление 1 км провода при 20°C, Ом	Разрушающая нагрузка, кН	Масса 1 км провода, кг
Провод марки М					
50	49,4	9,0	0,369	17,5	444
70	67,7	10,7	0,272	25,2	612
95	94,0	12,6	0,194	35,0	850
Провод марки А					
95	92,4	12,3	0,315	13,8	252
120	117,0	14,0	0,251	19,6	321
150	148,0	15,8	0,198	22,8	406
Провод марки АС					
95/16	95,4/15,9	13,5	0,306	32,4	385
120/19	118/18,8	15,2	0,249	41,5	471
150/19	148/18,8	16,8	0,199	46,3	554

Примечание. Для стальалюминиевого провода марки АС в числителе указаны площадь сечения алюминиевой части, в знаменателе — стального сердечника.

Таблица 3

Номинальное сечение, $\text{мм}^2$	Число и диаметр проволок, мм	Диаметр провода, мм	Электрическое сопротивление, Ом/км		Разрушающая нагрузка, кН	Масса провода, кг/км
			ПБСМ1	ПБСМ2		
50	7×3	9	0,955	1,273	31,98	412
70	19×2,2	11,0	0,660	0,880	46,29	598
95	19×2,5	12,5	0,509	0,679	59,99	774
120	19×2,8	14,0	0,405	0,539	75,49	973

## 5. Стальные проволока и тросы

Гибкие поддерживающие устройства — простые и цепные поперечины, сложные поддерживающие системы (трапеции, угольники, полигоны), фиксирующие поперечины и оттяжки — монтируют из холоднотянутой стальной оцинкованной проволоки диаметром 5 мм или стального оцинкованного семипроволочного каната диаметром 6,7; 7,3 и 8 мм (табл. 4).

Основным недостатком стальной проволоки и стальных канатов являются их довольно быстрые коррозионные повреждения, которые вызываются загрязненной атмосферой воздуха городов, особенно вблизи химических предприятий и моря. Быстро выходят из строя многопроволочные канаты с жилами малого диаметра. В условиях работы на контактной сети срок службы их в 2—4 раза меньше крупножильных.

Создается особенно неблагополучное положение, если канат имеет пеньковую сердцевину, которая задерживает влагу и тем самым ускоряет коррозию. Поэтому для контактной сети не используют горячекатаную проволоку (катанку), мелкожильные стальные канаты с пеньковой сердцевиной.

В качестве меры против коррозии при изготовлении проволоки диаметром 5 мм, а также проволоки, идущей на изготовление канатов, применяют покрытие слоем цинка. Оцинкованная проволока различается по толщине покрытия на три группы: для легких условий работы ЛС, средних СС и жестких ЖС. Для контактной сети городов следует использовать проволоку и канаты с оцинковкой ЖС и лишь для загородных линий, удаленных от моря и промышленных химических предприятий, — с оцинковкой СС.

Задита стальной проволоки от коррозии может быть выполнена покрытием слоем алюминия толщиной не менее 0,2 мм. Такой проволоке присвоена марка БСА.

Таблица 4

Диаметр, мм каната	проволоки	Сечение, мм <sup>2</sup>	Разрушаю- щая нагрузка, кН	Масса 1 м, кг
<b>Стальная проволока</b>				
—	4	12,5	12,5	0,1
—	5	19,6	19,6	0,155
—	6	28,3	28,3	0,224
<b>Стальные канаты семипроволочные</b>				
6,7	2,3+6×2,2	26,96	31,7	0,2345
7,3	2,5+6×2,4	32,05	37,7	0,2786
8	2,8+6×2,6	38,01	44,5	0,3305
8,6	3+6×2,8	44,01	51,5	0,3821
9,2	3,2+6×3	50,45	58,8	0,4385

Для несущих тросов цепных подвесок применяют стальные канаты диаметром не менее 6,7 мм. В трамвайных сетях, где несущие тросы могут быть использованы одновременно и как усиливающие провода, допускается монтаж медных марки М и биметаллических сталемедных проводов.

## 6. Контактные подвески

Подвешенный контактный провод можно рассматривать как натянутый стержень, опирающийся в нескольких точках (рис. 6, а). Расстояние между опорными точками *А* и *В* называется длиной пролета, или *пролетом*. Под действием силы тяжести от собственной массы и других сил провод провисает по плавной кривой. Это провисание характеризуется стрелой провеса *f*, определенной как расстояние, измеренное по вертикали от точки подвешивания до наименьшей точки провода. Поперечные размеры контактного провода в сравнении с длиной пролета настолько малы, что влиянием жесткости провода при определении формы кривой провисания можно пренебречь и рассматривать ее как гибкую нить. Стрела провеса увеличивается с увеличением длины пролета и уменьшается с увеличением натяжения провода.

Наилучшие условия токосъема обеспечиваются при движении контактной части токоприемника по горизонтальной траектории, что соответствует расположению провода с минимально возможными провесами. Уменьшать длину пролетов можно лишь до определенных пределов, после которых это становится экономически невыгодным вследствие больших расходов на опорные и поддерживающие устройства. Увеличение натяжения провода ограничивается его прочностью и необходимым запасом прочности для обеспечения надежной работы на весь срок службы. Натяжение провода изменяется с изменением температуры. При повышении температуры увеличивается длина провода, а следовательно, увеличивается стрела провеса и уменьшается натяжение. При понижении температуры происходит обратное явление — уменьшается стрела провеса и увеличивается натяжение.

Для обеспечения стрел провесов в допускаемых пределах периодически, в определенные сезоны, регулируют натяжение провода вручную. Такая регулировка называется *сезонной регулировкой*. Более совершенным является автоматическое регулирование натяжения для поддержания его на заданном уровне. Для *автоматического регулирования* используются, как правило, грузовые компенсаторы (рис. 6, б). Находит также применение частичное регулирование натяжения в пределах, ограниченных средними значениями по многолетним наблюдениям наивысших и наименьших температур для данной местности. Для такого регулирования используют свойства

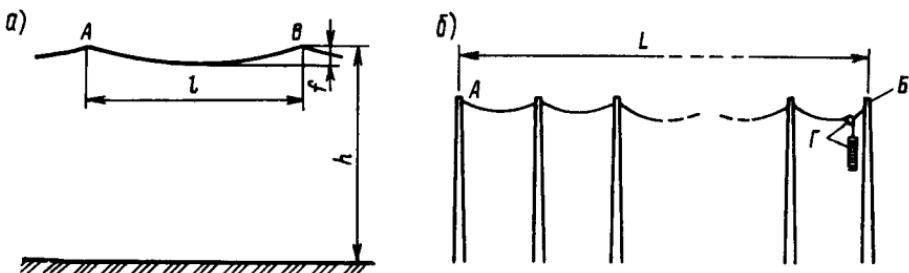


Рис. 6. Схемы продвешивания провода:

а — в проje; б — с автоматическим регулированием натяжения;  $l$  — длина пролета;  $f$  — стрела провеса;  $h$  — высота подвески контактного провода;  $L$  — длина анкерного участка;  $A, B$  — опоры (точки подвешивания);  $\Gamma$  — грузовой компенсатор

подвески изменять натяжение провода при изменении наклона подвесных струн или положения провода на криволинейном участке.

Подвески, не имеющие автоматического регулирования, называются *некомпенсированными*; имеющие автоматическое регулирование грузовыми компенсаторами натяжения контактного провода и продольного троса — *компенсированными*; цепные подвески, имеющие автоматическое регулирование натяжения только контактного провода, — *полукомпенсированными*; а подвески с регулированием натяжения лишь в определенных пределах — *частично компенсированными*.

Контактные подвески имеют несколько разновидностей, которые можно свести к двум группам: простые и цепные. Каждая из этих групп, в свою очередь, имеет несколько подвесок, отличающихся внешним видом, способом регулирования натяжения провода и троса, условиями токосъема и эластичностью. Каждый тип подвески предназначается для определенных условий движения подвижного состава и характеристик трамвайных и троллейбусных линий. Для линий и участков, где можно допустить повышенные скорости движения, как правило, применяют цепные подвески, из которых для городских условий полукомпенсированные более предпочтительны.

Эластичностью контактной подвески называется способность ее отжиматься вверх под действием нажатия токоприемника. Она характеризуется подъемом контактного провода в данной точке от вертикальной силы токоприемника, мм/Н. Величина, обратная эластичности, называется *жесткостью*, она характеризуется силой, которую нужно приложить к контактному проводу, чтобы отжать его вверх на 1 мм. Единица измерения жесткости — Н/мм.

Эластичность подвески положительно влияет на качество токосъема, обеспечивая надежный контакт при толчках и колебаниях токоприемника, возникающих, например, из-за неровностей пути. Под действием токоприемника провод непрерывно отжимается вверх.

При перемещении токоприемника вниз провод следует за ним, сохраняя контакт, а при толчке вверх смягчает удар.

В пролете эластичность неравномерна: наименьшая в точках подвешивания, а наибольшая в середине пролета.

По эластичности трамвайные и троллейбусные контактные подвески условно делят на жесткие, полужесткие и эластичные. Подвеска называется *жесткой*, если контактный провод неподвижно закреплен на жесткой конструкции, например на ферме моста, потолке тоннеля и других неупругих опорно-поддерживающих конструкциях.

Подвеска называется *полужесткой*, если контактный провод закреплен на гибкой поперечине из проволоки или троса, вместе с которыми он может иметь небольшие вертикальные перемещения в точке подвешивания под действием силы натяжения токоприемника.

Подвеска называется *эластичной*, если система подвешивания имеет упругие звенья, отклоняемые из своего статического положения при отжиме провода токоприемником. Следует иметь в виду, что полужесткие подвески тоже обладают определенной эластичностью. Степень эластичности определяется расчетом или опытом. Под эластичными подвесками обычно понимают подвески, имеющие повышенную эластичность по сравнению с полужесткими.

**Простая некомпенсированная полужесткая подвеска** была применена в первых подвесках контактного провода на высоте и до сих пор используется для участков сети, где скорость движения небольшая. К ним относятся отдельные участки трамвайных и троллейбусных линий протяженностью не более 400 м, кривые участки радиусом менее 70 м, сетевые узлы контактной сети, территории депо и ремонтных мастерских, заводов и подъезды к ним, грузовые линии. Достоинством подвески является простота устройства и обслуживания.

Провода закрепляют на гибких поперечинах или кронштейнах через 30—35 м для трамвайной и через 25—30 м для троллейбусной линий (рис. 7, а). Большие пролеты применяют при креплении гибких поперечин на опорах, меньшие — при закреплении на стенах зданий. При совместной подвеске линий трамвая и троллейбуса длины пролетов принимают 25—30 м. Большие длины пролетов обусловливают большие провесы проводов, что ухудшает токосъем на больших скоростях движения. Скорость движения подвижного состава, допускаемая этой подвеской на прямых участках, не более 45 км/ч. Поддержание натяжения провода в заданных пределах осуществляется сезонной регулировкой.

Рассматриваемая простая подвеска предназначена для двух линий трамвая или троллейбуса, если расстояние между проводами не более 10 м. При большем числе подвешиваемых линий становится невозможным отрегулировать и поддерживать высоту их закрепления в допустимых пределах, а большие расстояния в

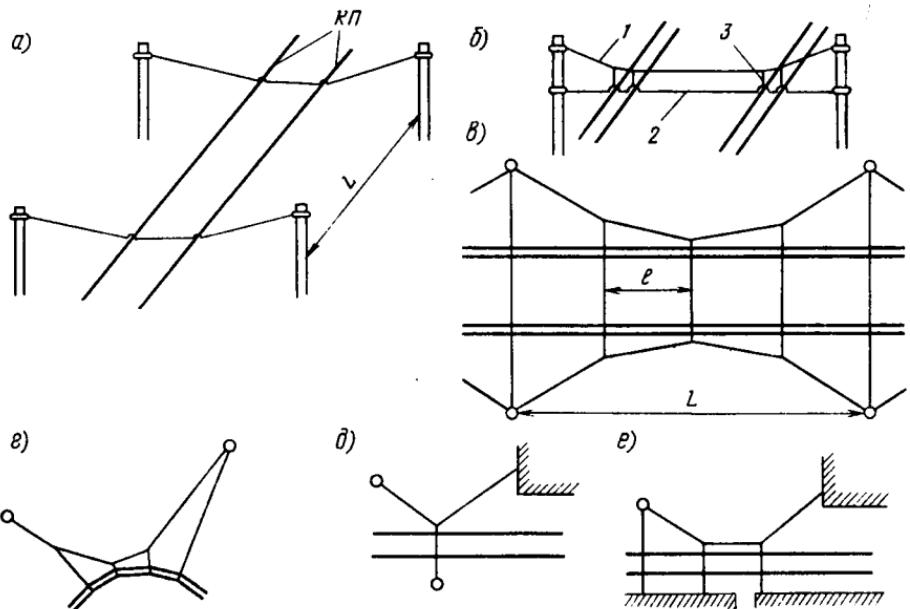


Рис. 7. Гибкие поддерживающие устройства и подвески:

а — простая гибкая поперечина; б — цепная поперечина; в, г — полигонные подвески; д — подвеска угольником; е — подвеска трапецией; кп — контактный провод;  $L$  — пролет;  $l$  — струновой пролет; 1 — несущая поперечина; 2 — фиксирующая поперечина; 3 — струна

средней части поперечины ведут к большим провесам над серединой улицы.

В эксплуатации продолжает оставаться значительное число линий с простой полужесткой некомпенсированной подвеской. Замена таких подвесок обычно выполняется при реконструкции сети, следовательно, они еще длительное время будут оставаться в эксплуатации. Существенное улучшение токосъема трамвая при минимальных затратах можно получить и при сохранении простой подвески, если применить автоматическую грузовую компенсацию натяжения провода. Переустройство заключается в монтаже узлов грузовой компенсации, средней анкеровки и замене подвесов на специальные скользящие.

Разновидностью простой полужесткой некомпенсированной подвески является *простая подвеска на цепной гибкой поперечине с фиксирующим тросом* (рис. 7, б). Эту подвеску применяют для проводов двух и более линий трамвая и троллейбуса, совместной подвески линий трамвая и троллейбуса, для подвески нескольких линий в депо. Основной элемент этой подвески — несущий трос поперечины — воспринимает все вертикальные нагрузки от контактных проводов, арматуры и частично от фиксирующей поперечины.

Расположение всех проводов на одной высоте достигается благодаря различной длине струнок. Под несущим тросом на высоте

установки подвесов располагают фиксирующий трос, закрепляющий положение проводов в плане. Он воспринимает все горизонтальные нагрузки, возникающие при изменении направления проводов на криволинейных участках, действия ветра и боковых перемещений токоприемников. Для несущего троса, являющегося наиболее ответственной частью подвески, предусматривается трехкратный запас прочности, для фиксирующего троса — 2,5.

Подвеска провода на струнах обеспечивает большую независимость одного пути от другого. Например, повреждение проводов одного пути может не отразиться на работе другого, подвешенного раздельно на самостоятельных струнах. По основным параметрам — длине пролета и допустимой скорости движения — эта подвеска не отличается от подвески на простых поперечинах. Токосъем также может быть улучшен, если применить автоматическую компенсацию.

**Полигонная подвеска** (рис. 7, в, г) — это такая подвеска, при которой на прямых участках по обе стороны от проводов подвешивают несущие тросы, располагаемые в наклонных плоскостях со спуском их к контактным проводам. Несущие тросы связаны несколькими поперечными струнами, которые служат гибкими поперечинами для подвески контактных проводов. Длина пролета между точками крепления несущих тросов по сравнению с простой подвеской может быть увеличена в 1,5—2 раза, а в особых случаях — и более. Расстояние между струнами на прямых участках 15—20 м. Подвеска пригодна для прямых и кривых участков пути, причем на кривом участке может быть несущий трос лишь с одной стороны.

По сравнению с простой подвеской полигонная обеспечивает лучший токосъем благодаря уменьшению стрел провеса провода при одном и том же его натяжении вследствие более частого подвешивания. Для этой подвески требуется меньшее число опор.

Вместе с тем подвеска обладает рядом недостатков: повреждение несущего троса или струны одного пути вызывает нарушение движения обоих направлений, довольно сложный монтаж и регулировку системы в пролетах.

Полигонная подвеска не получила широкого распространения, но в виде отдельных включений встречается довольно часто на кривых участках пути трамвая, на больших площадях, мостах, путепроводах для подвески проводов трамвая или троллейбуса, когда отсутствуют здания, а опоры можно установить только с увеличенным пролетом. Полигонную подвеску часто применяют в одном из упрощенных вариантов: в виде угольника или трапеции (рис. 7, д, е). Допустимая скорость движения до 45 км/ч.

В частично компенсированной *простой подвеске на наклонных струнах — маятниковой подвеске* (рис. 8) — провода располагаются зигзагообразно по ломаной линии с отклонением вправо и влево от оси пути. На поперечине или кронштейне провод закрепляют на подвеске с двумя параллельными струнами, вос-

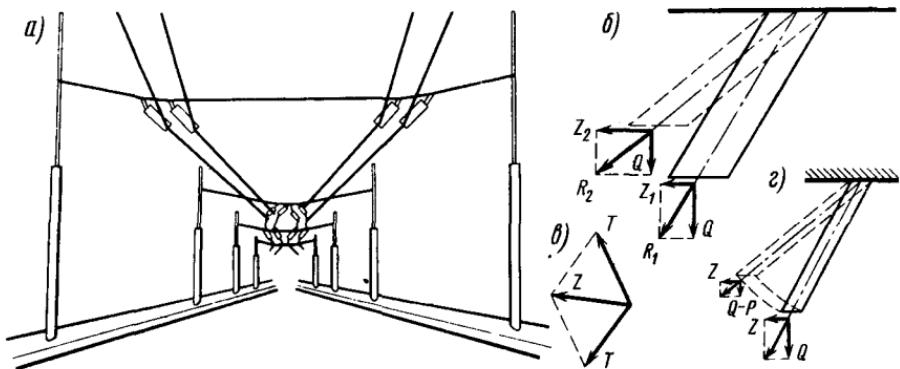


Рис. 8. Схема подвески на наклонных струнах (маятниковая):

а — общий вид; б — схема изменения наклона струны при изменении температуры; в — схема к определению горизонтального усилия; г — схема изменения наклона от нажатия токоприемника;  $Q$  — сила тяжести подвески;  $T$  — натяжение провода;  $Z$  — горизонтальная сила;  $P$  — нажатие токоприемника;  $R$  — равнодействующая сила

принимающими силу тяжести провода и арматуры и горизонтальное усилие от оттяжки провода для зигзага. Параллелограмм, образованный струнами с верхними и нижними подвесами, обеспечивает вертикальное положение оси провода при всех наклонах струн в рабочем диапазоне.

Частичная компенсация натяжения происходит следующим образом. Наклон струн (рис. 8, б) определяется равнодействующей  $R_1$  от действия вертикальной силы тяжести подвески  $Q$  и горизонтальной силой от зигзага  $Z_1$ . При понижении температуры провод будет уменьшаться в длине, что повлечет увеличение натяжения его и увеличение усилия от зигзага  $Z_2$ , а горизонтальная сила  $Q$  останется неизменной. Установится новое равновесие с равнодействующей  $R_2$ , которая определит направление струн. При этом провод поднимется несколько вверх, произойдет спрямление зигзагообразной линии; длина этой ломаной линии становится меньше, чем до понижения температуры. Вследствие этого натяжение в проводе увеличится несколько меньше того, каким оно было бы при отсутствии наклонных струн и зигзага.

Обратная картина наблюдается при повышении температуры — увеличение зигзага и вследствие этого компенсация натяжения. Компенсация натяжения будет частичной, поскольку лишь часть приращения длины провода компенсируется изменением зигзага. Вместе с тем подвеска позволяет сгладить резкие изменения натяжения и для определенных климатических условий автоматически поддерживать натяжение провода в заданных пределах.

Наклонное расположение струн обеспечивает эластичность подвески. В точке подвеса под действием силы нажатия токоприемника на провод  $P$  (рис. 8, г) вертикальная составляющая будет равна разности  $Q - P$ , а горизонтальная сила  $Z$  практичес-

ки сохранит то же значение, что и при отсутствии токоприемника. С изменением усилий изменится равнодействующая, а следовательно, и наклонная струна сместится в сторону уменьшения зигзага, а провод поднимется вверх. Влияние токоприемника будет сказываться не только в точке подвешивания, но и в пролете, поскольку усилие нажатия токоприемника частично разгружает подвес.

Уменьшение зигзага при движении токоприемника благоприятно сказывается на устойчивости токосъема, так как при этом как бы скругляются вершины зигзага.

Длину струны рекомендуется принимать 0,5—0,6 м, а углы излома контактного провода в вершинах зигзага — не более  $5^\circ$ .

Подвеску применяют на троллейбусных линиях при радиусе криволинейных участков не менее 200 м. Длина пролета между опорами на прямых участках 35—40 м. Скорость движения подвижного состава, допускаемая этой подвеской на прямых участках, 50 км/ч.

*Компенсированная простая петлевая подвеска* является улучшенным вариантом подвески благодаря креплению контактного провода в опорных точках посредством продольных оттяжных тросов и автоматической грузовой компенсации натяжения провода. Улучшение токосъема происходит вследствие повышения эластичности подвески. Подвеска рекомендована для реконструируемых участков трамвайных линий протяженностью не менее 400 м и при радиусе криволинейных участков не менее 200 м для замены простой подвески компенсированной. Подвеска по условиям токосъема уступает полукомпенсированной цепной, и поэтому ее используют лишь в случае нецелесообразности или невозможности осуществления цепной полукомпенсированной. Длина пролета между опорами на прямых участках 40—45 м, а допустимая скорость движения 60 км/ч.

В целом эту подвеску по основным качествам следует рассматривать как промежуточную между простыми и цепными. В частности, она удобна при сопряжении простой подвески с цепной.

**Цепные подвески** (рис. 9) применяют для обеспечения нормального токосъема при повышенных скоростях движения. Характерной их особенностью является подвеска контактного провода к продольному несущему тросу, которой закрепляется на опорных конструкциях. Длина пролета  $L$  между точками закрепления троса на опорных конструкциях, по сравнению с простой подвеской, значительно увеличивается и вместе с тем длина пролетов между точками закрепления провода на несущем тросе (струновые пролеты) уменьшается. Провес контактного провода при этом уменьшается, и контакт между проводом и токоприемником улучшается, что особенно необходимо при больших скоростях движения.

Цепные подвески по способу закрепления контактного провода к несущему тросу могут быть разделены на две группы: одинарные цепные подвески, в которых контактные провода подвешиваются на струнах непосредственно к несущему тросу (рис. 9, а);

двойные цепные подвески, в которых к несущему тросу подвешивается на струнах вспомогательный провод, а к нему, в свою очередь, крепят контактные провода. Двойная подвеска на городском электротранспорте не получила распространения из-за сложности устройства и сравнительно небольших скоростей движения.

По способу размещения и количеству струн в пролете цепные подвески могут быть:

с простыми опорными струнами (см. рис. 9, *а*) при расположении струны под опорой или вблизи от нее (не далее 1—2 м);

без опорных струн, когда струны размещаются в пролете (рис. 9, *б*, *в*, *г*);

с рессорными опорными струнами (рис. 9, *д*);

с большим числом струн в пролете (см. рис. 9, *а*);

с малым числом струн в пролете (1—4 струны) (см. рис. 9, *б*, *в*, *г*).

*Подвеска с опорными струнами* в пролете имеет большую неравномерность эластичности по длине пролета, что ухудшает токосъем. *Подвеска без опорных струн* имеет большую равномерность эластичности по пролету и предпочтительна для применения при повышенных скоростях движения.

*Подвеска с большим числом струн* в пролете характерна для железнодорожных контактных подвесок, где применяются большие пролеты (до 70—80 м) и скорости движения.

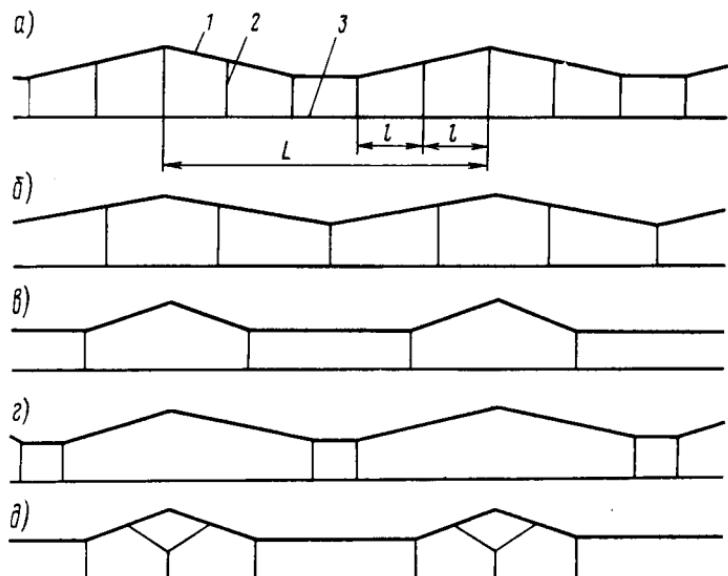


Рис. 9. Цепные подвески:

*а* — одинарная; *б* — трамвайная с тремя струнами в пролете; *в* — троллейбусная с двумя струнами в пролете; *г* — со струнами в середине пролета; *д* — рессорная; 1 — несущий трос; 2 — струна; 3 — контактный провод

Подвески с малым числом струн в пролете получили широкое распространение в сетях городского электротранспорта. В троллейбусной сети подвеска имеет по две струны, равномерно распределенные в пролете. Для подвески применяют скользящие струны минимальной длины. В трамвайной сети длина струнового пролета 10—15 м, а количество струн 3—4. Длина струнового пролета с фиксатором уменьшается на 2—3 м от нормального в конкретной подвеске. Длина опорных пролетов в трамвайной, троллейбусной сетях и при совместной подвеске 45—50 м.

Полукомпенсированная цепная подвеска применяется на участках трамвайных и троллейбусных линий протяженностью не менее 400 м при радиусе кривых не менее 100 м. Допустимая скорость движения для полукомпенсированных цепных подвесок 80 км/ч.

Некомпенсированная цепная подвеска применяется при отсутствии условий для применения полукомпенсированной: на участках трамвайных и троллейбусных линий протяженностью 150—400 м при радиусе кривых в плане не менее 100 м, в транспортных тоннелях и под инженерными сооружениями при высоте проема (в свету) более 5 м, а также для перекрытия отдельных больших опорных пролетов. Допустимая скорость движения до 60 км/ч.

Цепная подвеска с одной струной в середине пролета (см. рис. 9, 2) является разновидностью подвесок без опорных струн. Контактный провод подвешивается на двух рядом расположенных струнах. Вторая струна ставится для резерва на случай выпадения провода из зажима в одной из струн. При расчете обе струны принимаются за одну точку подвески. Подвеска имеет хорошую эластичность и обеспечивает устойчивый токосъем; в сравнении с другими подвесками наиболее проста в монтаже и эксплуатации. Длина опорного пролета до 35 м. Подвеска прошла успешно эксплуатационные испытания, но широкого распространения не получила, так как в сравнении с подвеской на двух струнах требует больших затрат на сооружение. Подвеска может быть использована в случае, когда по каким-либо соображениям окажется целесообразной подвеска с укороченными пролетами. В качестве некомпенсированной подвески она может быть применена для городов со сравнительно мягким климатом.

При наличии цепной подвески с рессорным тросом (рис. 9, 3) токоприемник, приближаясь к опоре, силой своего нажатия на провод постепенно уменьшает нагрузку на струну от силы тяжести подвески, а несущий трос подтягивает ее боковые ветви, вызывая перемещения контактного провода вверх, и тем самым спрямляет траекторию движения токоприемника, улучшая токосъем. Эластичность подвески определяется длиной плеч рессорной стрелы (ее боковых ветвей). Эта подвеска широкого распространения не получила вследствие довольно частых повреждений и коротких замыканий проводов при обрыве рессорной струны.

В отдельных случаях рессорные струны используются во всех цепных подвесках, они применяются для уменьшения неблагоприятного влияния на токосъем сосредоточенных масс от фиксаторов, секционных изоляторов и т. д.

По способу взаимного расположения контактного провода и несущего троса подвески подразделяются на вертикальные, полукосые и косые.

При *вертикальной* подвеске контактный провод и несущий трос размещаются в одной вертикальной плоскости. Несущий трос повторяет все изменения направлений контактного провода, а в трамвайной подвеске и зигзаг. На кривом участке несущий трос имеет такое же отклонение от оси пути, как провод. Подвеска применяется в сети троллейбуса.

В *полукосой* подвеске трос на прямом участке сети трамвая натянут по оси пути, а контактный провод подвешен зигзагом для уменьшения износа контактной вставки токоприемника. Наклон струны в этой подвеске очень небольшой и не сказывается на работе подвески. Полукосая подвеска проще в монтаже и эксплуатации, поэтому она обычно и применяется в трамвайной сети.

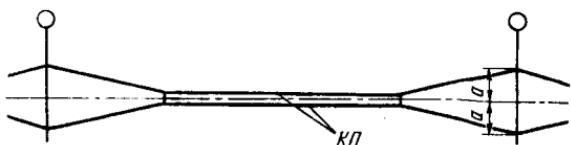
В *косой* подвеске на прямых участках трамвай трос и контактный провод у опоры имеют смещение от оси токоприемника в разные стороны. Провод смещается на величину, допустимую в зигзаге, а трос — в 2—3 раза больше. Подвеска предусматривает уменьшение отклонений контактного провода под действием ветра. Применяется подвеска редко ввиду сложности монтажа и эксплуатации. На кривом пути в косой подвеске несущий трос смещают у опор во внешнюю сторону кривой так, что все струны имеют наклон в одну сторону. Подвеска напоминает полигонную и находит применение в одинаковых с ней условиях.

В подвеске с транспозицией провода и троса натяжение участка провода передается на участок несущего троса, а затем снова контактному проводу. В подвеске участвуют две чередующиеся местами ветви. Подвеска обеспечивает частичную компенсацию натяжения контактного провода при изменении окружающей температуры. Поддержание натяжения в заданных пределах достигается за счет различных температурных коэффициентов линейного расширения и упругих удлинений материалов провода и троса. Подвеска не получила распространения вследствие громоздкости устройства и сложности обслуживания.

На открытых, не защищенных зданиями или деревьями участках, например загородных линиях, насыпях, мостах и др., контактная подвеска подвергается значительным ветровым нагрузкам. Если не принять во внимание соответствующие меры, то ветер может отнести контактный провод в сторону и ухудшить токосъем, а при сильных порывах и совсем за пределы токоприемника. На трамвайных и троллейбусных сетях участки с повышенной ветровой нагрузкой обычно имеют небольшую протяженность. Для повышения ветроус-

Рис. 10. Схема ромбовидной подвески:

КП — контактный провод; а — зигзаг



тойчивости сокращают длину пролетов или применяют пространственную подвеску. Выполняют цепную подвеску либо двумя ннесущими тросами, закрепленными у опоры с разных сторон от оси токоприемника, либо ромбовидной цепной подвеской с двумя контактными проводами (рис. 10). Для простой подвески можно рекомендовать полигонную подвеску. В тяжелых условиях применяют одновременно сокращение пролетов и одну из указанных подвесок.

## 7. Арматура и узлы

К подвесной арматуре и узлам относятся изделия для закрепления провода и троса, соединения их, подвешивания и регулировки, а также сборочные узлы из типовых деталей заводского изготовления.

Все детали и узлы должны соответствовать техническим условиям ГОСТ 23476—79. Основными условиями для всех видов арматуры и узлов являются следующие:

Запас механической прочности по отношению к номинальному значению нагрузки должен составлять для натяжной арматуры не менее трех, для остальной арматуры не менее двух.

Арматура, сопряженная с контактным проводом, работающим в контакте с токоприемниками подвижного состава, должна обеспечивать беспрепятственное прохождение токоприемников.

Конструкция арматуры должна обеспечивать удобство проведения работ при монтаже и эксплуатации.

Конструкция шарнирных и других подвижных соединений должна обеспечивать свободное перемещение сопрягаемых деталей относительно друг друга и исключать возможность самопроизвольного их расцепления в эксплуатации.

Конструкция токопроводящей и токоподводящей арматуры должна обеспечивать возможность проверки состояния контактных поверхностей и регулировку контактного давления в течение всего срока эксплуатации.

Одноименные детали арматуры должны быть взаимозаменяемыми.

Примененные в учебнике названия и марки арматуры и узлов контактной сети даны по последнему каталогу (1983 г.), разработанному научно-исследовательским и проектным институтом Мосгортранснипроект. В ряде случаев даны уточненные новые названия и марки, не совпадающие с ранее употреблявшимися. Для

Таблица 5

Новые наименования и марки	Старые наименования и марки
Зажим электросоединительный питающий ЗЭП	Зажим питающий ЗП
Зажим электросоединительный питающий переходной ЗЭПП	Зажим питающий ЗПТ
Зажим электросоединительный питающий для кабельных выводов ЗЭПВ-1	Зажим Вержбицкого
Зажим электросоединительный питающий для кабельных выводов ЗЭПВ-2	Зажим Вержбицкого
Зажим электросоединительный питающий для кабельных выводов ЗЭПВ-3	Зажим Вержбицкого
Зажим подвесной трамвайный для одного провода ЗПО	Зажим подвесной для одного провода ЗПО
Зажим подвесной трамвайный для двух проводов ЗПД	Зажим подвесной для двух проводов ЗПД
Зажим подвесной винтовой ЗПВ	Зажим подвесной ЗПВ
Зажим подвесной винтовой усиленный ЗПВ-2	Зажим подвесной ЗПВ-2
Зажим подвесной струновой ЗПС-1	Зажим струновой ЗСТ
Зажим подвесной струновой ЗПС-2	Зажим струновой ДК
Зажим соединительный для проводов ЗСП	Зажим соединительный ЗС
Зажим соединительный распорный ЗСР	Зажим распорный ЗР
Зажим анкерный для троса ЗАТ	Зажим концевой клиновой ЗКК
Зажим стыковой троллейбусный ЗС	Зажим стыковой троллейбусный ЗСТБ
Подвес неизолированный двуплечий ПНД	Подвес жесткий двуплечий ПДЖ
Подвес неизолированный одноплечий ПНО	Подвес жесткий одноплечий ПОЖ
Подвес изолированный для прямых участков пути на один провод ППО	Подвес с изолированным болтом для прямых участков ПРО-1
Подвес изолированный для криволинейных участков пути на один провод ПКО	Подвес с изолированным болтом для кривых участков пути и стрелок КСО-1
Подвес изолированный для криволинейных участков пути на два провода ПКД	Подвес с изолированным болтом для кривых участков пути и стрелок КСО-2
Подвес изолированный для жесткой подвески ПЖ	Подвес с изолированным болтом потолочный ПО-1

сведения в табл. 5 приведены новые и старые наименования арматуры контактной сети. В последующем изложении используются только новые названия и марки.

Зажимы для закрепления контактного провода в точках его подвешивания или соединения отрезков провода должны иметь форму, позволяющую свободный проход токоприемника и необходимую прочность. Для работы на трамвайной сети с токоприемником типа пантограф, имеющим плоскую контактную поверхность, зажим должен оставлять свободными нижние поверхности контактного провода. Троллейбусный зажим, кроме того, должен иметь минимальные поперечные размеры, обеспечивающие свободное впрыскивание его во внутренние очертания контактной головки, и плавно-скошенные торцевые части, предохраняющие от лобовых ударов головки по торцу зажима.

*Трамвайные подвесные зажимы* для одного провода ЗПО и двух проводов ЗПД предназначены для крепления к подвесной системе одного или двух контактных проводов. Зажим для одного провода (рис. 11, а) состоит из основной щечки с двумя отверстиями М10 и прижимной щечки с отверстиями без резьбы, скрепляемых болтами. Основная щечка выполнена с приливом в верхней части, резьбовое отверстие которого служит для крепления на изолированном болте подвеса.

Зажим для двух проводов (рис. 11, б) имеет основную щечку с отверстиями М10, по обе стороны которой расположены прижимные щечки с отверстиями без резьбы, скрепленные с основной болтами.

Основная и прижимная щечки изготавливаются из латуни марки ЛК80-3Л, или из ковкого чугуна не ниже марки КЧ35-10, или стали марки Ст3. Детали из черных металлов должны иметь цинковое покрытие. Зажимы ЗПО и ЗПД с закрепленными в них проводами должны выдерживать без изгиба испытательную нагрузку не менее 8000 Н.

*Соединительный зажим* для проводов ЗСП предназначен для соединения контактных проводов трамвая (рис. 11, в). Зажим по конструкции аналогичен подвесному зажиму ЗПД, и отличается от него меньшей длиной и отсутствием прилива на основной щечке.

Через зажимы проходит электрический ток с одного провода на другой. Обе щечки изготавливают из латуни марки ЛК80-3Л и скрепляют болтами М12.

Электрическое сопротивление соединения, смонтированного из двух проводов на трех зажимах, не должно быть больше сопротивления провода, равного по длине соединению, а нагрев зажимов при максимально допустимом для провода токе не должен превышать нагрев самого провода.

Зажим с закрепленным в нем проводом должен выдерживать без изгиба боковую испытательную нагрузку не менее 8 кН, а соеди-

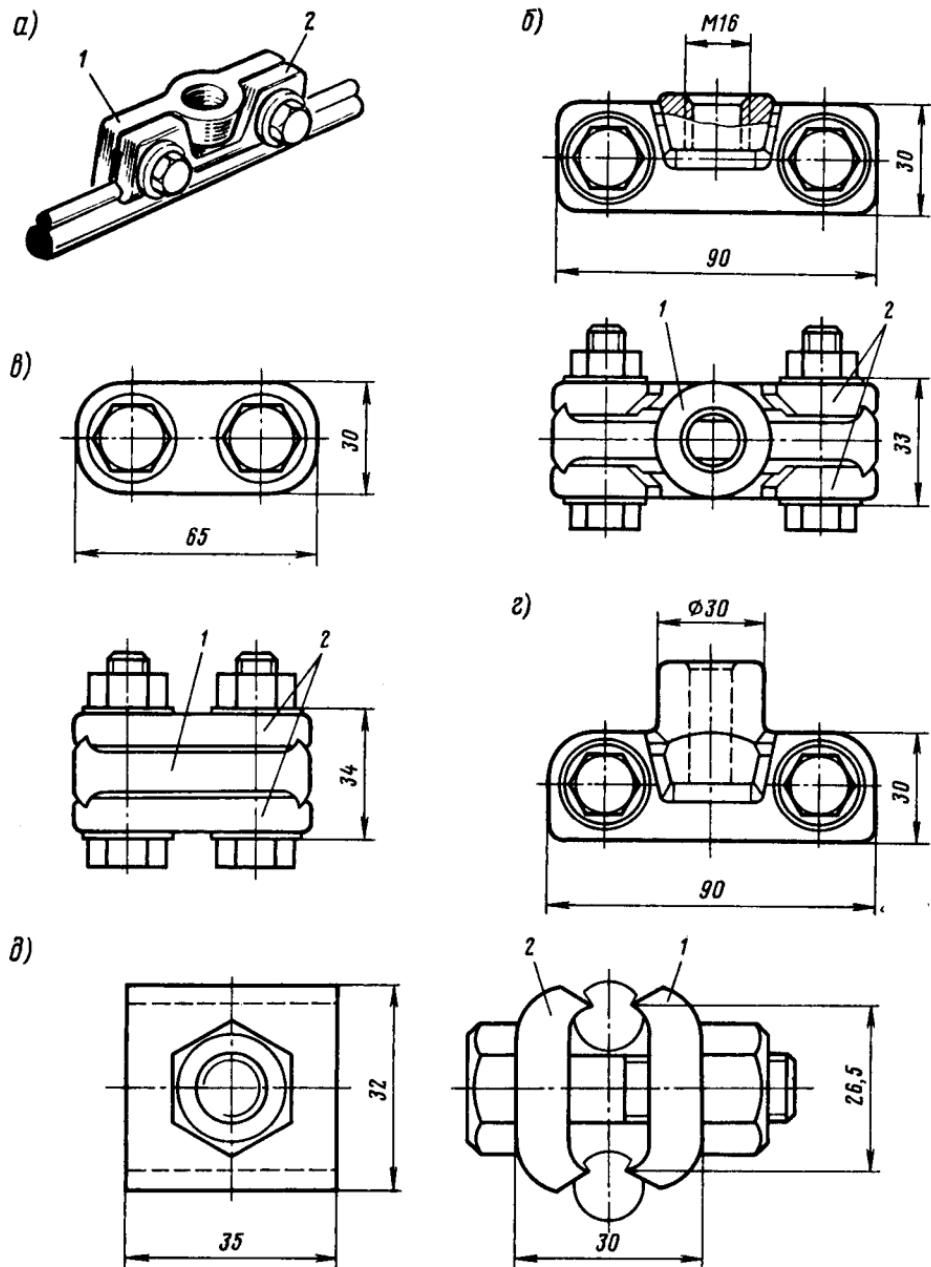


Рис. 11. Трамвайные зажимы:

а — подвесной для одного провода ЗПО; б — подвесной для двух проводов ЗПД;  
 в — соединительный ЗСП; г — электросоединительный питающий ЗЭП; д — соединительный распорный ЗСР; 1 — основная щечка; 2 — прижимная щечка

нение проводов с помощью трех зажимов — растягивающую нагрузку не менее 14 кН.

*Зажим электросоединительный питающий* ЗЭП предназначен для присоединения гибких медных проводов к контактному проводу трамвая. Зажим (рис. 11, *г*) по конструкции аналогичен подвесному зажиму ЗПО, но отличается от него высокой шейкой прилива. Полое отверстие в шейке прилива служит как гнездо для впаивания гибкого медного провода, через который осуществляется передача электрической энергии. Обе щечки изготавливаются из латуни марки ЛК80-3Л и скрепляются болтами М10. Электрическое переходное сопротивление между зажимом и проводом должно быть не более сопротивления 1 м контактного провода, а нагрев зажима не должен превышать нагрева самого провода при прохождении по ним максимально допустимого тока.

*Зажим соединительный распорный* ЗСР предназначен для крепления в вертикальной плоскости двух контактных проводов. Зажим служит для распора между основным контактным проводом и байдратом на кривых участках пути и пересечениях трамвайных проводов. Зажим состоит из основной щечки с отверстием М12 или прижимной щечки с отверстием без резьбы, скрепленных болтом (рис. 11, *д*). Основная и прижимная щечки изготавливаются из стали марки Ст3 или ковкого чугуна марки КЧ35-10 с последующей оцинковкой.

*Троллейбусный подвесной зажим* ЗПВ и его модификация — зажим подвесной усиленный ЗПВ-2 — предназначены для крепления к подвесной системе контактного провода в сети троллейбуса. Зажим состоит из основной щечки с четырьмя отверстиями М8 и прижимной щечки с отверстиями без резьбы, скрепляемых винтами М8×14 или для ЗПВ-2 специальными винтами М20×15 (рис. 12, *а, б*). Основная щечка в верхней части имеет прилив с резьбовым отверстием для крепления болтом к троллейбусному подвесу. Обе щечки изготавливаются из латуни марки ЛК80-3Л. Зажим с закрепленным в нем проводом должен выдерживать боковую нагрузку  $P$  без бокового изгиба не менее 5000 Н. Зажим употребляется для поворота провода в точке закрепления на угол до 4° для участков, где предусмотрено движение без ограничения скорости, и до 8° на поворотах, кольцах в депо и др., где скорость ограничена до 20—15 км/ч. Зажим ЗПВ-2 обладает более прочным закреплением и в последнее время получает преимущественное применение повсеместно.

*Зажим электросоединительный питающий переходной* ЗЭППI предназначен для присоединения медного провода или кабеля к контактному проводу троллейбуса при помощи зажимов ЗЭП.

Зажим состоит из основной и прижимной щечек, скрепленных четырьмя специальными винтами М20×15 (рис. 12, *в*). Верхняя часть основной щечки имеет гребень, по форме соответствующий верхней части контактного провода. Гребень предназначен для уст-

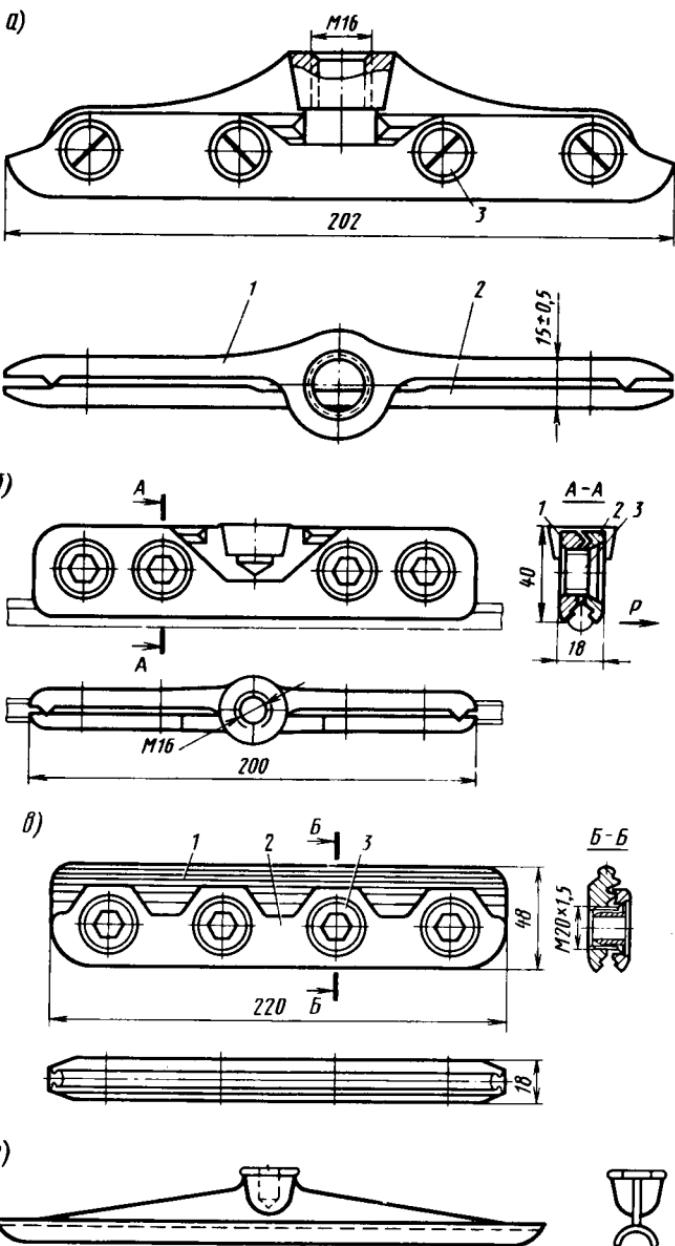


Рис. 12. Троллейбусные зажимы:  
*a* — подвесной ЗПВ; *б* — подвесной ЗПВ-2; *в* — электросоединительный  
 питающий переходной ЗЭПП; *г* — подвесной обжимной; 1 — основная  
 щечка; 2 — прижимная щечка; 3 — винт специальный

новки на него трамвайного питающего зажима ЗЭП с гибким проводом. Длина ЗПТ позволяет постановку двух зажимов ЗЭП.

Обе щечки изготавливаются из латуни марки ЛК80-3Л. Электрическое переходное сопротивление между зажимами и проводом должно быть не более сопротивления 1 м контактного провода, а нагрев не должен превышать нагрев самого провода при прохождении по нему максимально допустимого тока.

Представляет интерес перспективная конструкция зажима, закрепляемого на проводе при помощи обжатия нижних частей губок и запрессовыванием их в фаски провода. Преимуществом зажима является отсутствие болтов или винтов и связанных с ними недостатков (самоотвертывание винтов, коррозия винтов и др.). Обжатие губок выполняется с помощью специального приспособления. Общий вид одной из конструкций такого зажима приведен на рис. 12, г.

*Зажим стыковой троллейбусный ЗС* предназначен для механического и электрического соединений контактных проводов троллейбуса. Зажим (рис. 13, а) состоит из корпуса и шести специальных винтов М8. Корпус зажима изготавливается из Ст4, а винты — из стали 35 и имеют цинковое покрытие. Рабочие концы винтов должны быть закалены до твердости HRC 33—38.

В нижней части корпуса предусмотрен продольный паз по профилю верхней части контактного провода. При монтаже стыкового соединения нажимные винты острыми краями врезаются в провод и прижимают его к стенкам паза, обеспечивая прочное соединение и надежный контакт.

Нагрузка, предшествующая разрушению стыкового соединения провода МФ-85, должна быть не менее 28,5 кН, при этом корпус не должен деформироваться, допускаемая нагрузка 15 кН.

Электрическое сопротивление стыка должно быть не более  $1,75 \cdot 10^{-4}$  Ом.

Стыкование медных контактных проводов может быть выполнено методом холодной сварки давлением при помощи специальных сварочных машин непосредственно на линии или на стационарной установке в мастерской.

Для временного соединения сталеалюминиевого провода применяют *стыковой зажим обхватного типа* (рис. 13, б); постоянное соединение провода выполняется сваркой или специальным двухступенчатым зажимом, где стыковое соединение выполняется раздельным захватом стальной и алюминиевой частей (рис. 13, в). Оба зажима изготавливаются из стали.

Зажимы, применяемые для сталеалюминиевого провода, имеют те же конструкции и отличаются лишь покрытием поверхности цинком или кадмием. Покрытие необходимо для уменьшения величины атмосферной и в особенности электролитической коррозии, которая возникает вследствие образования гальванических пар при

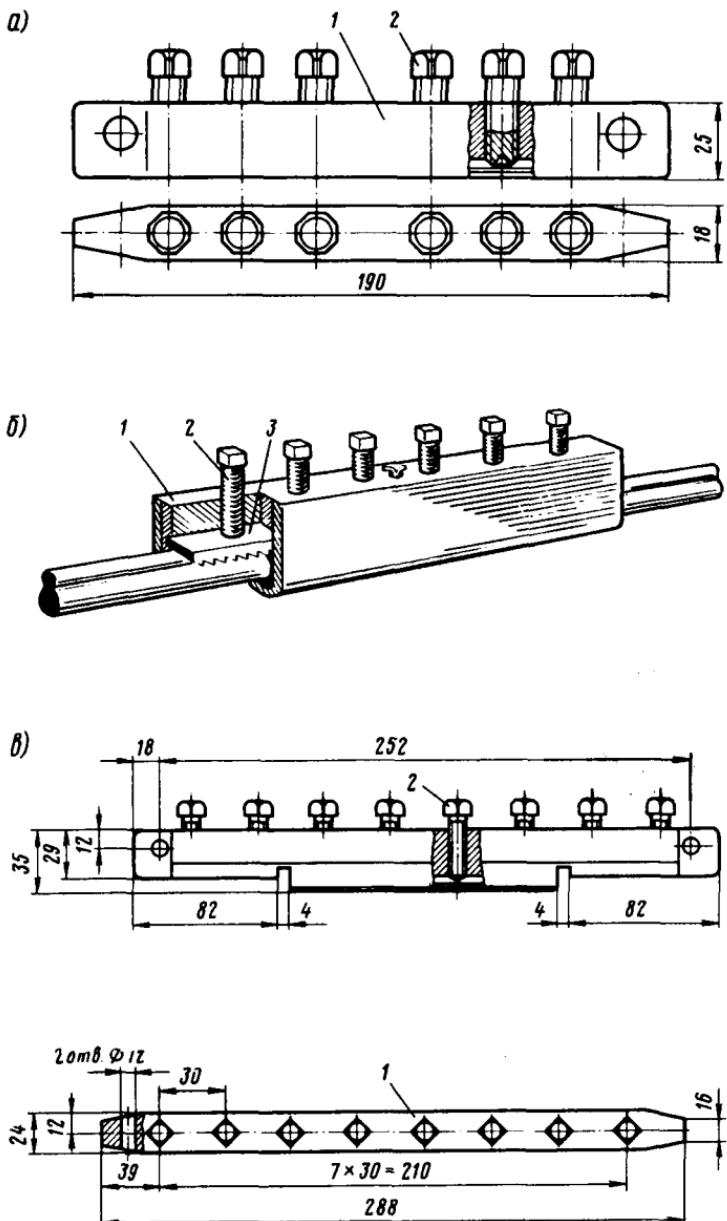


Рис. 13. Зажимы стыковые:

а — троллейбусный ЗС; б — обхватного типа для сталь-алюминиевого провода; в — для сталь-алюминиевого провода с раздельным захватом стальной и алюминиевой частей; 1 — корпус; 2 — болт специальный; 3 — зубчатая рейка

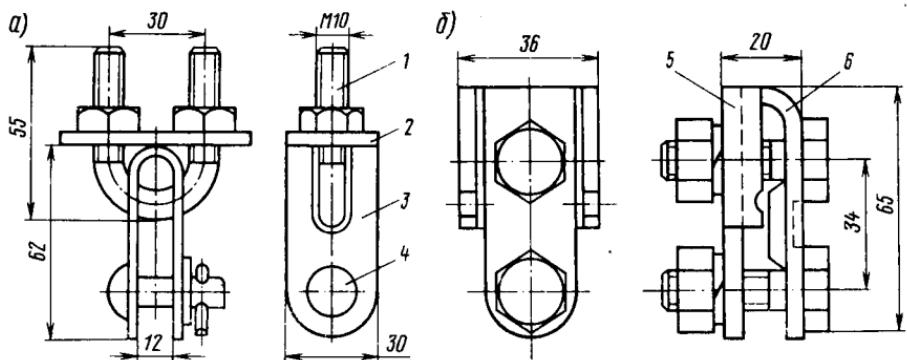


Рис. 14. Зажимы струновые:  
а — типа ЗПС-1; б — типа ЗПС-2; 1 — хомутик; 2 — планка; 3 — обойма; 4 — валик; 5 — щека основная; 6 — щека дополнительная

соприкосновении алюминиевой части провода с арматурой из медных сплавов или углеродистых сталей.

Подвесные зажимы покрываются цинком ЦГО, а питающие, соединительные и другие, обеспечивающие электрическое соединение, — кадмием К-15. Соединительный зажим, кроме того, имеет насечку, увеличивающую сцепление с проводами.

*Зажим подвесной струновой ЗПС-1* предназначен для крепления струн на стальном канате диаметром 6,7 мм и проволоке диаметром 5 мм в сети трамвая и троллейбуса (рис. 14, а). Канат или проволока зажимается между хомутиком и обоймой нажатием планки при завинчивании гаек. Струна крепится к зажиму с помощью валика.

Обойма и планка изготавливаются из стали марки СтЗ, а хомуттик — из стали 20. Все детали должны иметь цинковое покрытие.

*Зажим подвесной струновой ЗПС-2* (рис. 14, б) является другой конструкцией того же назначения. Оба вида зажимов имеют широкое применение на сетях трамвая и троллейбуса. Канат или проволока зажимается между основной и дополнительными щеками при затягивании щечек. Струна крепится к нижнему болту. Щечки штампованные из оцинкованной стали СтЗ.

Для электрического соединения гибкого провода кабельного вывода марок ПС-300, ППСРС-300 или других марок сечением 300  $\text{мм}^2$  применяется несколько разновидностей зажимов.

*Зажим электросоединительный питающий* для кабельных выводов ЗЭПВ-1 (рис. 15, а) применяется для соединения с одним проводом сечением 65—100  $\text{мм}^2$ , зажим ЗЭПВ-2 — с двумя проводами сечением 65—100  $\text{мм}^2$  (рис. 15, б).

*Зажим электросоединительный питающий* для кабельных выводов ЗЭПВ-3 (рис. 15, в) предназначен для соединения двух проводов сечением 300  $\text{мм}^2$ .

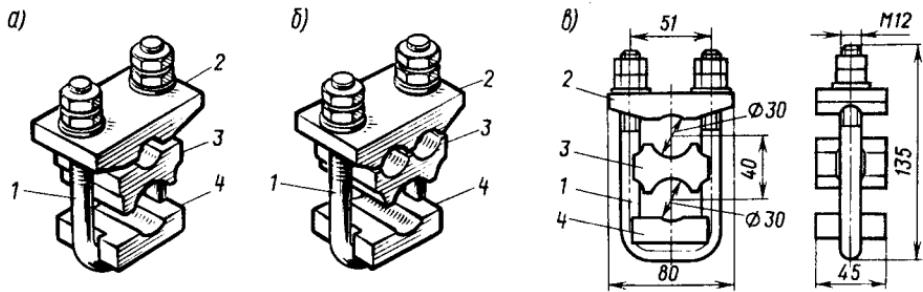


Рис. 15. Зажимы электросоединительные питающие для кабельных выводов:  
 а — типа ЗЭПВ-1 для соединения с одним проводом сечением 65—100  $\text{мм}^2$ ; б — типа ЗЭГВ-2 для соединения с двумя проводами сечением 65—100  $\text{мм}^2$ ; в — ЗЭПВ-3 для соединения двух проводов сечением 300  $\text{мм}^2$ ; 1 — скоба; 2 — планка стальная; 3 — вкладыш латунный; 4 — вкладыш стальной

Все три зажима конструктивно выполнены в виде двух вкладышей, между которыми помещается основной провод кабельного вывода, и планки сверху, которой присоединяемые провода прижимаются к верхнему вкладышу. В собранном виде зажим стягивается скобой, гайки которой опираются на верхнюю поверхность планки. Токопроводящим элементом является средний вкладыш, он выполняется из латуни ЛК 80-3, а остальные детали — из стали Ст3.

Для концевой заделки провода и стального каната применяют зажим анкерный для троса ЗАТ (рис. 16). Корпус зажима литой из ковкого чугуна КЧ/35-10 или сварной из стали Ст3, имеет размеры, позволяющие использовать зажим как для провода 65—100  $\text{мм}^2$ , так и для стального каната диаметром 6,7—8 мм при применении соответствующих клиньев. При заделке конец провода или стального каната протягивают сквозь зажим, огибают вокруг клина и вместе с ним загоняют внутрь ударами молотка по зажиму до плотной посадки. Испытательная нагрузка на зажим 50 кН, приложенная вдоль оси закрепленного в нем провода или каната.

Подвесами называют конструкции, служащие для закрепления провододержателя на поддерживающих устройствах: поперечинах, кронштейнах, ригелях и др. В трамвае и троллейбусе применяется большое количество типов подвесов, приспособленных к тем или иным условиям их работы. В Советском Союзе нашли применение несколько подвесов, хорошо зарекомендовавших себя в результате большой опытной проверки и долголетней практики.

Трамвайные подвесы изготавливаются двух видов: с изолированными болтами, имеющими овальную головку, и с изолированными болтами с цилиндрической головкой.

Корпус подвеса первого вида состоит из двух половин, между которыми зажимают изолированные один или два болта типа БО. Половинки корпуса, штампованные из листовой стали Ст2, соединяются между собой заклепками. Подвес удерживается на поперечине за счет трения, создавшегося от изгиба проволоки на подвесе и за-

тяжки болтов корпуса. Общий вид изолированного подвеса для одного провода на прямом участке пути ППО показан на рис. 17, а. Для криволинейных участков пути и на стрелочных сияниях проводов при креплении на сквозном тросе применяется подвес ПКО, отличающийся лишь увеличением размера между крепящими болтами с 250 до 370 мм. Для укрепления двух проводов служит подвес ПКД с двумя изолированными болтами.

На болте БО имеется выемка, куда закладывается основной провод и удерживается угольником, а снизу на подвесном зажиме монтируется дополнительный отрезок провода для прохода токо-приемника. В последние годы дополнительные провода применяются лишь в отдельных специальных случаях. Современная типовая подвеска на криволинейных участках трамвая выполняется с применением фиксаторов.

Для крепления на оттяжке применяются одноплечие подвесы (рис. 17, б). Для крепления на потолке искусственного сооружения, в проемах ворот или подшивки под мостами применяются подвесы изолированные для жесткой подвески типа ПЖ (рис. 17, в). Подвес крепится болтами или глухарями. Эти же подвесы применяются в аналогичных условиях и на сети троллейбуса.

Корпус подвеса для болтов с цилиндрической головкой, литой из ковкого чугуна марки КЧ35-10. Изолированный болт закладывается сверху в гнездо и закрывается завинчивающейся крышкой. При необходимости болт может быть заменен без снятия подвеса.

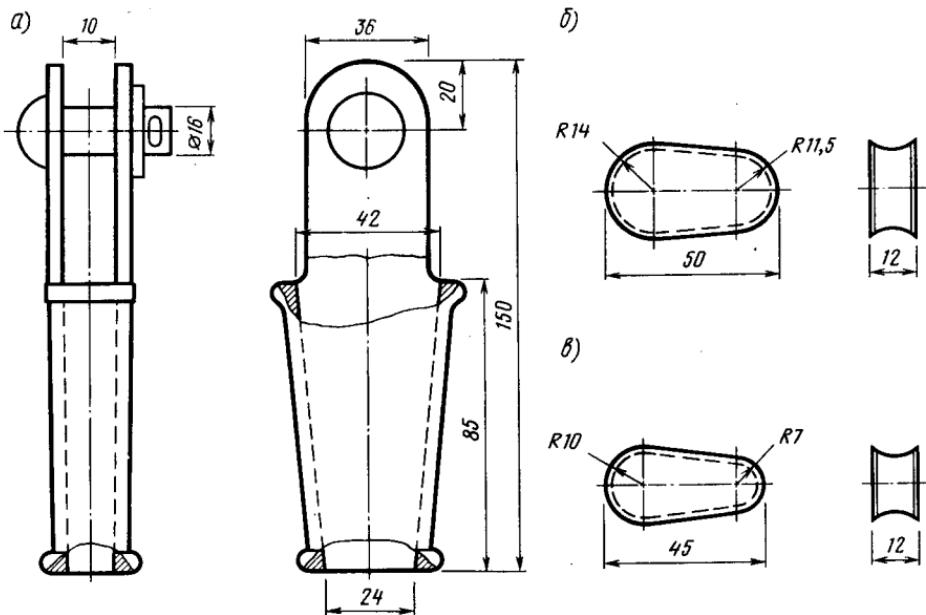


Рис. 16. Зажим анкерный для троса ЗАТ (а), клинья для каната (б) и для провода (в)

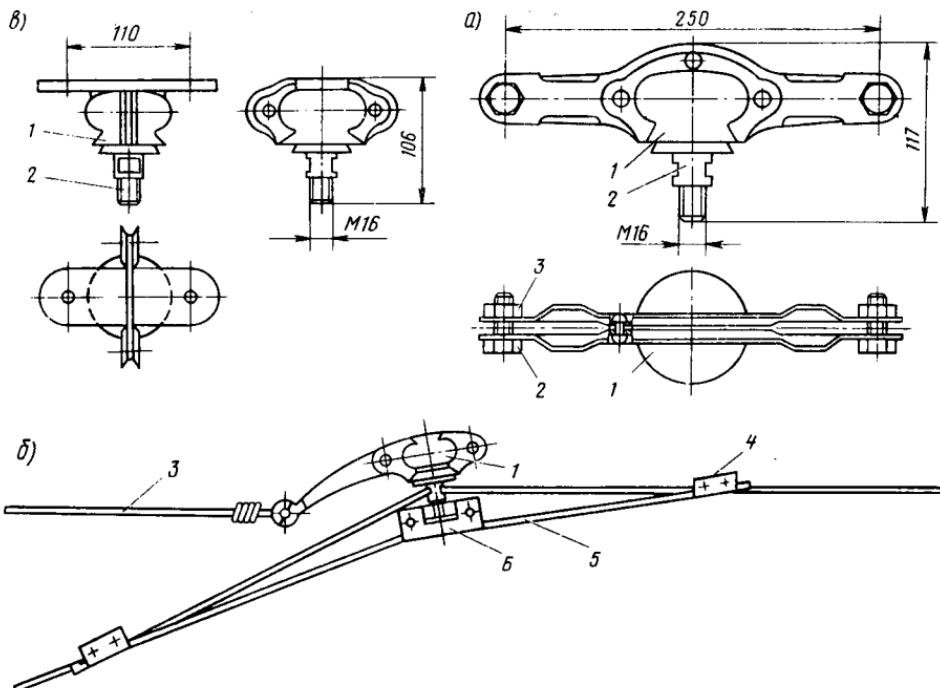


Рис. 17. Трамвайные подвесы с изолированными болтами с овальной головкой:  
 а — для прямых участков пути на один провод ППО; б — одноплечий подвес с дополнительным проводом; в — для жесткой подвески ПЖ; 1 — корпус; 2 — изолированный болт; 3 — оттяжной трос; 4 — зажим соединительный ЗСП; 5 — дополнительный провод (байдрят); б — подвесной зажим

Для подвески на прямом участке пути применяется подвес ПРЦ-1 (рис. 18, а) для одного провода и ПРЦ-2 для двух проводов. На поперечине подвес удерживается за счет изгиба проволоки поперечины на подвесе в горизонтальной плоскости.

Для подвески на кривых участках пути и для стрелочных сливий проводов применяются подвесы КСЦ-1 и КСЦ-2 соответственно на один и два провода (рис. 18, б), которые устанавливаются в рассечку.

Такое закрепление обеспечивает более жесткую фиксацию подвеса, но несколько усложняет монтаж поперечины и регулировку сети. Для крепления на оттяжке применяются одноплечие подвесы типа КОЦ-1 для одного провода и КОЦ-2 для двух проводов. Потолочный подвес ПЦ-1 показан на рис. 18, в.

Детали подвесов должны иметь цинковые покрытия, а корпус — лакокрасочные покрытия, по антикоррозионным свойствам и сроку службы не уступающие цинковому покрытию. Нагрузка, предшествующая изгибу подвесов, должна быть не менее 4 кН.

На кривых участках сети применяются подвесы фиксаторного типа различных конструкций. Контактная вставка токоприемника

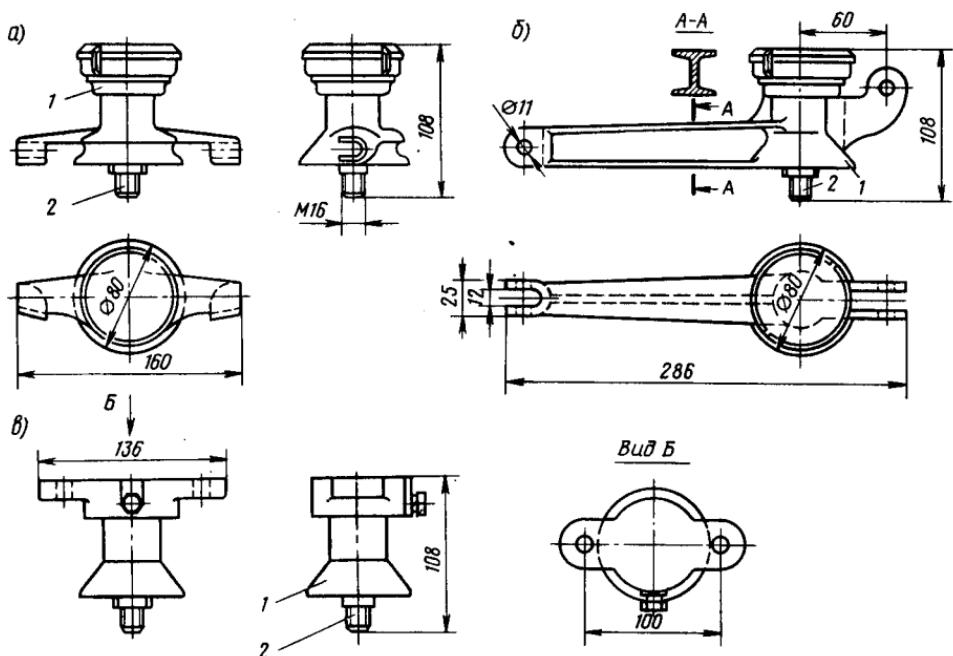


Рис. 18. Трамвайные подвесы с изолированными болтами с цилиндрической головкой:  
а — для прямого пути на один провод ПРЦ-1; б — для криволинейного участка пути на один провод КСЦ-1; в — потолочный ПЦ-1; 1 — корпус; 2 — изолированный болт

скользит непосредственно по проводу. На рис. 19, а показан неизолированный подвес-фиксатор типа Ф-7, выполненный из трубы диаметром 32 мм. Подвес монтируется в рассечку поперечины с установкой натяжных изоляторов по обе стороны. В междупутье можно устанавливать и один изолятор на поперечине. Допускаемая нагрузка 5 кН. Другой вид неизолированного подвеса того же назначения — фиксатор Ф-6 — закрепляется на поперечине с помощью бугеля или струнного зажима. В комплект включается натяжной изолятор ИП-1 (рис. 19, б). Допустимая нагрузка 5 кН.

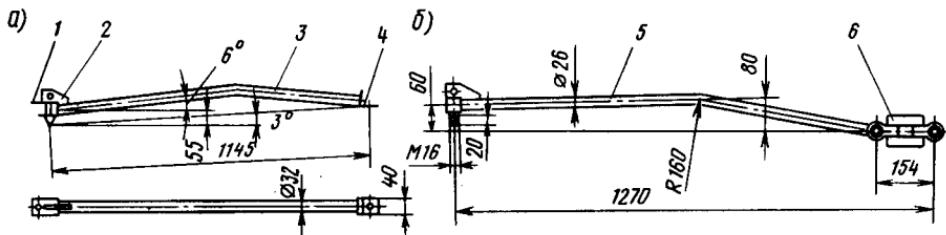


Рис. 19. Фиксаторы:

а — типа Ф-7 для трамвая; б — типа Ф-6 для трамвая; 1 — вилка оттяжная; 2 — ушко подвесное; 3 — труба; 4 — угольник оттяжной; 5 — подкос; 6 — изолятор ИП-2

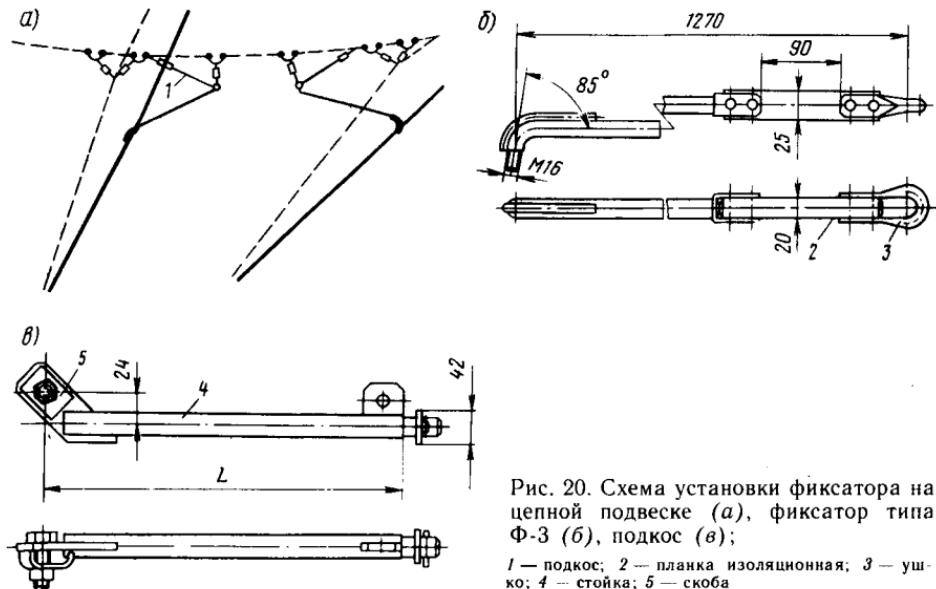


Рис. 20. Схема установки фиксатора на цепной подвеске (а), фиксатор типа Ф-3 (б), подкос (в);

1 — подкос; 2 — планка изоляционная; 3 — ушко; 4 — стойка; 5 — скоба

На цепной подвеске для закрепления точек отклонений провода, образующих зигзаг, и на кривых участках применяют фиксаторы Ф-3, устанавливаемые на гибкой поперечине с помощью подкоса (рис. 20). В точке подвешивания несущего троса расстояние от него до контактного провода определяется в зависимости от длины подвешиваемого пролета провода. Фиксатор сохраняет свои размеры для всех случаев подвески. Нужное расстояние получают применением соответствующей длины подкоса для пролетов разной длины.

Длина пролета, м . . . . .	30	40	50	60
Тип подкоса . . . . .	П-1	П-2	П-3	П-4
Длина, мм . . . . .	538	748	938	1248

Троллейбусные подвесы изготавливают нескольких видов: подвес неизолированный двуплечий ПНД (рис. 21, б), подвес неизолированный одноплечий ПНО (рис. 21, а) и подвес неизолированный планочный.

Из двух двуплечих подвесов с включением между ними двух пружечных изоляторов ИП-1 собирают узел подвешивания и фиксации контактных проводов троллейбуса УПФ-1 (рис. 21, в), а с включением одного планочного изолятора И-1,2 — узел УПФ-2. Для оттяжек применяют узел УФ-1, собранный из дву- и одноплечего подвеса с двумя изоляторами ИП-1, или узел УФ-2 с одним планочным изолятором И-1,2. Эти подвесы устанавливают на прямых и кривых участках при углах поворота до 4°. Такой подвес можно

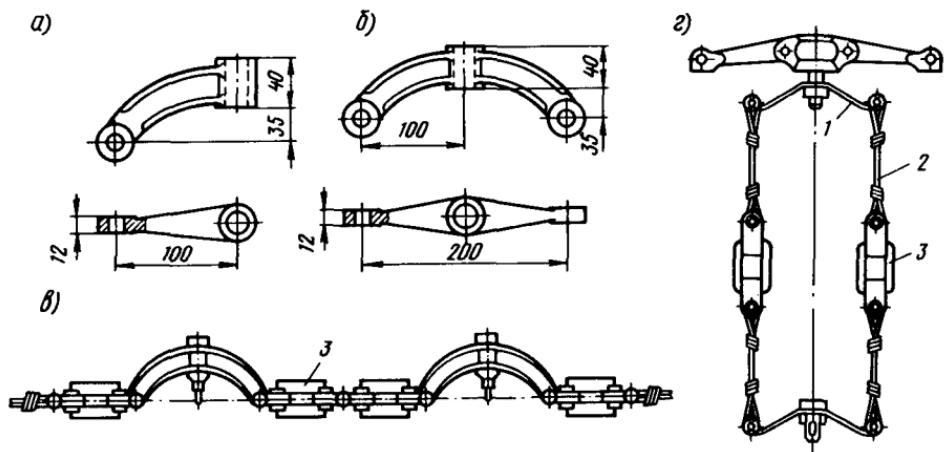


Рис. 21. Троллейбусные подвесы:  
а — неизолированный одноплечий ПНО; б — неизолированный двуплечий ПНД; в — узел подвешивания и фиксации УПФ-1; г — узел наклонной струны (маятниковый подвес); 1 — подвес неизолированный планочный; 2 — струна; 3 — изолятор пряжечный ИП-1

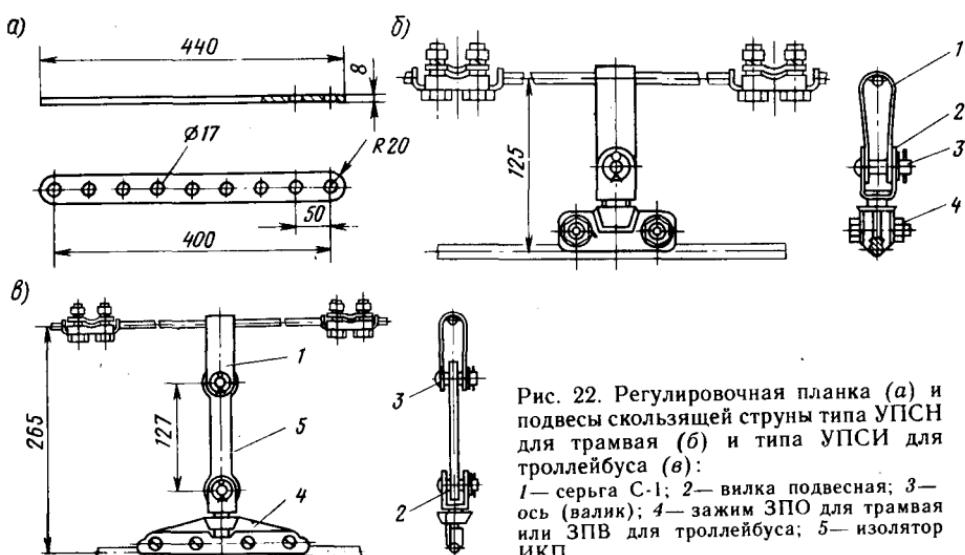


Рис. 22. Регулировочная планка (а) и подвесы скользящей струны типа УПСН для трамвая (б) и типа УПСИ для троллейбуса (в):  
1 — серьга С-1; 2 — вилка подвесная; 3 — ось (валик); 4 — зажим ЗПО для трамвая или ЗПВ для троллейбуса; 5 — изолятор ИКП

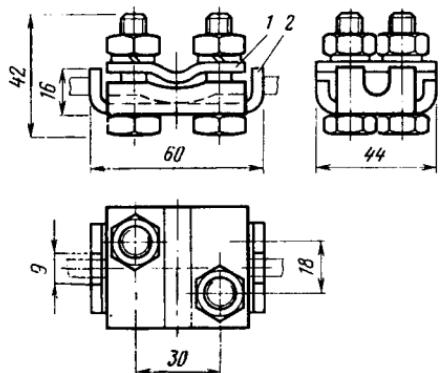


Рис. 23. Ограничитель скольжения:  
1— пластина прижимная; 2— скоба

гулировочной планкой (рис. 22, а), выполненной из полосовой стали Ст3 размером  $8 \times 40 \times 440$ .

Значительно лучшей эластичностью обладает *маятниковый подвес* (рис. 21, г), имеющий наклонные струны с включенными в них изоляторами. Две равные шарнирно закрепленные струны обеспечивают параллельное перемещение нижней скобы при изменении наклона струны, а ось симметрии провода постоянно остается вертикальной. В зависимости от принятой длины пролета в точках крепления предусматривается максимальное изменение направления провода на угол  $3^{\circ}30'—5^{\circ}$ . Маятниковые подвесы с успехом применяют и в сети трамвая. В этом случае для пропуска токоприемника в подвесе нижнюю скобу поворачивают вниз на  $180^{\circ}$ . Следует также учитывать постоянные изменения зигзага с тем, чтобы крайние отклонения провода не выходили за допустимые пределы.

В трамвайных и троллейбусных цепных подвесках и в подвесках полукомпенсированных используют подвесы скользящей струны, перемещающиеся вдоль продольно-несущего троса от температурных изменений длины провода. Трамвайный подвес (рис. 22, б) состоит из серьги и подвесного зажима, соединенных через подвесную вилку. Троллейбусный подвес УПСИ (рис. 22, в) аналогичен трамвайному, но между вилкой и серьгой включается изолятор.

На несущем тросе по обе стороны от подвеса устанавливают ограничители перемещения серьги, выполненные в виде специальных зажимов (рис. 23). Расстояние между ограничителями определяется температурными удлинениями провода. Наименьшее расстояние — между ограничителями на подвесах, соседних со средней анкеровкой, наибольшее — вблизи грузовых компенсаторов.

**Узлы крепления цепной подвески.** Выбор узла закрепления несущего троса цепной подвески зависит от материала троса и типа поперечной конструкции.

применить и при угле до  $8^{\circ}$ , если скорость движения не превышает 15 км/ч. Подвесы изготавливаются литыми из ковкого чугуна КЧ35-10 или сварными. Двуплечие подвесы должны выдерживать испытательную нагрузку 16 кН, а одноплечие — 8 кН. Недостатком подвеса является жесткость подвески провода.

Если угол между контактными проводами и гибкой поперечиной менее  $70^{\circ}$ , то головка токоприемника троллейбуса может касаться плеча подвеса. Для этого случая двуплечий подвес заменяют ре-

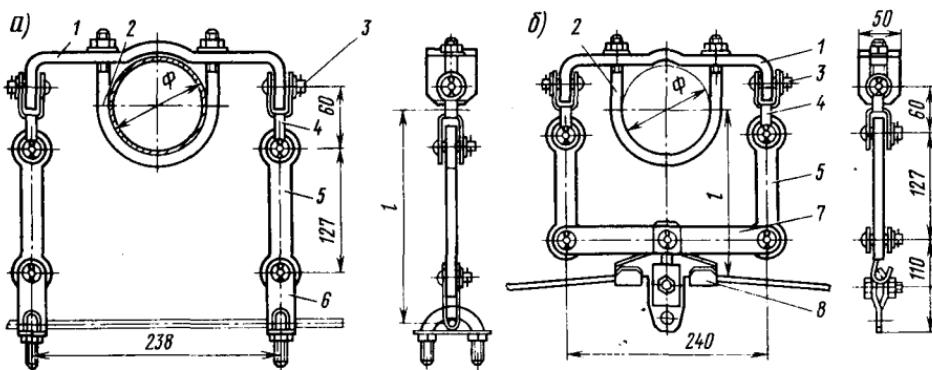


Рис. 24. Узлы крепления цепной подвески к кронштейну:

а — с струновыми зажимами УКК-1; б — с седлом УКК-2; 1 — траверса; 2 — хомут; 3 — ось; 4 — серьга С-2; 5 — изолятор ИКП; 6 — зажим ЗСП-1; 7 — планка соединительная; 8 — седло

Для закрепления стального троса или стальной проволоки на трубе кронштейна можно применить узел УКК-1 (рис. 24, а). Размер хомута выбирают по диаметру трубы кронштейна  $\Phi$ .

Диаметр трубы кронштейна $\Phi$ , мм	60	76	89	102
Расстояние между осью трубы и зажимом закрепления $l$ , мм	222	214	208	200

Для троса или провода из более мягких материалов (médных, бронзовых, биметаллических) применяют узел крепления УКК-2, закрепляют с помощью седла, плечи которого смягчают угол изгиба троса в точке подвеса (рис. 24, б).

Узлы крепления цепной подвески к гибким поперечинам УКП-1 (рис. 25, а) и УКП-2 (рис. 25, б) представляют различные конструкции узлов одного назначения.

Вторая конструкция представляет упрощенный вариант с изготовлением седла штамповкой. В нижней части седла имеется отверстие

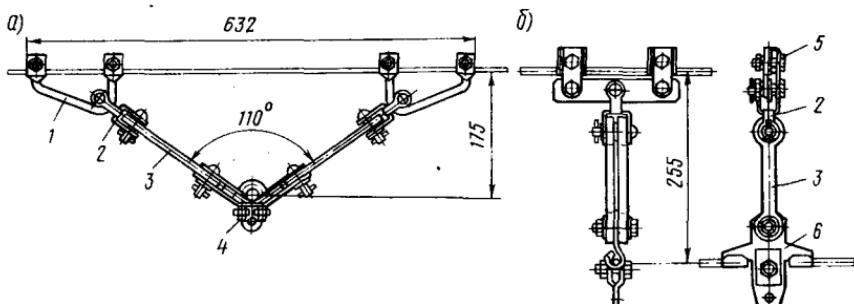


Рис. 25. Узлы крепления цепной подвески к гибкой поперечине:

а — узел типа УКП-1; б — узел типа УКП-2; 1 — бугель кривой; 2 — серьга С-2; 3 — изолятор ИКП; 4 — седло СД 11; 5 — зажим ЗПС-2; 6 — седло для несущего троса

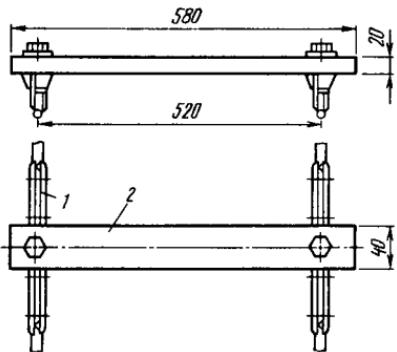


Рис. 26. Планка габаритная:  
1 — зажим ЗПВ; 2 — планка

или обоих либо оборвана поперечина и подвеска осталась на двойном пролете и т. д. После устранения причин, вызвавших установку планки, ее следует снять, так как, обладая сосредоточенной массой и неустойчивым положением, планка ухудшает токосъем и сама может быть причиной нового повреждения сети.

На стенах зданий подвеску крепят с помощью стенного крюка типа КС. *Стенной крюк* (рис. 27, а) расклинивают в отверстии четырьмя закрепами (рис. 27, б), располагаемыми по сторонам пирамиды хвостовой части крюка. Для крюка наименьшей длины КС-25 размеры *a* и *в* равны 230 и 165 мм, для стен с большим облицовочным слоем они увеличиваются на толщину облицовки.

Допускаемая нагрузка на крюк 7 кН. На большие нагрузки, но не превышающие 14 кН, применяют два крюка, связанные коромыслом (рис. 27, в). Для стен с облицовочным слоем толще 200 мм применяют специальные способы закрепления.

Заштит от передачи на стены шума служит шумоглушитель (рис. 28, а). Шумоглушитель состоит из двух, соединенных между собой планками резиновых валиков, на которых гасятся звуковые колебания. На валики надеты хомуты, одним из которых шумоглушитель соединяется с тросом, а вторым через переходную планку — с крюком. В другой конструкции резиновые валики заключены в двух свинченных стаканах (рис. 28, б). Здесь более полно используется объем резиновых валиков.

Натяжение контактных проводов и тросовой системы регулируют с помощью *натяжных закрытых муфт*. Муфты изготавливают двух типов (рис. 28, в) — МНЗ-100 и МНЗ-3000 — соответственно с ходом резьбы 100 и 300 мм. С одной стороны муфта имеет винт и гайку правой резьбы, а с другой — левой, что позволяет увеличивать или уменьшать ее длину, поворачивая корпус в ту или другую сторону. Закрытый корпус имеет в средней части шестигранную форму для работы гаечным ключом. Испытательная нагрузка на муфту, приложенная вдоль ее оси, 50 кН и допускаемая 12 кН.

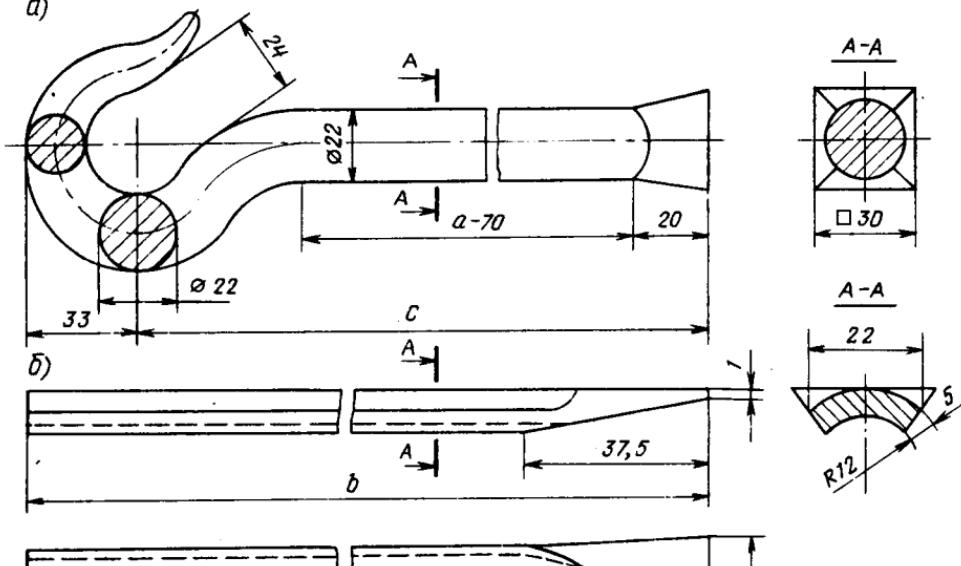
для закрепления струны или подвески второго седла. В последнем случае перед использованием необходимо проверить соответствие общей нагрузки допустимому значению ее для изоляторов и других деталей.

*Планка габаритная* (рис. 26) предназначена для фиксирования установленного расстояния между проводами троллейбуса. Планку применяют как временную меру против схлестывания проводов в пролете, когда сильно ослаблено натяжение хотя бы одного из них

Часть фиксирующей поперечины, находящейся внутри кривого участка пути, может оказаться слабо натянутой и иметь большой провес, мешающий проходу пантографа. Постоянное натяжение этого участка можно получить, включив пружинный компенсатор у точки крепления поперечины. *Пружинный компенсатор* (рис. 29, а) представляет собой заключенную в стальной корпус пружину, работающую на сжатие. Длина пружины 215 мм, а в сжатом положении 138 мм, ход пружины 77 мм. Расчетное усилие, развиваемое полностью сжатой пружиной, 1650 Н. Наибольшее расчетное рабочее усилие 1300 Н. Пружинные компенсаторы включают и в анкерные тросы при анкеровке кронштейнов для смягчения удара, возникающего при обрыве закрепленных на кронштейне тросов и проводов.

В сложных сетевых узлах иногда встречается необходимость

а)



б)

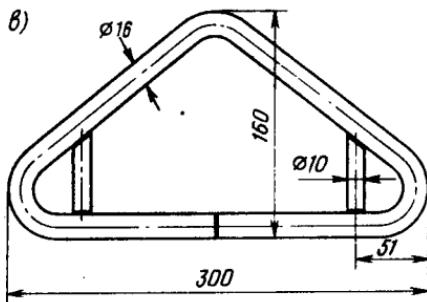


Рис. 27. Арматура для закрепления на стене здания:

а — стенной крюк КС; б — закреп; в — коромысло; с — длина хвостовой части крюка;  
б — длина закрепа

объединить в одной точке четыре и более элемента тросовой системы. Деталь, которой связывают все элементы, носит название **воздушное кольцо** (рис. 29, б); оно имеет восемь отверстий для подсоединения тросов и одно в середине для подвески воздушного кольца на струне к несущему тросу. Воздушное кольцо часто используют в случаях, когда нельзя установить опору в середине площади. В том месте, где должна быть опора, все тросы ввязывают в кольцо, образуя так называемый «паук», который фиксируют в плане двумя тросами, направленными под углом против равнотягивающих.

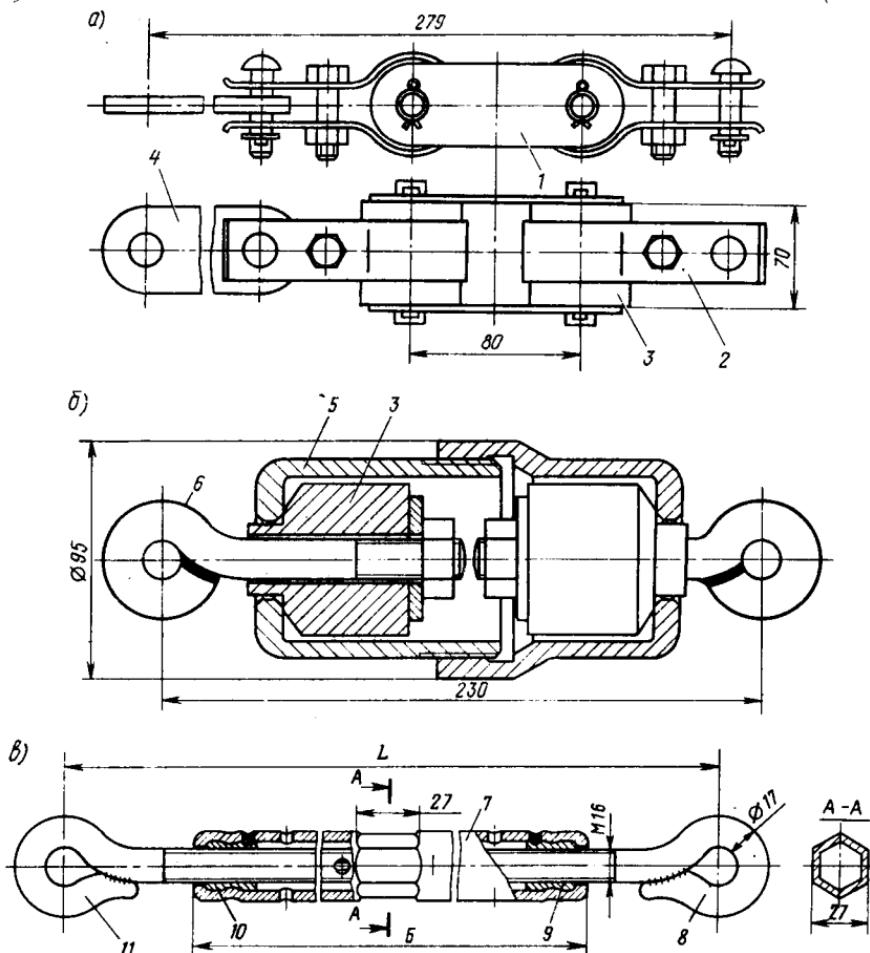


Рис. 28. Шумоглушители открытого (а), закрытого (б) типов; натяжная закрытая муфта (в):

1 — соединительная планка; 2 — хомут; 3 — резиновый валик; 4 — переходная планка; 5 — стакан; 6 — стержень; 7 — корпус; 8, 11 — штанги соответственно с левой и правой резьбой; 9, 10 — втулки соответственно с левой и правой резьбой; 6 — длина трубы муфты

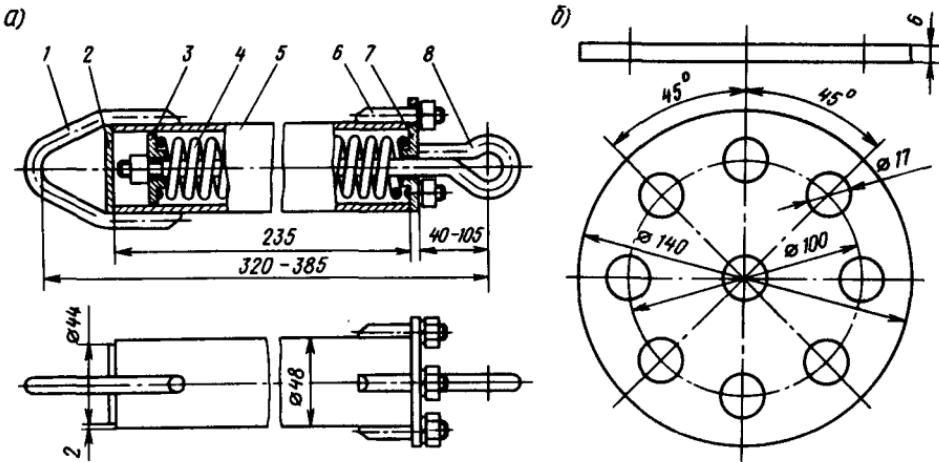


Рис. 29. Пружинный компенсатор (а) и воздушное кольцо (б):  
 1—ушко; 2—заглушка; 3—шайба; 4—пружина; 5—корпус; 6—шпилька; 7—фланец;  
 8—тяга

действующей силы от всех тросовых элементов. Для подвески «паука» на нужной высоте монтируют специальную несущую поперечину, к которой на струне закрепляют «паук».

## 8. Изоляция контактной сети

Контактные провода и находящиеся под напряжением элементы сети электрически изолируют от опор, зданий, сооружений, заземленных частей и других контактных проводов, проводов связи, проводов освещения и других электрических линий не менее чем двумя ступенями изоляции, т. е. двумя последовательно включенными изоляторами, каждый из которых рассчитан на полное напряжение сети.

Допускается изоляция одним планочным изолятором между разнополярными проводами одной линии троллейбуса, а также одним изолятором с обычными характеристиками между линиями трамвая при подвешивании их на изолированных подвесках.

Все тросовые элементы контактной сети рекомендуется изолировать от опор, зданий, сооружений, земли.

По своему назначению изоляторы можно условно разделить на три группы: натяжные, подвесные и изоляторы для специальных частей. *Натяжные изоляторы* включают в гибкие поперечины, тросовые и проволочные элементы систем, в контактные провода и другие элементы сети, где требуется от изолятора высокая механическая прочность на растяжение. *Подвесные изоляторы* служат для подвески проводов или тросов и фиксации их положения. *Изоляторы для*

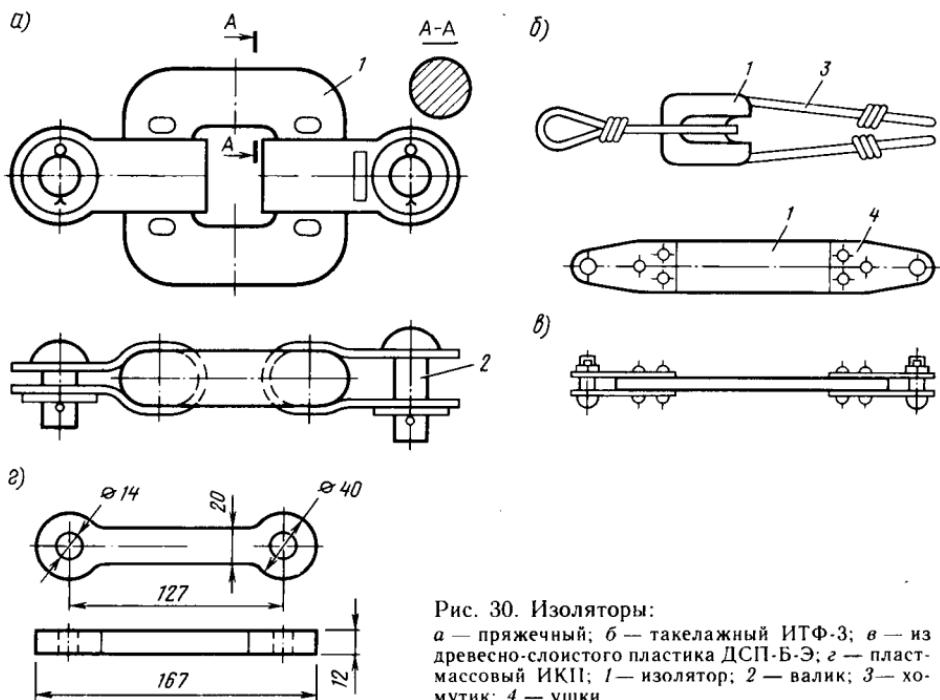


Рис. 30. Изоляторы:  
 а — пряжечный; б — такелажный ИТФ-3; в — древесно-слоистого пластика ДСП-Б-Э; 1 — изолятор; 2 — валик; 3 — хомутик; 4 — ушки

специальных частей включаются в конструкцию и по своей форме приспособлены для каждой спецчасти.

Изоляторы и изоляция опрессованных деталей должны выдерживать без пробоя и перекрытия сухоразрядное переменное напряжение 5 кВ частотой 50 Гц в течение 1 мин и мокроразрядное напряжение 3 кВ в течение 3 мин. Ток утечки через изоляторы не должен превышать 5 мА.

Натяжные пряжечные изоляторы ИП-1 на нагрузку 7 кН и ИП-2 на нагрузку 12 кН изготавливают из пресс-массы стекловолокна АГ-4с методом горячего прессования. Изолятор армирован двумя стальными обоймами для соединения с тросовыми, проволочными элементами и деталями подвески (рис. 30, а).

Изолятор такелажный фарфоровый ИТФ-3 применяют в элементах проволочных поперечин и в подвесных струнах (рис. 30, б). Минимальное разрушающее усилие на сжатие 30 кН. В сухом состоянии изолятор выдерживает напряжение 15 кВ, а под дождем — 6 кВ. Минимальный диаметр троса для армировки изолятора 8,7 мм.

Изоляторы планочные из древесно-слоистого пластика ДСП-Б изготавливают двух типов: И-1,2 на допустимую нагрузку 12 кН (рис. 30, в) и И-1,7 на нагрузку 17 кН. Ввиду гигроскопичности древесно-слоистого пластика электроизоляционные свойства его зависят от влажности. Для сохранения изоляционных свойств

изолятор при заводском изготовлении после просушки дважды покрывают глифталевым лаком печной сушки — первый раз после механической обработки древесно-слоистого пластика и второй после армирования металлическими ушками. В эксплуатации не реже чем один раз в два года изолятор после очистки покрывают дугостойкой глифталевой эмалью воздушной сушки.

Изолятор пластмассовый ИКП (рис. 30, г) изготавливают из пресс-материала АГ-4С методом горячего прессования. Изолятор предназначен для изолированного крепления несущего троса к поддерживающим устройствам, контактного провода к несущему тросу и для других целей. Изолятор обладает высокими электроизоляционными свойствами. Допускаемая нагрузка 2 кН.

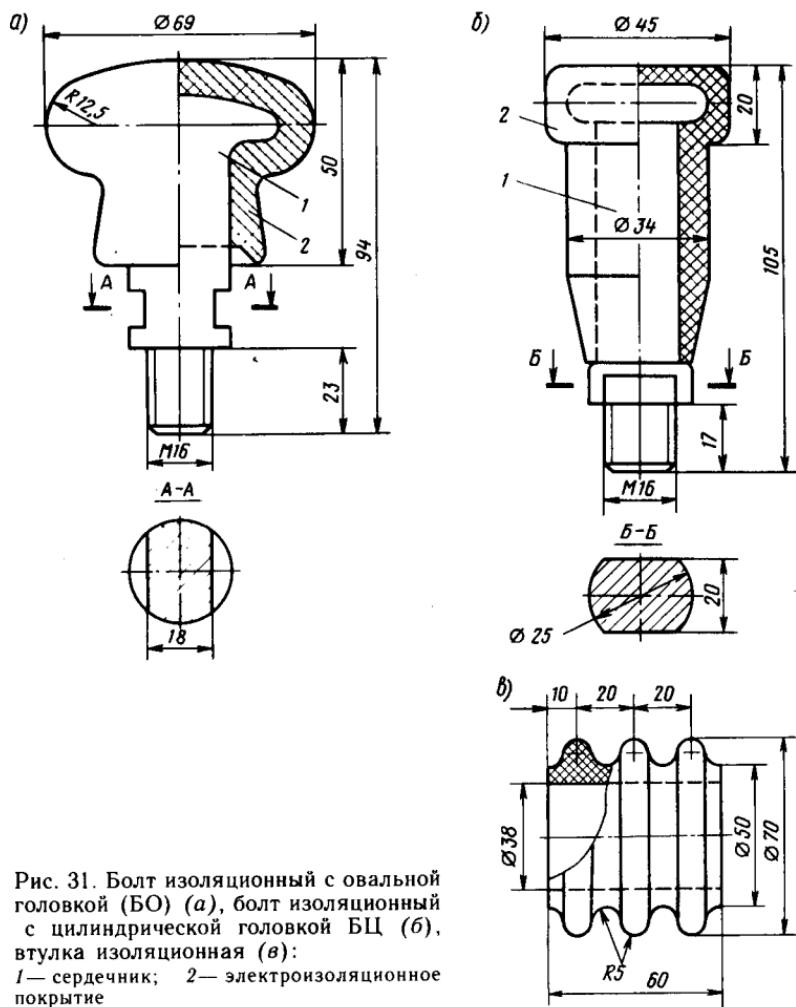


Рис. 31. Болт изоляционный с овальной головкой (БО) (а), болт изоляционный с цилиндрической головкой БЦ (б), втулка изоляционная (в):  
1 — сердечник; 2 — электроизоляционное покрытие

*Изолированные болты* предназначены для установки в изолированных подвесках контактной сети трамвая. Изолированный болт состоит из стального сердечника, покрытого в верхней части электроизоляционным слоем пластмассы. На нижней части сердечника имеется резьба для подвесного зажима. Болты изготавливаются двух типов: БО — болт изолированный с овальной головкой (рис. 31, а) и БЦ — болт изолированный с цилиндрической головкой (рис. 31, б). Болты БО наглухо крепятся в корпусе подвеса, а БЦ — в стакане кожуха с завинчивающейся крышкой и могут быть заменены при старении изоляционного слоя или поломке болта. Изолированные болты должны выдерживать без изгиба боковую нагрузку не менее 5 кН. Недостатком болтов являются скрытые короткие замыкания при нарушении (пробое) изоляционного слоя. Допустимая боковая нагрузка на болт от контактного провода 2500 Н.

*Втулка изоляционная* (рис. 31, в) изготавливается из электроизоляционного материала Э2-330-02. Изоляционная втулка применяется для провода ППСРМ-300 или ПО-300 кабельных выводов при закреплении на кронштейнах или поперечине.

На современном уровне техники имеется возможность и необходимость значительного улучшения качества изоляторов, повышения надежности и долговечности их работы. Это может быть достигнуто применением полимерных материалов, и в первую очередь стеклопластиков. Накопленный положительный опыт на городском электрическом транспорте и железных дорогах позволяет рекомендовать стеклопластик в качестве материала для замены в изоляторах, где в настоящее время применяются фарфор или древесно-слоистые пластики. По механической прочности, дугостойкости и долговечности изоляторы из стеклопластика превосходят изоляторы из фарфора и тем более из древесно-слоистого пластика. Используя технологическую возможность изготовления методом прессования, из стеклопластика могут быть изготовлены не только наиболее рациональной формы подвесные и натяжные изоляторы, но и специальные части в качестве изоляционных вставок, полозов и усов.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Назовите конструкции и материалы контактных проводов, их марки и области применения.
2. Перечислите основные характеристики стальной проволоки и канатов, применяемых для тросовой системы и несущих тросов.
3. Дайте характеристики основных контактных подвесок, области применения разных подвесок и способы регулирования натяжения.
4. Как происходит частичная компенсация натяжения в подвеске на наклонных струнах?
5. Перечислите основные зажимы и укажите области их применения в контактной сети.
6. Перечислите основные типы трамвайных и троллейбусных подвесов.
7. Расскажите, какие виды фиксаторов вы знаете и где они применяются.
8. Назовите основные виды изоляторов и области их применения.

## ОПОРНЫЕ И ПОДДЕРЖИВАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА. ГАБАРИТЫ

### 9. Опоры

Железобетонные опоры (рис. 32) получили преимущественное применение. В сравнении с металлическими они обладают рядом достоинств: на их изготовление требуется меньше металла, они устойчивы против атмосферного и химического воздействий и не нуждаются в окраске. Однако железобетонные опоры почти в два раза тяжелее металлических и при одинаковых допустимых нагрузках имеют значительно больший диаметр. Применяемая на городском электрическом транспорте. Железобетонная опора представляет собой полую коническую стойку со стальной арматурой. Бетон выдерживает большие усилия на сжатие и очень небольшие на растяжение. Армирование бетона заключается в закладке в тело опоры при ее изготовлении стальных стержней, увеличивающих прочность опоры к растягивающим усилиям и тем самым препятствующих образованию трещин в бетоне от изгиба при нагрузках, не превышающих расчетные. Зона возможных образований трещин находится на противоположной стороне тела опоры по отношению к результирующей силе от приложенных нагрузок.

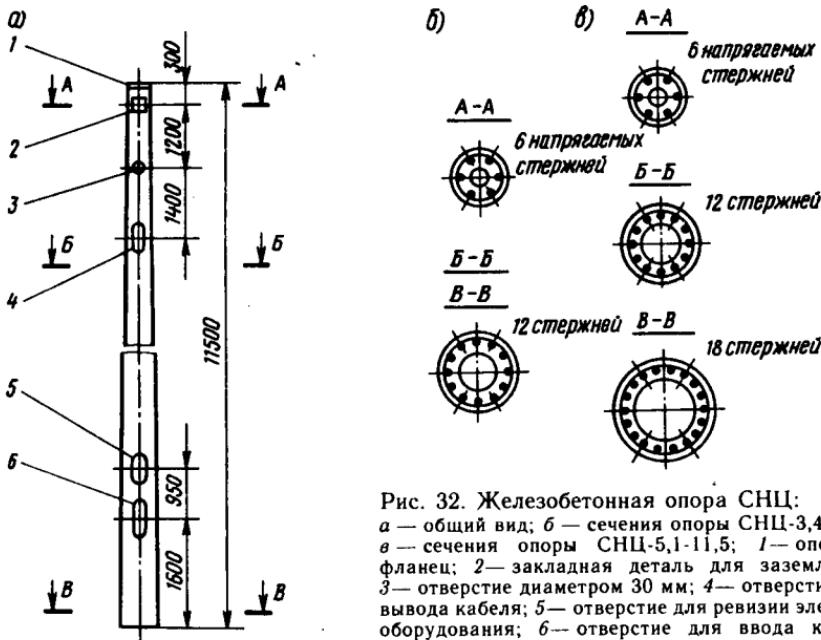


Рис. 32. Железобетонная опора СНЦ:  
 а — общий вид; б — сечения опоры СНЦ-3,4-11,5;  
 в — сечение опоры СНЦ-5,1-11,5; 1 — опорный  
 фланец; 2 — закладная деталь для заземления;  
 3 — отверстие диаметром 30 мм; 4 — отверстие для  
 вывода кабеля; 5 — отверстие для ревизии электро-  
 оборудования; 6 — отверстие для ввода кабеля

(Прочность опоры значительно увеличится, если стержни арматуры натянуть до закладывания бетона. После затвердения в готовой опоре стержни окажутся натянутыми, а бетон — сжатым, но так, что остается возможность нагрузить опору предназначенный для нее силой при обеспечении необходимого запаса прочности. Такие опоры называются *опорами с напряженной арматурой*). Если вместо стержней применить высокопрочную проволоку и увеличить ее натяжение, то можно получить более прочные опоры с меньшим расходом материала на изготовление и меньшими поперечными размерами. Эти опоры называются *струнобетонными*.)

Для условий городского транспорта отрицательным показателем опор с напряженной арматурой является моментальное разрушение опоры при переходе границы ее прочности. Если в металлических и железобетонных опорах с ненапряженной арматурой при перегрузке обрушению предшествуют заметный прогиб и остаточные деформации, позволяющие вовремя заметить перегрузку и принять меры к ее устранению, то железобетонные опоры с напряженной арматурой до конца сохраняют внешнее нормальное положение, а затем происходит мгновенное обрушение и падение опоры. На улицах города такое повреждение сети может вызвать человеческие жертвы и потому совершенно недопустимо. Для предохранения от мгновенного обрушения при перегрузке в армирование на средней и нижней частях опоры закладывают дополнительные стержни обычного армирования без предварительного напряжения.

Из трех типов опор, предусматриваемых стандартом, для городского электрифицированного транспорта применяют только тип III, предназначенный для наружного освещения и контактных сетей городского электрифицированного транспорта. Подводка освещения и контактной сети предусмотрена прокладкой кабелей внутри опоры. Марки опор, основные размеры и нагрузки железобетонных опор приведены в табл. 6.

Таблица 6

Марка стойки (опоры)	Длина стойки (опоры), м	Наружный диаметр <sup>1</sup> , мм	Толщина стенки, мм	Расстояние от места при- ложения нагрузки до уровня задел- ки, м	Нормативная (эксплуата- ционная) горизонталь- ная нагрузка <sup>2</sup> , кН	Норматив- ный мо- мент на уровне заделки <sup>2</sup> , кН·м
СНЦ-3,4-11,5	11,5	200/373	65	8,5	4,0	34
СНЦ-5,1-11,5	11,5	200/375	65	8,5	6,0	51
СНЦ-7,7-12	12,0	290/470	70	8,5	9,0	77
СНЦ-10-12	12,0	290/470	70	8,5	12,0	100
СНЦ-16-13	13,0			10,0	16,0	160
СНЦ-18-13	13,0	По рабочим чертежам		10,0	18,0	180
СНЦ-20-15,5	15,5			12,5	16,0	200
СНЦ-22,5-15,5	15,5			12,5	18,0	225

<sup>1</sup> В числителе показан верхний диаметр, в знаменателе — нижний.

<sup>2</sup> Данные относятся к высоте приложения нагрузки ниже вершины опоры на 1 м.

В обозначении марок опор буквы означают их сокращенное наименование, так, СНЦ — стойка с напрягаемой арматурой центрифужированная; цифры означают: первая — нормативный изгибающий момент в тонно-метрах на уровне заделки ее в грунт, вторая — длину стойки (опоры) в метрах.

Рабочая арматура всех стоек состоит из шести напрягаемых стержней на всю длину. Дополнительно центрифужированные стойки СНЦ-3, 4-11,5 и СНЦ-5, 1-11,5 имеют без предварительного напряжения, начиная со средней части, по шесть стержней и в нижней части СНЦ-5,1-11,5 еще шесть стержней. Всего в нижней части опоры СНЦ-5,1-11,5 имеется 12 стержней без предварительного напряжения. Все стойки связаны между собой поперечной арматурой.

Верхняя часть стойки на длине 1 м от вершины предназначена только для оборудования наружного освещения. Прочность этой части значительно меньше, чем остального тела опоры, она не рассчитана на нагрузку от контактной сети.

Для строительства новых линий стальные опоры применяют в виде исключения, когда нагрузки, действующие на одну опору, превышают предельную нормативную нагрузку железобетонных опор или при недостаточной их высоте. Допускается использование стальных трубчатых опор в узлах грузовой компенсации, в местах вывода питающего кабеля, а также на инженерных сооружениях.

*Трубчатые опоры* имеют большую механическую прочность, длительный срок службы, удобны для крепления к ним поддерживающих сеть конструкций и сетевых устройств. При оформлении декоративным чугунным литьем опоры хорошо вписываются в архитектурный вид улиц, площадей и мостов. Наибольшее распространение получили двухзвенные опоры, состоящие из двух труб разного диаметра.

Для современных условий разработан новый ряд трубчатых опор, принятый для применения в Москве. Опоры этого ряда являются унифицированными для общего использования сооружениями контактных сетей и наружного освещения (рис. 33). Основные данные и размеры опор приведены в табл. 7. Унифицированный ряд наиболее полно отвечает техническим требованиям на устройство контактной сети, наружного освещения и требованиям внешнего благоустройства города.

В обозначении марок опор буквы означают сокращенное наименование опоры: О — опора; С — стальная; Г — для грузовых компенсаторов; 2В — с отверстиями для выводов кабелей. Цифрами обозначены: 0,3; 1,5; 0,9 — нормативная нагрузка в тоннах на вершине опоры; 9,0; 11,0; 13,0 — высота опоры от уровня земли.

Для соединения звеньев между собой к трубе меньшего диаметра приваривают шесть клиньев 3, толщина которых определяется как разность фактических диаметров (наружного для меньшей и внутреннего для большей) с наибольшим припуском. В трубе большего диаметра делают отверстия под местами расположения клиньев. Раз-

меры отверстий несколько меньше клиньев. Затем нижнее звено надвигают с усилием на верхнее на глубину 400 мм так, чтобы клинья и отверстия совпали, после чего сварными швами соединяют трубу большего диаметра с клиньями. Стык труб закрывается сверху фланцем 2, который приваривают прерывистым швом.

Провода освещения помещаются внутри опоры. Для ввода опоры имеются два отверстия диаметром по 30 мм: одно на расстоянии 900 мм от верха и другое на расстоянии 600 мм от уровня земли.

Таблица 7

Марки опоры	Нагрузка на вершине, кН	Высота над землей, м	Длина опоры, м	Диаметр трубы, мм	Масса опоры, кг
ОС-0,3-9,0	3	9	11	168/219	457
ОС-0,7-9,0	7	9	11	219/273	649
ОС-0,7-0,9-2В	7	9	11	219/273	663
ОС-0,9-9,0	9	9	11	273/325	800
ОСЦ-1,3-9,0	13	9	11	273/325	1228
ОС-0,4-9,0	4	9	11	168/219	659
ОС-0,8-9,0	8	9	11	219/273	903
ОС-0,8-9,0-2В	8	9	11	219/273	967
ОС-1,5-9,0	15	9	11	273/325	1146
ОСЦ-1,5-9,0	15	9	11	273/325	1580
ОС-1,0-9,0	10	9	11	219/273	1238
ОС-1,1-9,0	11	9	11	219/273	1315
ОС-2,1-9,0	21	9	11	273/325	1645
ОСЦ-2,4-9,0	24	9	11	273/325	2068
ОС-0,4-11,0	4	11	14	219/273	665
ОСЦ-1,1-11,0	11	11	14	273/325	1481
ОС-1,4-11,0	14	11	14	325/426	1329
ОС-0,6-11,0	6	11	14	219/273	1198
ОС-1,0-11,0	10	11	14	273/325	1507
ОС-1,8-11,0	18	11	14	325/426	1975
ОСЦ-1,3-11,0	13	11	14	273/325	1999
ОС-1,3-11,0	13	11	14	273/325	2132
ОСЦ-1,9-11,0	19	11	14	273/325	2614
ОС-2,7-11,0	27	11	14	325/426	2650
ОС-1,1-13,0	11	13	16	325/426	1470
ОСЦ-0,8-13,0	8	13	16	273/325	1607
ОСЦ-1,4-13,0	14	13	16	325/426	2053
ОС-1,5-13,0	15	13	16	325/426	2164
ОСЦ-1,5-13,0	15	13	16	325/426	2779
ОС-1,0-13,0	10	13	16	273/325	2356
ОС-1,9-13,0	19	13	16	325/426	3089
ОСЦ-1,3-13,0	13	13	16	273/325	2833
ОСЦ-2,5-13,0	25	13	16	325/426	3556
ОСЦГ-0,9-9,0	9	9	11	219/273	1235
ОСГ-1,1-9,0	11	9	11	273/325	1192
ОСЦГ-1,2-9,0	12	9	11	273/325	1624

Примечание. В числителе показан диаметр верхней трубы, в знаменателе — нижней.

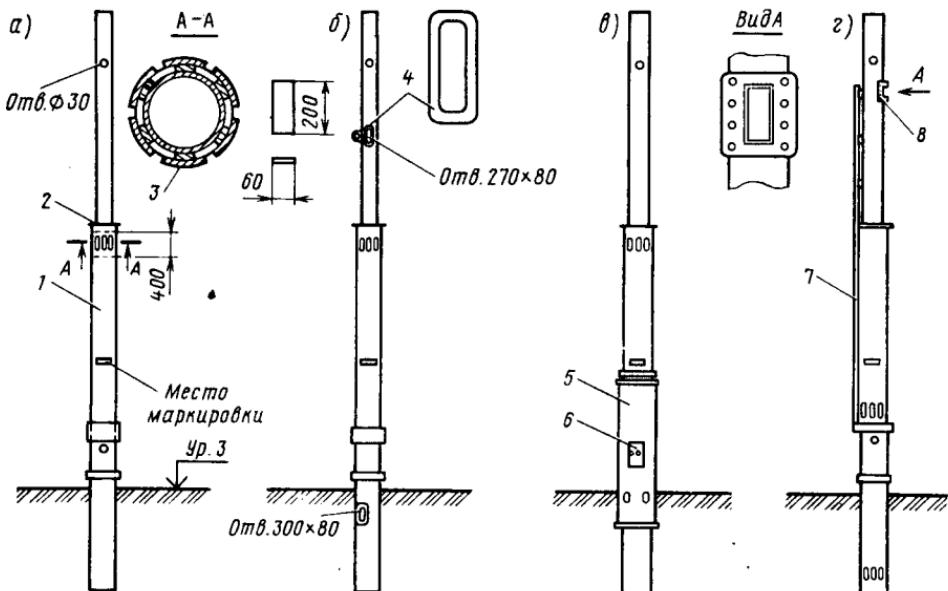


Рис. 33. Стальные унифицированные опоры:

а — типа ОС; б — типа ОС-2В; в — типа ОСГ; г — типа ОСЦ; 1 — тело опоры; 2 — фланец; 3 — клин; 4 — накладка,  $\delta=8$ ; 5 — цоколь; 6 — дверца; 7 — труба  $\varnothing 45 \times 4$ ; 8 — накладка,  $\delta=10$ ; УрЗ — уровень земли

При изготовлении на каждой опоре на высоте 2,5 м от уровня земли электродуговой сваркой делают надпись ее марки.

С целью увеличения допустимых нагрузок и сохранения при этом небольших внешних диаметров опор применяют опоры из двух и более труб, заключенных одна в другую (многослойные). Совместная работа всех слоев труб достигается благодаря плотному скреплению труб между собой по торцам и через каждые 3—4 м тем же методом, что и для стыкового соединения.

Опора марки ОС-2В предназначена для внутренней прокладки питающего кабеля. Она имеет два овальных отверстия с размерами: верхнего  $270 \times 80$  мм и нижнего  $300 \times 80$  мм. Края отверстий оформлены накладками 4, компенсирующими прочность места ослабления сечения и предохраняющими от разрушения при транспортировании и монтаже. Верхнее отверстие делают на высоте 6—6,5 м от уровня заделки в грунт, а нижнее — на 0,5—0,7 м ниже поверхности грунта. Указанные пределы в размерах позволяют использовать опоры для подвески контактного провода на нужной высоте с учетом отклонений в конкретных случаях по местным условиям.

Опора марки ОСЦ изготавливается вместе с цоколем. Цоколь служит защитой места соединения кабеля и проводов освещения и архитектурно-декоративным оформлением опоры.

Опора марки ОСГ является анкерной опорой, она предназначена для размещения внутри опоры автоматического регулирования на-

тяжения контактных проводов. Наверху опора имеет отверстие с накладкой 3 для закрепления неподвижно блока, состоящего из рамы и отклоняющего трос ролика. В связи с тем что внутренняя часть опоры занята грузами, провода освещения вынесены наружу опоры, а для защиты от повреждений заключены в трубу 7 диаметром 45 мм, толщиной 4 мм. Опора может использоваться и для закрепления контактной подвески в пределах нагрузки, указанной в ее марке. Эта опора может быть выполнена и в варианте с цоколем (марка ОСЦГ) или оформлена цоколем другой конструкции.

*Решетчатые опоры* имеются на некоторых загородных линиях, служебных и запасных путях, построенных в прошлые годы. Опоры представляют сварную конструкцию, состоящую из основных стоек (поясов), соединенных решеткой, обеспечивающей опоре жесткость. Пояса выполняются из швеллерной или угловой стали, решетка — из полосовой или угловой стали. Опоры применяют на нагрузки от 4 до 15 кН, что практически обеспечивает потребность в разных типах.

Для защиты от коррозии трубчатые и решетчатые опоры окрашивают. Перед покраской опору очищают от ржавчины и грунтуют суроком. Окраска должна выполняться в два слоя — первый после изготовления и второй после установки опоры на линии.

*Деревянные опоры* применяют, как исключение, лишь для временных линий и на грузовых ветках, в карьерах и пр. Для изготовления употребляют бревна хвойных пород, преимущественно из сосны, с диаметром не менее 21 см (в отрубе) и конусностью не более 1 см на 1 м длины. На усилия 2—4 кН опоры изготавливают из одного бревна, на большие усилия — из двух связанных между собой бревен.

На опорах поперечины, оттяжки и другие элементы поддерживающих и фиксирующих устройств, а также анкерные ветви проводов закрепляют хомутами. Для железобетонных и трубчатых опор хомуты изготавливают из полосовой стали Ст3 размером  $60 \times 5$  мм (рис. 34). Хомут выбирают точно по диаметру опоры в месте его закрепления. В марке хомута обозначено: Х — хомут, цифрой — его диаметр в мм.

Следует избегать довольно часто допускаемой ошибки, заключающейся в применении хомута большего или меньшего диаметра, чем требуется по месту его закрепления. Неточный подбор хомута ведет к его деформации при монтаже на опоре и при закреплении на нем конца элемента троса, искажению условий работы под нагрузкой и, в конечном счете, к снижению прочности и надежности.

**Закрепление опор в грунте.** Устойчивость опоры зависит от приложенной нагрузки, выбранного способа заделки, размеров фундамента и свойств грунта.

Действующие на опору силы и изгибающие моменты создают опрокидывающий момент и силу, которые передаются на грунт. Под действием опрокидывающего момента опора стремится повернуться вокруг точки, лежащей на некоторой глубине от поверхности грунта.

та. Возникающие в грунте реактивные давления уравновешивают опрокидывающий момент и вертикальную силу, сохраняя опору в вертикальном положении, при этом грунт испытывает напряжение, изменяющееся по мере заглубления.

Условием прочного закрепления опоры является создание запаса устойчивости по отношению к предельно допускаемым опрокидывающим моментам и вертикальной силе (последняя обычно невелика).

Для закрепления опор в грунте используют разные виды устройств, назначение которых обеспечить устойчивость опоры в грунте.

Опоры могут быть закреплены в грунте непосредственной заделкой нижней своей части (рис. 35, а) лежнями — двумя закладными балками: по одной в верхней и нижней частях закрепления (рис. 35, б) или с помощью фундамента — различной формы бетонных блоков, передающих нагрузку на грунт (рис. 35, в, г). Нижняя часть грунта, воспринимающая давление фундамента, называется *основанием*, а расстояние от подошвы фундамента до поверхности грунта — *глубиной заложения фундамента*. Для опор, устанавливаемых непосредственно в грунте или закрепляемых лежнями, это понятие относят к глубине заделки опоры.

Важную роль в устойчивости опор имеет характеристика грунта. Свойства грунта определяются составом его фракций и влажности.

Для определения размеров фундаментов грунты, имеющие сходные характеристики, сведены в группы по усредненным показателям. Для опор контактной сети все группы разбиваются на три (категории):

слабые (I категория) — пески пылеватые, глины, суглинки и супеси мягкопластичные;

средние (II категория) — пески мелкие, глины, суглинки и супеси тугопластичные;

сильные (III категория) — пески крупные и средней крупности, глины, суглинки и супеси твердые.

В чистом виде указанные группы встречаются редко, обычно в городе они имеют включение остатков строительного мусора. В городских условиях чаще всего встречаются средние группы, реже слабые и еще реже сильные.

Наименьшие размеры фундаментов и расход бетона требуются при установке опор в сильных грунтах, наибольшие — в слабых.

В трамвайных и троллейбусных сетях закрепление постоянных опор выполняется только с помощью бетонных фундаментов. В подав-

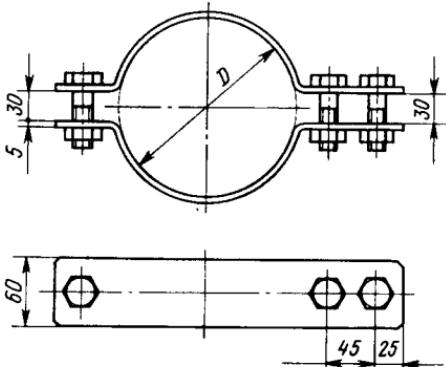


Рис. 34. Хомут

ляющем большинстве случаев применяют монолитные фундаменты, образованные посредством заполнения котлована после установки опоры раствором бетона. Для загородных линий можно использовать разъемные фундаменты заводского изготовления, на которые после заделки их в грунт ставится опора и закрепляется гайками на закладных шпильках (анкерных болтах).

Фундаменты имеют призматическую, ступенчатую (см. рис. 35, в, г) или цилиндрическую формы. Призматическая форма наиболее удобна при рытье котлованов ковшом экскаватора или вручную, а круглая — при использовании буровой машины. Размеры и формы фундаментов и расход бетона для типовых фундаментов унифицированных опор приведены в табл. 8.

Исходным размером фундамента опоры является глубина его заложения. С увеличением глубины заложения резко возрастает устойчивость вследствие увеличения плеча реактивного момента, повышается сопротивление грунта, что приводит к сокращению попереч-

Таблица 8

Марки опоры	Глубина заложения, м	Форма и размеры верхней ступени, м	Грунт		
			сильный	средний	слабый
ОС-0,3-9,0; ОС-0,4-9,0	2		0,7/1	0,8/1,3	1/2
ОС-0,7-9,0; ОС-0,7-0,9-2В;	2		1,0/2	1,2/2,9	1,4/4
ОС-0,8-0,9; ОС-0,8-9,0-2В					
ОС-0,9-9,0; ОС-1,0-9,0;	2	Призматическая	1,2/2,9	1,5/4,5	1,7/5,8
ОС-1,1-9,0; ОСЦГ-1,1-9,0;					
ОСЦГ-1,2-9,0					
ОСЦ-1,3-9,0; ОС-1,5-9,0;	2	Ступенчатая 1,1×1,1×1,0	1,7/4,1	2/5,21	2,3/6,5
ОСГ-1,1-9,0					
ОС-2,1-9,0; ОСЦ-2,4-9,0	2		1,9/4,82	2,3/6,5	2,5/7,46
ОС-0,4-11,0; ОС-0,6-11,0	3	Призматическая	1,0/3	1,2/4,3	1,4/6
ОСЦ-1,1-11,0; ОС-1,4-11,0;	3	Ступенчатая 1,1×1,1×1,9	1,7/5,48	2/6,7	2,3/8,12
ОСЦ-1,3-11,0; ОС-1,3-11,0;					
ОСЦ-0,8-13,0; ОС-1,0-13,0;					
ОС-1,1-13,0					
ОС-1,0-11,0	3		1,2/3,88	1,5/4,77	1,7/5,48
ОС-1,8-11,0; ОСЦ-1,9-11,0;	3		1,9/6,27	2,3/8,12	2,5/9,17
ОСЦ-1,4-13,0; ОС-1,5-13,0;					
ОС-1,9-13,0; ОСЦ-1,3-13,0					
ОС-2,7-11,0; ОСЦ-1,5-13,0	3		2,3/8,12	2,7/10,22	3/12,2
ОСЦ-2,5-2,5-13,0	3		2,5/9,17	2,9/10,71	3,3/14,28

П р и м е ч а н и е. В числителе показана сторона основания фундамента, м, в знаменателе — объем бетона, м<sup>3</sup>.

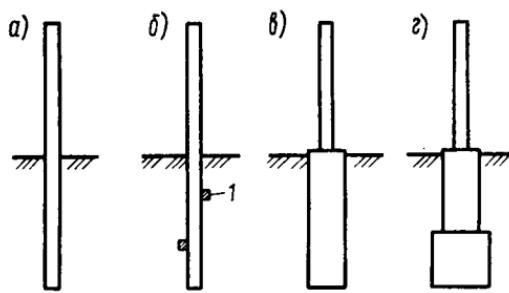
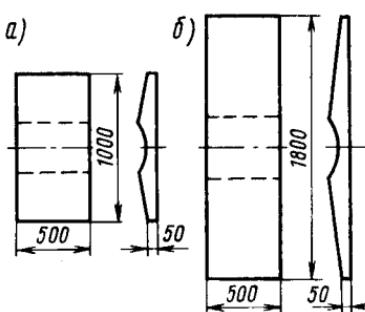


Рис. 35. Непосредственная заделка в грунте (а) и с помощью лежней 1 (б); и типы фундаментов (в, г)



ных размеров фундамента и в конечном результате — к уменьшению его объема. На выбор глубины заложения влияют многие факторы, из которых главными являются глубина промерзания грунта, уровень грунтовых вод, экономическая целесообразность.

При замерзании грунта увеличивается объем имеющейся в нем воды и грунта в целом. Это явление носит название пучение грунта. Если уровень заложения фундамента выше уровня промерзания грунта, то зимой образуется пучина (горб) грунта, выпирающая фундамент вместе с опорой вверх, а при оттаивании — опускание грунта вниз. Положение опоры становится неустойчивым. Поэтому глубина заложения фундамента должна быть обязательно ниже уровня промерзания грунта. Уровень промерзания грунта — явление климатическое, сведения о нем можно получить для каждой местности по справочникам. Уровень грунтовых вод определяется шурфованием, т. е. бурением на глубину заложения фундамента. Экономическая целесообразность принятых размеров фундамента определяется сопоставлением затрат рабочей силы и материалов при разных глубинах заложения фундамента.

Для временной установки опор применяют фундаменты в виде стаканов или заделку лежнями. Стакан представляет собой отрезок трубы, заделанный в бетонный фундамент, а при небольших нагрузках непосредственно в грунт. Глубина заделки в последнем случае 3 м и более. В стакан вставляется стальная трубчатая опора, имеющая на конце приваренные сухари и ограничители глубины опускания в стакан. В верхней части стакана опора закрепляется стальными клиньями. В стакане опора закладывается на глубину 600—800 мм.

На мостах и других сооружениях постоянное закрепление опоры выполняют либо в стакане, заделанном в конструкции сооружения, либо болтовыми скреплениями на фланцах, один из которых связан с конструкцией сооружения, а другой закреплен на специальной опоре при ее изготовлении.

Для заделки опор лежнями применяют специальные железобетонные лежни, армированные напрягааемыми стальными стержнями (рис. 36). В качестве лежней могут использоваться отрезки шпал или бревен. Верхний лежень имеет длину в два раза больше нижнего, поскольку он опирается на грунт, допускающий меньшие напряжения в сравнении с нижними слоями. Нижний лежень укладывают на дно котлована со стороны противоположной нагрузки, верхний лежень закладывают на глубину 1/3 от глубины заложения со стороны действующей нагрузки на опору.

## 10. Кронштейны и гибкие поперечины

Часть опорного устройства, поддерживающая закрепленную на ней контактную подвеску, а в ряде случаев и фиксирующая ее в горизонтальном положении, называется *поддерживающим устройством*. Располагаясь обычно перпендикулярно или с небольшим углом к оси пути, поддерживающее устройство получило название поперечного.

Поперечные конструкции имеют три вида выполнения: кронштейны, гибкие поперечины, жесткие поперечины (ригели).

В контактных сетях трамвая и троллейбуса наибольшее распространение получили подвески на кронштейнах и гибких поперечинах.

Подвеску на кронштейнах применяют преимущественно на перегонных участках пути. На широких улицах и улицах с односторонним движением используют однопутные кронштейны. В стесненных условиях, когда на двухпутном участке можно установить только один ряд опор, применяют двухпутные кронштейны, при этом достигается экономия на первоначальные затраты при сооружении сети, но уменьшается надежность ее работы. Существенный недостаток этих кронштейнов заключается в том, что повреждение подвески на одном пути может вызвать нарушение работы второго пути, а повреждение самого кронштейна вызывает большие трудности при восстановлении сети.

На узлах и крутых поворотах на угол до 90° устанавливают несколько кронштейнов на одной опоре. В этом случае опора вместе с кронштейнами носит название *веерной опоры*. Применение веерной опоры значительно упрощает подвеску, а в стесненных условиях является единственным рациональным способом ее осуществления.

В конструкции кронштейны имеют три разновидности: горизонтальный с одной тягой (рис. 37, а), горизонтальный с подкосом (рис. 37, б), наклонный с тягой (рис. 37, в). Преимущественное распространение получил первый кронштейн по соображениям простоты изготовления и небольшой стоимости. Необходимость увеличения высоты опоры в сравнении с второй и третьей схемами существенного значения не имеет, поскольку высота железобетонных унифици-

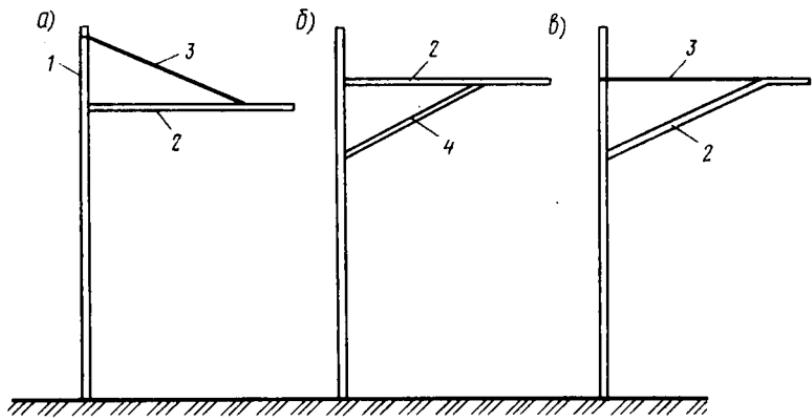


Рис. 37. Схемы кронштейнов:

а — горизонтального с тягой; б — горизонтального с подкосом; в — наклонного с тягой;  
1 — опора; 2 — стрела (консоль); 3 — тяга; 4 — подкос

рованных стальных опор по условиям размещения светильников наружного освещения значительно превосходит нужную для закрепления тяги кронштейна.

К опоре кронштейн крепится шарнирно для смягчения удара, возникающего при обрыве контактных проводов и несущих тросов, на кронштейн и через него на опору. Высвобождающаяся потенциальная энергия при обрыве натянутых проводов и тросов бывает такой, что не всегда ее могут выдержать кронштейны при защемленном (жестком) креплении. При обрыве проводов и несущих тросов шарнирно закрепленные кронштейны разворачиваются в обе стороны от места обрыва на значительных участках, доходящих до 13 пролетов в каждую сторону. Ликвидация такого повреждения очень трудоемка и занимает много времени. С целью ограничения длины поврежденного участка на линиях значительной протяженности (более 500 м) анкеруют один из кронштейнов через каждые 300—500 м. Анкеровку выполняют в обе стороны на стены зданий или опоры смежных пролетов. В закрепляемую на железобетонную опору анкерную ветвь для смягчения удара включают непосредственно у опоры пружинный компенсатор. Анкерной ветви в этом случае дают предварительное натяжение 0,8 кН.

В стесненных условиях и для упрощения подвески применяют закрепление кронштейна на стене здания. Консоль закрепляется с помощью плиты с проушиной, а тяга выполняется из стального каната и закрепляется на стене стенным крюком. Особое внимание при этом должно быть уделено гашению звуковых колебаний при проходе троллейбуса. Под плиту и крепящие ее болты кладут резиновые прокладки, а тягу крепят с помощью шумоглушителя.

Длина кронштейнов определяется подвеской и принимается равной 3,25—8 м. На криволинейных участках при небольших углах по-

ворота провода (до 8°) на кронштейн ставится фиксатор или оттяжка на опору, а при больших углах — кривые держатели.

Кронштейны изготавливают из конструкционной стали или труб. Формы их разнообразны: от простейших, полностью совпадающих по форме с принципиальной схемой, до фигурных, гнутых, с обилием декоративных деталей, выдержаных в общем ансамбле оформления центральных улиц.

При выборе кронштейнов для простой контактной подвески следует отдавать предпочтение тем, у которых предусмотрена снизу гибкая поперечина. Это увеличивает эластичность подвески и в сравнении с жестким закреплением подвески на кронштейне улучшает условия и надежность токосъема.

Широкое распространение получили кронштейны, разработанные институтом Мосгортранснинпроект. Они предусмотрены для всех типов случаев применения в контактных сетях трамвая и троллейбуса. Марки кронштейнов КП, КК, КТП, КТФ и КТК (табл. 9).

Кронштейны КП предназначены для крепления простых трамвайных подвесок на прямых и криволинейных участках большого радиуса; кронштейны КК — для применения цепных трамвайных подвесок на прямых и криволинейных участках линии; кронштейны КТП — для крепления простых и цепных троллейбусных подвесок на прямых участках линии; кронштейны КТФ — для крепления цепных троллейбусных подвесок на криволинейных участках линии при усилии от излома контактных проводов, направленных к опоре; кронштейны КТК — для крепления простых троллейбусных подвесок на криволинейных участках линии при равнодействующей усилия от излома контактных проводов, направленных к опоре.

В марке цифрой указывается длина кронштейна. Цифра может быть указана дробью, в которой числитель указывает длину кронштейна, м, а знаменатель — диаметр трубы, мм.

Двухпутные кронштейны, предназначенные для закрепления подвесок двух направлений движения, обозначаются буквой Д, стоящей после цифры.

Таблица 9

Группа	Марки кронштейнов
КП	КП-3,3/60; КП-4/60; КП-7,2/89; КП-7,2/89-1В; КП-7,2/89-2В
КК	КК-3,3/60; КК-4/60; КК-4/76; КК-3,3/76-1В; КК-4/76-1В; КК-3,3/76-2В; КК-4/76-2В
КТП	КТП-3,3; КТП-4; КТП-5; КТП-3,3А; КТП-4А; КТП-5А; КТП-6; КТП-8; КТП-6Д; КТП-8Д; КТП-3,3А-1В; КТП-4А-1В; КТП-5А-1В; КТП-6Д-1В; КТП-8Д-1В; КТП-3,3А-2В; КТП-4А-2В; КТП-5А-2В; КТП-8Д-2В; КТП-6Д-2В
КТК	КТК-4,5; КТК-5,5; КТК-6,5; КТК-8Д
КТФ	КТФ-4,5; КТФ-5,5; КТФ-6,5

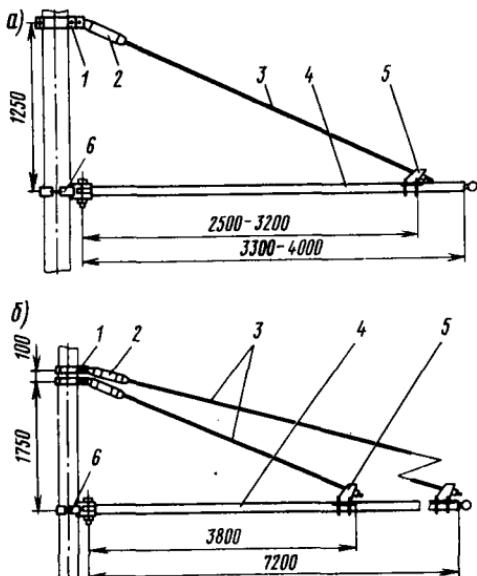


Рис. 38. Кронштейны:

а — с одной тягой КП-3,3/60; КП-4/60; б — с двумя тягами КП-7,2/89; 1 — хомут тяги; 2 — изолятор планочный И-1,2; 3 — тяга; 4 — консоль; 5 — кронштейн тяги; 6 — хомут консоли

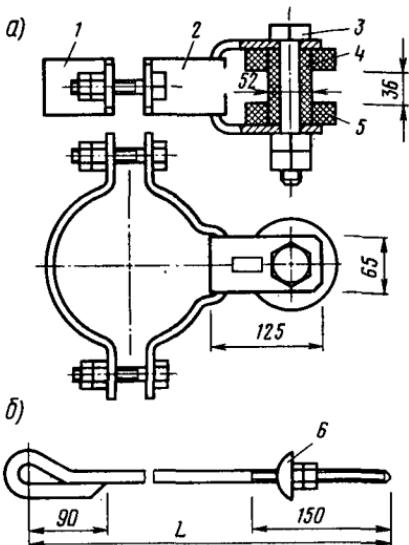


Рис. 39. Узел крепления кронштейна на опоре (а) и тяга (б):

1,2 — полухомуты; 3 — ось; 4 — втулка изоляционная; 5 — шайба изоляционная; 6 — шайба установочная;  $L$  — длина тяги

Кронштейны для скрытой прокладки питающего провода или кабельного вывода имеют в начале и в конце вырезы, через которые провод заводится внутрь трубы кронштейна. В конце марки этих кронштейнов указывается обозначение 1В, а для двухтрубных кронштейнов — 2В.

Пример условного обозначения: кронштейн для простых и цепных троллейбусных подвесок на прямых участках линии длиной 4 м имеет марку КТП-4, тоже двухпутный длиной 6 м — КТП-6Д, двухпутный длиной 6 м с одним выводом кабеля — КТП-6Д-1В.

Применяют кронштейны с одной (рис. 38, а) и двумя (рис. 38, б) тягами. Диаметр трубы консоли выбирают соответственно расчетной нагрузке. Для прокладки внутри кронштейна двух питающих проводов применяют конструкцию из двух связанных между собой труб.

На опоре кронштейн крепится хомутом, имеющим изоляционную втулку 4 (рис. 39, а), и тягой из круглой стали диаметром 16 или 20 мм (рис. 39, б) в зависимости от усилий, действующих на кронштейн. Тяга соединяется с хомутом через планарный изолятор И-1,2 или И-1,7.

На трубе консоли тяга крепится с помощью кронштейнов КН, КВ (рис. 40). Длина тяги также определяется по марке кронштейна. На конце тяги имеет резьбу для регулирования натяжения и выравнивания консоли в горизонтальное положение. Длинные крон-

штейны (6—8 м), как правило, имеют по две тяги. Распределение нагрузки между обеими тягами регулируется натяжением их соответствующей затяжкой гаек на концах.

Закрепление поперечины или оттяжки на трубе кронштейна выполняется на оттяжных стойках СО-1, СО-2 и СОУ (рис. 40). Последняя стойка применяется при совмещении крепления на кронштейне тяги КВ.

Для оттяжек цепной подвески, воспринимающих результатирующую усилия от излома оси контактного провода, направленного к опоре, устанавливают обратные фиксаторы ФО1 (рис. 41), на двухтрубные кронштейны — ФО2 аналогичной конструкции. Размеры фиксатора зависят от расстояния между консолью и проводом, которое связано с длиной пролета цепной подвески. Размеры фиксаторов для разных пролетов даны в табл. 10.

Контактная подвеска состоит из анкерных участков, включающих в себя пролеты между опорами различной длины. На каждом участке кронштейны должны быть однотипны, поэтому для выбора размера фиксатора принимают условный пролет  $L_s$ , называемый эквивалентным. Это пролет такой длины, в котором при изменениях температуры и нагрузки тяжение провода будет изменяться так же, как и в анкерном участке:

$$l_s = \sqrt{\frac{l_1^3 + l_2^3 + l_3^3 + \dots + l_n^3}{l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n}},$$

где  $l_1, l_2, \dots, l_n$  — длины отдельных пролетов анкерного участка.

В случаях когда длины пролетов анкерного участка незначительно отличаются друг от друга, эквивалентный пролет может быть определен по среднему арифметическому значению пролета данного анкерного участка.

Таблица 10

Длина эквивалентного пролета цепной подвески, м		Тип фиксатора	Размеры, мм			
для трамвая	для троллейбуса		$\Phi$	$h_\Phi$	$L_\Phi$	$L_T$
30	—	ФО1.1	32	420	500	180
40	—	ФО1.2	32	570	700	350
50	—	ФО1.3	32	660	830	450
60	30	ФО1.4	32	880	1140	765
		ФО2.4				
—	40	ФО1.5	32	1035	1370	920
		ФО2.5				
—	50	ФО1.6	40	1310	1755	1260
—	60	ФО1.7	40	1585	2145	1560
		ФО2.7				

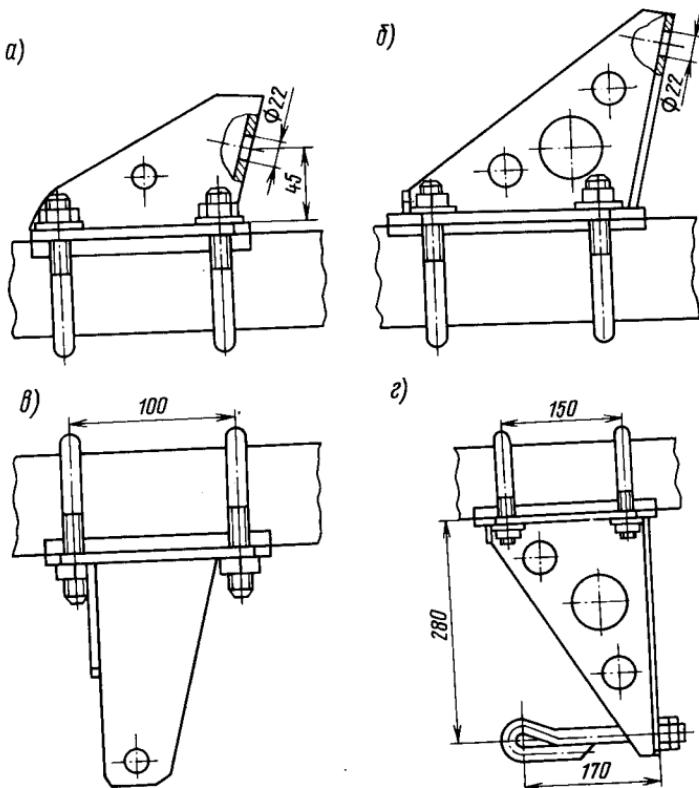


Рис. 40. Кронштейны тяги и оттяжные стойки:  
а — кронштейн КН; б — кронштейн КВ; в — стойка СОУ  
г — стойка СОУ

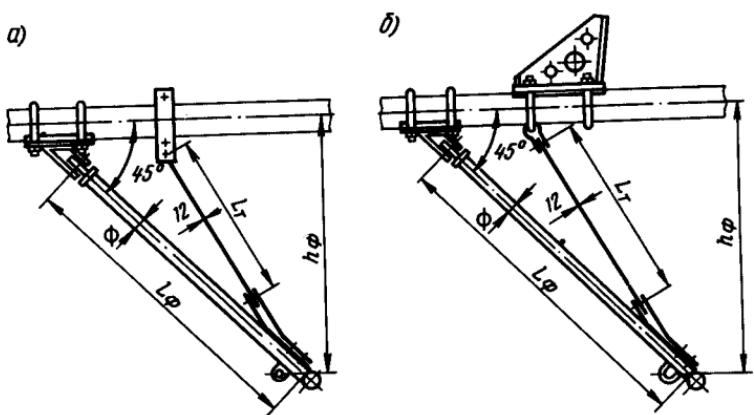


Рис. 41. Обратные фиксаторы:  
а — марки ФО1; б — марки ФО2 ( $\phi$ ,  $h\phi$ ,  $L\phi$ ,  $L_t$  см. в табл. 11)

**Гибкие поперечины** являются наиболее распространенным видом поддерживающего устройства. Их применяют на перегонных прямых и криволинейных участках, сетевых узлах, в депо и на территориях ремонтных мастерских. В искусственных сооружениях и закрытых помещениях гибкие поперечины применяют всегда, когда для этого имеется достаточная высота от уровня дорожного покрытия или рельса до потолка. По назначению и конструкции гибкие поперечины делятся на простые и цепные.

*Простая гибкая поперечина* выполняется из отрезка проволоки или стального каната, закрепленного с обеих сторон на опорах или стенах зданий, с включенными в нее подвесной и натяжной арматурой. Она служит для подвески и фиксации положения контактного провода, воспринимая вертикальные нагрузки от веса подвески и горизонтальные от изменения направления провода, ветра. Поперечина служащая только для фиксации проводов, называется *фиксирующей*, а при закреплении только с одной стороны — *оттяжкой*. Применение простых гибких поперечин ограничивается подвеской на них не более двух контактных линий трамвая или троллейбуса при расстоянии между их проводами до 10 м. При большем расстоянии между проводами или количестве линий более двух монтируют подвеску на гибких цепных поперечинах.

*Гибкая цепная поперечина* состоит из несущей поперечины, выполненной из стального каната, и фиксирующей, выполненной из проволоки или стального каната в зависимости от нагрузки. Обе поперечины закрепляются своими концами на опорах или стенах зданий. Несущая поперечина воспринимает вертикальные нагрузки от веса подвески, включая частично и вес фиксирующей поперечины, а фиксирующая — горизонтальные нагрузки.

Несущая поперечина является наиболее ответственной частью конструкции, она монтируется из стального каната диаметром не менее 6,7 мм.

Все виды гибких поперечин, оттяжек и анкерных ветвей в местах закрепления на стенах жилых и общественных зданий оснащаются шумоглушителями, а длинные поперечины (более 30 м), кроме того, натяжными муфтами, позволяющими регулировать их натяжение. В месте закрепления внутренней части фиксирующей поперечины к опоре на криволинейном участке целесообразно включать пружинный компенсатор. При ослаблении натяжения внутреннего участка поперечины от изменения температуры воздуха пружинный компенсатор будет предохранять от провисания этого участка поперечины благодаря предварительному натяжению 300—500 Н.

Под нагрузкой от контактной подвески и собственного веса простая поперечина и несущий трос цепной поперечины получают провес, а их участки — наклонное положение. Для обеспечения установленной высоты подвески контактного провода концы простой поперечины закрепляют выше провода с учетом ее провеса, а концы несущего троса цепной поперечины — с учетом провеса и длины

наименьшей струны. Размер провеса находят исходя из уклонов частей поперечины, идущих от точки наибольшего провеса в стороны закрепления на опоре.

Уклоном называется отношение разности высот двух точек, идущих под общим уклоном к горизонтальному расстоянию между ними. За уклон для определения высоты закрепления гибких поперечин на опоре принимают отношение максимальной стрелы провеса к расстоянию от точки наибольшего провеса до места закрепления. В зависимости от назначения и вида поперечины уклоны принимают в соответствии со Строительными нормами и правилами (СНиП II-41-76) в пределах следующих значений.

Для простых поперечин на прямых участках линии 1/10—1/12

Для внешних по отношению к кривой частей простых поперечин 1/15—1/20

Для внутренних по отношению к кривой частей простых поперечин 1/5—1/10

Для несущих тросов ценных поперечин 1/5—1/7

Для оттяжек 1/20—1/40

Для анкеровочных ветвей 1/30—1/40

Для простых и несущих поперечин принимают по возможности больший уклон (в рекомендованных пределах), что положительно оказывается на токосъеме. При больших уклонах уменьшается диапазон изменений высоты точек подвески провода при изменениях температуры и нагрузки вследствие меньших изменений стрел провеса поперечины в сравнении с поперечиной, имеющей меньший уклон.

Располагают поперечину перпендикулярно оси линии на прямых участках и по биссектрисам углов излома линии. В вынужденных случаях допускаются отклонения на прямых участках на угол до  $25^\circ$ , а на криволинейных участках на угол до  $10^\circ$ .

В сложных поддерживающих устройствах (угольниках, трапециях) угол между направлениями контактных проводов и элементами системы применяют по возможности больший. При этом можно достигнуть наилучшего распределения сил от нагрузки по элементам и наименьших усилий на опоры. Однако в практике по сложившимся условиям приходится применять и небольшие углы, а в аварийных случаях для временной подвески и совсем малые. Для постоянной подвески эти углы должны быть не менее  $30^\circ$  для трамвайных сетей,  $40^\circ$  для троллейбусных и смешанных сетей.

Минимальная длина струны цепных гибких поперечин должна быть не менее 0,5 м над трамвайными проводами и 0,7 над троллейбусными.

Свободное пересечение гибкой поперечиной смежной контактной линии допускается, если расстояние между поперечиной и пересекаемыми проводами не менее 0,7 м. Если расстояние между ними меньше, следует связать их установкой соответствующего подвеса.

Фиксирующие поперечины подвешиваются на несущей поперечине в месте подвески каждого контактного провода и во избежание

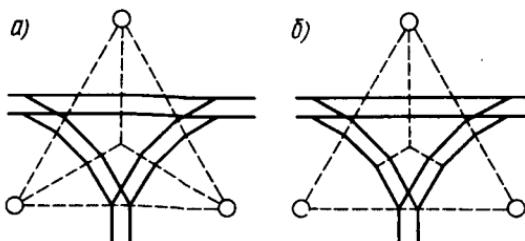


Рис. 42. Правильная (а) и неправильная (б) схемы фиксации проводов на трамвайном треугольнике

большого провеса через каждые 15—20 м по длине цепной гибкой поперечины.

Проходящие по одной улице контактные подвески трамвая и троллейбуса подвешиваются по возможности на механически обособленных поддерживающих устройствах с целью сохранения движения на одном виде транспорта при повреждении сети другого.

Чтобы обеспечить надежную работу сети на узлах, применяют по возможности раздельную на самостоятельных поперечинах подвеску проводов, идущих в разные направления. При повреждении сложной сети, связывающей пути нескольких направлений, нарушается подвеска сразу в нескольких точках. Поэтому избегают взаимосвязанных оттяжек, заменяя их поперечинами, а также сложных полигонов, встречных угольников и трапеций (рис. 42).

С целью ограничения размеров выхода из строя сети при ее повреждении не допускают использование более двух смежных оттяжек в одном пролете и избегают фиксации контактных проводов на кривом участке оттяжками трапециями.

**Жесткие поперечины** (ригели) устанавливают лишь в специальных особых случаях при необходимости жесткой фиксации положения опор и подвески. Жесткая поперечина представляет рамную конструкцию, состоящую из вертикальных железобетонных или металлических стоек (опор) и горизонтального ригеля (балки), жестко связанных между собой. Стойки закрепляют в грунте бетонными фундаментами. Ригели выполняют из стали фасонного проката или в виде стальной решетчатой конструкции. Контактную подвеску закрепляют на ригелях, а фиксирующие тросы — на стойках.

## 11. Основные габариты и нормы

Номинальная высота подвески контактного провода определяется в сети трамвая как расстояние от уровня головки рельса до рабочей поверхности контактного провода в точке его закрепления к поддерживающему устройству, а в троллейбусной сети это расстояние определяется от уровня дорожного покрытия.

В СССР для трамвайных и троллейбусных линий установлена единая высота подвески 5,8 м. Для трамвайных и троллейбусных предприятий, имевших контактные сети до 1977 г. (т. е. год

введения СНиП II-41-76), сохраняется ранее установленная для данного города номинальная высота, если она находится в пределах 5,5—6,3 м. Высота подвешивания по отдельным пролетам может иметь отклонение в пределах  $+0,1 \div -0,15$  м.

Однаковую высоту для проводов трамвая и троллейбуса принимают при совместном подвешивании на общих поддерживающих устройствах, допуская разницу только на разность конструктивных размеров арматуры или разность вертикальных отметок дороги и рельсов. За общую высоту подвески контактного провода принимают 5,8 м, а для городов, где контактная сеть имелась до 1977 г., — 5,6 м, если принятая высота для трамвая равна или менее 5,6 м; равную высоте трамвайных проводов, если она находится в пределах от 5,7 до 6 м и 6 м при принятой высоте для трамвая более 6 м.

В стесненных условиях высота может быть снижена до следующих минимальных значений: под искусственными сооружениями, путепроводами, мостами, в тоннелях до 4,2 м при условии сокращения скорости движения в пределах сооружения для трамвая и троллейбуса до 15 км/ч, в проемах ворот депо и ремонтных мастерских ( заводов) до 4,7 м, внутри производственных зданий до 5,2 м.

В тоннельных участках линий скоростного трамвая высота в точках подвешивания может быть снижена до 3,8 м, при этом скорость движения не ограничивается. Сопряжение участков, имеющих различную высоту подвешивания проводов, выполняют плавно, с уклоном относительно продольного профиля дорожного покрытия или трамвайного пути не более 0,02 (20 см по высоте на длине 10 м), а на территориях депо, ремонтных мастерских ( заводов) и участках трамвайных и троллейбусных линий, на которых скорость движения не превышает 15 км/ч, — не более 0,04. Внутри производственных зданий допускается уклон до 0,05 [8].

Габаритами называются предельные внешние очертания предмета. Габаритами подвижного состава определяются размеры свободного пространства для беспрепятственного его прохода. Габаритами контактных и воздушных электрических сетей определяются расстояния проводов от земли, зданий, сооружений. Габариты являются обязательными для всех организаций городского электрического транспорта, а также других ведомств, имеющих близко расположенные сооружения. Назначение габаритов транспортных предприятий — установление размеров, обеспечивающих беспрепятственную и безопасную совместную работу различных организаций. Организация или лицо, нарушившее габарит, несет ответственность за все последствия, которые могут возникнуть в результате этого нарушения.

Возводимые и существующие здания и сооружения не должны иметь частей, выступающих за габариты приближения строений к трамвайным путям.

Таблица 11

Условия расстановки опор	Габариты	
	до оси пути, мм	до рабочего канта рельса, мм
Опоры контактной сети, расположенные на пассажирских, грузовых и служебных линиях:		
вне междупутья	2300	1538
в междупутье	1600	838
Опоры освещения и контактной сети на территории депо и мастерских ( заводов), расположенные вне междупутья	1900	1138
Одиночные столбы	2300	1538

Минимальные расстояния от оси пути скоростного и обычного трамвая на прямых участках до поверхности опоры или ее наружного оформления, так называемые габариты приближения опор, приведены в табл. 11.

Приведенные в табл. 11 значения являются предельными, и ими пользуются при ограниченных возможностях размещения опор. При наличии свободного пространства опоры устанавливают на расстоянии, превышающем эти размеры на 0,3—0,5 м.

На кривых участках пути происходит отклонение углов кузова вагона во внешнюю сторону от оси пути, а середины во внутреннюю, что учитывают увеличением габаритов приближения опор. В табл. 12 приведены размеры габаритов, соответствующие четырехосному вагону длиной 15 м и шириной кузова 2,6 м.

Опоры на посадочных площадках не должны мешать входу и выходу пассажиров в вагон, поэтому их устанавливают на расстоянии 4 м от ближайшего рельса, а при стесненных условиях — не ближе 2,5 м.

Установку опор в междупутье допускают лишь для линий с обособленным полотном и при отсутствии условий для боковых опор, например при прохождении линии по дамбам, насыпям, в выемках или в местах с неблагоприятным грунтом (торф и др.). На тротуарах и газонах расстояние от грани бортового камня до наружной поверхности опоры должно составлять 0,6 м. На нешироких тротуарах (менее 2,5 м) установка опор нежелательна. В этом случае предусматривают размещение опор во дворах и зонах зеленых насаждений, а также применяют крепление поперечин к зданиям. На перекрестках улиц опоры устанавливают, как правило, до закругления тротуаров и всюду не ближе 1,5 м от въездов во дворы.

На пересечении с неэлектрифицированными железнодорожными путями, а также на путях, совместно использующихся трамвайным и железнодорожным транспортом, высота подвешивания проводов трамвая или троллейбуса над головкой рельсов должна быть не

менее 5,75 м при наихудших сочетаниях температуры и нагрузок (с учетом ветра и гололеда), вызывающих наибольшее провисание провода.

Высота расположения контактных проводов трамвая или троллейбуса в любом месте пролета в наихудшем расчетном режиме, т. е. при наибольшем провесе, не должна быть менее 5,2 м, за исключением подвески контактных проводов под искусственными сооружениями, на территории депо ( заводов), в тоннелях.

Воздушные линии (ВЛ) напряжением до 1000 В (кроме линий уличного освещения), проходящие параллельно линиям трамвая или троллейбуса, должны располагаться, как правило, вне зоны, занятой контактной сетью (включая опоры). Этот запрет вызван большой опасностью (при повреждениях на сетях) замыкания проводов между собой. В ряде случаев последствия такого замыкания непредсказуемы, они могут вызвать повреждения электрически связанной аппаратуры и сооружений, находящихся далеко от места повреждения на сетях.

В отдельных исключительных случаях при технико-экономических обоснованиях допускается располагать ВЛ напряжением до 1000 В над поперечинами контактной сети. В этом случае поперечины пересечения должны иметь двойную изоляцию от контактных проводов, расстояния от поперечин контактной сети до проводов воздушных линий должны быть не менее 1,5 м.

В городах имеются разветвленные воздушные электрические сети, которые неизбежно пересекают линии электрического транспорта. С целью повышения безопасности для населения и обслуживающего персонала установлены технические нормы устройства пересечений.

На пересечениях ВЛ напряжением до 1000 В с трамвайными линиями при токосъеме пантографами вертикальное расстояние до проводов воздушных линий от уровня головки рельсов должно быть не менее 8 м, при токосъеме штанговыми токоприемниками — не менее 10,5 м; на пересечениях с троллейбусными линиями — не менее 10,5 м от уровня дорожного покрытия.

Таблица 12

Радиус, м	Вынос угла кузова вагона с внешней стороны кривой, мм	Свес середины кузова вагона с внутренней стороны кривой, мм	Радиус, м	Вынос угла кузова вагона с внешней стороны кривой, мм	Свес середины кузова вагона с внутренней стороны кривой, мм
20	540	355	75	110	94
25	380	283	100	75	60
30	273	235	150	56	37
40	201	176	200	45	40
50	163	141	300	28	24
60	137	117			

Опоры контактной сети необходимо располагать на расстояниях не менее 1,5 м от опор линий напряжением до 1000 В. Расстояние по высоте от проводов воздушных линий до поперечины и несущих тросов контактной сети при наиболее неблагоприятных сочетаниях нагрузки должно быть не менее 1,5 м. Эти же нормы применяются и для проводов, проложенных над поперечинами контактной сети.

Воздушные линии напряжением выше 1000 В могут пересекать линии электрического транспорта под любым углом, а расстояние между ними должно быть не менее указанного в табл. 13.

Вертикальные расстояния (в нормальном режиме) проверяют при наибольшей стреле провеса проводов воздушной линии (без учета нагрева проводов электрическим током).

Для безопасного движения троллейбусов и трамваев дороги и трамвайные пути в пределах застроенной части города должны быть освещены, поэтому линии уличного освещения, как правило, прокладывают параллельно контактным сетям. По условиям благоустройства улиц и с целью наименьших затрат на устройство освещения разрешается использовать опоры контактных сетей трам-

Таблица 13

Вид пересечения или сближения	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ			
	более 1 до 110	150—220	330	500
Вертикальное расстояние от проводов ВЛ:				
при пересечении с троллейбусными или трамвайными линиями (при токосъеме штанговыми токоприемниками):				
до высшей отметки проезжей части или головок рельсов	11	12	13	13
до проводов или тросов контактной сети	3	4	5	5
при пересечении с трамвайной линией (при токосъеме дуговыми токоприемниками и пантографами):				
до уровня головок рельсов	9,5	10,5	11,5	11,5
до проводов или тросов контактной сети	3	4	5	5
при обрыве проводов ВЛ в соседнем пролете до проводов или тросов трамвайной и троллейбусной линии	1	2	2,5	—
Горизонтальное расстояние при сближении от отклоненных проводов ВЛ до опор трамвайной и троллейбусной контактной сети	3	4	5	5

вая и троллейбуса (за исключением опор в междупутье трамвайных линий) для установки арматуры, подвешивания проводов и устройства ввода в опоры кабелей уличного освещения.

Совместная эксплуатация опор и параллельная прокладка сетей существуют уже долгие годы. За это время и для контактных сетей, и сетей наружного освещения выработаны меры защиты оборудования при замыканиях проводов обеих сетей между собой.

Сети уличного освещения должны отвечать следующим требованиям:

вертикальное расстояние от проводов уличного освещения до поперечин контактной сети при наиболее неблагоприятных условиях должно быть не менее 0,5 м;

при воздушной подводке питания к светильникам уличного освещения, размещаемым на троллейбусных опорах, провода следует закреплять на специальных кронштейнах, располагаемых с внешней стороны опоры, на высоте не менее 9 м от проезжей части дороги. Минимальное расстояние от ближайшего провода до опоры должно быть не менее 0,5 м, причем ближайшим проводом должен быть нулевой;

прокладываемые внутри или снаружи опоры в металлических трубах или гибких металлических рукавах провода должны иметь изоляцию на напряжение постоянного тока 2500 В;

в местах пересечения с проводами контактной сети уличное освещение должно быть выполнено с соблюдением тех же требований, что и для ВЛ напряжением до 1000 В.

Для нормальных и безопасных условий выполнения ремонтных и восстановительных работ необходимо оставлять достаточное расстояние между контактными проводами смежных троллейбусных линий и между проводами троллейбусных и трамвайных линий. На узких улицах, в депо и других местах со стесненными условиями приходится сближать линии в пределах допускаемых (по условиям безопасности) расстояний. Установлены нормы сближения контактных проводов смежных троллейбусных линий и троллейбусных линий с трамвайными (табл. 14).

Элементы контактной сети, находящиеся под напряжением, должны быть удалены на расстояние (по горизонтали) не менее: 1,5 м от опорных конструкций, 2 м от балконов зданий и оконных проемов, 0,25 м от изолированных кронштейнов, 1,5 м от стволов деревьев, 1 м от ветвей деревьев.

Расстояние между находящимися элементами контактной сети и токоприемниками движущегося подвижного состава до металлических частей искусственных сооружений должно быть не менее 200 м. При невозможности соблюдения этого размера принимают надежные защитные меры в виде изолирующих кожухов, щитов и т. д., исключающие подачу напряжения на металлические части сооружения.

На разводных мостах, как исключение, может быть допущено уменьшение изоляционного промежутка до 100 м.

Таблица 14

Троллейбусные линии	Расстояние от контактного провода троллейбусной линии, м, до ближайшего	
	рельса трамвай при движении	проводов смежной линии троллейбуса при движении
В нормальных условиях		
Пассажирские	3,5/4	3/3,5
Служебные и грузовые, а также расположенные на территориях депо и ремонтных мастерских ( заводов)	2,5/3	2/3
Допустимые в стесненных условиях		
Пассажирские	2/2,5	1,5/2
Служебные и грузовые	1,5/2	1/1,5
Расположенные на территориях депо и ремонтных мастерских ( заводов)	1,5/2	1/1

П р и м е ч а н и я. 1. Данные в числителе относятся к параллельному движению, в знаменателе — к встречному.

2. Горизонтальные расстояния между внутренними контактными проводами смежных троллейбусных линий на стрелочных разветвлениях в стесненных условиях допускается принимать равными 1 м.

В местах пропуска контактного провода через ворота депо, мастерских и других зданий делают вырез для провода. Металлические части выреза в полотнах ворот обрамляют электроизоляционным материалом (текстолитом, древесным пластиком и т. д.) защитным слоем толщиной не менее 20 мм. При этом незащищенные изоляцией металлические части полотен ворот должны быть на расстоянии не менее 200 мм от контактного провода.

Нормальное расстояние между контактными проводами троллейбусной линии установлено в 520 мм. По соображениям выполнения конструкции подвески или в целях увеличения изоляционного воздушного зазора допускаются следующие отклонения от нормального расстояния:

уменьшение до 500 мм, если в качестве изоляторов между проводами приняты два пряжечных изолятора;

400—700 мм на специальных частях.

Нормы, регламентирующие размещение устройств по обслуживанию движения. Непосредственно на контактных проводах и вблизи них закрепляют только оборудование, работающее на взаимодействии с токоприемниками (шунтовые и блокировочные контакты, сигнальные устройства и др.). Для фиксации положения, препятствующего их наклону и повороту относительно контактного провода, это оборудование размещают у точек подвешивания провода или монтируют специальную поперечину.

Сигнальные знаки для регулировки движения при установке на поперечине изолируют от нее и выносят за изолятор на

расстояние не менее 1,5 м от контактного провода. Остальное специальное оборудование (дорожные знаки и арматуру) размещают не ближе 2,5 м от контактного провода. Провода сигнализации блокировки, стрелок закрепляют на штыревых изоляторах или траверсах с внешней стороны опоры. Расстояние по горизонтали от провода до поверхности опоры должно быть не менее 200 мм для проводов с напряжением 380/220 В, 100 мм для проводов с меньшим напряжением.

Провода с более высоким напряжением размещают в верхней части опоры.

На гибких поперечинах провода и сигнальные устройства крепят в той части, которая отделена двумя ступенями изоляции от напряжения контактной сети. Расстояние от провода до поперечины должно быть не менее 100 мм в точках крепления, а расстояние между изоляторами, крепящими провода,— не более 1 м.

Нельзя перекрывать проводами специальных устройств следующее оборудование контактной сети: секционные изоляторы, температурные винты, пересечения двух линий, стрелочные узлы троллейбусной линии, места сопряжений контактных проводов и отвода их на грузовые компенсаторы.

Шунтирование этих мест (сопряжения двух участков контактных проводов) опасно для обслуживающего персонала, может вызвать неправильную работу стрелок и других устройств по обслуживанию движения, а в отдельных случаях сходы и столкновения подвижного состава.

Прокладываемые внутри и снаружи опоры провода должны иметь изоляцию на напряжение постоянного тока 2500 В. Наружную прокладку выполняют в металлических трубах или гибких металлических рукахах.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какую высоту подвески контактных проводов принимают при совмещенной подвеске линии трамвая и троллейбуса на общих поддерживающих устройствах?
2. Что такое габарит и какое значение он имеет на транспортных предприятиях?
3. Назовите габарит приближения опор к рельсовому пути и объясните, как изменяется габарит на криволинейных участках пути.
4. Как определяется габарит высоты расположения контактных проводов на пересечении с железной дорогой и каков его размер?
5. Назовите основные габариты при пересечении контактной сети с воздушными линиями напряжением до 1000 В и с линиями уличного освещения.
6. Назовите основные габариты при сближении и пересечении воздушных линий напряжением более 1000 В.
7. Назовите допускаемые расстояния между контактными проводами смежных линий троллейбуса, линий троллейбуса и ближайшего рельса.
8. Назовите допустимые расстояния элементов контактной сети и токоприемников до зданий, искусственных сооружений, деревьев и др.
9. Назовите нормальное расстояние между проводами линии троллейбуса и допустимые отклонения от него.
10. Перечислите нормы, регламентирующие размещение устройств по обслуживанию движения.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОНТАКТНЫХ ПОДВЕСОК И ТОКОПРИЕМНИКОВ

### 12. Токоприемники

Процесс передачи электрической энергии от контактного провода подвижному составу называется *токосъемом*, он происходит в сложном механическом взаимодействии токоприемника и контактной подвески. *Токоприемником* называется аппарат, предназначенный для создания электрического контакта электрооборудования подвижного состава с контактными проводами. Качество токосъема во многом зависит от конструкции и состояния токоприемников и контактной сети.

Надежный контакт может быть получен, когда сила нажатия токоприемника на контактный провод будет достаточна для получения необходимой поверхности контакта. Увеличение силы нажатия сверх необходимой вызывает повышенные износы контактного провода и контактирующей поверхности токоприемника — контактной вставки. Взаимодействие сопровождается механическими и термическими воздействиями. Степень влияния этих факторов зависит от применяемых материалов контактных вставок и контактных проводов.

Среди большого разнообразия материалов, применяемых для контактных вставок, наибольшее распространение на трамвае и троллейбусе получили вставки из алюминия и его сплавов, угольно- и медно-графитные, из спеченых материалов. Большое влияние на токосъем имеет состав сложного материала, особенно из спеченых материалов. Надежную работу можно получить лишь при хорошем подборе материалов провода и контактной вставки, обеспечивающей длительный срок эксплуатации при хорошем электрическом контакте. Процесс токосъема при скользящем контакте осложняется тем, что сама контактная подвеска перемещается под действием нажатия токоприемника и при этом изменяются расстояния между ее элементами.

Необходимо правильно выбрать тип контактной подвески и токоприемника, которые во взаимодействии должны обеспечить надежность токосъема для принятого электроподвижного состава при заданных скоростях движения. Неменьшую роль играет и уход за ними.

Электромонтер контактной сети должен хорошо знать устройство токоприемников и уметь выполнить контрольную проверку их состояния.

Токоприемники трамваев и троллейбусов состоят из четырех основных частей:

основания, которым токоприемник закрепляется на крыше подвижного состава;

механизма подъема и опускания, состоящего из пружин, рычагов, а в некоторых случаях пневматического привода;

подвижной системы, состоящей из рам или штанги;

контактной системы, состоящей из каретки с полозами или токосъемной головки с контактной вставкой.

В городах Советского Союза находятся в эксплуатации трамваи и троллейбусы нескольких типов, среди которых имеются отечественного и зарубежного производства. По конструктивным особенностям токоприемники можно свести к следующим группам: штанговые, пантографы, асимметричные (полупантографы) и дуговые.

На каждом троллейбусе устанавливают по две однополюсные штанги. Рассмотрим *штанговый токоприемник* (рис. 43): на стальной опоре основания крепится корпус, который может поворачиваться в горизонтальной плоскости в обе стороны от оси. Максимальное рабочее отклонение в каждую сторону по  $60^\circ$ , что позволяет троллейбусу отходить от контактных проводов в сторону до 4,5 м. Во избежание схода штанги при максимальном отклонении скорость движения должна быть уменьшена. Основание 1 на изоляторах закрепляется на крыше кузова. На корпусе крепится держатель штанги 2 с двумя цилиндрическими натяжными пружинами, которые создают необходимое нажатие токоприемника на контактный провод (120—140 Н). Для ограничения высоты подъема штанги при сходе с контактного провода предусмотрен пружинный буфер, закрепленный вилкой на корпусе основания. Цилиндрический конец вилки скользит в отверстии выступа на держателе штанги. При сходе штанги выступ держа-

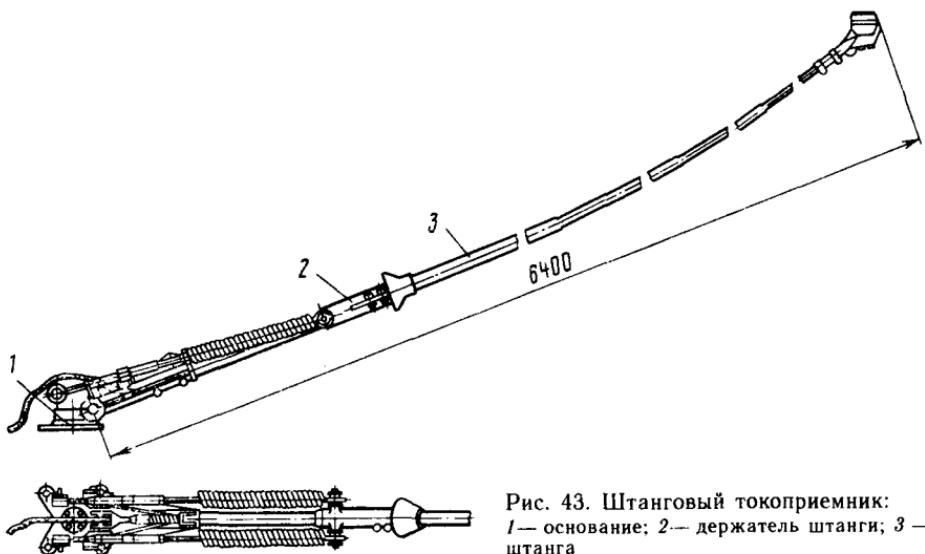


Рис. 43. Штанговый токоприемник:  
1 — основание; 2 — держатель штанги; 3 — штанга

теля при достижении заданной высоты упирается в цилиндрическую пружину буфера, что ограничивает высоту подъема.

Высота подъема головки токоприемника устанавливается не свыше 7,2 м от дорожного покрытия при помощи регулировочной гайки. Штанга 3 изготавливается из высококачественной стали в виде цельнотянутой тонкостенной ступенчатой трубы, диаметры которой постепенно уменьшаются, переходя от низа к верхнему концу. Штанга работает как рессора, поэтому последовательное ступенчатое изменение диаметров создает примерное равенство сопротивлению изгиба по длине трубы. Общая длина токоприемника (от оси вращения держателя до головки) составляет 6400+50 мм.

На участках сети с низко расположенным проводом средняя часть штанги, прогибаясь, поднимается вверх и может оказаться на уровне провода и даже выше него — движение троллейбуса становится невозможным. Для исключения такого положения верхний конец штанги выгнут кверху на 350 мм.

Внутри штанги проложен провод с изоляцией на 3000 В.

Поверхность штанги должна иметь изоляционное покрытие, предохраняющее от короткого замыкания при сходе штанги и касании ею одновременно разнополярных проводов. Отсутствие изоляционного покрытия является основной причиной пережога контактных проводов и связанных с этим простоеев движения.

Хорошие результаты были получены при опытной эксплуатации штанг из стеклопластика. Обладая повышенной эластичностью, они резко снижают количество сходов с провода, а при сходах — повреждаемость сети.

Головки штанговых токоприемников довольно разнообразны. Для современных конструкций характерным признаком является скользящий контакт. Головка закрепляется на штанге хомутиком. Между головкой и штангой помещена изолирующая втулка, являющаяся одной из ступеней изоляции кузова троллейбуса от напряжения контактного провода. Крепление головки на штанге предусмотрено менее прочным, чем крепление штанги на держателе. В случае срыва головки со штанги или защемления ее на контактной сети крепление штанги на держателе сохраняется. В целях предохранения от падения головки вниз при соскакивании ее со штанги предусмотрен ленточный башмакоуловитель, закрепленный на штанге и головке. Изоляция осуществляется двумя пряжечными изоляторами на концах уловителя.

Сферические поверхности шарового шарнира позволяют свободное вращение контактной части в горизонтальной плоскости и наклоны по вертикали, соответствующие положению штанги на разных высотах подвески контактного провода. В головке закрепляется сменная контактная вставка с надежной фиксацией в продольном и попечном направлениях.

Контактная вставка является деталью головки, через которую непосредственно происходит токосъем. Находясь постоянно в сопри-

косновении с контактным проводом, она воспринимает все динамические нагрузки, вызванные нажатием токоприемника на провод. В движении возникают усилия при изменении высоты подвески, отклонение в сторону, колебания штанги и кузова на рессорах при проходе жестких точек подвески и порогов на ходовой линии. Нагрузки изменяются в довольно широких пределах. В нормальных условиях движения нажатие токоприемника на провод изменяется в пределах от 95 до 160 Н (+15 до -20 % от номинального), а при проезде жестких точек подвески и порогов на ходовой линии (на специальных частях) возникают нагрузки, сходные с ударными. Происходят большие изменения и токовой нагрузки. Все это приводит к неравномерному износу вставки, а при у daraх и к ее разрушению. Основной вид разрушения — сколы лобовой части вставки. Сложность условий работы обуславливает высокие требования, предъявляемые к контактным вставкам и контактной сети. Основными требованиями являются износостойкость, механическая прочность, устойчивость к атмосферным воздействиям, обеспечение хорошего контакта при больших скоростях движения при непременном условии минимального износа контактного провода.

Угольнографитные вставки наиболее полно удовлетворяют поставленным требованиям, они мало изнашивают контактный провод, смазывают поверхность провода и поддерживают ее в полированном состоянии. В зависимости от состава этих вставок, качества изготовления и условий работы их пробег по сети составляет от 600 до 1500 км. Недостатком является повышенный износ при выпадении атмосферных осадков.

Металлические контактные вставки были первыми при внедрении скользящего токосъема, но из-за повышенного износа контактного провода, больших затрат и неудобств, связанных с обязательной систематической смазкой контактного провода, в настоящее время не имеют большого распространения. Их применяют для некоторых специальных случаев. Примером может служить использование вставок алюминия в сырую погоду в хозяйствах, где основным видом вставок являются угольнографитные.

Вставки из спеченных материалов применяют чаще в опытном порядке или как дополнительные к угольно-графитным на сырую погоду. Качество токосъема этих вставок и долговечность их работы зависят от состава входящих компонентов. Небольшие отклонения в составе или технологии изготовления могут вызвать решающие изменения качества и сказаться на сроках износа контактного провода и вставки. Поиски получения вставок, имеющих длительный срок службы при сохранении минимальных износов контактного провода, продолжаются.

Для опускания штанги применяется веревка, закрепленная на штанге свободно скользящим кольцом. В рабочем положении веревка опущена и подвязана так, чтобы штанга могла свободно перемещаться в сторону и вверх.

Современный токоприемник РТ-6И имеет следующие основные данные:

Масса, кг	79
Номинальное напряжение, В	550
Длительный ток, А	170
Рабочая высота подъема от горизонтального положения, мм:	
максимальная	3000
минимальная	700
нормальная	2700
Сила нажатия на провод при высоте подвески 5,75 м, Н:	
при опускании вниз токоприемника	140
» подъеме токоприемника вверх	95

Сошедшая во время движения с провода штанга становится неуправляемой, она стремительно поднимается вверх и перемещается в сторону, наносит удары по предметам, встречающимся на ее пути, становится опасной для находящегося рядом другого транспорта и пешеходов. Последствиями могут быть обрывы тросов, проводов, повреждения подвески и даже несчастные случаи с людьми. Для ограничения произвольных движений сошедшей штанги на троллейбусах устанавливают приспособления, носящие название ловителей. Быстро опуская сошедшую штангу, ловитель в значительной мере уменьшает вероятность повреждений. Некоторые ловители имеют дистанционное управление из кабины водителя, позволяющее опустить токоприемник на ходу или на стоянке, это может облегчить проезд места повреждения контактной сети с опущенными штангами. Ловители монтируют на задней стенке кузова. На каждый токоприемник устанавливают самостоятельный ловитель.

Штанговые токоприемники успешно применяются и на трамвае. Наибольшую целесообразность использования штанговых приемников на трамвае получают в городах, эксплуатирующих трамвай и троллейбус. В этом случае упрощается контактная сеть, сокращается номенклатура арматуры и специальных частей контактной сети и деталей для токоприемников, упрощается обслуживание.

Для городов, имеющих только трамвай, оптимальными токоприемниками следует считать пантографы для энергоемкого подвижного состава при больших скоростях движения и дуговые токоприемники для подвижного состава небольшой энергоемкости при малых и средних скоростях движения. В этих условиях получаются наиболее простые и экономичные решения по устройству и эксплуатации контактной сети и токоприемников.

Конструкции пантографов разнообразны, но схема построения имеет общий принцип — вертикальное перемещение контактной вставки при изменении высоты контактного провода. Основанием токоприемника служит рама (рис. 44), закрепленная на крыше вагона на четырех изоляторах. Подъем осуществляется двумя цилиндрическими пружинами, действующими на нижние подъемные плечи, опирающиеся на основание через подшипники качения. Нижние подъ-

емные плечи связаны через подшипники качения с двумя верхними. Для электропроводности шарниры шунтируют гибкими перемычками. На верхних рамках шарнирно закреплена контактная головка (каретка) с одной или двумя контактными вставками. В других конструкциях могут быть полозы с медными или угольнографитными вставками. Справа и слева нижней части головки крепятся по две пружины, назначение которых — сохранение вертикального положения головки. Алюминиевым вставкам придается криволинейная форма выпуклостью кверху, повышающая проходимость слияния и пересечения проводов на стрелках, пересечениях трамвайных и троллейбусных линий. Нажатие на провод для токоприемника с двойной вставкой ( $100 \pm 5$ ) Н, а с одинарной ( $75 \pm 5$ ) Н.

Подъем и опускание пантографа производятся водителем при помощи веревки, барабан приема которой находится в кабине водителя. Большинство пантографов имеют по четыре подъемных рычага (нижние подъемные плечи), но применяют токоприемники с двумя и одним подъемными рычагами. Токоприемники с двумя подъемными рычагами сохраняют принципиальную схему устройства пантографа с четырьмя рычагами. Токоприемники с одним подъемным рычагом имеют принципиально отличную асимметричную схему, они часто называются *полупантографами*.

*Дуговой токоприемник* (рис. 45) является наиболее простым, обладающим наименьшей приведенной массой. На основании токоприемника крепится подъемный механизм, состоящий из цилиндрической пружины и держателя. К держателю крепится трубчатая рама, несущая поверху контактную вставку. При нормальном рабочем наклоне  $60^\circ$  нажатие на контактный провод должно быть ( $60 \pm 10$ ) Н. Литая или цельнотянутая контактная вставка изготавливается из алюминия. В верхней части вставки имеется один или два продольных паза, заполненных графитовой смазкой. При движении смазка переносится тонким слоем на контактный провод, что уменьшает трение, улучшает токосъем и в результате уменьшает износ вставки и провода.

В процессе эксплуатации алюминиевая вставка изнашивается, на ней образуется контактирующая плоскость, приработанная под определенным углом к контактному проводу на средних высотах его подвески.

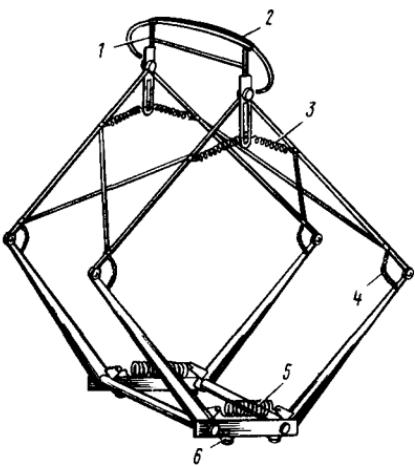


Рис. 44. Пантограф:

1 — головка; 2 — контактная вставка; 3 — пружина, поддерживающая головку; 4 — шунт; 5 — подъемная пружина; 6 — изолятор

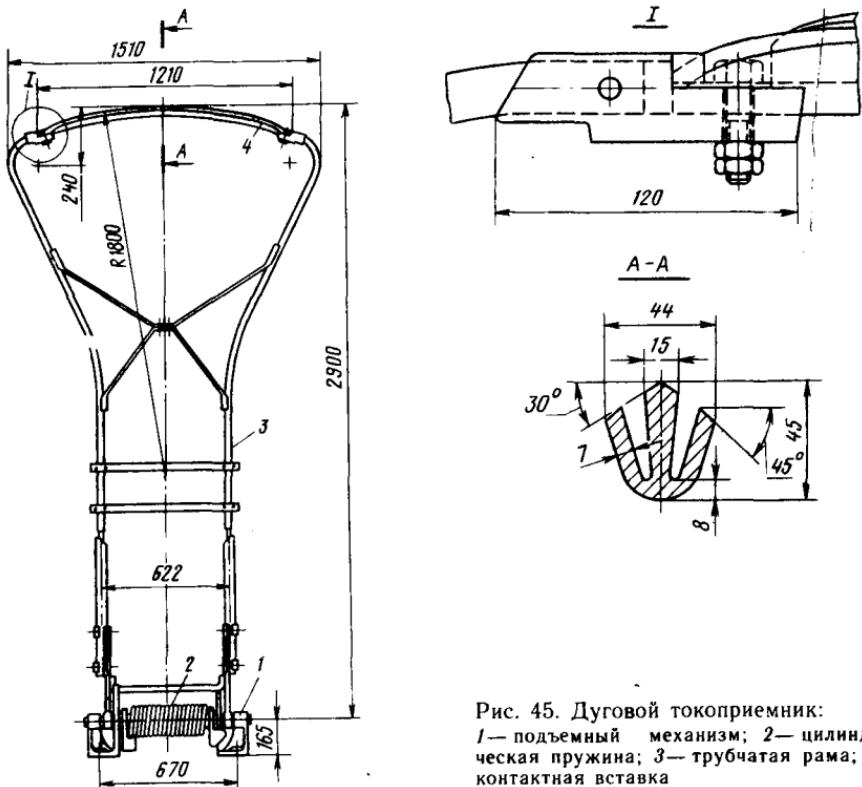


Рис. 45. Дуговой токоприемник:  
1—подъемный механизм; 2—цилиндрическая пружина; 3—трубчатая рама; 4—контактная вставка

На участках с большей высотой подвески провода вставка, поднимаясь, касается провода лишь верхней острой кромкой. При этом уменьшается площадь контактирующих поверхностей и увеличивается износ провода. На участках с пониженной высотой подвески также увеличивается износ провода вследствие уменьшения площади контакта и, кроме того, механического износа вкраплинами на передней поверхности вставки. На алюминиевой вставке при искрении образуются вкраплины твердых сплавов. При опускании дуги часть вкраплин, не касавшихся провода, вступает в соприкосновение с ним. Жесткие крепления вставки на дуге являются одним из ее недостатков. Основные данные дугового токоприемника трамвая (г. Москва):

Масса, кг	19,5
Номинальное напряжение, В	550
Нагрузка, А	400
Полная высота над крышей вагона, мм	3065
Наибольшая ширина в верхней части, мм	1800
Длина алюминиевой вставки, мм	1251

### 13. Взаимодействие токоприемника и контактной подвески

Для нормального токосъема разность нажатия токоприемника на разных уровнях контактной подвески должна быть по возможности меньшая. В конструкции токоприемников предусматривается такой подбор характеристик натяжных пружин и размер плеч действующих сил, которые обеспечивают номинальное статическое нажатие в диапазонах рабочих высот с отклонениями от него не более  $\pm 10\%$ . При этом диапазоном рабочих высот принимается разность высот между точкой подвешивания с допуском от  $+0,1$  до  $-0,15$  и наибольшей стрелой провеса.

Существенную роль в токосъеме играет сила трения в подшипниках токоприемника. При подъеме токоприемника она направлена против движения вверх и тем самым уменьшает силу нажатия, а при опускании она будет тормозить движение вниз и увеличивать нажатие токоприемника. Таким образом, на одной и той же высоте провода могут быть получены два разных нажатия, меньшее — при подъеме токоприемника, большее — при его опускании. Кривые, построенные для каждого типа токоприемника по значениям нажатия при подъеме и опускании, называются *статическими характеристиками* токоприемника (рис. 46). Верхняя кривая получена при опускании токоприемника, а нижняя — при подъеме. Расстояние между верхней и нижней кривыми соответствует двойному значению силы трения.

При небольших скоростях движения э. п. с. влияние изменения высоты положения провода на нажатие невелико и его можно считать приблизительно равным статическому нажатию. По мере увеличения скорости увеличивается ускорение и сила инерции массы токоприемника, которая может достичь значений, соизмеримых со статическим нажатием, и решающим образом оказаться на токосъеме.

В ряде случаев следует учитывать влияние на нажатие токоприемника ветровой нагрузки и воздушных потоков, возникающих при движении э. п. с. на больших скоростях, вызывающих так называемую аэродинамическую силу.

В общем виде нажатие токоприемника на контактный провод при движении определяется выражением

$$P = P_0 \pm P_t \pm P_a \pm P_w, \quad (1)$$

где  $P_0$  — нажатие под действием пружин;

$P_t$  — сопротивление трения в шарнирах токоприемника;

$P_a$  — динамическая вертикальная составляющая нажатия;

$P_w$  — аэродинамическая составляющая нажатия.

Результирующая сила от нажатия под действием пружин и сил сопротивления трения называется *статическим нажатием токоприемника*, определяется она как сумма:

$$P_c = P_0 \pm P_t. \quad (2)$$

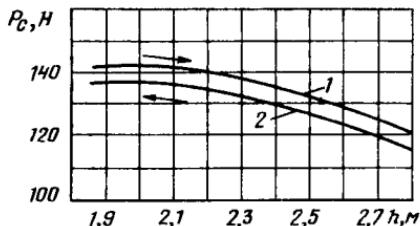


Рис. 46. Статические характеристики токоприемника в пределах рабочих высот троллейбуса РТ-6 при опускании (1) и подъеме (2)

Для улучшения токосъема следует иметь постоянное статическое нажатие токоприемника в пределах рабочего диапазона высот, что обеспечивается высокой точностью изготовления, сборки подъемного механизма и уменьшения трения в шарнирах.

*Динамическая составляющая нажатия токоприемника на провод*

$$P_a = m_t a, \quad (3)$$

где  $m_t$  — приведенная масса токоприемника;

$a$  — ускорение приведенной массы в вертикальном направлении.

*Приведенной массой* называется такая масса, которая, будучи приложенной в точке контакта токоприемника с проводом, вызывает такое же воздействие на контактную подвеску, как и весь токоприемник. Уменьшение неравномерности нажатия от действия динамической составляющей достигается уменьшением приведенной массы, для чего используют облегченные конструкции из высокопрочной стали.

Направление динамической составляющей определяется направлением ускорения, которое на всем протяжении пролета сохраняет свой знак (рис. 47). На участках снижения и повышения траектории движения токоприемника разность скоростей  $v_2$  и  $v_1$  и  $v_4$  и  $v_3$  (касательных к траектории) дает ускорение  $a$ , направленное вверх. Сила инерции действует в противоположном направлении, следовательно, уменьшается нажатие токоприемника.

В точке подвеса на очень небольшом участке перегиба провода разность скоростей  $v_5$  и  $v_6$  приводит к тому, что ускорение меняет знак и значение. Это вызывает явление, сходное с ударом. Сила удара зависит от угла перегиба провода.

На городском электрическом транспорте аэродинамическую составляющую нажатия токоприемника  $P_w$ , вызываемую действием воздушного потока при движении, обычно не учитывают вследствие сравнительно малых скоростей движения и защищенности подвижного состава от ветра строениями. При необходимости аэродинамическую составляющую определяют экспериментальным путем.

Для обеспечения непрерывного контакта токоприемника на провод должно быть соблюдено следующее соотношение:

$$P = P_c - P_a \geq P_{\min}; \quad (4)$$

$$P_c \geq P_{\min} + P_a, \quad (5)$$

где  $P_{\min}$  — минимальное нажатие токоприемника на провод, обеспечивающее надежный контакт.

В противном случае при  $P_c < P_{\min} + P_a$  токоприемник оторвется от провода и контакт нарушится. Такое положение может возникнуть, например, при движении со скоростями, превышающими расчетные, или на участках с большими провесами проводов. На рис. 47, б показан момент прохода токоприемником точки подвешивания. Под действием силы инерции токоприемник не успевает следовать за изменением высоты провода, отрывается от него в точке 1 и снова приходит в соприкосновение с ним в точке 2.

В точке отрыва токоприемника при движении его под током возникает электрическая дуга, поджигающая провод и вызывающая его перегрев. В точке 2 под действием удара происходит механический износ провода. При ударе вследствие упругой деформации возникают колебательные движения провода и токоприемника, а затем ряд последовательных затухающих ударов, увеличивающих зону подбоя провода.

Таким образом, для надежного токосъема статическое нажатие токоприемника должно быть больше наименьшей силы, обеспечивающей контакт в покое, на значение силы инерции подвижных частей токоприемника.

Для обеспечения надежного токосъема должен быть выполнен ряд требований к токоприемникам и контактной сети.

Основные требования к токоприемнику: постоянное статическое нажатие в диапазоне рабочих высот, минимальное трение в шарнирах, наименьшая приведенная масса в диапазоне рабочих высот.

Основные требования к контактной сети: наименьшие стрелы провеса, что достигается поддержанием наибольшего допустимого натя-

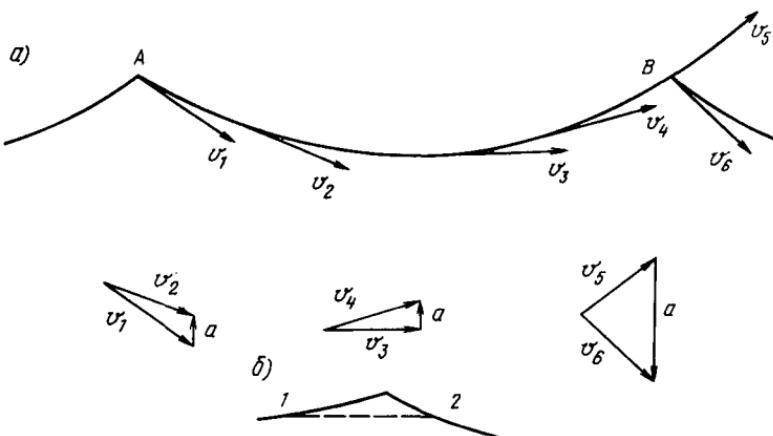


Рис. 47. Схема взаимодействия токоприемника с контактной сетью при ускорении (а) и при проходе точки подвешивания (б)

жения и сокращением (в допустимых пределах) длин пролетов, подбор для каждого участка типа контактной подвески с эластичностью, обеспечивающей надежный токосъем при заданных скоростях движения э. п. с., уменьшение сосредоточенных масс на проводе, особенно на участках, где движение идет без ограничения скорости, исключение или, в крайнем случае, смягчение противошерстных порогов на проводе и специальных частях.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из каких основных частей состоят токоприемники и каково назначение каждой части?
2. Как устроен штанговый токоприемник?
3. Как устроен токоприемник трамвая?
4. Что показывают статические характеристики токоприемников?
5. Напишите формулу, определяющую в общем виде силу нажатия токоприемника на контактный провод. Объясните влияние каждого элемента, входящего в формулу, на конечный результат.
6. Что называется приведенной массой токоприемника и как она влияет на токосъем?
7. Напишите формулу обеспечения непрерывного контакта токоприемника.
8. Что называется эластичностью подвески, какое влияние она оказывает на токосъем?
9. Какие основные требования предъявляются к токоприемникам для обеспечения надежного токосъема?
10. Какие основные требования предъявляются к контактной сети для обеспечения надежного токосъема?

## ТРАССИРОВКА И МОНТАЖ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

## 14. Трассировка

На строительство новых контактных сетей и реконструкцию существующих линий разрабатываются проекты.

Главнейшими частями проекта, выдаваемыми на производство работ, являются план контактной сети, пояснительная записка, смета и спецификация потребных материалов и оборудования.

План контактной сети представляет собой чертеж улицы или площади, выполненный в масштабе 1:500, с нанесением на них в условных обозначениях линий контактной сети и ее обустройств. Для детализации особо сложных мест устройства сети в отдельных (довольно редких) случаях применяется масштаб 1:200, а для обзорного общего представления всего проектируемого участка составляется схема в масштабе 1:1000 или без масштаба. На плане улицы (площади) должны быть указаны границы проезжей части и тротуаров; здания с краткой характеристикой, позволяющей определить пригодность их для закрепления стенных крюков; границы зеленых насаждений и характер их; подземные сооружения в зоне установки опор.

План улицы должен иметь привязку к геодезическим (триангуляционным) знакам планировки города. В характеристиках зданий кратко указываются материал стен, этажность и назначения в двух определениях — жилое или нежилое здание любого назначения. Для примера приведем обозначения деревянного одноэтажного жилого здания  $D \frac{1}{ж}$ ; здание кирпичной (каменной) кладки пятиэтажное нежилое  $K \frac{5}{н}$ ; жилое здание с кирпичными стенами первого этажа и деревянными стенами второго  $Cm \frac{2}{ж}$ . Особо указываются здания из железобетонных панелей, поскольку к ним нельзя закреплять поддерживающие устройства и анкерные ветви.

На чертеже плана показано положение контактных проводов, проводов питающих и усиливающих линий, места вывода кабелей и устройство питающих пунктов, указаны длины и марки проводов, определены места установки опор и указаны их типы, указаны типы устанавливаемых кронштейнов и фиксаторов, показаны места крепления поперечин и высота установки стенных крюков и хомутов на опорах. На планах показаны места установки специальных частей, их марка и углы встречи проводов на пересечениях. Для примера на рис. 48 показан план узла контактной сети трамвая и троллейбуса.

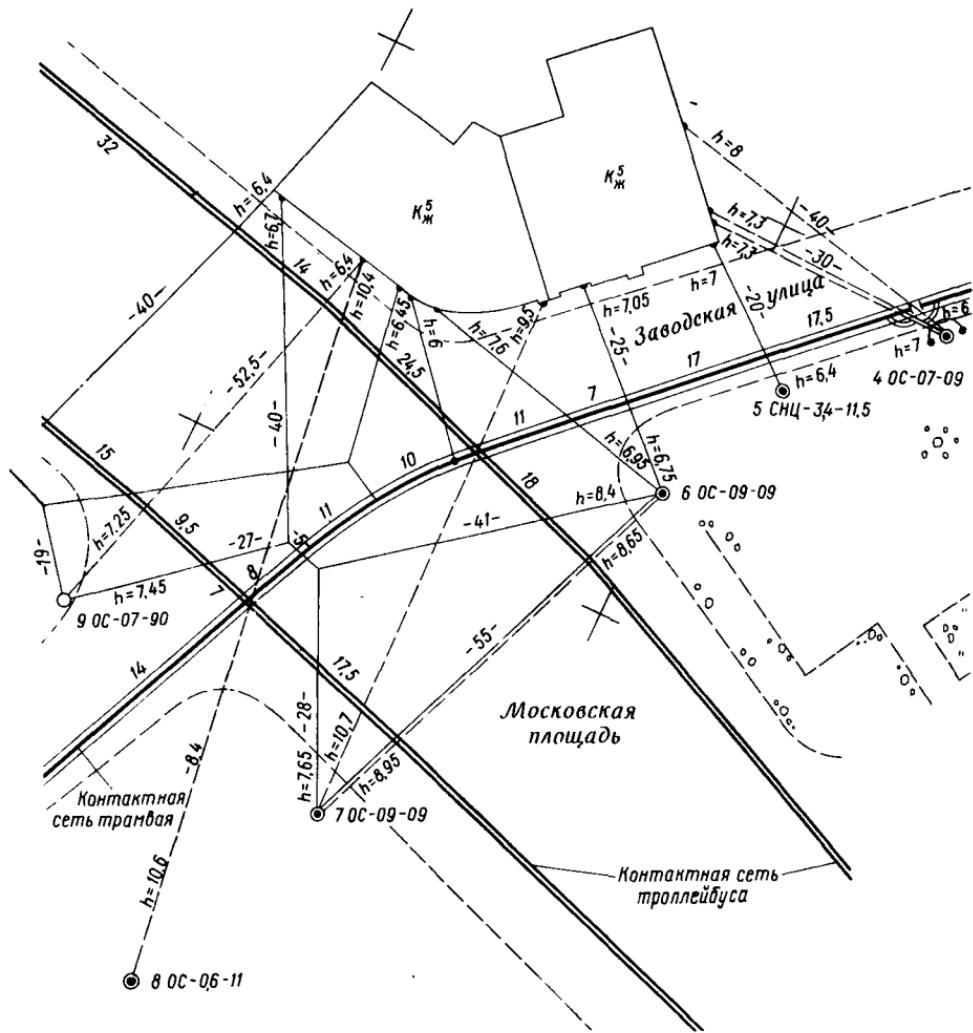


Рис. 48. План узла контактной сети

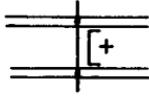
Планы дополняются чертежами конструкций для прокладки линий в искусственных сооружениях и чертежами конструкций нетиповых решений устройства сети, например чертежами конструкций выносных фундаментов для опор и др.

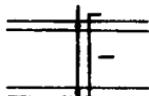
Условные обозначения, рекомендуемые [8] для применения на планах контактных сетей трамвая и троллейбуса:

1-600 железобетонная опора (рядом проставляется порядковый номер и нормативная нагрузка, кгс, или марка опоры)

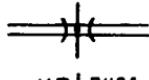
2-1200 стальная трубчатая опора

	стальная решетчатая опора
	деревянная опора
	опора с анкером, закрепленным в грунт
	трамвайная опора с односторонним кронштейном
	центральная трамвайная опора с двусторонним кронштейном
	троллейбусная опора с типовым (для данного проекта) кронштейном
	троллейбусная опора с кронштейном большей чем типовой длиной кронштейна (рядом приводится длина кронштейна, м)
	существующая опора контактной сети
	существующая опора, подлежащая выемке (убираемая)
	пункт подвешивания трамвайного провода на гибкой (проволочной) поперечине
	оттяжка трамвайного контактного провода на криволинейном участке пути
	пункт подвешивания троллейбусных контактных проводов на гибкой (проволочной) поперечине
	несущий трос (канат)
	пункт подвешивания троллейбусных контактных проводов на цепной поперечине
	оттяжка троллейбусных контактных проводов на криволинейном участке пути
	изолированное крепление троллейбусных контактных проводов к пересекающей их поперечине
	пункт крепления к несущей поперечине трамвайной петлевой контактной подвески
	пункт крепления несущего троса трамвайной цепной контактной подвески к несущей поперечине
	пункт крепления несущих тросов троллейбусной контактной подвески к кронштейну
	электрический соединитель (перемычка) между трамвайными контактными проводами

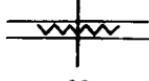
 электрический соединитель (перемычка) между троллейбусными контактными проводами положительной полярности

 электрический соединитель (перемычка) между троллейбусными контактными проводами отрицательной полярности

 трамвайный секционный изолятор

 тrolleybusный секционный изолятор

 пунктстыкования троллейбусных медных контактных проводов со стальеалюминиевыми

 пункт установки устройства для сезонного регулирования натяжения трамвайного провода

**- 25 -** общая длина поперечины, м

**20** (размер без черточек) — длина отдельного элемента подвески или расстояния между соседними пунктами крепления контактного провода

**Ø 6,7** стальной канат диаметром 6,7 мм

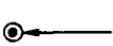
**Ø 8** стальной канат диаметром 8 мм

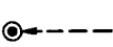
**2Ø 6,7** два стальных каната диаметром по 6,7 мм

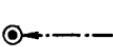
 стенной крюк

 сдвоенные стенные крюки

**h** высота крепления хомута на опоре или установки стенных крюков

 анкеровка контактного провода

 анкеровка несущего троса

 анкеровка кронштейна

 переходное звено троллейбусного узла грузовой компенсации

 средняя анкеровка троллейбусных контактных проводов

 кривой держатель (рядом проставляется угол излома оси контактных проводов)



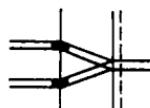
пересечение трамвайного контактного провода с троллейбусными проводами (утолщенной линией обозначено изолированное направление)



пересечения троллейбусных контактных проводов (утолщенными линиями обозначены изолированные направления)



троллейбусный стрелочный узел



грозовой разрядник



пункты присоединения питающих линий положительной и отрицательной полярности

Между временем составления проекта и его осуществлением обычно проходит какой-то период времени, за который на местности могут произойти изменения, существенно отражающиеся на возможности выполнения отдельных участков и требующие корректирования проекта. До начала работ обходят и осматривают участок, определяют соответствие проекта ситуации на местности. Замечают все отклонения, по которым необходимо внести корректировки в план сети, при этом учитывают условия производства работ и возможные препятствия для их проведения. Затем после уточнения и корректировки плана приступают к разметке трассы с закреплением мест установки опор забивкой в грунт колышков (в асфальт — заклепок или железнодорожных костылей) или делают мелом надписи на стенах зданий с указанием порядкового номера опоры по проекту и размеров, определяющих место установки.

Место для опоры или стенного крюка выбирают так, чтобы они или идущие к ним тросы не загораживали (не затеняли) окна зданий, не были бы близко расположены к балконам, а опоры не мешали выезду из ворот или выходу из дверей. К опорам и стенным крюкам должен быть свободный доступ для осмотров и ремонтов.

Определение мест установки опор начинают на сетевых узлах. В первую очередь определяют положение опор и мест закрепления стенных крюков для поддерживающих и фиксирующих устройств стрелочных сливаний и пересечений трамвайных линий, спецчастей троллейбусных линий, а также пересечений линий трамвая и троллейбусов. Затем выполняют разбивку остальных опор.

На перегонах начинают разбивку с крайних опор сетевых узлов

по ранее зафиксированному их положению при разбивке на сетевом узле. В вынужденных случаях допускаются следующие отклонения от проектных данных.

По глубине заделки опор или фундамента в грунт	$\pm 100$ $+1\dots-2$ м
По длине пролета	
Смещение вдоль пути опор, фиксирующих воздушные стрелки, сходные и управляемые стрелки, пересечения и держатели кривой	не более $\pm 0,5$ м
Разворот опор прямоугольного сечения в плане относительно направления, перпендикулярного оси пути	$\pm 3^\circ$
Наклон оси опоры относительно вертикали:	
в сторону, противоположную действию основных нагрузок	3%
вдоль пути для анкерных опор	0,5%
вдоль оси пути для промежуточных опор	1%
Отклонение от проектного положения вдоль пути между опорой и анкером для оттяжки	$\pm 0,2$ м
Отклонение осей поперечины от проектного положения	$\pm 3^\circ$

На прямых участках линий трамвая, где применяется пантограф или дуговой токоприемник, контактный провод располагают зигзагообразно с поочередными смещениями точек подвески вправо и влево от оси пути. Назначением зигзага является увеличение срока службы контактных вставок за счет перемещения провода по поверхности вставки во время движения.

Зигзаг характеризуется двумя величинами: смещением точки подвеса от оси пути и шагом. Для нормальной рельсовой колеи 1524 мм максимальный размер смещения принимается 250 мм. В эксплуатации за счет неточности регулировки при восстановлении мест повреждений, прогибов опор, вытяжки тросов допускается временное (до ближайшего профилактического ремонта) увеличение смещения отдельных точек до 350 мм. Шаг зигзага определяется количеством пролетов контактного провода между смежными точками, в которых контактный провод одинаково расположен относительно оси пути. Шаг зигзага для всех типов контактных подвесок не должен превышать четырех пролетов.

В последнее время для цепной подвески применяют шаг зигзага в два пролета, основное преимущество которого состоит в более четкой фиксации, ограничивающей отклонение провода в пролете. Схемы зигзага контактного провода показаны на рис. 49, а, б. На двухпутных участках для равномерного распределения нагрузки по поперечине зигзаг делают симметрично относительно между путей. При подвешивании двух контактных проводов на одном пути допускаемые отклонения относят к проводу, расположенному ближе к оси пути.

На участках совмещения (сплетения) двух трамвайных путей, где один путь частично находится внутри другого (рис. 49, г),

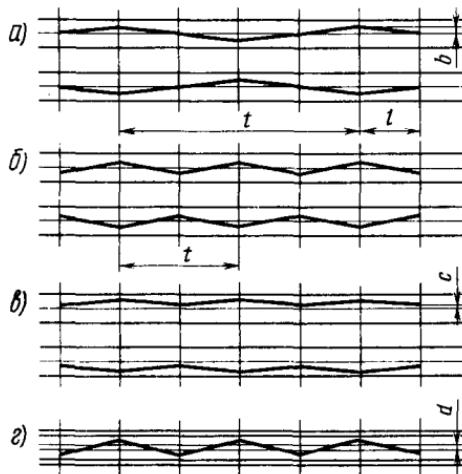


Рис. 49. Схемы зигзагов:

а — симметричного в четыре пролета;  
б — симметричного в два пролета;  
в — одностороннего;  
г — на сплетении путей;  
в — вынос точки подвеса;  
с — расстояние от оси пути;  
д — расстояние между осями путей;  
л — пролет;  $t$  — шаг

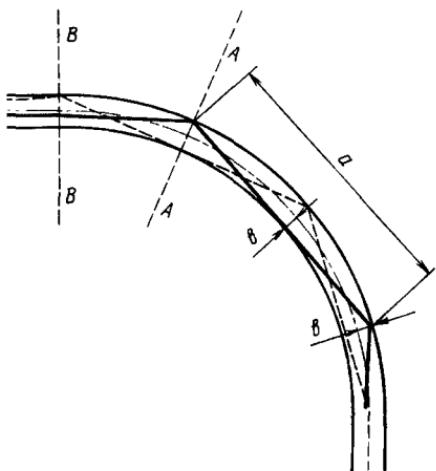


Рис. 50. Схема фиксации первой (последней) поперечины на криволинейном участке трамвая:

а — хорда; в — вынос точки подвесивания от центра токоприемника; АА' — первая точка фиксации; ВВ' — предельное смещение первой точки фиксации

размер выноса контактного провода должен быть уменьшен на расстояние между осями путей.

Наибольший износ контактной вставки наблюдается в ее средней части. Для более равномерного износа рабочей части контактной вставки применяют зигзаг со смещением провода в одну сторону от оси пути (рис. 49, в). Вынос делают, отступая на небольшое расстояние  $c$  от оси пути. При следовании в одном направлении будет изнашиваться правая половина контактной вставки, а при следовании в обратном направлении — левая. Средняя часть вставки подвергается износу на криволинейных участках пути и при проезде специальных частей.

Секционные изоляторы, переходные участки температурной компенсации, температурные винты и другие специальные части располагают на прямолинейных участках над осью пути.

На криволинейном участке пути контактный провод располагается по хордам. Наибольшие допустимые отклонения (выносы) контактного провода от оси токоприемника 300 мм, а усилие на болт подвеса от излома оси провода 2500 Н. Такое усилие возникает при наибольших допустимых напряжениях контактного провода в предельно допустимых углах излома оси провода. Для медного контактного провода предельно допустимые углы излома составляют  $18^\circ$  — для провода сечением  $65 \text{ mm}^2$ ;  $14^\circ$  — для провода  $85 \text{ mm}^2$  и  $12^\circ$  — для провода  $100 \text{ mm}^2$ . Исходя из этих условий для практического пользования составлены таблицы, по которым

длина хорды определяется в зависимости от радиуса криволинейного участка и марки применяемого провода. Для медного контактного провода длина хорд и выносы точек подвески приведены в табл. 15.

В трамвайных сетях угол излома сталеалюминиевого провода ПКСА-80/180 (в плане) допускается до 14°.

Первую и последнюю точки фиксации контактных проводов располагают на криволинейном участке в пределах половины длины, соответствующей хорде от начала и конца кривой (рис. 50). Совпадение точек фиксации с началом и концом кривой будет лишь в редких случаях, когда при делении длины провода на криволинейные участки на длину хорды получается целое (без остатка) число хорд. Первую и последнюю точки фиксации следует выполнять на поперечинах, избегая применения оттяжек или сложных

Таблица 15

Радиус оси, м	Длина хорды, м	Вынос точки подвеса, м	Угол излома оси провода, град	Усилие на болт подвеса, Н
<b>Провод МФ-65</b>				
20	6,25	0,122	18°	2500
25	7,8	0,152	18°	2500
30	9,4	0,184	18°	2500
40	12,5	0,245	18°	2500
50	15,5	0,3	17°40'	2470
70	18,5	0,3	15°	2100
100	21,9	0,3	12°30'	1760
140	26	0,3	10°40'	1480
200	30	0,280	8°40'	1200
<b>Провод МФ-85</b>				
20	5	0,078	14°	2500
25	6,25	0,098	14°	2500
30	6,5	0,117	14°	2500
40	10	0,156	14°	2500
50	12,5	0,196	14°	2500
70	17,5	0,275	14°	2500
100	21,9	0,3	12°30'	2190
160	27,7	0,3	10°	1760
200	30	0,28	8°40'	1500
<b>Провод МФ-100</b>				
20	4,75	0,054	12°	2500
25	5,2	0,068	12°	2500
30	6,25	0,081	12°	2500
40	8,3	0,108	12°	2500
50	10,4	0,135	12°	2500
70	14,60	0,19	12°	2500
100	20,8	0,272	12°	2500
140	26	0,3	10°40'	2220
200	30	0,28	8°40'	1800

систем, что положительно скажется на стабилизации положения сети на кривой при повреждениях на прилегающих участках.

Для противодействия центробежным силам, возникающим при движении вагона на криволинейном участке пути, наружный рельс возвышают над внутренним. Находясь на криволинейном участке пути, вагон получает наклон внутрь кривой, и середина токоприемника отклоняется от вертикали, проведенной через ось пути (рис. 51). Отклонение можно определить по формуле

$$C = \frac{hH}{152,4}, \quad (6)$$

где  $C$  — отклонение токоприемника, см;

$h$  — возвышение наружного рельса, см;

$H$  — высота подвески провода, см;

152,4 — ширина колеи, см.

Над пересечением трамвайных путей под углом более 60° контактные провода располагаются по осям путей. Для прохода токоприемника снизу проводов монтируют конструкцию «воздушной крестовины». При меньших углах пересечения путей контактные провода и «воздушную крестовину» смещают навстречу движению по биссектрисе угла, образованного контактными проводами, на 10—15 см (рис. 52, а), чем обеспечивается меньшая длина захода пересекающего провода на токоприемник на подходе к «воздушной крестовине».

Над стрелочным переводом трамвайных путей контактные провода обоих путей фиксируют на общем подвесе, располагаемом на биссектрисе угла, образованного осями путей. Для колеи шириной 1524 мм общий подвес должен находиться над серединой того места путей, где расстояние между сходящимися к путевой крестовине рельсами составляет 0,9—1 м (рис. 52, б). Место подвески проводов над стрелочным слянием является одним из наиболее ответственных. Даже небольшое смещение проводов в сторону (более 100 мм) вызывает их обрывы, сходы и поломки токоприемников. Для повышения надежности работы контактной сети предусматривают специально для фиксации сляния простую или фиксирующую поперечину, причем следует избегать устройства их в виде угольника или элемента сложной системы.

В месте ответвления анкеровки провода делают максимально допустимый вынос в сторону анкера (рис. 52, в), чтобы сократить длину прохода анкера над путем трамвая.

Трассировка троллейбусных линий выполняется в соответствии с Правилами дорожного движения. Троллейбусные линии прокладывают в первой и второй полосах

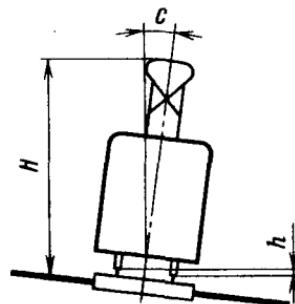


Рис. 51. Схема отклонения токоприемника трамвая на криволинейном участке пути

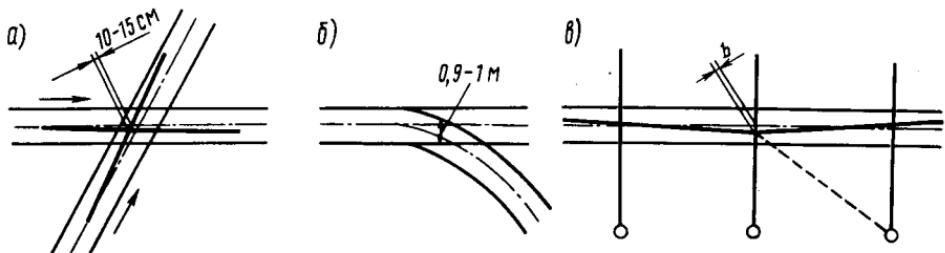


Рис. 52. Схема расположения проводов:

а — крестовины на углах менее  $60^\circ$ ; б — над стрелочным слянинем; в — при ответвлении на анкер

движения с учетом объезда стоянок автомобилей, валов сгребаемого снега, обгона и пропуска других транспортных единиц, а на выходах к левым поворотам — в крайней левой полосе движения.

На прямых участках провода подвешивают по прямой линии, а подъезд к остановочным пунктам осуществляется за счет отклонения троллейбусов. Местные сужения или уширения проезжей части при небольшой их протяженности не должны нарушать прямолинейности трассы проводов.

Положение линий троллейбуса на улице определяется по отношению к границам проезжей части. Границей проезжей части улицы считается лицевая грань борта, край дорожного покрытия или граничная линия, а на улицах и дорогах с двусторонним движением — еще и особая линия или борт разделительной полосы.

Приближение крайнего (правого по ходу) провода к границе проезжей части (в метрах) должно быть следующим.

На прямых участках:

при трех и менее полосах одностороннего движения	2,5—4
при количестве полос одностороннего движения более	
трех	до 5,5
на участках сужения улицы	1,5
у остановочных пунктов в карманах	до 4,5

На криволинейных участках:

на входе и выходе с кривой	1,5
в средней части кривой	1

Эти нормы применимы также и для левых поворотов троллейбуса, в отношении приближения левого крайнего контактного провода к осевой линии дороги или грани борта ее разделительной полосы.

На отдельных участках при отсутствии остановочных пунктов допускается прокладка проводов и далее 5,5 м от границы проезжей части, если это необходимо для сохранения общего потока движения или прямолинейности линии. Криволинейные участки на перегонах следует выполнять радиусами не менее 70 м (по внутреннему проводу).

Таблица 16

Характеристика поворота	Радиус поворота, м	
	нормального	в стесненных условиях
Для пассажирских линий:		
на угол до $90^\circ$	12	10
на угол более $90^\circ$	14	11
Для служебных и грузовых линий, депо и территорий мастерских и заводов	10	9

Наименьшие радиусы поворота троллейбусных линий на перекрестках, площадях и поворотных кольцах указаны в табл. 16.

Для полного разворота троллейбусов ширина проезда должна быть не менее 28 м. Приведенные в табл. 16 нормы не распространяются на линии для движения троллейбусных поездов, сформированных из двух и более троллейбусов. Для полного разворота троллейбусных поездов на  $180^\circ$  необходима ширина проезжей части улицы не менее 36 м.

Плавность захода на кривую правого поворота и выход с нее обеспечиваются небольшими (на  $6-8^\circ$ ) изменениями направления проводов на первых поперечинах перед кривой и после нее. Расстояние от тротуара до проходов на входе и выходе с кривой принимается 1,5 м, а в средней части кривой — 1 м. В особо трудных условиях размещения проводов допускается уменьшать расстояние до тротуаров в середине кривой до 0,3 м.

Подготовка левого поворота начинается за 60—80 м постепенным приближением проводов к осевой линии улицы. У начала поворота расстояние от левого (по ходу) провода до осевой линии должно быть не менее 1,5 м.

Таблица 17

Характеристика участка	Углы поворота проводов, град.			
	На дву- и одноплечих подвесах	На кривых держателях, допускающих угол излома, град		
		15	25	45
На кривых участках без ограничения скорости движения	До 4	5—8	—	—
На поворотах и разворотных кольцах пассажирских линий при скорости движения не более 20 км/ч	» 6	6—12	10—20	20—40
В сетях депо, ремонтных мастерских и заводов, на поворотах служебных линий и на разгрузочных участках грузовых линий при скорости движения не более 15 км/ч	» 8	До 15	До 25	До 45

Углы поворота проводов в точках фиксации выбирают, исходя из установленных скоростей движения на данном месте, руководствуясь требованиями табл. 17. На кривых держателя угол поворота сталялюминиевого провода должен быть не более  $35^\circ$ .

Встречающиеся на разворотных кольцах и в других местах две идущие подряд кривые противоположного направления рекомендуется разделять прямым участком контактной сети длиной не менее 5—7 м.

На конечных пунктах, где частота движения превышает 30 троллейбусов в час, прокладывают дополнительные контактные линии для временного отстоя троллейбусов. Заезд на линии отстоя предусматривают с перестановкой токоприемников, а на выходе монтируют сходной стрелочный узел. Трассировка линий должна позволять объезд стоящих троллейбусов с правой по движению стороны.

Длину пролетов контактных подвесок между опорами на прямых участках линий трамвая и троллейбуса принимают в пределах значений, указанных в табл. 18. Длину пролетов простой полуягосткой подвески с креплением на сложных поддерживающих устройствах (угольниках, трапециях и др.) на уклонах более  $40^\circ$  следует уменьшать на 20% от значений, указанных в табл. 18. В местах перелома продольного профиля улицы или трамвайного пути длину пролета уменьшают на 20% от указанного в табл. 18.

На подвеске с наклонными струнами длину первых пролетов смежных с криволинейными участках уменьшают на 50—60%, а наклон струн на крайних поперечинах направляют во внешнюю сторону по отношению к кривой.

В исключительных случаях допускается увеличение длины отдельных (не смежных) пролетов цепных контактных подвесок до 60 м.

С учетом особенности сталялюминиевого провода рекомендуется применять его в эластичных цепных полукомпенсированных подвесках или подвесках с частичной компенсацией натяжения провода. Для этого провода в простых контактных подвесках пролета не должны превышать 35 м, а в подвесках с сезонным регулированием — 30 м. В цепных подвесках рекомендуются пролеты 45—50 м с двумя равномерно размещенными струнами в пролете.

На троллейбусных линиях контактный провод отрицательной полярности должен быть расположен с правой стороны по направлению движения. В этом положении он находится ближе провода положительной полярности к опорам и тротуару. Это улучшает условия безопасности производства работ для персонала, обслуживающего контактную сеть и других организаций, имеющих оборудование на опоре; улучшаются также условия работы на фасадах, расположенных вблизи зданий. На территориях депо, ремонтных мастерских, заводов и в других местах не всегда удается выполнить это требование, приходится располагать провод

Таблица 18

Типы контактных подвесок	Пролеты, м		
	Трамвай	Троллей- бус	Совместная подвеска проводов трамвая и троллейбуса
Все простые полужесткие подвески:			
на опорах	30—35	25—30	25—30
» стенах зданий	30	25	25
На наклонных струнах	—	35—40	—
Цепные полукомпенсированные и некомпенсированные	45—50	45—50	45—50
Простые петлевые компенсированные	40—45	—	—
Простые жесткие на потолочных подвесках	До 8	До 4	—

положительной полярности справа по движению. Для предупреждения персонала об обратной полярности в расположении проводов вся подвесная арматура проводов положительной полярности окрашивается в красный цвет. Это относится и к трехпроводной системе питания, при которой на одной и той же нитке провода полярности чередуются через определенные отрезки длины на участках сети.

## 15. Монтаж контактной сети

Работы по сооружению контактной сети можно разделить на строительные и монтажные. Сооружение линий начинают с установки опорных конструкций.

**Установка опор.** Размеры котлованов для бетонных фундаментов опор определяют в зависимости от типа опоры, категории (характеристики) грунта и уровня его промерзания в данной местности.

Перед началом земляных работ вызывают на место представителей организаций, имеющих подземные сооружения, и уточняют с ними место прохождения сооружений. В необходимых случаях по указанию представителей отрывают один или несколько шурфов для определения фактического местоположения сооружения. Шурфами называются небольшие раскопки в виде неширокой траншеи поперек линии коммуникаций на глубину ее залегания. При близком расположении сооружения к котловану согласовывают условия проведения работ, обеспечивающие сохранность сооружения и безопасность работы.

Горизонтальные расстояния (в свету) от фундамента до коммуникаций должны быть не менее указанных в табл. 19.

Наименование коммуникаций	Наименьшее допускаемое расстояние между фундаментом опоры и коммуникациями, м
Силовые кабели и кабели связи	0,5
Дренажи газопровода низкого, среднего и высокого давления	1,0
Водопровод, напорная канализация, общие коллекторы и тепловые сети	1,5
Самотечная канализация (бытовая и дождевая)	3,0

На заболоченных участках и местах со слабым грунтом (торфяной грунт, насыпи с крутыми откосами и т. д.) опоры закрепляют на свайных основаниях, конструкция которых разрабатывается применительно к каждому конкретному случаю. Разработку котлованов выполняют механизированным способом с применением экскаваторов или буровых машин. В городе часто встречаются близко расположенные к котловану подземные сооружения; над сооружениями и на расстоянии ближе 1 м от них нельзя применить землеройные машины и приходится переходить на разработку котлована вручную. При раскопках над кабелями применение ударного инструмента (ломов, кирок, отбойных молотков и т. д.) ограничивается глубиной, при которой до кабелей остается слой грунта не менее 0,4 м. Раскопки на большую глубину должны вестись только лопатой.

Сначала снимают дорожное покрытие: отдельно асфальт и бетонное основание. Снятый материал раздельно складывают в сторону, предохраняя от засорения, для дальнейшего пользования. Затем разрабатывают котлован. Вынимаемый грунт отбрасывают в другую сторону; он, как правило (кроме песчаного), подлежит вывозке в места складирования или отвалы.

Рытье котлована с вертикальными стенками без крепления в грунтах с естественной влажностью и при отсутствии грунтовых вод можно выполнять на глубину до 1 м в насыпном песчаном грунте, до 1,25 м в супесчаном грунте, до 1,5 м в суглинках и глине, до 2 м в особо плотном грунте.

В слабых грунтах: песчаных, насыщенных водой, свеженасыпанных и др., где частицы слабо связаны между собой, во время рытья и после, до заполнения фундамента, могут происходить обвалы как самопроизвольно, так и, в особенности, вследствие колебания грунта от близко проходящего транспорта. При большой глубине котлована обрушение стенок может быть и в средних и даже плотных грунтах. Вероятность обвала тем больше, чем больше времени он останется незаполненным фундаментом.

Для предотвращения обвала вертикальные стенки котлованов в слабых грунтах и глубоких котлованов в средних и сильных

грунтах закрепляют щитами с распорами-крепями, опускаемыми в котлован по мере заглубления при раскопках. Крепи должны быть инвентарными. Для разовых раскопок могут быть применены деревянные щиты, изготавляемые на месте. Доски для щитов должны иметь толщину не менее 40 мм в грунтах нормальной влажности и 50 мм в грунтах повышенной влажности, а диаметр бревен для распоров — не менее 130 мм. Работа по креплению щитов весьма ответственна и должна выполняться под руководством и наблюдением инженерно-технического персонала. В некоторых случаях при поступлении воды в котлован раскопку ведут с водоотливом, используя насосы. Срок рытья котлована согласовывают со сроком установления опоры так, чтобы время, в которое котлован остается не заполненным фундаментом, было наименьшим. Если опору будут устанавливать не в день открытия котлована, то место раскопки нужно оградить и закрыть щитом.

После установки опоры монолитный фундамент образуется путем заполнения котлована раствором.

Фундамент заводского изготовления устанавливают в готовый котлован, а образующиеся пазухи между стенками котлована и фундамента засыпают песком. Пустоты, образующиеся при устройстве ступенчатых (в том числе монолитных) фундаментов, также засыпают песком. Применение для засыпки рыхлого грунта, и в особенности мерзлого, недопустимо. Через некоторое время (при оттаивании) грунт теряет прочность, дает трещины, а опора теряет устойчивость, наклоняется в сторону нагрузки. Котлованы опор, устанавливаемых на лежнях, также должны заполняться песком.

Встречаются грунты, имеющие влагу с повышенным содержанием солей и кислот, которые вызывают ускоренное разрушение (коррозию) бетона и металла (в том числе и металла, находящегося в бетоне). Такие грунты являются агрессивными по отношению к бетону и металлу. Для предохранения от коррозии подземные части железобетонных и стальных опор, а также фундаменты опор покрывают битумом.

Свайные фундаменты погружают в грунт при помощи вибропогружателя или вибромолота. Строгая вертикальность обеспечивается предварительным образованием направляющих скважин сечением 30—50% от площади поперечного сечения свай.

Перед установкой опоры осматривают, чтобы убедиться в соответствии марке опоры, предусмотренной по проекту, отсутствии дефектов, поломок и погнутости ствола.

Железобетонные опоры перевозят, соблюдая определенные требования, нарушение которых может вызвать порчу опоры: образование трещин, сколов на теле опоры или в месте закрепления закладных деталей. Обладая большой массой, опора во время движения от толчков и ударов может получать чрезмерные перегрузки в точках опирания на подкладки при неправильном размещении последних. Полученные трещины могут закрыться (осо-

бенно у опор с предварительно напряженной арматурой) и оставаться малозаметными, но после установки и загрузки опоры или даже при эксплуатации по прошествии некоторого времени могут появиться вновь.

Основными требованиями, обеспечивающими сохранность, являются перевозка опор специальным транспортом, плавное движение по пути следования (без рывков и резких торможений), объезд или аккуратный проезд неровностей дороги (ухабов). Уложенная на транспорт опора должна опираться на две подкладки, расположенные на расстоянии 0,2 длины от ее торцов.

Разгружают опоры грузоподъемными кранами с применением грузозахватных приспособлений и специальных строп. Строповку делают в двух местах, расположенных на расстоянии 0,3 длины опоры от ее центра тяжести. Подъем, разворот и опускание опоры должны выполняться плавно, без рывков и ударов. Железобетонные опоры укладывают при разгрузке так, чтобы они опирались в двух точках, расположенных от торцов на расстоянии 0,2 длины опоры. Запрещается при разгрузке сбрасывать опоры на землю, так как при этом опоры могут получить явные или скрытые повреждения: железобетонные — трещины и сколы, а металлические — искривление, разрушение швов и др.

Для полного использования транспорта опоры можно перевозить, загружая их в несколько рядов. При этом центрифужированные опоры должны укладываться на платформу, трайлер, лесовоз по пять штук в ряд. Вершины опор одного ряда укладывают в одном направлении, а следующего — в другом. Между рядами опор укладывают по две деревянные прокладки сечением не менее  $40 \times 150$  мм, располагая верхние точно над прокладками нижнего ряда.

Установка опоры на улице города при движении пешеходов и транспорта является одной из наиболее ответственных работ и требует хорошей организации. Подъем опоры и установка ее в котловане делятся недолго, но представляют определенную опасность для пешеходов и транспорта. На это время из зоны работ должны быть удалены все посторонние люди и транспорт. Зоной работ считается пространство, на котором поднимается, перемещается и устанавливается опора, т. е. площадь, где возможно ее падение.

На этот период зона ограждается сигнальным шнуром (веревкой) с цветными флагами и выставляются люди, в обязанности которых входит предупреждать прохожих об опасности и не допускать их за ограждение в зону работ.

Устанавливают опоры передвижными кранами общего назначения грузоподъемностью 5—7 т и более или специальными кранами. Грузоподъемность кранов зависит от вылета его стрелы, т. е. отклонения ее в сторону. Трудно определить заранее, с каким вылетом придется выполнять погрузку, разгрузку и установку

опор, поэтому следует брать кран, грузоподъемность которого на больших вылетах стрелы соответствует массе предназначенных к установке опор.

Для установки опору укладывают около котлована так, чтобы ее центр тяжести совпал примерно с осью котлована. Опору устанавливают в следующей последовательности:

подъезжает автокран к месту установки, устанавливают его на выносные опоры и приводят стрелу крана из транспортного положения в рабочее;

стропуют опору несколько выше ее центра тяжести (0,5—1 м) и закрепляют на крюке крана;

поднимают опору в вертикальное положение механизмом подъема автокрана и стрелой, изменяя ее вылет;

поднимают опору вверх на высоту, обеспечивающую свободное перемещение ее над тротуаром и проезжей частью улицы при повороте стрелы (зазор между ними и стрелой должен быть не менее 100—200 мм);

поворачивают стрелу крана до совпадения опоры с центром котлована;

медленно опускают опору в котлован, сохраняя положение над центром котлована;

разворачивают опору с целью правильного ориентирования закладных деталей и отверстий по отношению к ее загрузке и подходящим линиям питания, освещения;

выверяют положение опоры и перемещают ее автокраном для соблюдения установленного расстояния от оси пути или борта тротуара;

регулируют поворотом стрелы вертикальное положение опоры и предусмотренные для нее наклон или створ с другими опорами, в ряду которых она ставится;

фиксируют положение опоры распорками или специальными приспособлениями;

устраивают бетонный фундамент или закладывают лежни в соответствии с требованием проекта;

снимают стропы с опоры и освобождают от них крюк крана;

поворачивают стрелу крана и укладывают ее в транспортное положение, снимают кран с выносных опор.

Вращение опоры в котловане выполняют с помощью одного из приспособлений, показанных на рис. 53. Вертикальность положения опоры проверяют в двух взаимно перпендикулярных плоскостях уровнями большого размера или отвесом с шаблоном. На улицах и площадях, где опоры используют как элемент архитектурного оформления (проспекты, магистрали), вертикальность положения опор проверяют геодезическими инструментами (теодолит, нивелир). Для предварительной проверки вертикальности опоры можно воспользоваться соседними зданиями. Отойдя в сторону на 10—15 м, нужно глазомером совместить профиль опоры с обре-

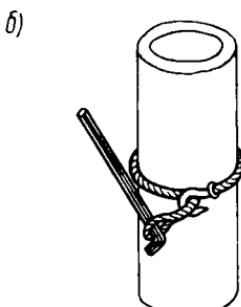
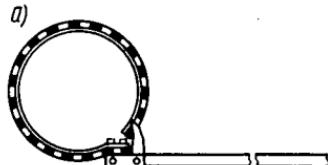


Рис. 53. Приспособление для поворота опоры:  
а — из втулочно-роликовой цепи;  
б — тросовое

зом стены или угла здания. В створе легко заметить отклонение опоры от вертикали. При этом нужно учитывать конусность бетонных опор. Этот способ обычно применяют при профилактических осмотрах опор.

Строго вертикально устанавливают центральные опоры, опоры с кронштейнами, закрепляемые в конструкциях искусственных сооружений, и малонагруженные боковые опоры. Боковые опоры, имеющие нагрузку, близкую к номинальной, устанавливают с небольшим наклоном вертикальной оси в сторону, противоположную действию основной нагрузки. После загрузки опора займет сразу или со временем близкое к вертикальному положение. Во все время устройства фундамента (заполнения котлована) следует следить за сохранностью заданного положения опоры, поправляя его всякий раз после случайных смещений.

Закрепляют опору на крюке крана посредством стропа с замком-застежкой (карабином) (рис. 54), позволяющим снять строп после установки опоры с земли, не залезая на опору.

На фундаментах заводского изготовления и при установке на фланцах опору страхуют от падения, поддерживая краном до полного закрепления на анкерных болтах.

Монолитные фундаменты образуются заполнением котлована бетоном заводского приготовления. Для фундаментов опор применяют тяжелый (обычный) бетон марки 100 или 150. Марка бетона показывает предел прочности при сжатии после отвердения в течение 28 сут. В нашем случае прочность будет соответственно 10 и 15 МПа. После приготовления прочность бетона растет осо-

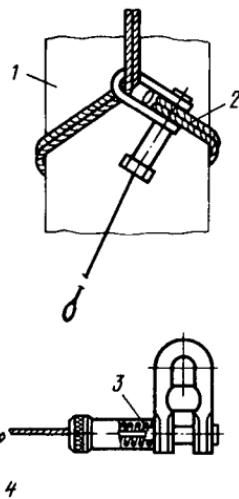


Рис. 54. Строп с замком:  
1 — опора; 2 — тросовый строп; 3 — пружинный замок; 4 — тросик замка

бенно быстро в течение первых 7—14 сут и продолжается очень длительное время. Поэтому после установки опору можно загружать по прошествии не менее 7 сут. При настоятельной необходимости ускорения работ употребляют быстротвердеющий бетон из глиноземистого цемента. При твердении выделяется тепло, что полезно при зимнем бетонировании. Применение такого бетона ограничивается высокой стоимостью, превышающей стоимость обычного бетона в несколько раз. При укладке бетон необходимо уплотнять трамбованием, чтобы избежать образования пустот в теле фундамента. Уплотнение следует выполнять одновременно с заполнением котлована, так как бетонный раствор со временем начинает терять подвижность и трамбование его становится бесполезным. Заполнение котлована ведут слоями, толщина которых зависит от способа трамбования.

Временные опоры закрепляют в грунте нижним и верхним лежнями. Длина лежней и глубина заделки определяются в зависимости от категории грунта и типа опоры, ее загрузки. Размеры котлована и их установка должны обеспечивать плотное прилегание лежней к опоре и стенкам неразработанного грунта. Котлован засыпают песком, твердым грунтом слоями в 20—25 см. Каждый слой уплотняют трамбовкой с поливом водой. Деревянные опоры заделывают в грунт, закрепляя лежнями, глубина заделки 1,8—2,5 м.

Верхний уровень фундамента в местах с асфальтовым покрытием выводится на уровень верха подосновы для асфальта. После установки вокруг опоры восстанавливают асфальт. На открытом грунте в зеленых насаждениях, во дворах и других местах, не имеющих асфальтового покрытия, фундамент выводят на уровень грунта, а через 3—4 дня после установки, когда бетон осаждет, внизу опоры выводят цоколь высотой 100—150 мм для отвода воды от основания опоры.

Верх опоры, не занятый осветительной арматурой наружного освещения, должен быть закрыт декоративным оголовком, а верх деревянной опоры затесан на два ската для предохранения от скопления воды и снега.

Поверхность металлической опоры и закладные детали железобетонных опор должны быть загрунтованы при изготовлении и окрашены два раза атмосферостойкой краской. Второй раз опору целесообразно покрасить после ее установки.

На высоте 2—2,5 м опоры наносят по трафарету масляной краской номер, год установки, тип. Внешний вид надписи и сторону расположения ее на опоре следует предварительно согласовать с Архитектурно-планировочным управлением (главным архитектором) города.

Для пассажирских линий устанавливают самонесущие опоры, которые воспринимают полную нагрузку без разгрузочных (анкерных) оттяжек. На грузовых и служебных линиях, территориях

депо, на загородных линиях и других местах, где опоры не служат элементом архитектурного оформления улиц, в виде исключения допускается усиление опор анкерными оттяжками. В эксплуатации анкерные оттяжки применяют при наклоне опоры в сторону из-за недостаточной прочности грунта или лежней, при необходимости дополнительной загрузки опор, при ликвидации повреждений сети и в ряде других случаев, когда необходимо обеспечить сохранность опоры и ее несущей способности.

На опору с анкерной оттяжкой допускается увеличение нагрузки против номинальной: на 25% для железобетонной и на 50% для стальной опоры. Анкерные оттяжки закрепляют либо на стене здания, либо к анкеру в виде железобетонной плиты или балки, заглубленной в землю (рис. 55). Для временной анкеровки можно использовать отрезок бревна или шпалы длиной 1—1,5 м. В землю анкер заглубляют на 1,5—2 м в зависимости от уровня промерзания и категории грунта. Внизу котлована устраивают нишу так, чтобы анкер 1 упирался на неразрыхленный грунт. Для пропуска скрепленной с анкером штанги 2 прорывают узкую канавку с наклоном, соответствующим наклону оттяжки 3. Засыпку котлована ведут послойно с трамбовкой. Штангу и стальной канат оттяжки выбирают по растягивающему усилию.

Усилия растяжения, кН . . . . .	До 10	10—15	15—20
Диаметр штанги, мм . . . . .	16	16	19
Диаметр стального каната, мм . . . . .	6,7	8	9,2 или 2×6,7

Оттяжка должна опускаться с опоры под углом не менее 30° к вертикали и располагаться по направлению результирующей нагрузки. При отклонении на угол более 10° устраивают две оттяжки — по обе стороны от направления усилия на опору. Высота оттяжки над местом, где возможно движение транспорта и пешеходов, должна быть не менее 5 м над проезжей частью улицы и не менее 3 м над тротуаром или пешеходной дорожкой. Чтобы выдержать такую высоту, иногда приходится ставить дополнительную опору как промежуточную между опорой и анкером в землю или для непосредственной анкеровки на нее.

Для регулирования натяжения на каждую оттяжку включают натяжное устройство (натяжную муфту), а в оттяжку опоры с питающим проводом, кроме того, — натяжной изолятор на расстоянии 1,5—2 м от опоры, но не ниже 4 м от земли. Анкерную оттяжку на стену здания выполняют в виде поперечины из стального каната соответствующей прочности, закрепляемого на спаренных крюках.

На планах контактной сети высоту закрепления хомутов и стенных крюков указывают относительно уровня дорожного покрытия для троллейбусов и головки рельсов для трамваев. Точку отсчета на опоре или здании получают переносом уровня с помощью визир-

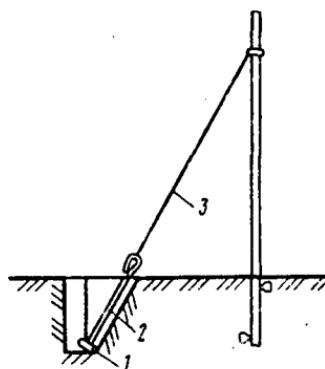


Рис. 55. Схема анкеровки в землю

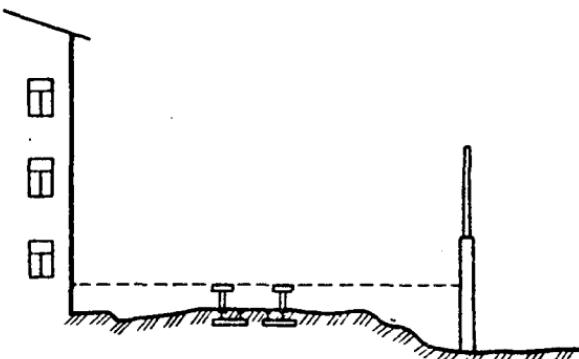


Рис. 56. Отметка уровня по визирным рейкам

ных реек. Две рейки одинаковой высоты устанавливают на крайних рельсах или под проводами обоих направлений троллейбуса и визуально провешивают линию верха реек на стену или опору, где чертой фиксируют уровень рейки (рис. 56). На криволинейных участках трамвайные рейки ставят на осях путей. Для удобства подсчеты высоты рейки берут длиной 1 или 1,5 м. Вычитая высоту рейки из высоты, указанной на плане, получают высоту закрепления крюка или хомута, которую нужно отмерить от черты на стене или опоре.

**Установка кронштейнов.** Для установки назначают бригаду в составе 3—5 человек с 1—2 автovышками, в зависимости от массы и длины кронштейна.

Установку кронштейна выполняют в следующей последовательности:

разметка опоры (определение точки отсчета, нанесение отметки высоты закрепления хомута консоли, нанесение отметки высоты закрепления одной или двух тяг);

закрепление хомутов;

подъем и закрепление консоли;

подъем и закрепление тяги на кронштейне с планочным изолятором и хомутом;

постановка консоли в заданное положение по вертикали и горизонтали, предварительная регулировка натяжение штанги (двух штанг).

Окончательно регулируют положение консоли и натяжение штанг после загрузки контактной подвеской. В окончательном виде (после регулировки) кронштейн (консоль) должен получить горизонтальное положение перпендикулярно, а на криволинейных участках радиально, к оси пути или проезжей части дороги. Смещение конца кронштейна длиной до 5 м вдоль пути не должно превышать 200 мм, а кронштейна большей длины — 300 мм.

Высота расположения консоли кронштейна должна соответствовать типу применяемой контактной подвески. Она складывается из принятой для данного города высоты подвески контактного провода и конструктивной высоты контактной подвески (расстояние от контактного провода до закрепления подвесов).

Высота закрепления хомута или тяги определяется как сумма высоты закрепления хомута консоли и расстояния между хомутами консоли и тяги, указанного в чертежах конструкции кронштейна. В работе кронштейна это расстояние играет важную роль, определяя наклон штанги и тем самым распределение усилий между консолью и штангой. В конструкциях московской серии кронштейнов (см. с. 62) установлены следующие расстояния между хомутами консоли и тяг:

1250 мм — на кронштейнах с одной тягой всех марок, кроме КТК-6,5; КТФ-4,5; КТФ-5,5 и КТФ-6,5;

1500 мм на кронштейнах с одной тягой марок КТК-6,5; КТФ-4,5; КТФ-5,5 и КТФ-6,5;

1750 мм на кронштейнах с двумя тягами всех марок для короткой тяги;

1850 мм для длинной тяги.

Для установки рядом с опорой ставится автомашина (при длинном кронштейне — две) так, чтобы можно было сверху перил положить горизонтально консоль на уровне хомута для нее. Поднимают поочередно на автovышку тяги и консоль. Для подъема используют специально преобразованную для этого телескопическую вышку. С телескопической раздвижной опоры снимают корзину и ставят оголовок с двумя неподвижными роликами. Один конец подъемного каната закрепляют внизу на вышке, а второй, переброшенный через оба ролика оголовка, — на консоли. Включив подъемный механизм, поднимают консоль на высоту закрепления хомута, укладывают ее горизонтально и закрепляют на опоре. Затем закрепляют штангу на опоре и консоли. На работах эпизодического характера для подъема можно использовать лебедку с оголовком, установленным на опоре, или полиспаст.

Выполняя предварительную регулировку кронштейна (до загрузки подвеской), конец консоли немного приподнимают сверху с расчетом, что после загрузки консоль примет горизонтальное положение за счет более плотной посадки и сокращения зазоров в соединениях и шарнирах. Для облегчения заключительной операции регулировки, после загрузки кронштейна, следует подпереть конец консоли с помощью монтажной площадки. При двух тягах необходимо добиться равномерного натяжения обеих тяг, при этом не допуская их перетяжки. Особенно опасно перетянуть крайнюю (большую) тягу, так как это может привести к искривлению консоли. Горизонтальность консоли проверяют уровнем. Если на время установки нельзя прекратить движение транспорта, то, огородив место

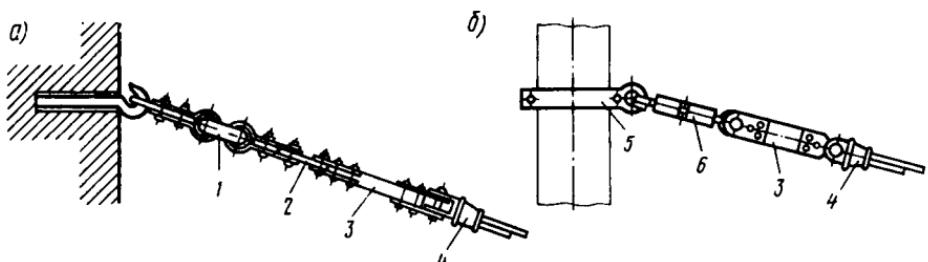


Рис. 57. Схема закрепления гибких поперечин: на стене (а), на опоре (б):  
1—шумоглушитель; 2—соединительная пластина; 3—изолятор; 4—концевая заделка троса или проволоки; 5—хомут; 6—натяжная муфта

работы, кронштейн устанавливают сбоку опоры вдоль улицы, а затем, в перерыв движения, поворачивают в рабочее положение.

Для закрепления гибких поперечин и оттяжек к опоре (рис. 57, б) и стенам зданий (рис. 57, а) применяют хомуты и стенные крюки. Для закрепления сети пригодны стены зданий кирпичной кладки, бетонные и железобетонные при толщине не менее 40 см (полтора кирпича, считая по большой стороне). Непригодны для подвески стены шлакобетонные, из тонких плит, стены с трещинами или ослабленными связями в швах кирпичной кладки.

От угла здания, оконного или дверного проема крюки должны быть отнесены на расстояние не менее чем 0,5 м. Между соседними крюками, несущими самостоятельные нагрузки, должно быть расстояние не менее 0,4 м, а между соседними сдвоенными или сдвоенными и одиночным крюком — не менее 1 м.

Спаренные крюки устанавливают на стене так, чтобы общая нагрузка распределялась поровну между крюками. Крюки устанавливаются на линии перпендикулярной плоскости, в которой располагается гибкая поперечина. На здании, расположенном параллельно улице, для поперечного троса оба крюка располагают на горизонтальной линии, для анкерного троса — на вертикальной линии. Для угольника, трапеции или полигона, лежащих в наклонных плоскостях к горизонту, крюки располагают на линии, перпендикулярной этой плоскости.

Отверстия для крюков сверлят электродрелью, сверлами с пластинками из твердых сплавов, а при небольшом количестве пробивают шлямбуром. В стене крюк удерживается за счет расклинивания пирамидального хвостового окончания на скосах пластин закрепления. Прочное закрепление можно получить при соблюдении диаметра отверстия в стене, необходимого для прохода хвостовой части крюка, — 42 мм. При неаккуратной разработке отверстий или биении сверла отверстия получаются большими, а закрепление — либо непрочное, либо вовсе не получается. Попытка исправить положение забивкой дополнительно (сверх комплекта) пятой и даже шестой пластин закрепления ведет к искажению

работы крюка, ненадежности крепления и возможности выпадания из стены при рывке в сети. Нормально заделанный крюк выдерживает нагрузки большие, чем закрепленные на нем тросы из проволоки и стального каната, которые обычно рвутся при повреждении сети. Выпадание крюка из стены — явление довольно редкое, и оно обычно происходит из-за непрочности стены и сопровождается вырывом ее куска. Во избежание ржавых подтеков на стене крюк и пластины закрепления должны иметь антикоррозионное покрытие (окраску). В отверстие крюк вставляют легким постукиванием молотка, а пластины-закрепы — ударами молотка с небольшой силой.

**Монтаж гибкой поперечины.** Монтаж выполняют в три приема: заготовка, перекидка и временное натяжение, окончательное натяжение, регулировка и заделка. Для заготовки замеряют в натуре длины всех поперечин и их элементов: расстояние от опоры до проводов одного и второго пути, расстояние средней части поперечины. Для поперечин с проводами нескольких путей указывают расстояние между ними. Заготовку выполняют в монтажно-заготовительной мастерской (МЗМ). В каждый элемент поперечины включают типовую натяжную и подвесную арматуру на установленных по шаблонам расстояниях. Простые и фиксирующие поперечины заготовляют в трех частях: двух боковых и средней.

Для улицы с постоянной шириной средние части поперечины на прямом участке имеют одинаковую длину, которая ограничивается натяжными изоляторами, располагаемыми на расстоянии 1,5—2,0 м от крайних контактных проводов. Поэтому средние части сразу заготавливают на всю улицу. Можно, например, заранее изготовить средние части простых поперечин для трамвая (с нормальной колеей 1524 мм) длиной 7,2 м при узком между-путье и 7,55 м при широком. Боковую часть поперечины одной из сторон улицы соединяют со средней частью. На криволинейном участке пути среднюю часть соединяют с внешней боковой частью. Соединение выполняют постоянной заделкой, если применяемые подвесы позволяют перемещение вдоль поперечины, и временной, если их врезают в поперечину. Вторую боковую часть изготавливают с запасом для временного соединения. Для нешироких улиц при удобном подъезде к точкам крепления и отсутствии помех для перекидки поперечины заготовку осуществляют целиком, соединяя все три части сразу.

При отмеривании отрезка проволоки или стального каната на временную заделку дается припуск 0,8 м, а для постоянной заделки — 0,2 м.

Несущие тросы цепных гибких поперечин изготавливают из одного целого отрезка стального каната с включением на концах изоляторов и натяжной арматуры. Один конец получает постоянную, а второй — временную заделку. При включении дополнительных изоляторов несущий трос делят на две или три части.

На узлах в сложных случаях и при небольшом объеме работ заготовку выполняют непосредственно на линии.

Заготовленные поперечины скатывают в бухты (круги в несколько витков) и навешивают на них бирки.

Для регулирования натяжения длинных гибких поперечин (30 м и более) в них включают натяжные муфты, которые должны располагаться в местах крепления к опорам (зданиям) или воздушным кольцам или, в крайнем случае, непосредственно у подвесов для провода. Регулирование натяжными муфтами производят во время монтажа после загрузки поперечины и вытяжки ее под нагрузкой и во время эксплуатации. Перед монтажом нужно убедиться в наличии смазки на штангах и внутри корпуса муфты.

Заготовленные поперечины развозят по трассе, завешивают на крюки и хомуты и закрепляют окончательно. Концы заготовок, смотанные в бухты, подвязывают к опорам, водосточным трубам или другим неподвижным предметам на высоте не менее 3 м так, чтобы они не мешали пешеходам и не раскачивались под воздействием ветра.

Для подъема и натяжения поперечины автovышку устанавливают в месте соединения заготовленных кусков поперечины. На монтажную площадку поднимают оба свободных конца заготовки. По поперечину натягивают и соединяют концы временной закруткой у натяжного изолятора.

Поперечину для подвесов, ввязывают в нее, натягивают с двух автovышек, размещенных по краям средней части. В этом случае необходимо сразу точно установить подвесы в нужное положение с учетом зигзага на трамвайных линиях, требуемого выноса от оси пути на кривых трамвая и обеспечения строгой прямолинейности на прямых участках линий троллейбуса. По команде старшего по работе, стоящего внизу, электромонтеры смещают среднюю часть поперечины в ту или иную сторону, пока подвесы не займут нужного положения. В сложных случаях положение подвесов предварительно размечают мелом на мостовой для ориентировки при монтаже.

Контактные провода каждого пути рихтуют отдельно, поэтому связь с другим проводом осуществляют временными соединениями, и только после рихтовки обоих проводов соединения выполняют постоянными.

На улице, в месте, предназначенном для поперечины, могут проходить ранее подвешенные тросы и провода (контактной сети или иного назначения), которые должны располагаться ниже нее. В этом случае заготовленную поперечину не поднимают снизу, а перекидывают поверху выше проходящих тросов и проводов.

Через посторонние провода поперечину перетягивают с двух автovышек, установленных по обе стороны от проводов, с помощью веревки. Сначала перекидывают через провода с одной автovышки на другую веревку, собранную в бухту, затем перетягивают ве-

ревку и привязанную на ее конце часть поперечины. Перетягивание выполняют постепенно, с натягиванием, чтобы поперечина не касалась пересекаемых проводов.

Если зона пересекаемых проводов шире 10 м, для перекидки используют дополнительные вышки, расставляемые так, чтобы длина каждого участка переброски была не более 10 м. Перекидку через участки можно производить поочередно с двух автovышек. В случае недостатка автovышек можно перекинуть поперечину с одной автovышки, заменив другую переносной лестницей. Лестницу ставят рядом с проводами, и она служит для предохранения от замыкания проводов поперечиной. Верхний конец лестницы должен быть на 1—2 м выше проводов. Поперечину во время перетяжки помещают между тетивами лестницы.

Перекидку поперечины через два-три рядом идущих провода удобно выполнять с одной автovышки, используя ее монтажную площадку для покрытия проводов так, чтобы свешивающаяся часть балкона автovышки закрыла их от замыкания поперечиной во время перекидки.

Заключительный этап монтажа поперечины — регулировка, натяжение с доведением высоты подвески контактных проводов до нормы, окончательная заделка поперечины.

После загрузки поперечины контактной подвеской автovышку вновь ставят под временную закрутку. Один из электромонтеров, стоя внизу, раздвижной штангой замеряет высоту подвески провода, остальные члены бригады натягивают поперечину ручной лебедкой до тех пор, пока высота контактного провода не достигнет нормируемой. Сделав еще небольшое дополнительное натяжение для создания свободы в месте заделки, выполняют перемонтаж временной закрутки в постоянное соединение.

Окончательно регулируют высоту натяжными муфтами, имеющимися на концах поперечины. На муфтах длинных поперечин следует оставить запас длины для регулировки поперечины в следующем за монтажом сезоне. Например, если монтаж ведется летом, должна быть оставлена достаточная длина резьбы для роспуска поперечины при осенней регулировке. Кроме того, на муфтах всех поперечин оставляют запас длины для подтяжки самой поперечины. Оставшуюся часть резьбы густо покрывают смазкой, предохраняющей от ржавления.

В середине площади, где не всегда можно установить опору, элементы поперечных систем собирают на «воздушном» кольце, образуя как бы опору в воздухе. Для монтажа намечают на мостовой место под воздушным кольцом, от которого отмеряют длину элементов тросов, входящих в кольцо. В заготовки элементов тросов включают натяжные изоляторы. Необходимая высота воздушного кольца над проезжей частью обеспечивается подвеской его на струне к специально монтируемой для этого несущей

цей поперечине. Кольцо закрепляется на струне подвесной вилкой, устанавливаемой в его центре.

В зависимости от расположения тросов, входящих в воздушное кольцо, могут встретиться два случая монтажа. Первый случай — в кольцо входит прямая поперечина. Тогда ее используют для фиксации положения кольца, натягивают поперечину, врезают в нее кольцо и окончательно закрепляют ее на опорах. Остальные тросы закрепляют на кольце временно, и только после монтажа, регулирования высоты провода и положения его в плане окончательно заделывают концы тросовых элементов на воздушном кольце. Второй случай — прямая поперечина отсутствует. Сначала монтируют и окончательно закрепляют на конце три основных элемента противоположных направлений, удерживающих кольца в рабочем положении. Остальные тросы закрепляют временно. Окончательно закрепляют их после монтажа провода.

Временное крепление скруткой допускается только для малонагруженных тросов, например, идущих с внутренней части кривой. Для тросов, значительно нагруженных, крепление должно быть прочным на клиновых или монтажных зажимах или с постоянной заделкой.

В отдельных случаях, когда отходящие от кольца поперечины направлены в одну сторону, приходится для фиксации и уравнивания сил монтировать дополнительную поперечину или отдельные оттяжки, не связанные с подвеской контактных проводов.

Монтаж гибкой цепной поперечины выполняется в два этапа. Сначала монтируют несущую поперечину, к которой на струнах поочередно подвешивают контактную подвеску пересекаемых линий. Длины струн заранее определяют расчетом, а изготавливают их в мастерских. Затем монтируют фиксирующую поперечину, закрепляющую положение контактного провода в плане. Участки фиксирующей поперечины при расстояниях между подвесками более 15—20 м дополнительно подвешивают к несущему тросу на струнах. Несущая и фиксирующая поперечины должны находиться одна над другой. Это относится и к сложным цепным гибким поперечинам в виде угольников и трапеций. Изолятор, включаемый в струну, должен располагаться в нижней, ближайшей к контактному проводу части.

Как для временного, так и для постоянного соединения отрезков проволоки и скрепления с арматурой на конце проволоки выгибаются кольцо, называемое очко, и делается закрутка.

Для временной закрутки конец проволоки загибают на 180°, при этом в месте сгиба образуется очко в виде продолговатой петли (рис. 58, а). Отогнутый конец проволоки закручивают вокруг основной проволоки двумя-тремя витками с большим шагом. Остающийся конец отгибают в обратную сторону.

Для постоянной закрутки конец проволоки загибают вручную (рис. 58, б). Затем электромонтер захватывает проволоку концом

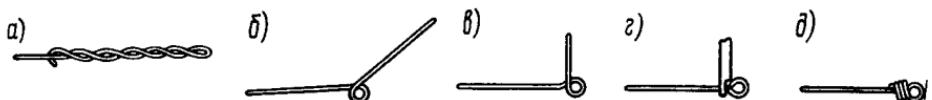


Рис. 58. Схема заделки конца проволоки:

*а* — временная заделка; *б* — образование очка; *в* — совмещение осей очка и проволоки; *г* — закручивание; *д* — общий вид заделки

специального ключа для заделки конца проволоки и отгибает кольцо так, чтобы центр его совпал с осью поперечины (рис. 58, *в*). Помощник электромонтера вставляет в очко стальной стержень, называемый «пикой», а электромонтер, захватив ключом конец проволоки, закручивает его вокруг проволоки плотными витками. Для получения необходимой прочности делают не менее 3—4 витков (рис. 58, *г*, *д*). Оставшийся конец проволоки захватывают вторым концом ключа и поворотом его обламывают проволоку у конца закрутки.

Постоянную закрутку может выполнить и один электромонтер, пользуясь закрепленным на верстаке приспособлением (рис. 59); последовательность операций показана на том же рисунке.

Постоянную заделку конца стального каната выполняют в клиновом зажиме. Концом троса, пропущенным через зажим,гибают клин. Вместе с клином канат затягивают внутрь зажима и закрепляют легкими ударами молотка по его борту. Конец каната отрезают ножницами, называемыми болторезами. Оставшийся конец длиной не более 10 см скрепляют бандажом из вязальной проволоки с основным стальным канатом (рис. 60, *а*).

Временную заделку конца выполняют так же, но с припуском в 0,5 м на возможные перемещения при регулировании длины поперечины (рис. 60, *б*). Выпущенный конец подвязывают вязальной проволокой в двух местах.

Заделка стального каната может быть выполнена и закруткой проволоки. Ключ для закрутки (рис. 60, *г*) имеет сбоку два выреза, в которые закладывают жилку троса для обеспечения натяжения при закручивании. Жилки завиваются поочередно, каждая в отдельности (рис. 60, *в*).

**Монтаж несущих тросов цепных подвесок.** Начинают монтаж с установки на участке узлов крепления цепной подвески на кронштейнах типов УКК-1, УКК-2 или УКК-3 соответственно типам кронштейнов и месту установки узла, а на поперечинах типа УКП-1 или УКП-2 согласно проекту. В процессе подготовки стального каната к раскатке с него снимают избыточный слой заводского антикоррозионного покрытия. Работу выполняют на специальном станке. В процессе перемотки с заводского на запасной барабан канат пропускают через зажим с резиновыми прокладками и таким образом снимают смазку.

Монтажный поезд для раскатки троса составляется из тягача (обычно автовышки), имеющего в прицепе тележку с барабаном, на котором намотан стальной канат, и автовышки, следующей за барабаном на расстоянии 25—30 м. На тележке барабан устанавливают так, чтобы конец каната был сверху барабана и направлен назад по ходу движения тележки.

В начале участка несущий трос анкеруют на кронштейн, который в свою очередь анкеруют на опору или стену здания. Если участок монтируют на гибких поперечинах, продольно-несущий трос анкеруют непосредственно на здание или опору, а на первой поперечине ставят крюковой монтажный зажим, удерживающий трос от скольжения по поперечине (рис. 61, а). Трос закрепляют на крюке свободной вязкой, позволяющей перемещаться тросу в продольном направлении. Затем производят раскатку на всем анкерном участке.

Во время движения монтажного поезда стальной канат сматывается с барабана и подается на ролик, установленный на монтажной площадке следующей за барабаном автovышки. Бригада электромонтеров, находясь на монтажной площадке, принимает трос и закрепляет его на кронштейнах (рис. 61, а) или поперечинах (рис. 61, б) временными крючками из проволоки. Во время

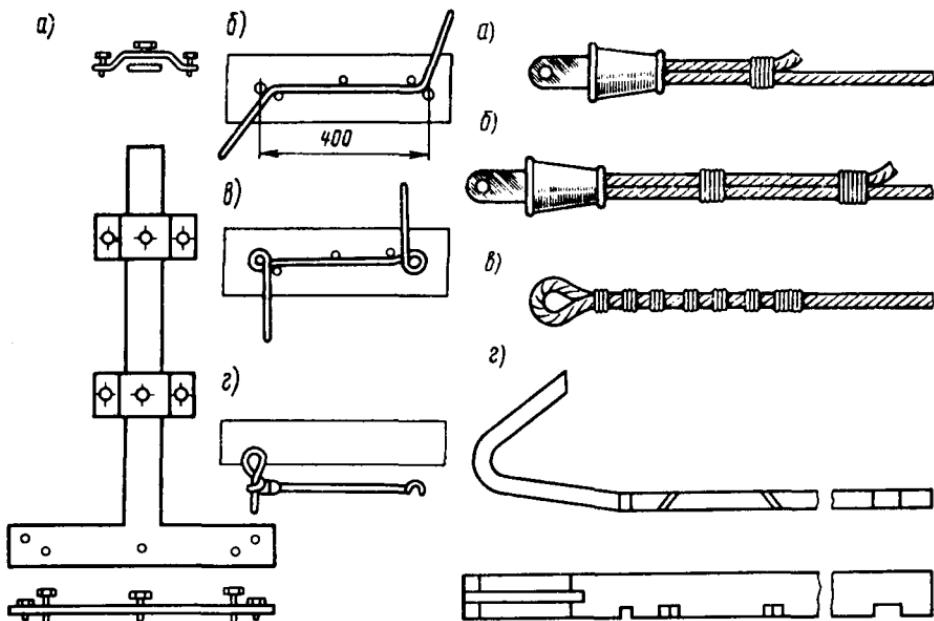


Рис. 59. Приспособление для закрутки проволоки: *а* — приспособление; *б* — закладка проволоки; *в* — образование очка вокруг стоек; *г* — закрутка

Рис. 60. Схема заделки конца каната:

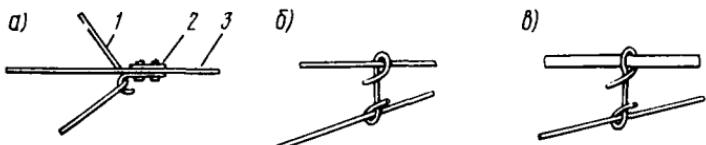


Рис. 61. Схема закрепления несущего троса при его раскатке:  
а — на первой поперечине; б — на промежуточной поперечине; в — на кронштейне; 1 — несущий трос; 2 — зажим монтажной болтовой; 3 — поперечина

раскатки барабан притормаживают, чтобы не перепутывались витки троса.

После нескольких пролетов (и обязательно за уличным перекрестком) барабан затормаживается полностью, а тележка продолжает двигаться. В это время раскатанный трос подтягивается и поднимается выше над проезжей частью, обеспечивая безопасность движения транспорта. Затем останавливают тележку и закрепляют трос на кронштейне (поперечине), после чего продолжают раскатку.

На последнем кронштейне (поперечине) барабан затормаживают, продолжая движение тележки, для предварительного натяжения троса, после чего останавливают тележку, закрепляют трос и анкеруют так же, как и в начале участка.

После раскатки трос натягивают монтажной лебедкой или полиспастом на всем участке. Значение натяжения определяют по монтажным таблицам (для ненагруженного троса). Для равномерного натяжения длинных участков блоки устанавливают с обоих концов троса, и натяжение выполняют одновременно. Затем анкерные ветви закрепляют.

Следующими операциями являются поочередное освобождение троса от временного подвешивания, перенос в седла узлов подвешивания и закрепление в них. Проверяют положение поперечины и кронштейнов в плане и возвращают в нормальное положение отклонившиеся во время натяжения троса.

На действующей сети раскатка усложняется наличием фиксирующих и других поперечин, находящихся ниже несущего троса цепной подвески. В этом случае, оставляя барабан на месте, трос вручную растягивают по участку с перекидкой через поперечины.

Раскатку несущего троса из проволоки ведут либо непосредственно с монтажной площадки, либо вручную по земле. Для удобства бухту проволоки закрепляют на вертушке. Во все время раскатки необходимо растягивать проволоку, так как при освобождении из бухты она вследствие упругости образует спираль большого диаметра и загромождает улицу.

Раскатку по земле вручную выполняют обычно, когда на проезжей части имеются препятствия для проезда монтажного поезда. Один или два монтера раскручивают стальной канат с барабана

(вертушку с проволокой), который через 30—40 м подхватывают другие монтеры и несут на плечах по участку.

Несущий трос в трамвайной сети может быть использован как усиливающий для увеличения электрической проводимости контактной подвески. В этом случае его выполняют медным или контактным проводом. Порядок монтажа в целом сохраняется и для этого случая, но на криволинейных участках малого радиуса, где цепная подвеска прерывается, а несущие тросы по обе стороны анкеруются, устанавливают обходное электрическое соединение. Его прокладывают в стороне от контактной подвески на несущих поперечинах или специальных кронштейнах и присоединяют к несущему тросу по обе стороны криволинейного участка.

Заключительной операцией является подготовка к подвеске контактного провода — установка подвесной и натяжной арматуры.

На трамвайных линиях для безопасности работ при эксплуатации несущий провод, как правило, электрически соединяют с контактным. Электрическое соединение осуществляется через скользящие неизолированные подвесы УПСН и УСПНД, специальные соединительные дужки и междупутные перемычки. Дужки и перемычки устанавливают после монтажа контактного провода.

На троллейбусных линиях для повышения надежности и по соображениям безопасности производства работ несущие тросы изолируют от контактного провода скользящими изолированными подвесами УПСИ и УПСИД. Для ограничения участка троса, попадающего под напряжение при случайном замыкании с контактным проводом, в несущий трос троллейбусной линии через каждые пять-шесть пролетов врезают натяжные изоляторы. В этом месте на кронштейн закрепляют анкерный хомут типа ХА, к которому с обеих сторон крепят по натяжной муфте и изолятору, соединенных с концами несущего троса. Натяжные муфты включают для регулировки натяжения несущего троса. Чтобы избежать случайного замыкания двух соседних секций, в несущий трос цепной подвески врезают натяжной изолятор.

Значительно большую сложность представляет монтаж полигонной подвески, которая встречается нечасто, но в некоторых случаях является наиболее рациональной, а иногда и единственной возможной. Сложность обусловливается зависимостью расположения отдельных элементов от положения всей системы в целом. Из нескольких способов монтажа можно рекомендовать один, выполняемый монтерами наиболее уверенно, с минимальным количеством регулировочных работ. По уточненным монтажным чертежам в монтажно-заготовительных мастерских (МЭМ) заготовляют все элементы полигона: полигонные тросы и поперечные струны. Каждый элемент монтируют и навешивают бирки. Оба полигонных троса раскатывают по земле на месте, и к одному из них закрепляют поперечные струны, а на втором делают отметки мест их крепления. Оба троса поднимают и закрепляют на опорах, один конец

постоянной, а второй временной заделкой. Затем тросы соединяют поперечными струнами. Выполняют подвеску провода и регулируют положение его в плане и по высоте, после чего временную заделку тросов перемонтируют в постоянную.

**Монтаж контактного провода на прямом участке.** Перед раскаткой контактного провода барабаны тщательно осматривают и устраняют выявленные недостатки: стягивают щеки шпильками, если барабан расшатался при транспортировке, заделывают поломанные борта, при необходимости в отверстия оси вставляют втулки. Затем барабан распаковывают, снимают обшивку и удаляют крепящие ее гвозди.

Для раскатки используют тележки различных конструкций. В качестве тележки применяют колесный кабельный транспортер ККТ-4У заводского изготовления (см. рис. 125). Для погрузки барабана на транспортер его устанавливают так, чтобы обе щеки барабана касались задней поперечины, а наружный конец провода был расположен сверху и направлен назад по ходу движения. При этом рабочая поверхность провода должна быть обращена к земле. Вставляют в барабан ось так, чтобы она не задевала своими концами задние укосины рамы. Трос обеих лебедок, имеющихся на транспортере, пропускают по верху передних роликов, под низ задних роликов, затем оборачивают ими задние ролики и коушами зацепляют с обеих сторон ось барабана. Равномерно вращая рукоятки обеих лебедок, поднимают барабан. В момент когда барабан слегка переходит заднюю поперечину, лебедку вращают в обратном направлении и постепенно опускают барабан на переднюю поперечину рамы.

Разгрузку барабана выполняют в обратном порядке, но тросы лебедки для этого перебрасывают поверх обоих роликов. После перехода «мертвой» точки, находящейся на задней поперечине, опускание на землю выполняют вращением рукояток в обратном направлении. До полного окончания подъема или опускания нельзя выпускать из рук рукоятки лебедок.

Чтобы поставить барабан в положение для раскатки провода, тросы лебедок перебрасывают через передние ролики и концами закрепляют ось барабана. Равномерно поднимают обеими лебедками барабан на высоту, при которой щеки, вращаясь, не задевают поперечные рамы. Устанавливают опоры барабана в соответствующих пазах и опускают ось барабана выточками на ролики опор.

Во время транспортировки барабанов ось следует расчалить с помощью тросов лебедки. Кроме того, при движении по городу или выезде на значительное расстояние на транспортере необходимо включить привод к тормозам.

Монтажный поезд составляют так же, как и для раскатки троса, используя тягач с тележкой на прицепе и автовышку, которая следует за тележкой. Поезд располагается на расстоянии

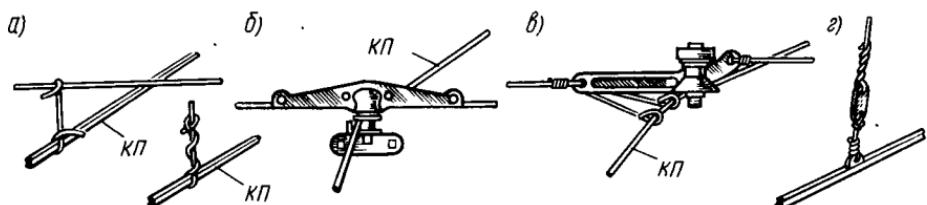


Рис. 62. Схема закрепления контактного провода КП при его раскатке: а — на прямом участке; б, в — на криволинейном участке; г — на струне

двух пролетов от начала подвески. Конец провода вручную подтаскивают к заранее заготовленному анкеру или к месту пристыковки, к ранее подвешенному проводу, провод поднимают наверх и соединяют с анкером или проводом. На первой поперечине провод, идущий с анкера, крепят к крюку монтажного зажима. При дальнейшем движении один из монтеров, подъехав к очередной поперечине, ставит на нее проволочный крюк и оттягивает ее вниз, а другой монтер подхватывает провод, заводит его за крючок и отгибаает конец крюка, чтобы предотвратить выскакивание провода (рис. 62).

Чтобы не спутывались витки провода, барабан во время движения притормаживают. Особенно внимательно нужно следить за сматыванием при переходе с одного ряда на другой и не допускать перехлестывания витков. Через несколько пролетов провод натягивают, для чего барабан затормаживают, а движение тележки продолжают для подъема провода до высоты 4,5—5 м от проезжей части. Остановив тележку, провод подвязывают к зажиму так, чтобы натяжение не ослабевало, и продолжают раскатку. На цепной подвеске провод при раскатке подвязывают в двух-трех местах к несущему тросу в каждом пролете для уменьшения провеса в середине пролета. С этой же целью при смене провода (на любой подвеске) новый провод подвязывают в пролете к старому.

За последней поперечиной барабан затормаживают и, продолжая движение, натягивают провод всего участка, выбирая образовавшиеся большие провесы его в пролете. Закрепив провод на последней поперечине монтажной лебедкой (полиспастами), осуществляют его предварительное натяжение.

На незамощенных путях трамвая раскатку выполняют с платформы, передвигаемой мотовозом. На платформе на домкратах устанавливают барабаны. Для монтажа применяют съемную изолирующую вышку на рельсовом ходу с небольшой монтажной площадкой наверху.

На строящихся путях трамвая или при отсутствии мотовоза раскатку можно выполнить вручную. В этом случае в начале участка барабан с проводом подвешивают на домкратах, установленных на земле. По мере сматывания провода рабочие поочередно берут

его на плечи и растягивают по участку. Для облегчения раскатки барабан вращают два электромонтера.

На действующих сетях, когда на работу дается ограниченное время, целесообразно привлекать дополнительную бригаду, а участок делить на отрезки длиной по 400—500 м. После раскатки на первом отрезке его отделяют временной анкеровкой, натягивают и отдают под монтаж одной из бригад. Продолжая раскатку, отделяют второй отрезок под монтаж и так до конца участка.

Для проверки положения раскатанного провода бригада электромонтеров проезжает весь участок, устранивая по пути как заедания на крючках, препятствующие равномерному натяжению провода, так и перекручивание провода вокруг своей оси, и закрепляет провод в зажимах через каждые три-четыре пролета для предотвращения повторного перекручивания. Для поворачивания провода пользуются специальным ключом.

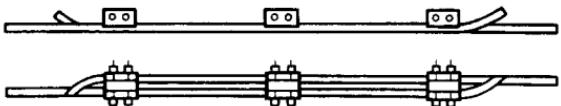
Затем выполняют окончательное натяжение провода и соединение его с грузовым компенсатором. В некомпенсированных подвесках натяжение определяют по монтажным таблицам соответственно сезону года. Натяжение измеряют шунтовым динамометром. Натянув провод, переводят его на постоянное закрепление в подвесах. Передвигаясь от подвеса к подвесу, вновь проверяют отсутствие перекручивания провода. В ночное время положение провода определяют сплошным прощупыванием фаски провода. Закрепляют провод в зажимах и при этом устраниют угон поперечины вдоль провода при натяжении.

В некомпенсированных подвесках провод закрепляют на поперечине так, чтобы не нарушалась ее прямолинейность. В цепных подвесках провод закрепляют на скользящих подвесах со смещением от середины участка в сторону анкеровки. Для каждой точки размер смещения определяют по таблицам или монтажным кривым в зависимости от удаленности до средней анкеровки и температуры, при которой выполняется монтаж.

Трамвайные зажимы устанавливают так, чтобы при случайных ударах токоприемника по гайкам последние затягивались. Троллейбусные зажимы размещают головками винта снаружи, чтобы можно было работать, стоя сбоку от линии. Посадка зажима на провод должна быть плотной, без перекосов. Закрепив зажим на проводе, его обстукивают, применяя деревянную подкладку, а затем окончательно затягивают крепящие винты или гайки.

Стыковое соединение трамвайных проводов выполняют внахлестку тремя зажимами. Длина стыкового соединения должна быть 0,7—1 м. Соединение следует делать под подвесом провода. Провод закрепляют по концам двумя соединительными зажимами ЗСП и одним подвесным ЗПД в середине стыка под подвесом. Оба провода располагают в одной горизонтальной плоскости, а их концы отгибают вверх и в сторону другого провода. В виде исключения в эксплуатации допускается соединение и в пролете, но не далее

Рис. 63. Стыковое соединение трамвайных проводов



5 м от подвеса. В этом случае провода крепят тремя соединительными зажимами ЗСП (рис. 63).

Стыковое соединение троллейбусных проводов осуществляют встык зажимом ЗС. Концы провода запиливают под плоскость перпендикулярно оси провода и очищают от заусенцев. Пробным надвиганием зажима на каждый из концов провода проверяют соответствие размеров паза. При слишком свободном проходе ширину паза уменьшают обстукиванием нижней части зажима.

Для соединения зажим подвигают полностью на один из концов провода, а затем, совместив торцы проводов легкими ударами молотка в торец зажима, сдвигают его на второй конец так, чтобы стык оказался в середине, а концы сходились. Завернув все болты до соприкосновения с проводом, врезают их в провод. Врезку начинают со средних болтов. Обходя несколько раз ключом поочередно все болты, поворачивают их равномерно на одну четверть или одну треть оборота, пока врезка не достигнет  $1-1\frac{1}{2}$  оборота, образуя плотное соединение. При этом нужно следить за тем, чтобы провод не был выжат из паза. Стыковое соединение делают вблизи подвеса.

Анкеровку контактных проводов выполняют в местах окончания линий, слияния и разветвления линий на стрелочных узлах, деления подвески на независимые анкерные участки, изменения натяжения или сечения контактных проводов. Стальной канат для анкерной ветви должен иметь прочность не менее прочности контактного провода. Для проводов сечениями 65 и 85  $\text{мм}^2$  применяют стальной семижильный канат с наружным диаметром 6,7 мм, а для провода сечением 100  $\text{мм}^2$  — 7,3 мм. Монтаж анкерной ветви сходен с монтажом поперечины.

Первый изолятор на анкерной ветви трамвайного провода должен располагаться вне зоны движения токоприемника на 1,5—2 м от оси пути. Следует избегать пересечения анкерной ветвью контактного провода. При неизбежности пересечения анкерную ветвь поднимают над проводом на достаточную высоту и подвешивают на несущей поперечине. Например, на рис. 104 анкерная ветвь положительной полярности стрелки троллейбуса поднята на следующую несущую поперечину и затем направлена на опору. Для уменьшения участка прохождения анкерной ветви над путем трамвая делают наибольший вынос контактного провода в сторону анкерной ветви в точке ее присоединения.

В местах входа линий в искусственное сооружение (тоннель, путепровод и др.) и на выходе из него при жесткой подвеске контактных проводов их следует анкеровать.

Заключительными операциями являются регулировка положения провода в плане и по высоте, установление зигзага на трамвае и смещение подвесов на скользящих струнах компенсированных подвесок.

**Монтаж контактного провода на криволинейных участках.** Последовательность монтажа та же, что и на прямых участках, но с изменениями, вызванными большими горизонтальными усилиями в точках подвешивания.

На криволинейных участках пути наибольшее распространение получила простая контактная подвеска.

На всех поперечинах кривого участка до начала раскатки устанавливают подвесы с зажимами. Во время раскатки провод закладывают сверху зажимов, повернутых перпендикулярно к проводу (см. рис. 62, б) и подвязывают к подвесу вязальной проволокой или двойным крючком (см. рис. 62, в). Можно провод закладывать за крюк предварительно установленного монтажного зажима.

Создав проводу предварительное натяжение, его подтягивают к ранее заготовленным оттяжкам с помощью монтажной лебедки (полиспаста) и соединяют временными креплениями. После этого провод натягивают окончательно до натяжения, предусмотренного в монтажных таблицах, в соответствии с сезоном регулирования и температурой. При большой длине провод натягивают с обеих сторон или последовательно по участкам.

С внешней стороны каждой поперечины ставят монтажный зажим, а на провод накидывают скобу, охватывающую его с обеих сторон от подвеса. Захватив зажим и скобу лебедкой, подтягивают провод к зажиму, освобождают подвес и снимают вязальную проволоку. Постепенно отпуская лебедку, заводят провод в зажим, укладывают его на основную щечку до полного захода губок в фаску провода и закрепляют прижимной щечкой, добиваясь плотной посадки зажима на проводе.

Наибольшую надежность получают при закреплении провода в зажиме подвеса и установке рядом одного или двух фиксаторов по одну или обе стороны от подвеса закреплением их на общей поперечине.

В трамвае на гибких поперечинах для выноса провода на криволинейном (большого радиуса) участке, а также для образования зигзага на прямом участке применяют фиксаторы с подкосами типа Ф-3. Межструновые пролеты с фиксаторами делают на 2—3 м меньше остальных.

Участки малого радиуса монтируют на поперечинах с фиксаторами Ф-6 или неизолированными подвесами Ф-7. В троллейбусной цепной подвеске на кронштейнах оттягивание контактных проводов на криволинейном участке в сторону опоры выполняют оттяжкой, а в противоположную сторону — обратным фиксатором. В последнем

случае для компенсации влияния сосредоточенной массы подвеса монтируют рессорную струну.

Заключительными операциями являются проверка и регулировка положения провода в плане и по высоте, проверка углов в точках креплений, устранение смещений поперечин и местных изгибов провода.

**Монтаж сталялюминиевого провода.** Барабаны сталялюминиевого провода значительно больше барабанов с медным, и для раскатки необходимы тележки соответственных размеров. При раскатке необходимо все время поддерживать натяжение 2000—3000 Н. Раскатка на земле без натяжения исключается. Выполняя рихтовку, следует оберегать сталялюминиевую часть от ударов. Отрихтованный провод должен быть прямолинеен без волнистостей и отклонений от вертикали плоскости симметрии, это особенно касается маятниковой подвески. Особенно опасным для алюминиевой части является скручивание провода. Рихтовку выполняют двумя рихтовочными ключами, расстояние между которыми должно быть не менее 300—400 мм. Резкие прогибы провода могут вызвать расслаивание, поэтому при необходимости изогнуть конец провода оставляют от конца 300—400 мм, делают изгиб и лишь после этого обрезают в нужном месте. Концы провода покрывают густой антикоррозионной смазкой, предохраняющей от проникновения влаги между стальной и алюминиевой частями. Смазку наносят до монтажа стыков или соединения концевых частей.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как ведутся работы по установке опор?
2. Как выполняют установку кронштейнов?
3. Как выполняют монтаж гибких простых и гибких цепных поперечин?
4. Что такое зигзаг провода и какими величинами он характеризуется?
5. Расскажите, как располагается контактный провод на криволинейном участке трамвая.
6. Расскажите о порядке разбивки опор.
7. Как определяется место фиксации слияния контактных проводов над стрелочным слянием?
8. Как трассируется линия троллейбуса на прямолинейном и криволинейном участках?

## ЛИНЕЙНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СПЕЦЧАСТИ

## 16. Линейные разъединители

Для электрического соединения или разъединения секций (участков) контактной сети между собой или с питающими линиями, подводящими электроэнергию от тяговых подстанций, применяют

разъединители, установленные непосредственно на линии.

Мачтовый разъединитель РМ-1(0)-1/1000 для закрепления на опоре (рис. 64) и РМ-1(Ст)-1/1000 для закрепления на стене применяют для секционирования контактной сети депо, заводов, подъездных, маневровых и отстойных путей. Разъединитель относится к вертикально-поворотному типу, он рассчитан на длительный ток 1000 А. Конструкция смонтирована на опорной раме и состоит из двух опорных изоляторов 1 с укрепленной на них контактной системой. Разъединитель на рис. 64 показан во включенном положении, контактный нож находится в горизонтальном положении. При переводе рычажным приводом ножа 3 в наклонное положение между токоведущими частями устанавливается воздушный промежуток.

На одном изоляторе и ноже укреплены дугогасительные рога 2, которые во включенном положении касаются друг друга. Во время отключения под нагрузкой между контактами возникает электрическая дуга, которая при образовании воздушного промежутка перебрасывается на рога, поднимается по ним вверх и разрывается. Это предохраняет поверхности основных контактов от оплавления. По

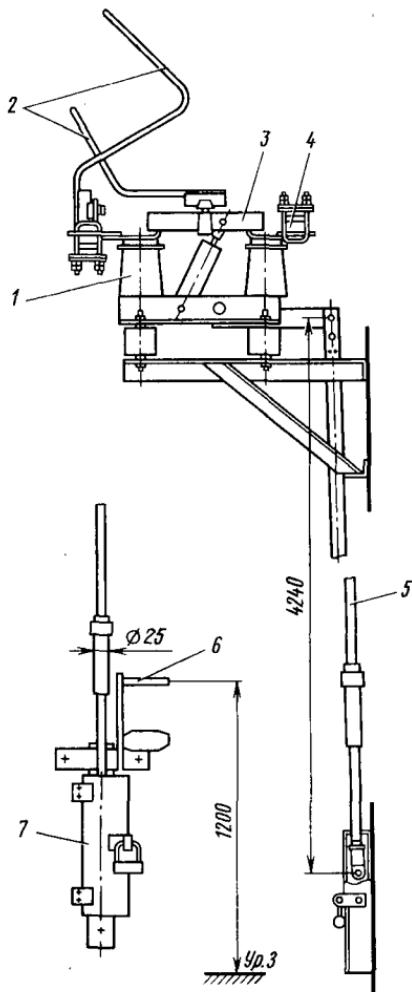


Рис. 64. Мачтовый разъединитель РМ-1(0)-1/1000

обе стороны разъединителя на опорных изоляторах закреплены зажимы 4 для подсоединения подходящих проводов.

Рычажный механизм приводится в действие штангой 5, опускающейся вниз к шкафу 6 с рукояткой 7 для ручного привода. Рукоятка имеет два положения: верхнее при включенном разъединителе (показано на рис. 64) и нижнее при отключенном. Рукоятку поворачивают при отпирании дверцы шкафа. Положение рукоятки фиксируется закрытой дверцей шкафа. После закрытия дверцу запирают висячим замком, ключи от которого находятся у персонала, имеющего право оперативных переключений.

Перед монтажом проверяют состояние контактирующих поверхностей, которые в случае окисления зачищают мелкой шкуркой и смазывают техническим вазелином. Форму дугогасящих рогов и воздушный зазор между ними проверяют по шаблонам. Проверяют плотность прилегания контакта и нажатие ножей.

Монтаж начинают с установки кронштейна на опоре или стене здания. Сверху кронштейна на четырех опорных изоляторах крепят

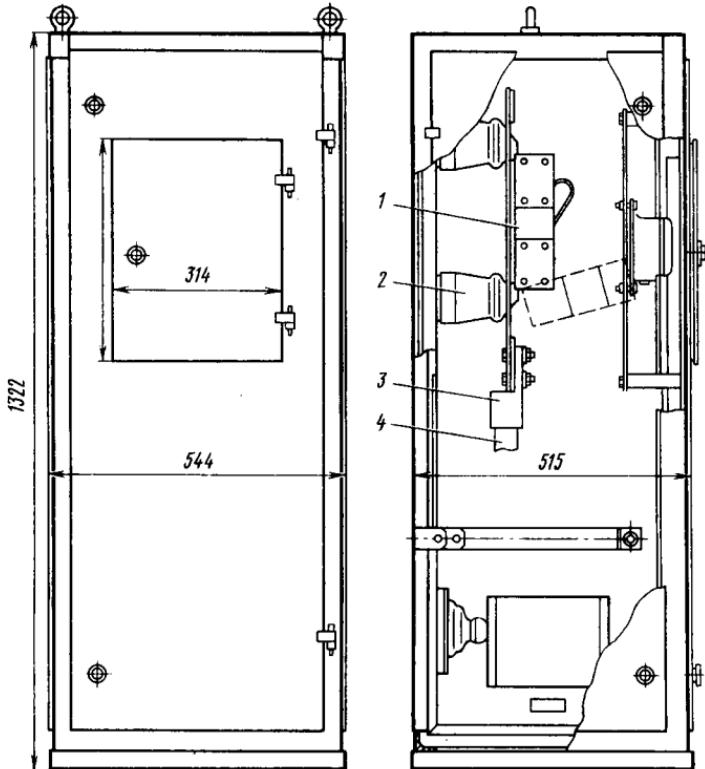


Рис. 65. Шкаф ШПК-2:

1—разъединитель; 2—изолятор; 3—наконечник кабеля; 4—кабель

собранный разъединитель. Внизу закрепляют шкаф с ручкой привода, а затем монтируют штангу привода и регулируют ее длину, добиваясь четкого срабатывания механизма привода.

Переключательные кабельные шкафы ШПК являются линейными разъединителями наземной установки. Эти шкафы изготавливают на два или три кабельных ввода, марки шкафов соответственно ШПК-2 (рис. 65) и ШПК-3. Шкафы устанавливают на металлических конструкциях заводского изготовления, которые заделывают в землю. Шкаф имеет три дверки—одну переднюю и две боковые, раскрытие которых полностью открывает доступ к установленному внутри разъединителю, что представляет большие удобства для производства монтажа и ремонтов кабелей. Каждый из вводимых кабелей закрепляют внизу на конструкции, а затем подводят к разделяителю или вертикальной шине, где он закрепляется своим наконечником. Для шкафов ШПК-2 и ШПК-3 предусмотрена установка одного разъединителя, что позволяет отключить выводы кабелей от питающей линии.

Для оперативных переключений в передней двери шкафа имеется небольшая дверца с внутренним замком, располагаемая напротив разъединителя. Включение и отключение разъединителей выполняют изолирующей штангой через дверцу, оставляя закрытыми все дверки.

Шкафы ШПК применяют в качестве линейного разъединителя питающих линий контактной сети и в качестве переключательного шкафа кабельных линий.

## 17. Кривые держатели

В троллейбусной сети для подвески и изменения направления контактного провода применяют держатели кривой, позволяющие осуществить изменение направления провода в плане на угол  $6\div45^\circ$  в одной точке. Для меньших углов поворота до  $8^\circ$  используют двуплечие подвесы с подвесными зажимами.

Кривые держатели изготавливают следующих типов: КД 25/45, КД 10/25, КД 6/12, КД-14. Во всех четырех типах держателей предусматривается проход токоприемника скольжением контактной вставки на всем протяжении кривого держателя.

Кривой держатель КД 25/45 (рис. 66) имеет сборную конструкцию, предназначенную для поворота линии троллейбуса на углы  $25\div45^\circ$ . Комплект состоит из двух плит 2, на которых закрепляют контактные провода МФ-85, двух ходовых бегунков 1 из круглой стали диаметром 18 мм с концевыми зажимами 5, обеспечивающими плавность перехода с провода на бегунок и обратно; четырех предохранителей 4 от западания штанги при ее сходе между проводами и бегунком, а также планочного изолятора 3 марки И-1,7, соединяющего плиты.

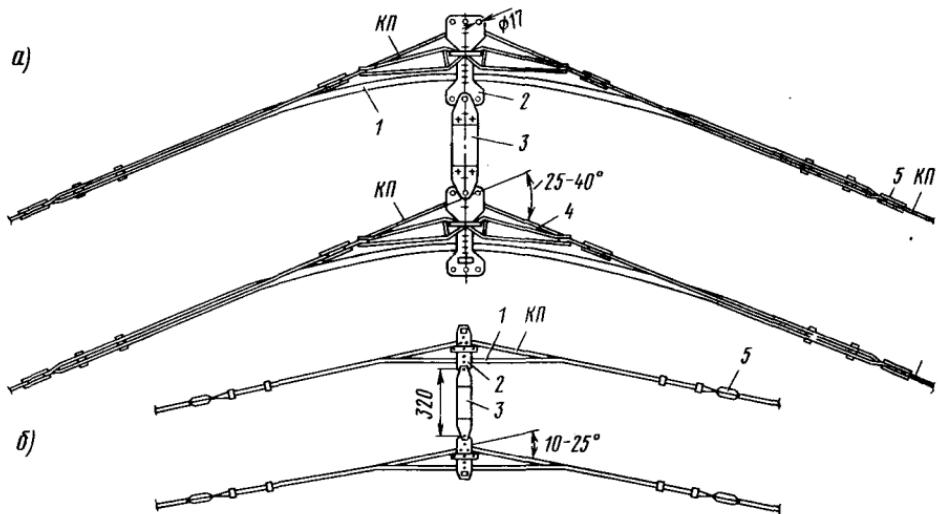


Рис. 66. Кривые держатели:

а — типа КД 25/45; б — типа КД 10/25; КП — контактный провод; 1 — бегунок; 2 — плита; 3 — планочный изолятор; 4 — предохранитель; 5 — концевой зажим

С обеих сторон каждой плиты имеется по три отверстия для закрепления одного или двух изоляторов на 12 000 Н (марки И-1,2) или 17 000 Н (марки И-1,7), предназначенные для соединения кривого держателя с тросовой системой.

Для закрепления бегунков по оси плит расположены отверстия, которые используют в соответствии с углом фактического угла поворота проводов линии; ближайшее к повороту отверстие предназначено для угла 25° и близких к нему, а наиболее удаленное — для 45° и близких к нему, отверстия между ними — для промежуточных значений углов. Наверху плиты предусмотрено загибное ушко для скрепления со струной на случай подвешивания кривого держателя к несущей поперечине.

Бегунок изготавливают двух типов для КД 25/45 и КД 10/25, они отличаются длиной и массой: длина бегунка для КД 10/25 — 2628 мм, масса 6 кг; для КД 25/45 — 3528 мм, масса 7,8 кг.

На контактном проводе бегунок закрепляют одной стороной концевым зажимом. Провод далее проходит между щеками проводника, отклоняется в сторону от бегунка и закрепляется на плите, а затем в обратном порядке на сходе с кривого держателя вторым концевым зажимом закрепляется на бегунке. Щеки проводника стягиваются колодками, которые одновременно служат опорами для болтов, отжимающих провод к подкладке.

Предохранитель представляет сварную конструкцию, заполняющую собой свободное пространство, образующееся между контактным проводом и бегунком, так, чтобы головка сошедшей штанги не

могла проскочить между ними. К проводу предохранитель крепится концевым зажимом, а на плите болтом.

Общая масса КД 25/45 составляет 28 кг.

Для монтажа комплект кривого держателя на два провода разбирают на части: плиты, бегунки, концевые зажимы, колодки с упорными болтами и планочные изоляторы. Все детали осматривают, проверяя отсутствие дефектов.

Монтаж производится после окончательного натяжения контактных проводов в следующем порядке:

контактные провода оттягивают монтажной лебедкой (полиспастом) в положения, по возможности близкие к предназначенному для установки кривого держателя на линии трассировки;

соединяют обе плиты планочным изолятором И-1,7 и накладывают сверху проводов;

контактные провода заводят в заплечины и закрепляют прижимными болтами;

при помощи монтажной лебедки устанавливают окончательное положение провода. На внешней стороне плиты закрепляют планочный изолятор и скрепляют его с тросовой системой;

бегунки вручную выгибают в плавную кривую с поворотом на угол, примерно равный заданному для провода, и закрепляют на плитах в отверстиях, соответствующих заданному углу;

заводят провод в концевые зажимы и предварительно (не очень сильно) стягивают обе щеки зажима;

заложив в прорези колодочки и подкладки под упорные болты, отжимают провод так, чтобы создавалась плавная ходовая линия на переходе с провода на бегунок и с бегунка на провод с «поперстными» уступами (0,5—1 мм);

окончательно закрепляют концевые зажимы, добиваясь плотной посадки на провод, легким постукиванием молотка по щечкам во время затяжки винтов;

закрепляют предохранители на плитах и контактных проводах;

если предусмотрена подвеска кривого держателя к несущей поперечине, то соединяют плиты со струнами с помощью загибных ушек и регулируют высоты, изменяя длины струнок.

Кривой держатель КД 10/25 предназначен для углов поворота 10—25°, имеет сходную с КД 25/45 конструкцию и взаимозаменяемые детали, но из-за уменьшенных углов поворота отличается от него облегченной конструкцией плиты, меньшей длиной ходовой шины, планочными изоляторами на меньшую нагрузку (И-1,2) и отсутствием предохранителей. Общая масса держателя 15,6 кг. Монтаж КД 10/25 сходен с монтажом КД 25/45, но несколько облегчен и упрощен благодаря меньшим действующим усилиям и отсутствию предохранителей.

Кривые держатели КД 6/12А (для оттяжки) и КД 6/12Б (для поперечины) (рис. 67) предназначены для углов поворота провода 6—12°. Держатель собирают из двух спаренных троллейбусных жест-

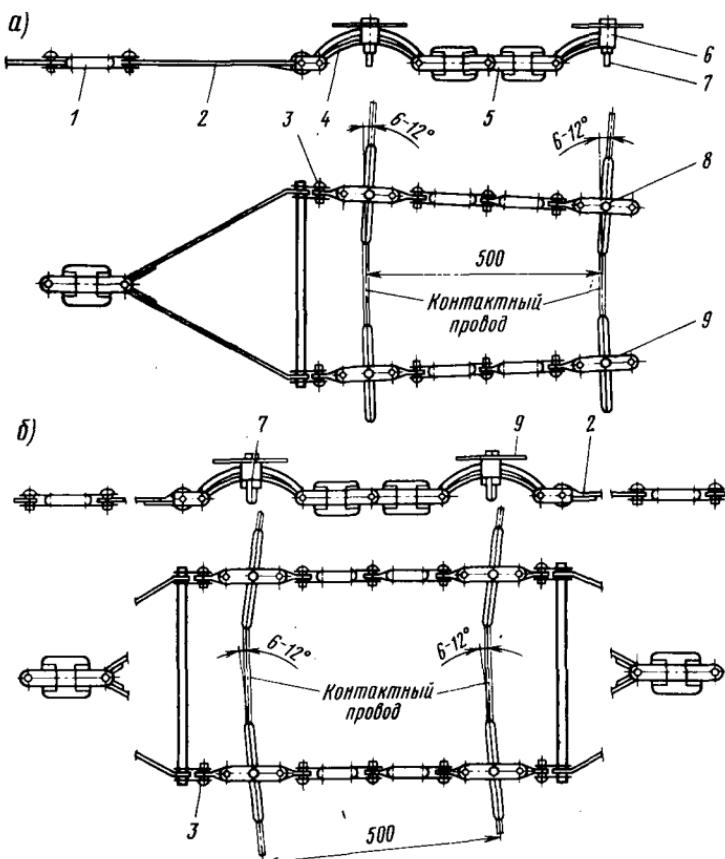


Рис. 67. Кривые держатели:  
 а — типа КД 6/12А; б — типа КД 6/12Б; 1 — изолятор ИП-2; 2 — коромысло; 3 — ось; 4 — подвес ПНД; 5 — изолятор ИП-1; 6 — подвес ПНО; 7 — зажим ЗПВ; 8, 9 — ушко загибное

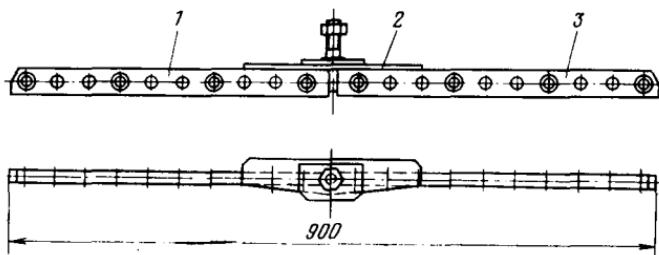


Рис. 68. Кривой держатель КД-14:  
 1, 3 — левая и правая прижимные щечки; 2 — направляющая

ких подвесов и коромысла, состоящего из распора и тяги. Токоприемник проходит КД 6/12 скольжением контактной вставки по контактному проводу, что обеспечивает хороший токосъем. Масса крикого держателя КД 6/12А—11 кг и КД 6/12Б—13,6 кг.

Кривой держатель КД-14 (рис. 68) представляет собой значительно удлиненный подвесной троллейбусный зажим. Это позволяет увеличить наибольший допускаемый угол поворота с  $8^\circ$  для обычного зажима ЗПВ-2 до  $14^\circ$ . Держатель состоит из направляющей 2, прижимных двух щечек (правой и левой) 1 и 3, скрепляемых с направляющей восемью специальными винтами. Направляющая воспринимает усилие от поворота контактного провода и передает на двуплечий подвес, с которым она скрепляется шпилькой с гайкой. Выпрямленная длина направляющей 900 мм, масса 3,4 кг (для одного провода). Для монтажа на поперечине закрепляется парный троллейбусный подвес с закрепленными направляющими. Предварительно отрегулированный по натяжению провод оттягивается монтажной лебедкой (полиспастом) к подвесу и заводится фаской в паз направляющей, которая заранее плавно изогнута на угол, примерно равный заданному. Закрепляют провод щечками, добиваясь плотной посадки, слегка обстукивая их молотком.

## 18. Средняя анкеровка проводов

На анкерном участке полукомпенсированной цепной подвески с грузовыми компенсаторами на обеих сторонах для разделения действия грузов по длине участка в середине его создают неподвижную точку на контактном проводе. Неподвижная точка ограничивает участок повреждения контактной сети при обрыве контактного провода и исключает перетягивание в одну сторону провода одним из грузов. Для создания такой точки на проводе закрепляют специальный зажим, растягиваемый в обе стороны наклонными тросами, закрепляемым вторыми концами на несущем тросе цепной подвески. Это устройство называется *средней анкеровкой* (рис. 69, а). Конечно, неподвижной точкой такое закрепление провода можно считать лишь условно, поскольку подвеска выполнена из гибких упругих элементов, но достигаемое резкое ограничение перемещения провода на небольшую длину практически достаточно для выполнения поставленной задачи.

Разновидностью специального зажима являются узлы подвешивания контактного провода цепной подвески: для трамвая—скользящий неизолированный двойной типа УПСНД (рис. 69, б) и для троллейбуса—скользящий изолированный двойной УПСИД (рис. 69, в).

На несущем тросе цепной подвески анкерные ветви закрепляют с помощью зажима средней анкеровки (рис. 70). Длина каждой из ветвей средней анкеровки должна быть равна пятикратному расстоянию

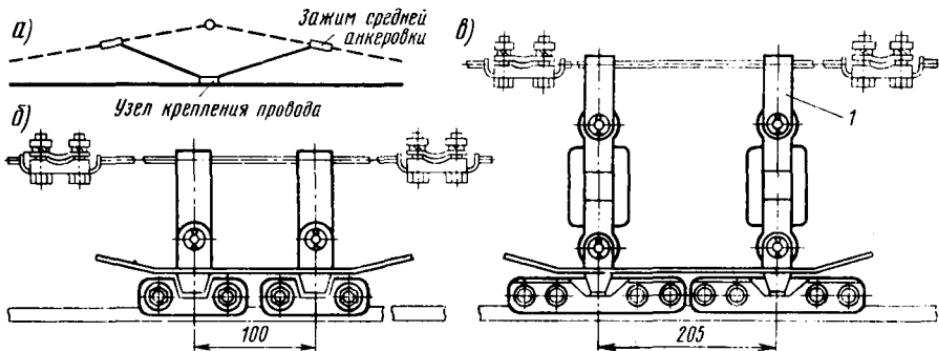


Рис. 69. Средняя анкеровка:

а — общий вид; б — узел крепления трамвайного провода; в — узел крепления троллейбусного провода; 1 — серьга С-1

между несущим тросом и проводом под поддерживающей конструкцией.

Среднюю анкеровку размещают под кронштейном или несущей поперечиной, которые в свою очередь анкеруют в обе стороны на опоры или стены зданий.

Встречающиеся на середине анкерного участка сетевые узлы и криволинейные участки контактных линий радиусами менее 100 м получают лишь незначительные перемещения при изменении температуры, и их можно принимать в качестве средней анкеровки, а при криволинейных участках с радиусами более 100 м среднюю анкеровку смещают от середины участка в сторону криволинейного участка на один или два пролета, что уменьшает неравномерности натяжений из-за реакции струн, фиксаторов и поддерживающих конструкций.

Устраивать средние анкеровки для сталеалюминиевого провода не рекомендуется. Алюминий, из которого состоит верхняя часть провода, и его связь с нижней стальной частью не обеспечивают необходимой прочности при применении рассмотренных выше зажимов для медного провода. Конструкция зажима, закрепляющегося за стальную часть, получается довольно громоздкой, с большой массой, что снижает надежность и делает среднюю анкеровку малоэффективной.

Монтаж средней анкеровки выполняют после полного окончания монтажа подвески и регулировки натяжения контактного провода. Грузы компенсаторов на обеих сторонах анкерного участка должны находиться на высоте, соответствующей указаниям монтажной таблицы для температуры воздуха при монтаже.

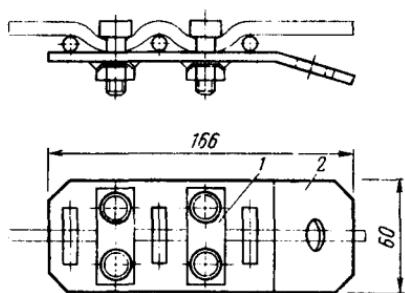


Рис. 70. Зажим средней анкеровки:  
1 — хомут; 2 — планка

Монтаж выполняется в следующем порядке:  
анкеруют в обе стороны кронштейн или несущую поперечину, находящиеся над средней анкеровкой, при этом натяжения анкерных ветвей делают приблизительно равными 800 Н, что должно обеспечить требуемое натяжение и большие провесы;

закрепляют специальный зажим на контактном проводе и зажимы средней анкеровки на несущем проводе;

соединяют заранее заготовленные ветви троса (длина каждой ветви 5—6 м) с зажимом на проводе и зажимами средней анкеровки на несущем тросе;

регулируют натяжение ветвей и положение зажима на проводе так, чтобы он был под кронштейном или несущей поперечиной; окончательно закрепляют зажимы.

## 19. Контактные подвески в искусственных сооружениях

Тип подвески в искусственном сооружении выбирают в зависимости от вида самого сооружения и возможности закрепления поддерживающих устройств подвески на его конструкциях, его высоты над уровнем дорожного покрытия или уровнем головки рельса трамвая, длины сооружения и типов подвески подходящих к сооружению линий контактной сети. Главным требованием для подвески любого типа, принятой для прохода через искусственное сооружение, является соблюдение установленных габаритов и норм (см. параграф 11). Предпочтение отдается эластичным подвескам, по возможности близким к подвескам на прилегающих участках. Жесткую простую подвеску следует применять лишь в случаях, когда высота сооружения не позволяет применить другую, она допускается на коротких участках (протяженностью 30—40 м) под искусственным сооружением, если высота его (в свету) до 5 м, при условии ограничения скорости движения до 15 км/ч.

Контактную подвеску любого типа в искусственных сооружениях, имеющих высоту над трамвайной линией менее 6 м и менее 8 м над троллейбусной, защищают от металлических конструкций самого сооружения изолирующей подшивкой.

Выполняют подшивку в виде сплошных или решетчатых деревянных щитов на 0,2 м более верхнего узла токоприемника для каждого пути трамвая и 1—1,2 м для каждой линии троллейбуса. Решетчатые щиты легче сплошных, имеют меньшую поверхность, на которой скапливается снег и мусор, лучше продуваются ветром от пыли и быстрее просушиваются. Решетчатый щит должен иметь вдоль каждого контактного провода прикрывающую доску шириной не менее 250 мм. Троллейбусные щиты имеют с боков сплошные деревянные борта высотой 50 мм. Решетка должна иметь ячейки таких размеров, чтобы исключалось касание фермы сооружения штангой.

В продольном направлении подшивка должна выступать на 0,25 м за пределы сооружения.

При каменной или бетонной облицовке искусственного сооружения и при отсутствии на ее поверхности выступающих металлических деталей применять изоляционные щиты не обязательно.

В жесткой подвеске деревянные щиты являются второй ступенью изоляции при закреплении контактного провода на потолочных изолированных подвесах, поэтому не допускается нарушение ее сквозными болтами или гвоздями. Болты, крепящие потолочные подвесы, должны быть удалены от заземленных частей сооружений не менее чем на 100 мм, в противном случае утопленные в щит головки заливают изоляционной массой, а открыто выходящие вниз части болтов или винтов зашивают деревом. Изготовленные щиты окрашивают в два слоя масляной краской, причем первый раз — сразу после изготовления в мастерской.

Расстояние между потолочными подвесами принимают на трамвайных линиях до 8 м, а на троллейбусных до 4 м.

Особые условия токосъема возникают в искусственных сооружениях при понижении высоты подвески контактного провода. Здесь происходит увеличение нажатия токоприемника на провод, увеличиваются динамические воздействия, часто возникает вибрация токоприемника и провода. Происходит интенсивный износ контактного провода и токоприемников вследствие усиленного истирания и образования трещин в неподвижных точках, где гасятся вибрационные колебания, а наличие даже небольших дефектов на токоприемнике или проводе может служить причиной их поломки, тогда как те же дефекты в других местах малозаметно сказываются на токосъеме. В наибольшей степени это проявляется при пантографах и асимметричных пантографах (полупантографах), в меньшей — при токоприемнике троллейбуса благодаря малой приведенной массе и легкости отклонения токосъемника вниз при встрече с препятствием.

Уменьшение высоты контактной подвески под сооружением вызывает увеличение нажатия токоприемника на провод и тем самым усиленный износ последнего. Для повышения надежности трамвайной подвески и предохранения от касания токоприемниками трамвая щитов на последних подвешивают два контактных провода симметрично оси пути на расстоянии 40—50 м один от другого. С этой же целью подвешивают вместо двух проводов две шины из полосовой или угловой стали несколько ниже уровня провода, а сам провод (в этом случае один) располагают посередине. Проходя под сооружением, токоприемники скользят по шинам, не касаясь контактного провода. Шины и контактный провод соединяют электрически между собой.

При использовании простой полужесткой подвески контактные провода подвешивают на гибких поперечинах, прикрепляемых к несущим конструкциям сооружения. Длину пролета принимают не более 12 м.

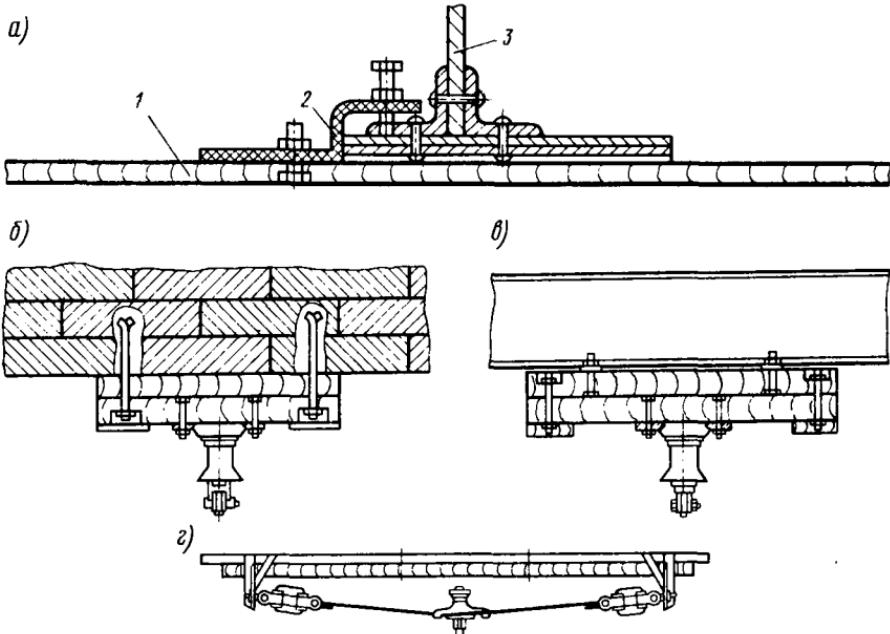


Рис. 71. Схема подвески в искусственных сооружениях:  
а, б, в, г — схемы закрепления соответственно накладной лапой, на кирпичном перекрытии, на металлических балках; гибкой поперечине; 1 — щит; 2 — «лапа», 3 — ферма

Осуществляя монтаж цепной полукомпенсированной подвески, сопряжение анкерных участков выносят за пределы искусственного сооружения. В тоннелях большой протяженности контактную подвеску выделяют в отдельный анкерный участок или несколько анкерных участков. Размещение анкерных ветвей в тоннеле возможно лишь при достаточной высоте тоннеля, позволяющей поднять ветви на 0,25—0,5 м выше уровня самой контактной подвески. Сопряжение анкерных участков и средние анкеровки следует располагать на прямых участках пути.

На металлических фермах широко применяют крепление изолирующих щитов с помощью накладной лапы (рис. 71, а), не нарушая прочности сооружения, такое крепление обеспечивает минимальную потерю высоты контактной подвески. Другие способы крепления изолирующих щитов показаны на рис. 71, б—г.

Площадь сечения токопроводящих элементов в пределах искусственного сооружения должна быть равна площади сечения прилегающих участков. В случае уменьшения площади сечения монтируют обводные электрические соединения.

Контактную линию, проходящую под искусственным сооружением или вблизи зданий на расстоянии менее 1,5 м от мест, доступных для людей, ограждают предохранительными щитами.

## 20. Схемы питания и секционирования

Схемы секционирования контактной сети и расположение пунктов присоединения питающих линий определяют в соответствии с результатами электрического расчета.

Схема питания должна обеспечивать минимальные потери электроэнергии в сети и высокое качество электроэнергии, передаваемой к подвижному составу. Средние потери напряжения от подстанции до токоприемника в любой точке сети в нормальных условиях не должны превышать согласно ПТЭ 15% номинального напряжения сети, т. е. 90 В.

В вынужденных и разгрузочных режимах средние потери напряжения от подстанции до наиболее удаленных точек участка должны быть не более 170 В. Примерами вынужденного режима могут служить питание участка от смежных питающих линий или подстанции при выходе из строя питающих линий или подстанций, нормально питающих эти участки, или увеличение нагрузки в связи с переключением движения подвижного состава других направлений, вызванного закрытием движения на каком-либо участке сети, и др.

Другим нормативом, ограничивающим длину питающего участка, является предельно допустимый электрический ток, проходящий по контактному проводу.

Эффективная нагрузка контактного провода вблизи питающего пункта в длительном режиме работы не должна превышать значений, приведенных в табл. 20. *Эффективным током (нагрузкой)* называется ток, который равен эквивалентному по тепловому действию току, за выбранный интервал времени (12—16 мин при наиболее интенсивном периоде графика движения).

В аварийных и вынужденных режимах допускается увеличение на 40% значения допустимой нагрузки контактного провода:

на время не более 0,5 ч при температуре окружающего воздуха до 20 °С;

на все часы интенсивного движения в течение суток при отрицательных температурах окружающего воздуха.

Исключение представляет провод МФ, для которого согласно ПТЭ в расчетном вынужденном режиме допускается повышение плотности до 6,5 А/мм<sup>2</sup>, т. е. увеличение на 30%.

Таблица 20

Марка провода	Допустимая токовая нагрузка на один провод	
	новый	с предельно допустимым износом
МФ-85	425	310
ПКСА-80, 180	525	480
СМ-85	275	200

Схема питания должна быть гибкой, позволяющей:  
при выходе из строя любой питающей линии быстро переключить ее участок контактной сети на питание от одной или нескольких соседних питающих линий;

локализировать место повреждения контактной сети с целью скорейшего его обнаружения и организации движения на смежных участках, а при имеющихся возможностях и по обходным путям;

снять напряжение с небольшого участка сети для ремонтных работ при сохранении напряжения на остальной сети.

При выборе схемы секционирования следует учитывать нагрузки отдельных участков, возможность загрузки и перегрузки питающих линий, наличие обходных путей.

Сложные узлы и прилегающие к ним участки сети небольшой протяженности выделяют на самостоятельное питание. Трамвайное депо и троллейбусные парки, вагоноремонтные заводы и другие крупные потребители энергии также выделяют на самостоятельное питание, так как в разветвленных сетях этих потребителей наиболее вероятны повреждения. Для аварийного переключения в сети предусматривают резервные секционные нормально замкнутые изоляторы, позволяющие отключать от магистральных линий грузовые ветки и вспомогательные линии.

Некоторые наиболее характерные схемы секционирования контактной сети по проводу положительной полярности приведены на рис. 72. Провод и питающие линии отрицательной полярности для упрощения схемы на рисунках не показаны.

*Схема одностороннего питания с присоединением питающей линии в середине участка* (рис. 72, а) является наиболее простой и экономичной при питании участков сети вблизи подстанций. При такой схеме потери электроэнергии в сети минимальны.

*Схема одностороннего питания сети с присоединением питающих линий в начале участка* характерна для участков, проходящих в непосредственной близости от подстанции (рис. 72, б). Схема обеспечивает аварийную разгрузку питающих линий, так как в случае выхода из строя одной из питающих линий нагрузку передают другой. Недостатком схемы является повышенное падение напряжения в контактном проводе на конце участка из-за консольного распределения нагрузки.

При питании контактных сетей большой протяженности от одной подстанции, кроме основных кабелей, дополнительно прокладывают кабели длиной 1,2—1,5 км для питания удаленных участков сети (рис. 72, в). При консольном питании в случае больших падений напряжения в проводе параллельно контактному проводу подвешивают дополнительные усиливающие провода.

*Схему питания контактной сети одновременно с двух подстанций* (рис. 72, г) при их параллельной работе применяют на участках смежных подстанций. При большом расстоянии между подстан-

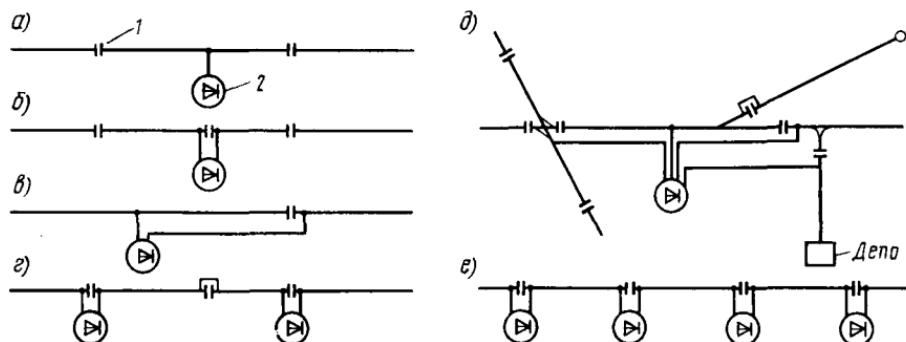


Рис. 72. Схемы секционирования контактной сети:

1—секционный изолятор; 2—тяговая подстанция

циями схема позволяет улучшить питание участка и повышает оперативные возможности системы электроснабжения.

Рассмотрим схему питания и секционирования сети в районе одной подстанции (рис. 72, *д*). Сеть разбита на отдельные участки с учетом требований секционирования; депо и сложный узел выделены на самостоятельные питающие линии; линия, отходящая от основной магистрали, секционирована замкнутым изолятором. Схемой предусмотрена возможность передачи нагрузки участков на смежные питающие линии посредством замыкания соответствующего секционного изолятора.

В схеме электроснабжения троллейбусной линии с двусторонним питанием от одноагрегатных подстанций (рис. 72, *е*) питающие линии имеют минимальную длину, напряжение в контактной сети распределено равномерно, не требуются сетевые коммутационные устройства для передачи нагрузки с одной подстанции на другую.

Контактные сети депо, заводов и ремонтных мастерских дополнительно секционируются в соответствии с требованиями технологического процесса, выполняемых работ и требованиями техники безопасности.

В сложных и разветвленных сетях депо секционирование преследует цели возможно быстрого отыскания места повреждения сети, его локализацию и организацию объезда поврежденного участка. Сеть депо делят на несколько (сравнительно небольших числом) секций с таким расчетом, чтобы при снятии напряжения с какой-либо из них сохранялась возможность (хотя бы и в уменьшенном объеме) работы депо с использованием оставшихся секций. Основную заботу проявляют о сохранении возможности выпуска подвижного состава на линию в утренние часы. Серьезность этого понятна, если представить, к какому массовому опозданию на работу и дезорганизации работы предприятий может привести длительная задержка выхода на линию подвижного состава.

*Секционные изоляторы* следует располагать на горизонтальных прямых участках сети. Запрещается устанавливать изоляторы на подъемах более 0,020 в сетях трамвая и на подъемах более 0,030 в сетях троллейбуса, а также на кривых участках пути радиусом менее 100 м. Секционные изоляторы одной полярности в обоих направлениях движения подвешивают, как правило, на одной поперечине.

## 21. Кабельные сети

Электрическая энергия передается от питающего центра на тяговую подстанцию и от нее на контактную сеть по подземным кабельным или воздушным линиям. Для городских условий предпочтение отдается подземным кабельным линиям. Воздушные линии загромождают улицу, нарушают архитектурный вид и в сравнении с подземными кабелями чаще повреждаются, а при обрыве провода представляют опасность для населения.

Кабель, предназначенный для передачи и распределения электрической энергии, называется *силовым* в отличие от кабелей другого назначения, например связи, контрольных и др.

В тяговых сетях постоянного тока применяют одножильные кабели с двумя контрольными жилами, в сетях переменного тока — трех- или четырехжильные кабели.

Кабель для сетей электрифицированного транспорта (рис. 73) состоит из одной токоведущей алюминиевой или медной жилы 8 сечением от 240 до 800  $\text{мм}^2$ , двух контрольных жил 7, слоя изоляции из пропитанной кабельной бумаги 6, герметичной алюминиевой или свинцовой оболочки 5, двух слоев кабельной бумаги, пропитанной битумным составом 4, подушки из кабельной пряжи, пропитанной битумным составом 3, брони из двух стальных лент 2, оплетки из кабельной пряжи, пропитанной битумным составом с меловой присыпкой 1.

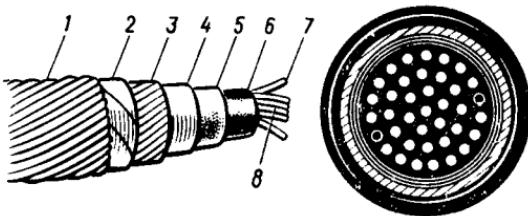
Токоведущие жилы изготавливают из мягкой алюминиевой проволоки марки АМ или медной — марки ММ. Для придания гибкости жилы выполняют из нескольких свитых между собой проволок.

Контрольные жилы служат для контроля состояния кабеля и измеров при определении мест повреждений. Жилу выполняют из медной проволоки сечением 1  $\text{мм}^2$  с изоляцией из пропитанной бумаги. Вместе с толщиной изоляции контрольная жила имеет диаметр, равный диаметру проволоки, из которой свиваются токоведущие жилы. Контрольные жилы располагают диаметрально противоположно в наружном повиве проволок.

Поверх свинцовой или алюминиевой оболочки накладывают защитные покровы для предохранения от коррозии, механических усилий и действия блуждающих токов. Для защиты от коррозии на оболочку кабеля наносят слой битумного состава, который обматывают

Рис. 73. Одножильный кабель с двумя контрольными жилами:

1 — оплётка; 2 — броня; 3 — подушка; 4 — кабельная бумага; 5 — оболочка; 6 — изоляция; 7 — контрольная жила; 8 — токоведущая жила



ют лентами кабельной бумаги. Для защиты оболочки от повреждений при наложении брони и при изгибах во время монтажа на оболочку накладывают из нескольких слоев битума и лент пропитанную кабельной бумагой. Для защиты от механических повреждений поверх накладывают еще броню из стальных лент.

Для защиты от коррозии на броне имеется наружный защитный покров, состоящий из битумного состава, пропитанной кабельной пряжи, битумного состава и мелового покрытия. Меловое покрытие предохраняет от слипания.

При сооружении кабельных линий отрезки кабеля соединяют между собой соединительными муфтами, а концы кабельных линий оформляют концевыми заделками, позволяющими присоединить кабель к распределительному щиту или линейному оборудованию.

В тяговых сетях применяют свинцовые, эпоксидные и чугунные муфты.

*Свинцовую муфту* (рис. 74) изготавливают в виде свинцовой трубы, в которую заключают место соединения спайкой токоведущих жил. На место соединения жил предварительно накладывают изоляцию из пропитанной кабельной бумажной ленты, поставляемой в запаянных банках с массой МП-1. Концы трубы припаивают к оболочкам соединяемых отрезков кабеля, и она, являясь как бы продолжением оболочек, обеспечивает надежную герметичность соединения. Внутренность муфты заполняют маслоказанальной массой МК-45, по своему свойству близкой к пропиточному составу бумажной изоляции кабеля. Для защиты от механических повреждений муфту заклю-

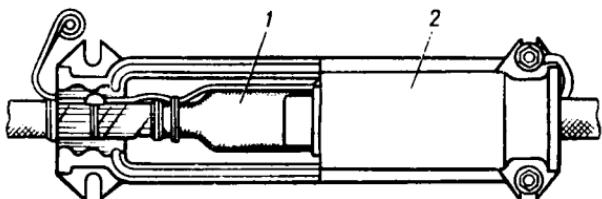
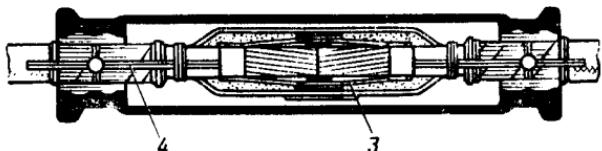


Рис. 74. Свинцовая соединительная муфта:

1 — свинцовая труба; 2 — защитный кожух; 3 — контрольная жила; 4 — заземляющий провод



чают в чугунный кожух. Свинцовые муфты благодаря высокой надежности в эксплуатации получили широкое распространение.

*Эпоксидную муфту* выполняют в виде заливки эпоксидным компаундом места соединения токоведущих жил, заключенных в корпус из эпоксидного компаунда заводского изготовления.

*Чугунная соединительная муфта* представляет собой кожух, состоящий из двух частей, выполненных из серого чугуна. Место соединения концов кабеля укладывают в нижнюю часть муфты и закрепляют двумя полухомутами. Верхнюю и нижнюю части соединяют болтами. Внутренность муфты заполняют битумной массой МБ-70 или МБ-90.

По изолирующим качествам и герметичности соединения чугунные муфты значительно уступают свинцовому и эпоксидному, что ограничивает область их применения. В тяговых сетях чугунные муфты применяют лишь для соединения проводов с кабелем в пунктах присоединения к рельсам.

Оконцевание кабеля заключается в напайке или приварке к токоведущей жиле кабельного наконечника, который служит для присоединения кабеля к другому оборудованию и заделки конца кабеля, обеспечивающей сохранность изоляции токоведущей жилы и герметичности оболочки.

В оконцеваниях кабелей постоянного тока применяют сухие заделки с изоляционной липкой полихлорвиниловой лентой или киперной лентой с промазкой эпоксидным компаундом каждого слоя и покрытием эпоксидным компаундом поверх заделки. Контрольные жилы соединяют в петлю, замыкающую цепь кабельного сигнализатора, установленного на подстанции.

Питающие кабельные линии заканчиваются на сети в местах присоединения к контактному проводу или рельсам, которые называются в соответствии с назначением *положительными или отрицательными питающими пунктами*. В месте присоединения кабеля к контактной сети устанавливают переходные устройства, называемые *кабельными выводами*.

Кабельные выводы монтируются на стенах зданий или на опорах. При монтаже на опоре кабель рекомендуется размещать внутри опоры. Такое расположение позволяет сохранить внешний вид опоры, являющейся элементом архитектурного оформления улицы, и предохраняет кабель от механических повреждений.

Для внутренней прокладки кабеля применяют специальные опоры, которые должны иметь два овальных отверстия (см. параграф 9): одно ниже поверхности грунта на 0,5—0,7 м, второе на высоте 6—6,5 м в зависимости от принятой высоты подвески контактного провода. В одном из исполнений конец кабеля вводят через нижнее отверстие в опору и выводят через верхнее, где закрепляют хомутами на опоре. К концу кабеля присоединяют медный гибкий провод марки ПС-300 или ППСРМ-300, который подсоединяют к питающему проводу поперечины.

На подвеске с кронштейном гибкий провод прокладывают внутри трубы кронштейна, по выходе из нее двумя питающими дужками соединяют с контактным проводом (рис. 75). Наконечники кабеля и гибкого провода соединяют с болтовыми креплениями и закрывают пластмассовым кожухом от дождя и снега.

В другом исполнении вблизи опоры ставят настенный короб, в который заводят кабель, а из него гибкий провод через грунт вводят в опору и далее через верхнее отверстие выводят из нее и крепят специальным зажимом и затем подают либо к питающему проводу поперечины (рис. 76), либо через кронштейны к контактному проводу (см. рис. 75).

В третьем исполнении кабель стыкуют с гибким проводом и заводят внутрь опоры. Место соединения делают на уровне смотрового отверстия опоры.

Вывод кабеля может быть смонтирован снаружи опоры. Кабель располагают со стороны, противоположной движению транспорта, с целью уменьшить вероятность повреждения кабеля при случайном наезде транспорта на опору. На высоте 6—6,5 м кабель соединяют с гибким проводом, идущим к питающему проводу или кронштейну. Такая же высота на стене здания. Нижнюю часть кабеля

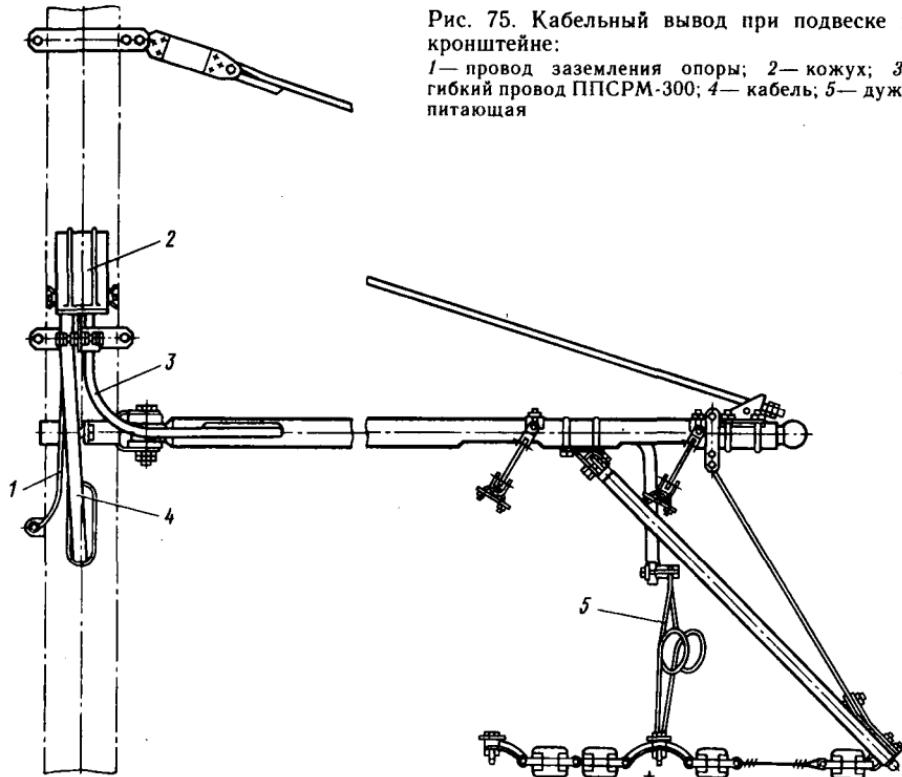


Рис. 75. Кабельный вывод при подвеске на кронштейне:

1—провод заземления опоры; 2—коух; 3—гибкий провод ППСРМ-300; 4—кабель; 5—дужка питающая

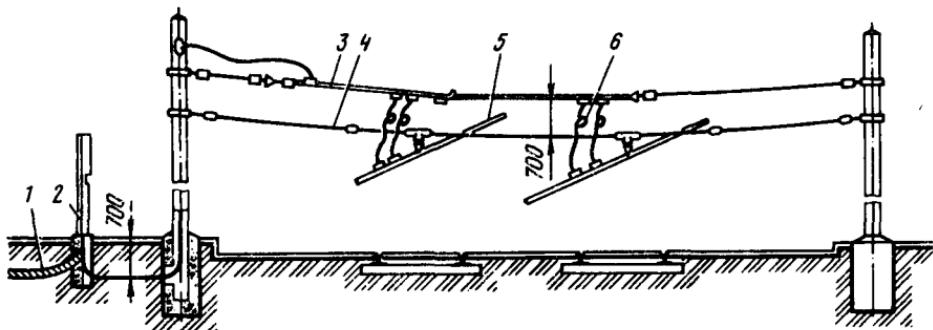


Рис. 76. Вывод кабеля:

1—кабель; 2—настенный короб; 3—питающая поперечина; 4—гибкая поперечина; 5—контактный провод; 6—питающая дужка

закрывают защитным кожухом длиной 2,7 м, причем кожух заглубляют в грунт на 0,2 м. Такую же защиту кожухом делают при выводе на стену здания

Смонтированный на металлической опоре кабель может получить поджоги на броне и герметичной оболочке при случайном замыкании на опору провода, находящегося под напряжением. Для защиты кабеля соединяют медным проводником опору с броней и герметичной оболочкой кабеля. В качестве другого способа защиты кабель изолируют от опоры деревянными клинами и защищают внизу деревянным кожухом. Для кабеля, положенного по железобетонной опоре, защитных мер замыкания на опору не применяют.

Прокладку гибких проводов можно выполнять снаружи кронштейна. Выведенный из опоры конец кабеля соединяют с гибким проводом марки ПС-300 или ППСРМ-300. Место соединения закрывают кожухом от дождя, пыли и снега. Гибкий провод опускают вниз к кронштейну, образуя небольшой изгиб вниз у начала кронштейна для стекания дождевой воды, и прокладывают далее по кронштейну. Вначале, а затем равными промежутками через каждые 0,6—0,8 м гибкий провод закрепляют к кронштейну с помощью узлов крепления марки ХII, имеющих изоляционные втулки. Длина свисающего конца гибкого провода должна быть не более 0,5 м. Эта длина должна быть выдержана в случае прокладки его внутри трубы кронштейна. Здесь она отмеряется от выхода из трубы до конца провода.

Конец гибкого провода соединяют зажимом ЗЭПВ-2 с двумя питающими дужками, имеющими одностороннюю армировку. Этими дужками питающая линия соединяется с контактным проводом.

Конец гибкого провода для подсоединения питающих дужек разделяется так, чтобы между оголенной токоведущей жилой и нетронутой частью провода оставался участок только в одной резиновой изоляции длиной не менее 200 мм. На этом участке с провода марки ПС снимается хлопчатобумажная оплетка и хлопчатобумаж-

Маркировка	Размеры, мм					
	Ф	А	Б	В	Г	Д
XII-1-60	60	90	150	—	225	130
XII-2-60	60	90	150	320	—	130
XII-1-76	76	106	166	—	241	146
XII-2-76	76	106	166	336	—	146
XII-1-89	89	120	180	—	225	160
XII-2-89	89	120	180	350	—	160
XII-1-102	102	132	192	—	267	172
XII-2-102	102	132	192	362	—	172

ная лента, а с провода ППСРМ — верхний покровный слой из поливинилхлоридного пластика и отделяющая его от резиновой изоляции пленка.

Дужки присоединяют с выгибом вверх, что создает упругий подъем вместе с контактным проводом при проходе токоприемника под действием силы нажатия его на провод снизу.

В узлах для наружного крепления гибкого провода на кронштейне (рис. 77) каждая изоляционная втулка закрепляется на верхнем полухомуте двумя дужками, изготавливаемыми из проволоки диаметром 5 мм. На концах дужек имеются резьбы и гайки. Эти узлы обычно изготавливают в монтажно-заготовительных мастерских (МЗМ) или ремонтных мастерских района. Изоляционные втулки приобретают отдельно. В табл. 21 приведены основные размеры деталей узла закрепления провода на кронштейне.

Питающие дужки изготавливают двух видов: с односторонней армировкой (рис. 78) для соединения контактного провода с гиб-

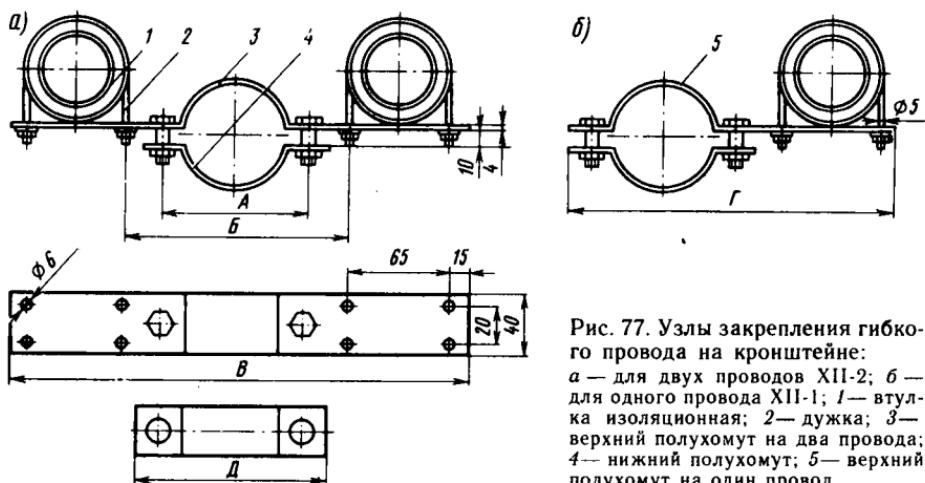


Рис. 77. Узлы закрепления гибкого провода на кронштейне:  
а — для двух проводов XII-2; б — для одного провода XII-1; 1 — втулка изоляционная; 2 — дужка; 3 — верхний полухомут на два провода; 4 — нижний полухомут; 5 — верхний полухомут на один провод

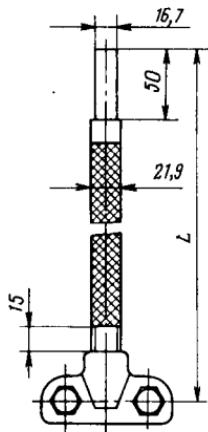


Рис. 78. Питающая дужка с односторонней армировкой:  
1—лента 1ПОЛ-15; 2—провод ПРГ-95; 3—зажим ЗЭП

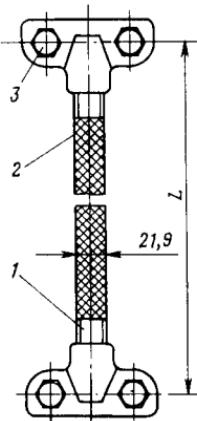


Рис. 79. Питающая дужка с двусторонней армировкой (обозначения см. рис. 78).

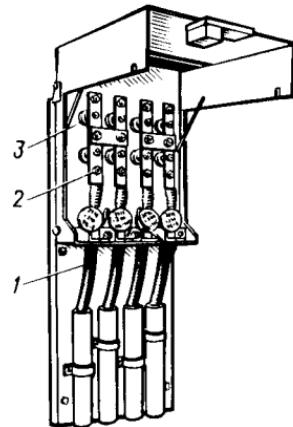


Рис. 80. Настенный короб:  
1—кабель; 2—шина; 3—изолятатор

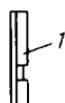


Рис. 81. Узел присоединения к рельсам:  
1—настенный короб; 2—кабель; 3—муфта; 4—кабель отсоединительный

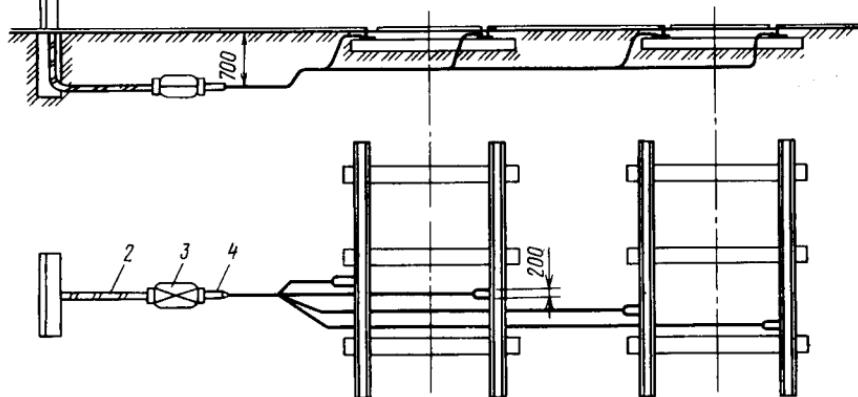


Таблица 22

Длина пролета, м	Длина провода, мм	Длина дужки $l$ (см. рис. 78, 79), мм	Масса дужки, кг
40	1200/1200	1215/1230	2,2/2,8
50	1500/1700	1515/1730	3,1/3,7
60	1800/2200	1815/2230	3,7/4,3

Приложение. В числителе данные для односторонней армировки, в знаменателе — для двусторонней.

ким питающим проводом на выводе кабеля и двусторонней армировкой (рис. 79) для соединения питающего провода поперечины с контактным проводом линии. Питающие дужки изготавливают из провода сечением 95 мм<sup>2</sup> марки ПРГ-95 или марки ППСРМ того же сечения. Дужка с односторонней армировкой на одном конце имеет напаянный зажим ЗЭП, а на другом — оголенный участок токоведущей жилы длиной 50 мм. На верхний и нижний конец оплетки накладывают бандажи шириной 15 мм из ленты 1ПОЛ-15. Дужки с двусторонней армировкой на обоих концах имеют напаянные зажимы ЗЭП. Длину дужки выбирают по расстоянию между контактным и питающим проводами. Для цепных подвесок это расстояние зависит от длины пролетов, которые и положены в основу табл. 22 для выбора длины дужки.

Кабель отрицательной питающей линии трамвая на расстоянии не более 30 м от места присоединения к рельсам заводят в *настенный короб* (рис. 80) или другое разъемное устройство, позволяющее отключить кабель от рельсов при его неисправности для профилактических испытаний или измерений сопротивления сварных соединений с рельсами. Отходящий от настенного короба кабель вблизи от рельсовстыкуется с отсоединительным куском кабеля в чугунной муфте. Далее отсоединительный кусок оголяют, расплетают на четыре пряди, к которым припаивают смежные голые жилы со стальными наконечниками. Медные жилы приваривают по две к каждому рельсу (рис. 81).

Наиболее распространенным способом прокладки кабелей является прокладка их непосредственно в грунте, при этом лучше всего размещать их под тротуарами и газонами.

На пересечении улиц и площадей кабели заключают в асбокераментные трубы. Для удобства ремонта кабелей рядом с ними прокладывают резервные трубы и закрывают их для сохранности деревянными заглушками с обоих концов.

Для прокладки кабеля роют траншеи. Нормальная глубина траншеи 0,8 м от планировочной отметки, а ширина зависит от количества прокладываемых кабелей и выбирается из расчета расстояния между кабелями 100 мм, а от стенки траншеи до крайних кабелей не менее 50 мм (рис. 82).

Перед укладкой кабеля на дно траншеи подсыпают подушку из песка или мягкой сеянной земли толщиной 100 мм. Такой же защитный слой насыпают поверх положенного кабеля. Для защиты кабеля от механических повреждений поверх засыпки кладут железобетонные плиты толщиной не менее 50 мм или один слой кирпича мокрого прессования. Затем траншею засыпают вынутым из нее грунтом.

За эксплуатируемыми кабельными линиями и линейными сооружениями устанавливают надзор, заключающийся в периодических обходах и осмотрах трасс.

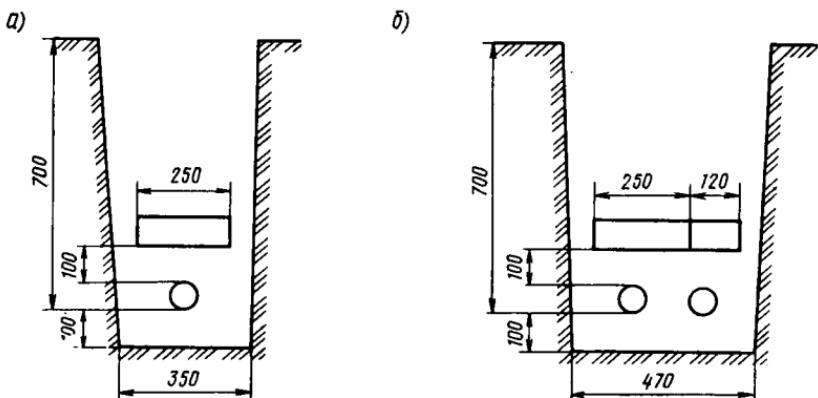


Рис. 82. Разрезы траншей для одного (а) и двух (б) кабелей

Наиболее частыми являются повреждения кабелей в результате проведения земляных работ на трассе кабеля или вблизи нее без вызова представителя владельца кабельной линии.

Для контроля сохранности кабеля производят профилактическое испытание изоляции кабеля повышенным напряжением.

Постоянный контроль за состоянием кабельных линий осуществляют с помощью *кабельных сигнализаторов* (рис. 83). Во время проверки используют обе контрольные жилы кабелей. Две группы ламп А и Б, каждая на напряжение 660 В, включены между положительной и отрицательнойшинами подстанции. Последовательно с лампами через переключатель соединены все контрольные жилы положительных питающих кабелей. Если контрольные жилы исправны, то обе группы ламп горят в половину накала. При замыкании на землю любой контрольной жилы полным накалом загорятся лампы группы А; при замыкании контрольной жилы на основную, находящуюся под потенциалом положительной шины подстанции, полным накалом горит группа ламп Б; в случае обрыва любой контрольной жилы все лампы гаснут. При всех видах неисправностей включается звуковой сигнал.

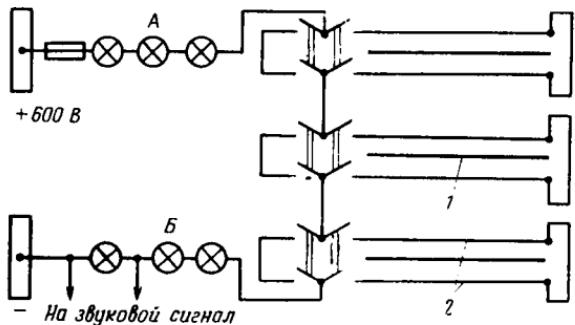


Рис. 83. Схема кабельного сигнализатора:  
1— основная жила; 2— контрольная жила

## 22. Усиливающие провода и питающие линии

*Питающей линией* называется кабельная или воздушная электрическая линия, соединяющая положительный и отрицательный контактный провод с соответствующей шиной тяговой подстанции.

Сечение и материал проводов воздушных линий принимают на основании электрического и механического расчетов. Как правило, применяют неизолированные медные или биметаллические провода. Воздушные линии подвешивают на опорах или поддерживающих устройствах контактной сети, что сводит затраты на устройство линии к минимальным. Для подвески на опоре закрепляют небольшую консоль со стороны, противоположной контактным проводам. Длину кронштейна выбирают из расчета, чтобы расстояние (в плане) от опоры до провода было не менее 0,5 м. Это расстояние определяют с учетом наибольшего отклонения провода на криволинейном участке или отклонения вызванного действием ветра.

Подвешивание воздушных питающих и усиливающих линий на опорах, занятых воздушными электрическими линиями, другого назначения не допускается.

При совместном использовании опор контактной сети для уличного освещения с кабельной подводкой питания воздушные питающие и усиливающие линии выполняют из медных изолированных проводов на напряжение 1000 В или удаляют их (в плане) от опор на расстояние не менее 1,5 м. Проходящие над тротуаром провода должны быть медными и изолированными на напряжение 1000 В.

Более простым и более распространенным является способ подвешивания питающих проводов на поддерживающих поперечинах контактной сети. Провод располагается со стороны контактной подвески на расстоянии (в плане) от опор не менее 1,5 м. Провод применяется неизолированный. Для подвески используют узлы крепления цепной подвески к гибкой поперечине типа УКП-1 или УКП-2. При необходимости можно подвесить на одном подвесе два или три провода, располагая их один под другим в седлах, скрепляемых между собой. Во избежание схлестывания и трения проводов их закрепляют в нескольких местах в пролете распорными планками. При этом способе опоры могут одновременно использоваться для уличного освещения с кабельной подводкой питания.

*Усиливающими проводами* называются дополнительные провода, прокладываемые параллельно контактному и соединяемые с ним электрически в целях увеличения проводимости контактной сети. Необходимость прокладки усиливающих проводов возникает чаще всего на линии с консольным питанием (обычно на вылетных линиях), когда в конце участка в часы пик напряжение меньше нормы или когда при коротком замыкании в конце участка ток короткого замыкания меньше тока срабатывания защиты, приводящей в действие быстродействующий автоматический выключатель. При-

бегают к прокладке усиливающих проводов и в случаях, когда в процессе эксплуатации увеличивают объем движения, а соответствующая новому объему движения прокладка кабельных линий задерживается. В последнем случае эта мера обычно принимается как временная с целью сохранения плотности тока в контактных проводах в допустимых пределах.

Число и площадь сечения усиливающих проводов определяют расчетом, причем наибольшее число проводов в начале участка у вывода питающей линии, по мере удаления от начала участка это число может быть уменьшено. Прокладку усиливающих проводов заканчивают в соответствии с расчетом, не доходя до конца участка, и лишь в отдельных случаях усиливающие провода прокладывают на всем протяжении участка. Через каждые 140—160 м усиливающие провода соединяют с контактным проводом электрическими соединениями (перемычками).

Усиливающие провода подвешивают теми же способами, что и питающие провода. В трамвайных сетях в качестве усиливающих проводов могут быть использованы несущие тросы цепных подвесок при выполнении их из медных или биметаллических проводов. Параметры цепной подвески должны соответствовать материалу и сечению несущего троса. Поэтому, например, если на действующей линии стальной канат несущего троса заменяют на медный провод, то одновременно приводят в соответствие новым условиям цепную подвеску. Это относится к расстоянию от контактного провода до точки подвешивания длины струн натяжения, а иногда и поддерживающих устройств.

В троллейбусной сети положительную и отрицательную линии присоединяют раздельно в двух смежных пролетах. При централизованной системе электроснабжения, как правило, первым от тяговой подстанции выводят положительный кабель (провод) и здесь же устанавливают секционные изоляторы на провода обеих полярностей. Вывод отрицательного кабеля (провод) делают на следующем пролете. Такой порядок имеет целью повысить безопасность выполнения эксплуатационных работ, поскольку исключается близкое расположение разнополярных питающих проводов. Вместе с тем улучшаются условия производства работ благодаря уменьшению сосредоточения проводов, дужек и другой арматуры в одном месте.

Суммарная площадь сечения проводов питающей поперечины должна быть не менее общей площади двух подключаемых к ним контактных проводов с учетом возможного питания в вынужденном режиме двух смежных участков сети.

Для питающих поперечин используют контактные провода, подвешивая их рабочей частью вверх, и надежно электрически соединяют между собой. Размещают питающие провода в месте подвески гибких поперечин. Питающие поперечины должны использоваться только по прямому назначению для передачи электрической энергии от вывода питающей линии к контактным проводам,

их нельзя использовать как поддерживающие для контактной подвески. Расстояние между контактными проводами и питающей поперечиной должно быть не менее 0,7 м в трамвайной сети и менее 1 м в троллейбусной. Питающие дужки, соединяющие питающие провода с контактным проводом, имеют двустороннее армирование зажимами с болтовым закреплением.

Для установки на троллейбусные провода необходимо предварительно поставить переходной зажим ЗЭПП. На каждый контактный провод устанавливают по две питающие дужки. Обе дужки в троллейбусной сети закрепляют на одном переходном зажиме. Длину питающей дужки выбирают так, чтобы ее можно было закрепить по одну или другую сторону секционного изолятора, она должна быть минимально необходимой. Излишне длинная питающая дужка может провиснуть сбоку контактного провода и мешать проходу токоприемника трамвая или наклонить зажим, которым она крепится к проводу, и за него будут задевать токоприемники трамвая или головки штанг троллейбуса. В обоих случаях это может вызвать повреждение сети.

При небольшом избытке длины провода делают в верхней части кольцо из самой дужки в виде незатянутого простого узла. Кольцо располагают в вертикальной плоскости вдоль линии движения. При большей длине убирают избыток одним — тремя горизонтальными витками диаметром 100—150 мм в виде цилиндрической пружины. Если питающая дужка становится короче необходимой, она стягивает между собой питающие и контактный провода, сама натягивается, что искажает работу подвески и часто служит причиной обрыва дужки.

*Междупутные электрические соединители* (перемычки) размещают: через каждые 250—400 м двухпутных участков трамвая и троллейбуса, при этом узлы контактной сети, разворотные кольца и другие места, где провода обоих путей соединяются между собой (стрелки, ответвления), приравнивают к междупутным соединителям; по обе стороны от каждого из секционных изоляторов не далее чем через два пролета от них.

Междупутные соединители выполняют одним контактным проводом сечением не менее рабочего контактного провода или другим проводом соответствующего сечения. Подключение каждого контактного провода к питающему соединителю выполняют одной дужкой. Выполняют междупутные соединители в виде самостоятельной поперечины в местах, где закрепляется провод. В цепной подвеске трамвая используют междупутный соединитель одновременно и для электрического соединения несущего троса, и контактного провода трамвая. На простых подвесках трамвая междупутный соединитель выполняют в виде поперечины, в среднюю часть которой врезан отрезок контактного провода, который соединяется с каждым из рабочих проводов. Для соединения используют медный стержень, на который навернуты зажимы ЗПО перпендикулярно друг к другу.

## 23. Секционные изоляторы

Во всех конструкциях секционных изоляторов для трамваев и троллейбусов предусмотрен проезд э. п. с. в режиме с отключенными тяговыми двигателями.

Секционный изолятор троллейбусной сети СИ-6Д (рис. 84) имеет устройство принудительного гашения электрической дуги в случае ее возникновения при проходе токоприемника.

Основанием изолятора служит рама 7, состоящая из двух изоляционных брусьев из древесно-слоистого пластика марки ДСП-Б-Э, скрепленных дугообразными косынками. Рама воспринимает усилия от натяжения контактного провода и служит для закрепления ходовых элементов и дугогасительного устройства. Оси изоляционных брусьев расположены в одной горизонтальной плоскости с осью подходящих контактных проводов, поэтому исключается изгибающий момент и брусья работают на растяжение. На раме закрепляются ходовые элементы 2, 5 и дугогасительная система. С контактным проводом рама соединяется концевыми зажимами 1.

Дугогасительная система имеет магнитное дутье и состоит из катушки электромагнитов 3, магнитопровода 4 с развитыми полосами дугогасительной камеры. Обмотка дугогасительной катушки имеет 260 витков, выполнена медным проводом марки ПБД сечением 3,53  $\text{мм}^2$  общей длиной 35 м. Сопротивление обмотки при температуре +20 °C составляет 0,18 Ом. Дугогасительная камера имеет две щеки из стеклотекстолита, внутри которых помещены перегородки из асбодина. Снаружи камеры по обеим ее сторонам примыкают полюсы электромагнита.

Ходовые элементы выполнены из латуни или алюминия, имеют в нижней ходовой части закрепленный медный полоз или отрезки контактного провода. Первый по ходу ходовой элемент называется *токопроводящим*, он имеет на конце рог, входящий в дугогасительную камеру. Второй по ходу элемент называется *нейтральным*, он электрически изолирован справа и слева от частей, находящихся под напряжением. В начале нейтрального элемента закреплен другой рог, входящий также в дугогасительную камеру.

Начало и конец обмотки дугогасительной катушки соединяют с токопроводящим элементом и косынкой на входе изолятора, шунтируя таким образом первый воздушный промежуток. Дугогасительная камера расположена над вторым по ходу движения воздушным промежутком.

Дугогасительное устройство работает следующим образом. В момент нахождения токоприемника троллейбуса на токопроводящем элементе ток идет от контактного провода через дугогасительную катушку на токопроводящий элемент и токоприемник. При этом в воздушном промежутке под камерой и в самой дугогасительной камере создается электромагнитное поле. При перемещении токоприемника на нейтральный элемент ток к нему идет через второй

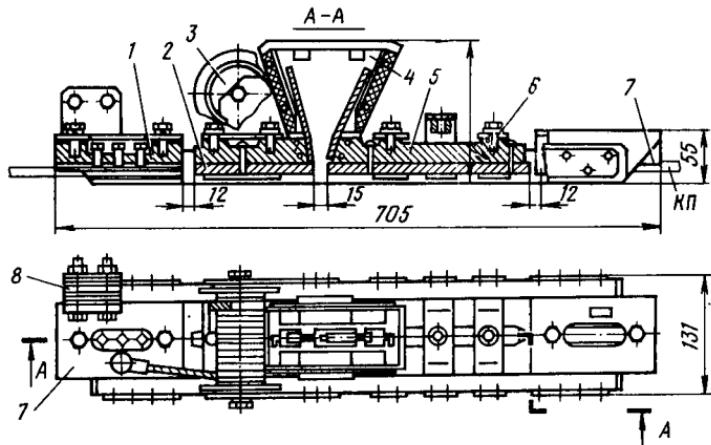


Рис. 84. Секционный изолятор троллейбусной сети СИ-6Д:

1— концевой зажим; 2, 5 — ходовые элементы; 3— катушка электромагнита; 4— магнитопровод; 6— прокладка; 7— рама; 8— зажим специальный

воздушный промежуток по возникающей электрической дуге, которая взаимодействует с магнитным полем, выдувается в верх дугогасительной камеры и гасится. Для усиления действия камера выполнена в виде щелевой с роговыми направляющими для растягивания дуги.

При необходимости электрического соединения двух смежных секций изолятор шунтируют посредством отрезка контактного провода, закрепляя его в специальных зажимах, приваренных на концах изолятора. Масса комплекта изолятора 11,3 кг.

Удлиненный секционный изолятор троллейбусной сети СИ-6ДУ разработан на базе СИ-6Д, повторяет его конструкцию, но имеет большую длину за счет добавления второго нейтрального ходового элемента и увеличения количества воздушных промежутков до четырех. Изолятор предназначен для комплектации стрелочного узла СТУ-5, где он устанавливается между разнополярными проводами. В отдельных случаях он может быть использован и для секционирования. Необходимость применения СИ-6ДУ может возникнуть в местах с повышенной загрязненностью воздуха, например, вблизи химических заводов.

Секционный изолятор троллейбусной сети СИ-6М (рис. 85) является облегченной конструкцией СИ-6Д, у которой отсутствует устройство дугогашения, и поэтому значительно уменьшены масса и длина изолятора. Изолятор имеет один нейтральный ходовой элемент, по обе стороны которого ходовая линия имеет воздушные зазоры по 12 мм. Изолятор СИ-6М устанавливают на сети в местах, где исключается перекрытие его электрической дугой при проходе троллейбуса в режиме тяги или где он защищен от перекрытия

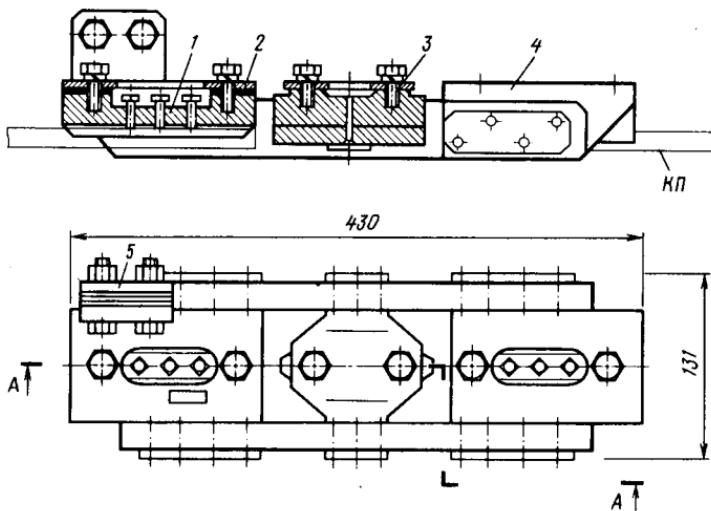


Рис. 85. Секционный изолятор троллейбусной сети СИ-6М:  
 1—зажим концевой; 2—прокладка; 3—элемент ходовой; 4—рама;  
 5—зажим специальный

рядом стоящим на проводе другой полярности изолятором СИ-6Д. В последнем случае СИ-6Д устанавливают с небольшим опережением навстречу движению, чтобы разрыв электрической дуги происходил на нем. Изолятор СИ-6М используют для комплектации пересечений контактных линий троллейбуса типов МПИ-5 и МПИ-5-1. Масса комплекта изолятора 6 кг.

Секционный изолятор троллейбусной сети СИ-6У аналогичен по конструкции СИ-6М, но имеет большую длину из-за добавления второго ходового элемента и увеличение количества воздушных промежутков до трех. Эти изменения улучшают электроизоляционные свойства, повышают стойкость к самопроизвольному загоранию древесно-слоистого пластика рамы, повышают безопасность работ на смежном участке при снятии напряжения. Изолятор СИ-6У предназначен для комплектации стрелочного узла СТС-5.

Секционный изолятор трамвайной сети СИТ-ДУ (рис. 86) предназначен для работы пантографом, полупантографом или дуговым токоприемником. Изолятор имеет дугогасительное устройство с магнитным дутьем, подобное применяемому на СИ-6Д. Конструкция изолятора повторяет в принципе СИ-6ДУ, отличается размерами и формой деталей, необходимых для взаимодействия с токоприемниками трамвая. Ходовую линию образуют последовательно расположенные полоз, токопроводящий, нейтральный, промежуточный элементы и снова полоз, разделенные между собой воздушными промежутками. Токопроводящий элемент электрически соединен с контактными проводами через дугогасительную катушку. Второй воздушный промежуток находится под дугогасительной камерой.

Работа дугогасящего устройства аналогична описанной для СИ-6Д. Параметры дугогасительной катушки отличаются от катушки для СИ-6Д. Они определяются исходя из значений пусковых токов трамваев «Татра-2» и «Татра-3». Обмотка дугогасительной катушки имеет  $(155 \pm 5)$  витков медного провода марки ПБД сечением  $4,9 \text{ mm}^2$ , общей длиной 24 м. Сопротивление обмотки при  $t = +20^\circ\text{C}$  составляет 0,009 Ом.

Усилия от нажатия контактных проводов воспринимает рама своими боковыми изоляционными брусьями, скрепленными между собой дугообразными косынками.

Плавность ходовой линии в вертикальной плоскости обеспечивается сравнительно небольшими уклонами ( $20^\circ/\text{м}$ ) полозов.

Все рассмотренные выше секционные изоляторы приспособлены для движения подвижного состава без снижения скорости в одном заданном направлении. Это обусловливается «пошерстными» уступами ходовой линии на переходах с одного ходового элемента на другой и дугогасительным устройством, действующим при соблюдении определенного порядка ходовых элементов. «Пошерстные» уступы устанавливаются на переходе с одного элемента на другой после каждого воздушного промежутка. Уступ 0,5—0,2 мм образуют посредством подъема встречного (по ходу движения) конца элемента. Движение в обратном направлении выполняют только со снятыми с провода токоприемниками.

На трамвайных сетях депо, заводов, ремонтных мастерских, где движение по одному пути может быть в обоих направлениях, скорости невелики, да и размещение СИТ-ДУ затруднено большим количеством криволинейных участков и большой длиной этого изолятора, применяют секционные изоляторы других конструкций.

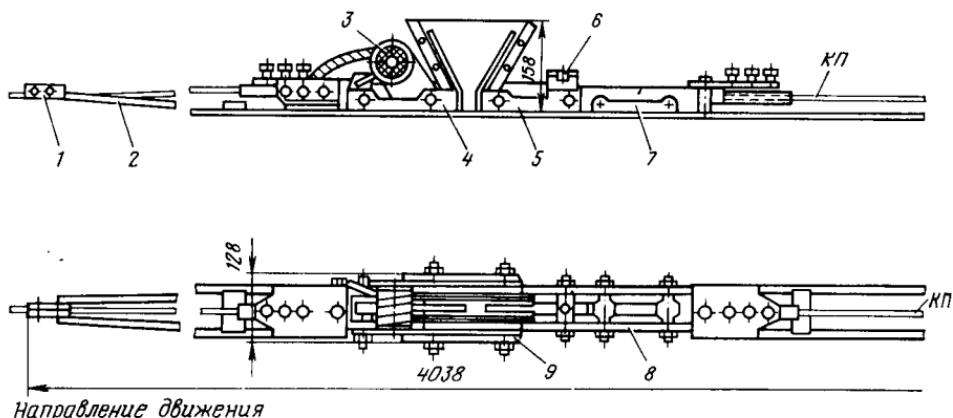


Рис. 86. Секционный изолятор трамвайной сети СИТ-ДУ:

1 — зажим специальный; 2 — полоз; 3 — катушка дугогасительная; 4 — элемент токопроводящий; 5 — элемент нейтральный; 6 — ушко подвесное; 7 — элемент промежуточный; 8 — рама; 9 — полоз средний

В последнее время разработан и успешно применяется на сетях депо изолятор, конструкция которого подобна СИТ-ДУ, но с двумя дугогасительными устройствами, расположенными по обе стороны изолятора. Этот изолятор рассчитан на движение в обоих направлениях.

Монтаж секционных изоляторов производят после окончания монтажа провода, регулировки его натяжения и окончательного закрепления.

Место установки секционного изолятора выбирают с учетом обязательного проезда под ним с отключенными двигателями, т. е. в режиме выбега или торможения. Этому наиболее соответствуют прямолинейные горизонтальные участки, в особенности на подходах к остановочным пунктам, к узлам и криволинейным участкам, на уклонах, если не предусматривается рекуперативное торможение. Перерыв в передаче электроэнергии во время движения на подъеме, криволинейном участке малого радиуса и уклона, где предусмотрено рекуперативное торможение, вызывает ударные нагрузки на тяговые двигатели и механическую передачу, их повышенный износ. По условиям движения эти участки относятся к тяжелым, требующим соблюдения особого режима вождения, поэтому установка секционных изоляторов на них нежелательна.

В вынужденных случаях допускается размещение изоляторов и на подъемах, не превышающих 20 % для трамвая и 30 % для троллейбуса. Допускается установка секционных изоляторов и на кривых радиусом не менее 100 м. В последнем случае изолятор размещают на прямом участке провода в средней части хорды, а для подвески монтируют специальную поперечину.

Подвешенный секционный изолятор представляет в контактной сети точку с сосредоточенной массой, которая изменяет эластичность подвески, поэтому изолятор подвешивают на поперечине, а в цепных подвесках — на рессорной или простой струне. В цепных полуокомпенсированных подвесках изоляторы рекомендуется размещать вблизи устройств жесткой и средней анкеровок, при размещении в других местах их подвешивают на скользящих струнах.

Перед монтажом секционных изоляторов с них снимают концевые зажимы. Раму закрепляют на поперечине. Стянув монтажной лебедкой провод, в месте установки изолятора до снятия натяжения вырезают отрезок провода, равный расстоянию между концевыми зажимами в изоляторе. Концы провода запиливают до ровной плоскости отреза и зачищают края заусенцев. Легкими ударами молотка о торец концевого зажима нагоняют его на провод и закрепляют винтами.

Перед закреплением концевых зажимов на раме соприкасающиеся поверхности косьинок и зажимов зачищают до блеска и покрывают тонким слоем технического вазелина. Крепление зажима нужно выполнять тщательно, чтобы обеспечить плотный элект-

рический контакт. Постепенно отпуская лебедку, передают натяжение провода на изолятор.

Заключительной операцией является регулировка плавности ходовой линии в плане и устранение «противошерстных» порогов по вертикали при переходе токоприемника с одного ходового элемента на другой. Устанавливают «пошерстные» уступы прокладками (шайбами) соответствующей толщины в месте крепления ходовых элементов болтами к косынкам рамы.

При монтаже секционного изолятора трамвайной сети СИТ-БДУ с обеих сторон монтируют полозы, которые закрепляют сначала на раме изолятора, а затем на контактных проводах.

## **24. Пересечения контактных проводов троллейбуса и трамвая**

Пересечения контактных проводов троллейбуса. На пересечениях линий троллейбуса применяют специальные конструкции, называемые *пересечениями троллейбусных проводов*. Наиболее ответственной частью конструкции являются центры встречи, где для прохода головок токоприемников необходим разрыв ходовой линии в обоих направлениях. Углы встречи пересекающихся линий могут быть разными. Наибольшие трудности при монтаже пересечения встречаются при малых углах встречи линий. Здесь происходит сближение разнополярных проводов и увеличивается длина разрыва ходовой линии, необходимая для пропуска головок токоприемников в обоих направлениях. Наибольшее распространение получили пересечения под углом 40—90°. Практика показывает, что в этих пределах почти всегда можно выполнить трассировку линии без ущерба для качества токосъема. При необходимости минимальный угол встречи линий 40° получают искривлением линий проводов на подходах к пересечению. В отдельных хозяйствах имеются конструкции пересечений на меньшие углы, например в Киеве имеется конструкция, допускающая угол встречи 20°.

Пересечения изготавливают двух видов: с *жесткой фиксацией углов встречи* и с *шарнирным соединением*, позволяющим любой угол встречи в заданных пределах. Пересечения первого вида имеют более строгие очертания желобов в центре и повышенную устойчивость для прохождения головки токоприемника, но требуют подгонки линий под заданный угол. Пересечение второго вида несколько проще в изготовлении и установке на линии. Современные конструкции строятся по принципу прохождения токоприемника по всем элементам, образующим ходовую линию скольжением контактной вставки.

Из современных конструкций рассмотрим получившие широкое распространение пересечения МПИ-5 и МПИ-5-1, разработанные Мосгортранснипроектом. Пересечения обладают высокой степенью

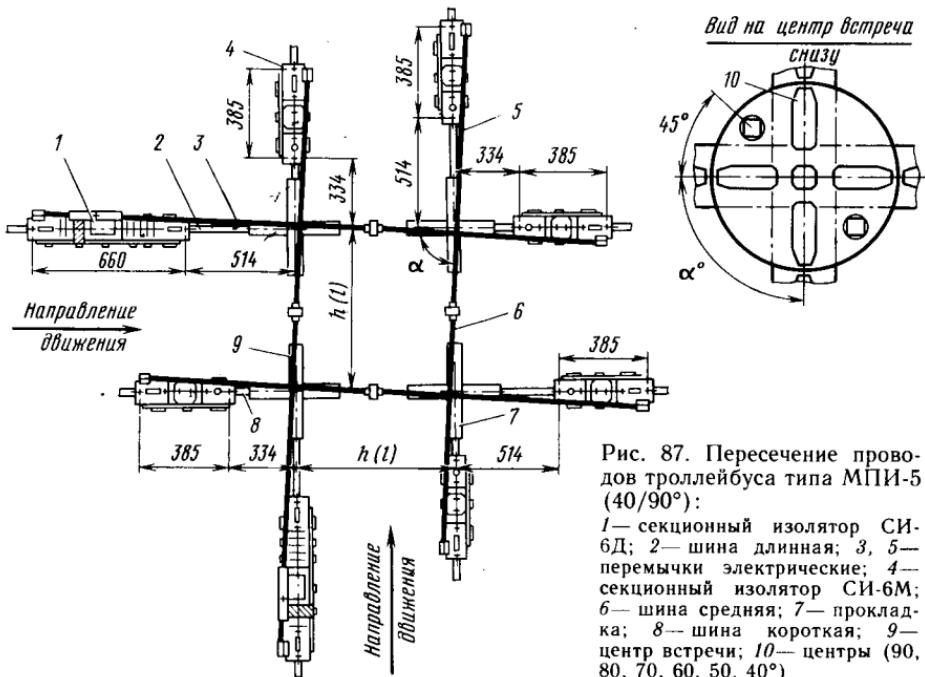


Рис. 87. Пересечение проводов троллейбуса типа МПИ-5 (40°/90°):

1—секционный изолятор СИ-6Д; 2—шина длинная; 3, 5—перемычки электрические; 4—секционный изолятор СИ-6М; 6—шина средняя; 7—прокладка; 8—шина короткая; 9—центр встречи; 10—центры (90, 80, 70, 60, 50, 40°)

надежности в эксплуатации. Средняя часть электрически изолирована от подходящих проводов, что практически исключает перекрытия их электрической дугой и связанные с ним повреждения. Отсутствие напряжения в середине пересечения облегчает производство ремонтов и повышает безопасность их выполнения. С другой стороны, довольно длинный обесточенный участок (более 2 м) исключает применение пересечений на подъемах более 15°, а при расположении последовательно двух и более пересечений на близких (менее 5 м) расстояниях создает труднопроходимые условия для троллейбуса. Обычно такие участки встречаются нечасто.

Пересечение контактных линий троллейбуса МПИ-5 (40°/90°) (рис. 87) предназначено для углов встречи от 40° до 90° с жесткой фиксацией центров встречи через каждые 10°. Средняя часть пересечения электрически изолирована от всех подходящих контактных проводов двумя секционными изоляторами 1 марки СИ-6Д и шестью изоляторами 4 марки СИ-6М. Среднюю часть пересечения собирают из четырех центров встречи; четырех коротких 8 и четырех длинных 2 шин, соединяющих секционные изоляторы с центрами встречи; четырех средних шин 6, соединяющих центры встречи между собой. Электрическая энергия передается с одной стороны пересечения на другую по расположенным сверху четырем электрическим перемычкам. Концы перемычек закрепляют на специальных

зажимах секционных изоляторов, расположенных на противоположных сторонах пересечения.

Размеры в середине пересечения МП-5 в зависимости от угла встречи  $\alpha$ :

$\alpha$ , град . . . . .	90	80	70	60	50	40
$h$ , мм . . . . .	700				900	
$l$ , мм . . . . .	700	689	658	606	689	578

Центр встречи (рис. 88, а) состоит из стальной обоймы 1 и стального поворотного коромысла, скрепляемых между собой под заданным углом встречи специальным болтом 3. Снизу в середине двумя специальными болтами закрепляются сменные центры (рис. 88, б) на углы 40, 50, 60, 70, 80 и 90°. Центры литые из чугуна. Для регулировки ходовых элементов по высоте в центрах встречи используют прокладки (рис. 88, в).

Электрическую перемычку выполняют из контактного провода МФ-100, заключенного в изоляционную трубку. Поверх изоляци-

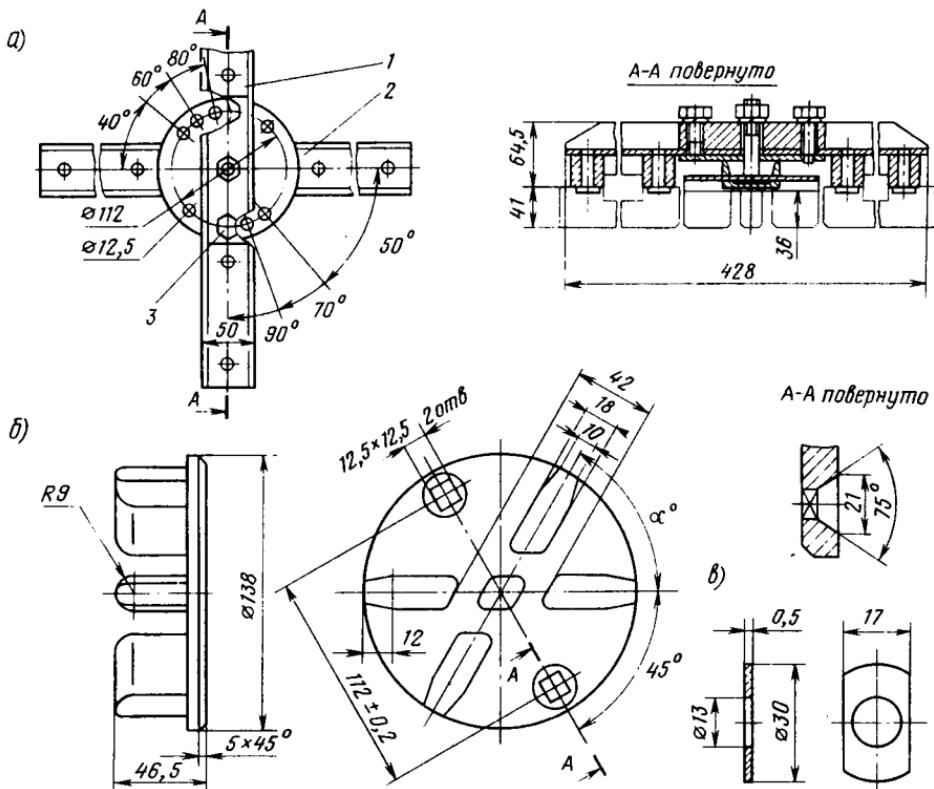


Рис. 88. Центры встречи:

а — центр встречи в сборе; б — сменный центр; в — прокладка; 1 — коромысло поворотное; 2 — обойма; 3 — болт специальный

онной трубки надевают отрезок рукава IIIФ16. В середине устанавливают узел подвешивания.

Длины средних шин и электрических перемычек зависят от угла встречи, комплектация ими пересечений должна соответствовать чертежам конструкции для заданного угла.

Масса пересечений составляет 160 кг — на углах 60, 70, 80 и 90°, 163 кг — на углах 40 и 50°.

Пересечение МПИ-5-1 предназначено для углов встречи 60—90°. Повторяя в общем конструкцию МПИ-5, оно отличается устройством центров встречи и размерами. Центр встречи (рис. 89) состоит из обоймы 1 поворотного коромысла 2, центра 3, гильзы 4 и прокладки 5.

Обойма и поворотное коромысло соединяются шарнирно, что позволяет установить пересечение на любой угол в пределах 60—90°. Часть центра, входящая в ходовую линию, представляет цилиндр диаметром 18 мм со скругленным окончанием. Высота цилиндра регулируется прокладками.

В сравнении с МПИ-5 рассматриваемое пересечение имеет преимущество, заключающееся в уменьшении металлоемкости в изготовлении и улучшении общей массы, более просто в изготовлении и монтаже, не требует строгой подгонки сети для угла встречи, который устанавливается самостоятельно под воздействием натяжения проводов. Существенным недостатком является меньшая устойчивость головки токоприемника в центре встречи вследствие уменьшения опорной поверхности.

В практике находят применение одновременно в одном хозяйстве оба вида пересечения для малых углов (40 и 50°) типа МПИ-5, для больших углов типа МПИ-5-1.

Масса пересечения МПИ-5-1 в комплекте 146 кг.

К монтажу пересечения приступают после окончания монтажа проводов, регулировки их натяжения и рихтовки направления пересекающихся линий.

Для подвески пересечения заранее подготавливают несущую поперечину. Ее завешивают, перекидывают через улицу и закрепляют с одного конца постоянной заделкой, а с другого временной. Для каждого пересечения предусматривают отдельную несущую поперечину с двумя изолированными струнами. В необходимых случаях допускается подвешивание на одной поперечине и двух пересечений. Такая подвеска упрощает тросовую систему на узле, но снижает надежность. Повреждение одного пересечения может отразиться на другом, что отрицательно скажется на сетевом узле в целом. Допускается подвеска пересечения на несущем тросе цепной подвески, если при этом будут соблюдены следующие условия:

длины струн, поддерживающих пересечение, будут не менее 0,4 м;  
уклоны несущих тросов в пролете с подвешенным пересечением будут не менее 1/10;

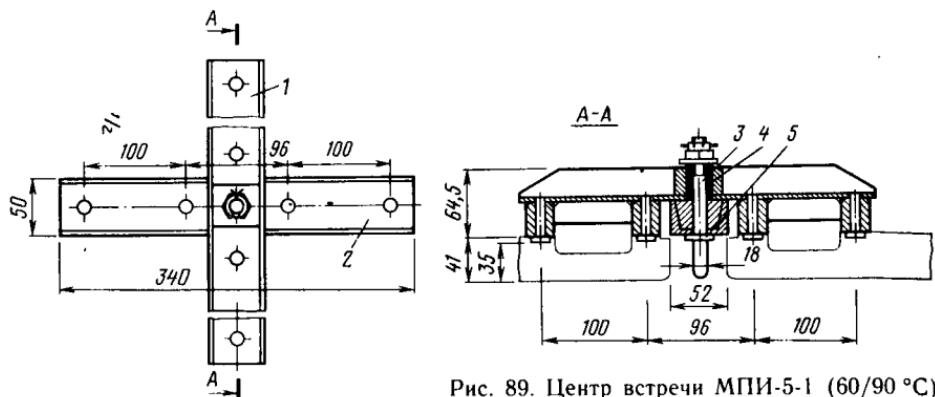


Рис. 89. Центр встречи МПИ-5-1 (60/90 °C)

несущие тросы пролета с пересечением будут анкерованы в обе стороны.

Подготовка к установке пересечения выполняется в мастерской. Проверяют комплектацию для заданного угла встречи проводов. Защищают до блеска места электрических контактов и смазывают техническим вазелином. Собирают пересечение для конкретного случая установки по замеру фактического угла встречи линий и направлений движения так, чтобы при въезде на пересечение штанги троллейбуса сначала встречали секционный изолятор с дугогашением СИ-6Д, а затем — без дугогашения СИ-6М.

На монтажную площадку пересечение поднимают в собранном виде с помощью веревок и полиспастов или других приспособлений, специально предназначенных для подъема тяжелых грузов на монтажную площадку. При отсутствии приспособлений пересечение поднимают по частям. В собранном виде пересечение подвешивают на несущем тросе сверху контактных проводов.

Регулируют угол пересечения проводов по заданному углу встречи для МПИ-5 или подстраивают пересечение под фактический угол положения проводов МПИ-5-1. Затем поочередно врезают в каждый провод пересечение. Закрепив по обе стороны пересечения монтажные зажимы, стягивают монтажной лебедкой находящийся между ними провод до снятия натяжения. Вырезают отрезок провода, равный расстоянию между концевыми зажимами секционных изоляторов, расположенных на входной и сходной частях пересечений. Соединяют концы провода с пересечением так же, как при монтаже секционного изолятора (см. параграф 23). Сначала врезают оба провода одного направления, а затем — другого. Заключительной операцией является регулирование ходовой линии: устранение «противошерстных» порогов и искривлений в плане.

После установки регулируют высоту подвески. Подъем или опускание пересечения производят укорачиванием или увеличением струнок, на которых оно подвешено, а при недостаточной их длине натяжением несущего троса. При двух пересечениях, подвешенных

на одной несущей поперечине, регулируют одновременно высоту обоих, так как положение их взаимосвязано. На сетевом узле проверяют высоту провода на соседних поперечинах и в случае необходимости проводят регулировку, добиваясь одинаковой высоты с пересечением. Завышение пересечения ведет к дополнительной загрузке поперечины от соседних участков сети, а занижение — к частичной передаче нагрузки от пересечения на соседние поперечины. И то, и другое вносит нежелательное искажение ходовой линии и загрузки элементов подвесной системы.

**Пересечения контактных линий трамвая и троллейбуса.** Большое распространение в СССР получило пересечение проводов трамвая и троллейбуса типа МТТ 40/90 (рис. 90), разработанное проектной конторой Мосгортранснинпроект. Пересечение предназначено для работы трамвая с дуговыми токоприемниками или пантографами. Проезд трамвая под пересечением предусмотрен в режиме выбега с отключенными тяговыми двигателями, а проезд троллейбуса по контактным проводам под напряжением.

Пересечение устанавливают на любой угол встречи контактных проводов трамвая и троллейбуса в пределах 40—90°, для чего собирают одну из трех модификаций: для углов встречи 40—60, 60—80 и 80—90. Во всех модификациях применяют в основном однотипные детали. Различие заключается в количестве и порядке сборки полозов, имеющих различную длину между точками крепления к кронштейнам и изолированному брусу.

Основанием пересечения является изолированный брус, выполненный из стальной трубы, поверх которой надета бакелитовая труба. В середине бруса закреплено хомутом ушко для подвески пересечения. Брус заканчивается концевыми муфтами, которые являются опорами для полозов и направляющих шин. В средней части симметрично закрепляют два поворотных кронштейна, которые служат опорами для полозов. На конце кронштейнов закрепляют четыре подвесных зажима ЗПВ для троллейбусных проводов. На кронштейнах закрепляют полозы, которые вместе с направляющими шинами составляют ходовую линию для токоприемников трамвая. Полозы изготавливают из древесно-слоистого пластика ДСП-Б-Э со стальными косынками по концам. В месте соединения косынки с полозом ставят подкладку из стеклотекстолита.

Направляющая шина состоит из стального стержня диаметром 18 мм с приваренными по концам планками для закрепления на пересечении.

В комплекты пересечения для углов встречи 80—90° входят четыре длинных полоза, один средний и один короткий, а в комплекты для углов 60—80 и 40—60° — по два длинных и два средних полоза.

Ходовая линия токоприемника трамвая непрерывна и проходит ниже проводов троллейбуса. В местах прохода под проводами троллейбуса контактная вставка пантографа постоянно опирается на по-

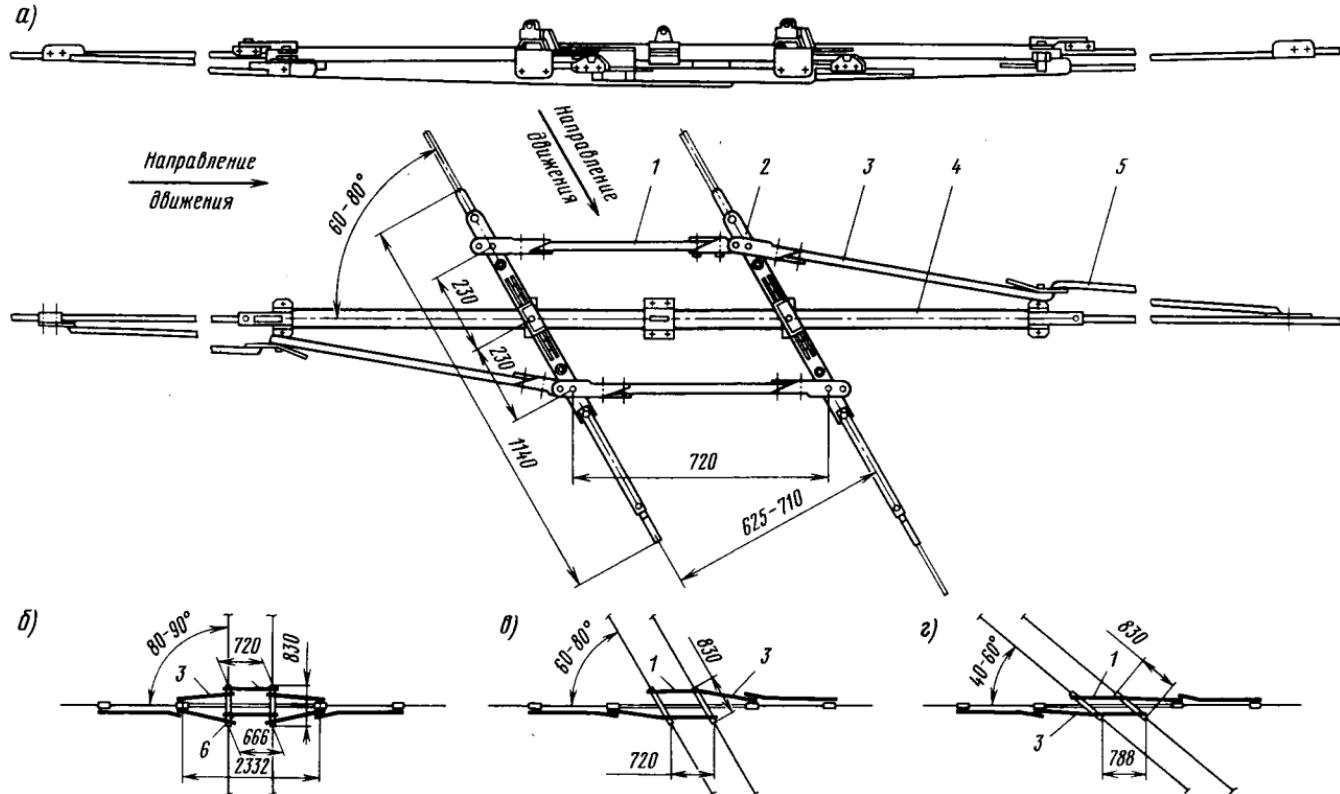


Рис. 90. Пересечение трамвайной линии с троллейбусной типа МТТ 40/90:  
 а — общий вид; б, в, г — схемы сборки для углов соответственно 80—90; 60—80; 40—60°; 1 — полоз средний; 2 — кронштейн; 3 — полоз длинный; 4 — изолированный брус; 5 — шина направляющая; 6 — полоз короткий

лозы, переходя с полоза на одной стороне пересечения на полоз с другой.

Масса пересечений составляет: 33,4 кг для углов 40—60°, 33,5 кг для углов 60—80°, 38 кг для углов 80—90°.

Значительная длина изолированной части в направлении движения трамвая ограничивает применение его на кривых участках пути при радиусе менее 70 м и подъемах при уклонах более 25 %.

На крутых подъемах, резких поворотах и при подъеме на криволинейном участке пути трамвая, где движение с выключенными двигателями, крайне затруднительно, применяют пересечения, в которых трамвай может идти в режиме тяги, а троллейбуса — в режиме выбега. Применяют такие пересечения редко, но в отдельных случаях они совершенно необходимы.

Пересечение МТИ-1 (35/90), разработанное Мосгортрансниипроектом, предназначено для углов встречи 35—90° (рис. 91). Оно является сборной конструкцией, состоящей из двух изолированных брусьев 5, которые являются основанием, и восьми металлических полозов (двух направляющих 1, длинного сходного 7, короткого сходного 6, двух средних 4, короткого входного 3 и длинного входного 2). Длинные и короткие полозы одними концами закреплены на изолированных брусьях, а вторыми — на контактном проводе трамвая, направляющие полозы — на контактном проводе. Для крепления используют четыре подвесных зажима ЗПО и два соединительных ЗСП.

Ходовые линии для троллейбуса располагают выше ходовой линии трамвая и проходят снизу изолированных брусьев по сменным изоляционным вставкам из древесно-слоистого пластика ДСП-Б-Э. Контактная вставка пантографа скользит по находящимся под напряжением металлическим полозам.

Для монтажа пересечение МТТ 40/90 собирают в мастерской по схеме для конкретного, заранее определенного по проекту или на линии угла встречи. Проверяют комплектность и регулируют ходовую линию трамвая на плавность прохода токоприемника и «поперечное» расположение уступов в направлении движения. Регулирование выполняют подкладками в месте закрепления косынок полозов. В собранном виде пересечение поднимают на монтажную площадку автovышки. Разъединяют ближайшее стыковое соединение и контактный провод, пропускают через изолированную трубу, передвигая пересечение на место установки. При отсутствии вблизи стыка (до 100 м) контактный провод стягивают лебедкой, разрезают, пропускают через трубу и стыкуют. Троллейбусные провода закрепляют подвесными зажимами на кронштейнах пересечения. Подвешивают пересечение на несущей поперечине. Заключительными операциями являются регулировки плавности прохода токоприемников. Устраняют случайные искривления проводов на подходах, смещение деталей. Регулируют высоту подвески пересечения.

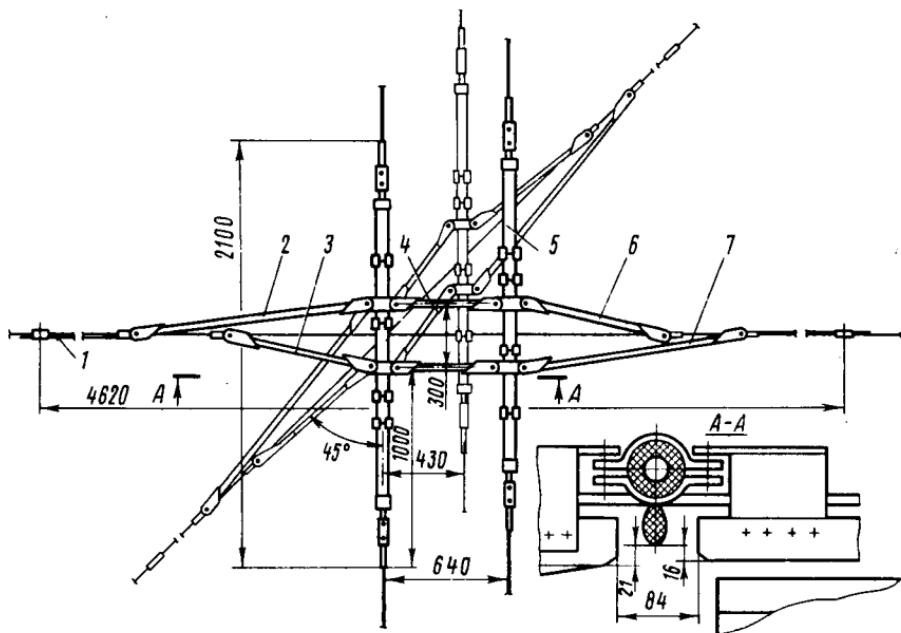


Рис. 91. Пересечение трамвайной линии с троллейбусной типа МТИ-1 (35/90)

Для монтажа пересечения МТИ-1 (35/90) в мастерской проверяют комплектность и собирают среднюю часть из двух изолированных брусьев и двух средних полозов. Среднюю часть и полозы поднимают на монтажную площадку автовышки. Подвешивают на несущей поперечине. Разворачивают пересечение на фактический угол встречи проводов и монтируют полозы, фиксируя положение пересечения. Стянув монтажной лебедкой один из проводов троллейбуса, вырезают из него отрезок провода, равный по длине брусу в месте его нахождения. На концы проводов нагоняют концевые зажимы и закрепляют их на брусе. Затем врезают второй брус в другой провод. Постепенно отпуская лебедку, передают на брусы натяжение проводов. Закрепляют изоляционные вкладыши на брусьях. Заключительными операциями являются регулировка плавности прохода токоприемников, устранение «противошерстных» и сглаживание «пошерстных» порогов. Устраняют случайные искривления провода на подходах, смещение деталей. Регулируют высоту подвешивания пересечения.

**Пересечения и слияния трамвайных проводов.** На пересекающихся линиях трамвая контактные провода накладывают один на другой. Для пантографа, скользящего по верхнему проводу, нижний будет представлять порог, препятствующий плавному проходу. Для устранения порога перекрещивающихся проводов монтируют два дополнительных провода 3 (рис. 92), каждый из отрезков изгибают под углом

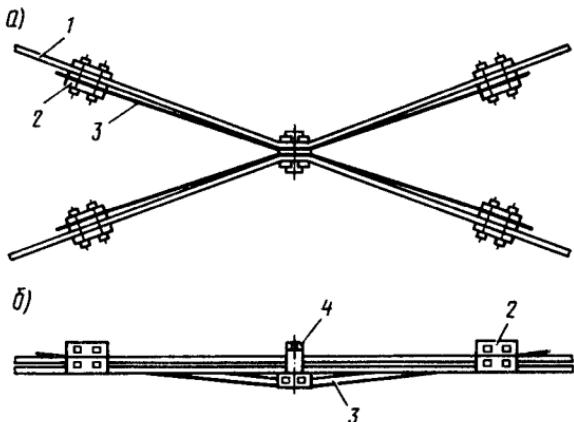


Рис. 92. Пересечение трамвайных проводов с дополнительными проводами:  
 1—основные провода; 2—зажим; 3—дополнительные провода; 4—крестовинная коробка

пересечения так, чтобы концы его закреплялись на основных проводах разного направления. Основные провода 1 в месте скрещивания заключают в крестовинную коробку 4 с подвесным зажимом внизу на два провода ЗПД. Середины дополнительных проводов закрепляют на зажиме крестовины, а концы — на основных проводах зажимами ЗСП, образуя ходовые линии в обоих направлениях. Концы дополнительных отрезков, остающиеся за зажимами ЗСП, отгибают вверх. Для жесткости натягивают дополнительные провода, перемещая в сторону от крестовины легкими ударами молотка в торец зажима 2, после чего окончательно затягивают болты этих зажимов. Пересечение может быть подвешено зафиксировано на поперечине.

Рассмотренный способ устройства пересечения является одним из первых, примененных в трамвае. Он прост в монтаже, выполняется из типовой подвесной арматуры и контактного провода, крестовинная коробка может быть изготовлена в МЗУ или мастерской района. Общая масса пересечения минимальна. Недостатками являются искривление ходовой линии и вертикальной плоскости и малая прочность динамическим воздействиям токоприемников. При проходе пересечения, так же как и на криволинейных участках с дополнительными проводами, наблюдаются отрывы и удары токоприемников, вызывающие искривление и смещение дополнительных приводов.

До монтажа пересечения должно быть выполнено регулирование положения проводов в плане. Крестовину из двух контактных проводов изготавливают в мастерской, в собранном виде поднимают на монтажную площадку и закрепляют в коробке к перекрецивающимся проводам и поперечине. Закрепляют концы дополнительных проводов на основных проводах соединительными зажимами поочередно с одной и другой стороны. Концы дополнительных проводов, остающиеся за соединительными зажимами, отгибают вверх и в сторону основного провода, чтобы исключить порог при заходе на пересечение и связанные с ним удары токоприемника. Для придания жесткости конструкции в целом натягивают дополнитель-

ные провода, перемещая соединительные зажимы легкими ударами молотка в торец зажима в сторону от крестовины. Заключительной операцией является окончательная затяжка болтовых креплений.

При малых углах встречи (до  $30^\circ$ ) применяют пересечения без дополнительных проводов (рис. 93). В местах пересечения контактные провода 1 и 2 связывают ограничительной трубкой 4 так, чтобы токоприемник при подходе с любого направления отжимал два контактных провода. Верхний контактный провод проходит между нижним проводом и ограничительной трубкой с небольшим зазором, позволяющим взаимное перемещение проводов при температурных изменениях. Ограничительная трубка крепится на нижнем проводе подвесными зажимами 3 марки ЗПО. При подходе токоприемника к пересечению по верхнему проводу он поднимается вместе с соединительной трубкой и нижним проводом. Нижний провод пересекаемого пути плавно подхватывается токоприемником значительно раньше точки пересечения. Скрещивание проводов токоприемником проходит по нижнему проводу и затем после крестовины плавно возвращается на верхний провод. В другом направлении токоприемник проходит все пересечения, скользя по нижнему проводу. Между пересекающимися проводами должна быть установлена надежная электрическая связь. Если вблизи от пересечения нет электрической перемычки, ее нужно установить специально.

В последние годы в связи с массовой заменой подвижного состава на новый, более энергоемкий, стали весьма заметно скazyваться недостатки, присущие пересечению с двумя дополнительными проводами. Пришедшие на смену дуговым токоприемникам пантографы обладают значительно большей приведенной массой и работают с большим нажатием на контактный провод. Это отразилось на увеличении нагрузок и прежде всего в местах, где ходовая линия претерпевает изменения, в частности на пере-

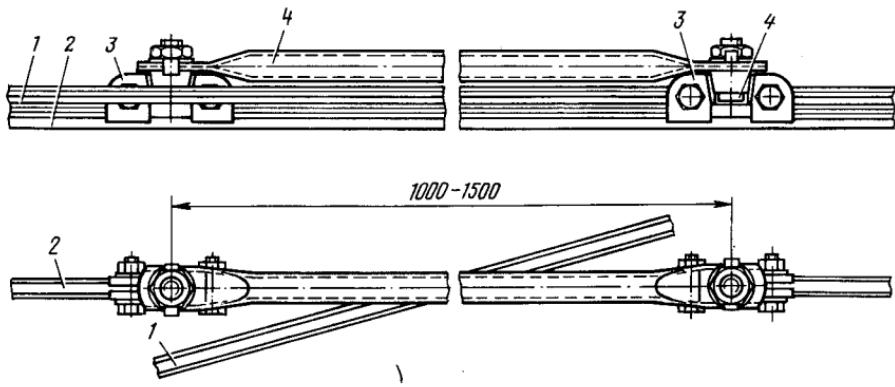


Рис. 93. Пересечение трамвайных проводов для малых углов

сечениях контактных проводов трамвая. Участились случаи искривления и обрывов дополнительных проводов и связанные с этим простой движения, а также поломки самих пантографов.

Для улучшения токосъема появилось много рационализаторских предложений, которые, сохранив принцип наложения снизу пересекающихся проводов дополнительных деталей для устранения порога, отличаются конструктивным выполнением. Многие из этих предложений успешно эксплуатируются. Приведем для примера предложение электромонтера П. И. Пантурова. Крестовину выполняют из двух отрезков круглой стали диаметром 18 мм, каждый из которых длиной 2,2 м. Середины отрезков соединяют между собой сваркой, при этом между ними приваривают гайку М16. На концах отрезков приваривают планки с отверстиями для крепления зажимов ЗСП. В мастерской предварительно отгибают концы полученной крестовины на угол, соответствующий фактическому углу пересечения проводов. На линии крестовину поднимают наверх и закрепляют снизу проводов зажимами ЗСП. Крестовину связывают с проводами в месте их перекрещивания и подвешивают на поперечину, используя приваренную в середине крестовины гайку. Подвеску можно выполнить и на струне гибкой цепной поперечины, ввернув в гайку подвесную вилку (ушко загибное).

Над срелочным переводом контактные провода сближаются и затем расходятся в разные направления. Это место наиболее сложно по регулированию положения проводов, требуется особая тщательность при выполнении монтажа и проведения профилактических ремонтов. Основным условием надежной работы являются расположения проводов обоих направлений в одной горизонтальной плоскости так, чтобы токоприемники могли в местах слияния плавно переходить с одного провода на другой. Это достигается строгим выполнением требования о фиксации слияния контактных проводов над тем местом, где между сходящимися к путевой крестовине рельсами расстояние равно 0,9—1,0 м (см. рис. 52, б), и, кроме того, отсутствием перекосов подвеса, на котором закрепляются провода обоих направлений. Место фиксации выбрано неслучайно, здесь выносы проводов обоих направлений примерно одинаковы и равны 250 мм, что создает одинаковые условия для движения в оба направления, а закрепление проводов на общем подвесе исключает подъем одного провода над другим.

Другим условием надежной работы является обеспечение надежной электрической связи между проводами обоих направлений.

## 25. Управляемые и сходные стрелки троллейбуса

Троллейбусными стрелками называются специальные части, предназначенные для перевода штанг с двух линий на одну общую и для разветвления с одного направления на два. Первый вид

стрелок называется *сходные стрелки*, второй — *расходные стрелки*. Устройство расходных стрелок сложнее сходных: для перевода штанги с одного направления, например на правое или левое, стрелка должна иметь подвижное перо и механизм для перевода, тогда как сходная стрелка не нуждается в механизме перевода. Управляет переводом стрелки водитель троллейбуса из кабины машины во время движения. В связи с этим за расходными стрелками закрепилось название *управляемые стрелки*.

В зависимости от расположения проводов, образующих угол при подходах к стрелке, различают стрелки симметричные с отклонением каждого направления на половину угла от общего направления и несимметричные, в которых одно из направлений сохраняет прямую линию, а второй отклоняется вправо или влево на полный угол. Наибольшее распространение получили *симметричные стрелки*, достоинством которых является универсальность применения в любом месте сети, обеспечение условий прохода спецчасти за счет поворота на вдвое меньший угол в сравнении с несимметричной.

*Несимметричные стрелки* имеют свои достоинства: лучшую приспособляемость к условиям движения в депо, обеспечение преимущественного проезда в главном направлении на линиях, имеющих ответвления с малым объемом движения или служебное назначение, облегчение тросовой системы за счет распорных брусьев или поперечины тросовой оттяжкой.

Управляемые и сходные стрелки устанавливают на всех разветвлениях пассажирских линий, на ответвлениях от пассажирских линий к депо, ремонтным мастерским ( заводам). На территориях депо, отстойных площадках, территориях ремонтных мастерских ( заводов) стрелки устанавливают на въездах и выездах и на поточных линиях. На ответвлениях и редко используемых линиях служебного назначения и грузовых линиях управляемые стрелки монтируют лишь в исключительных случаях. Наличие управляемой стрелки здесь затрудняет движение пассажирского транспорта и вызывает лишний расход энергии на включение и отключение тяговых двигателей, связанные с проходом стрелки. Сходные стрелки устанавливают на всех слияниях любого назначения, если протяженность тупикового ответвления более 100 м.

Место установки управляемой стрелки на улице города выбирают с учетом габаритов участкового в движении транспорта. При длине троллейбусов до 12 м стрелку устанавливают на расстоянии не менее 20 м перед пешеходной дорожкой перекрестка, а при сочлененных троллейбусах это расстояние увеличивают до 30 м. Учитывают и обстановку движения. При интенсивном движении управляемую стрелку относят от перекрестка навстречу движению на расстояние, позволяющее выполнить перестройку движения троллейбусов до зоны скопления транспорта перед перекрестком.

Сходные стрелки рекомендуется размещать за перекрестком пешеходной дорожкой на расстоянии не менее 10 м.

На территориях депо и ремонтных мастерских ( заводов) последовательно расположенные по ходу движения стрелки размещают на расстоянии не менее 8 м. Это расстояние необходимо для того, чтобы водитель, не прекращая движения, успел перестроить режим движения (включить или выключить двигатели).

Стрелки располагают на горизонтальных участках улиц (дорог) или продольных уклонах не более  $20^{\circ}/\text{oo}$ , в исключительных случаях при благоприятных климатических условиях (отсутствие гололедных образований с ветром большой интенсивности) допускается установка на подъемах до  $30^{\circ}/\text{oo}$ .

Стрелочные узлы обладают большой массой, для подвешивания каждой из них монтируют специальную поперечину. Допускается подвеска двух стрелочных узлов на одной несущей поперечине, что несколько снижает надежность сети. Сход штанг в этом случае на пути одного направления вызывает колебание стрелки другого направления, где вследствие этого возможны также сходы.

Управляемая стрелка типа СТУ-5, разработанная проектной конторой Мосгортранснинпроект, получила широкое распространение во многих городах СССР. В конструкции заложен принцип прохода центров встречи на платах стрелки и крестовины скольжением контактной вставки головки токоприемника, а угол расхождения проводов в стрелочном узле 25 делится симметрично по  $12^{\circ}30'$  в каждую сторону.

Стрелочный узел СТУ-5 представляет собой сборную конструкцию (рис. 94), состоящую из двух управляемых стрелок, каждая на один провод (правая 8 и левая 2), соединенных планочными изоляторами, двух контактов включения 1, крестовины 4 с двумя специальными планочными изоляторами, трех коротких и трех длинных шин, секционного изолятора 3 марки СИ-6ДУ и секционного изолятора 5 марки СИ-6У, двух электрических перемычек 9, электрической перемычки, которая проходит через секционные изоляторы, трех концевых зажимов 2, двух подвесных зажи-

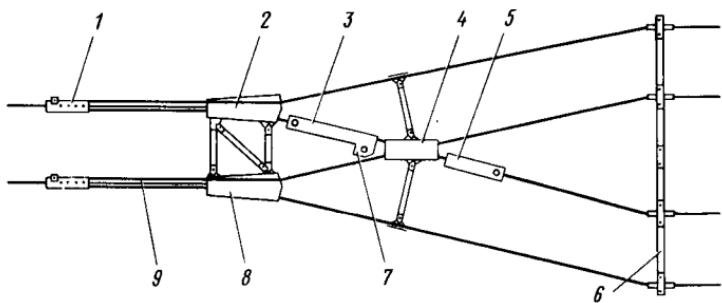


Рис. 94. Управляемая стрелка СТУ-5

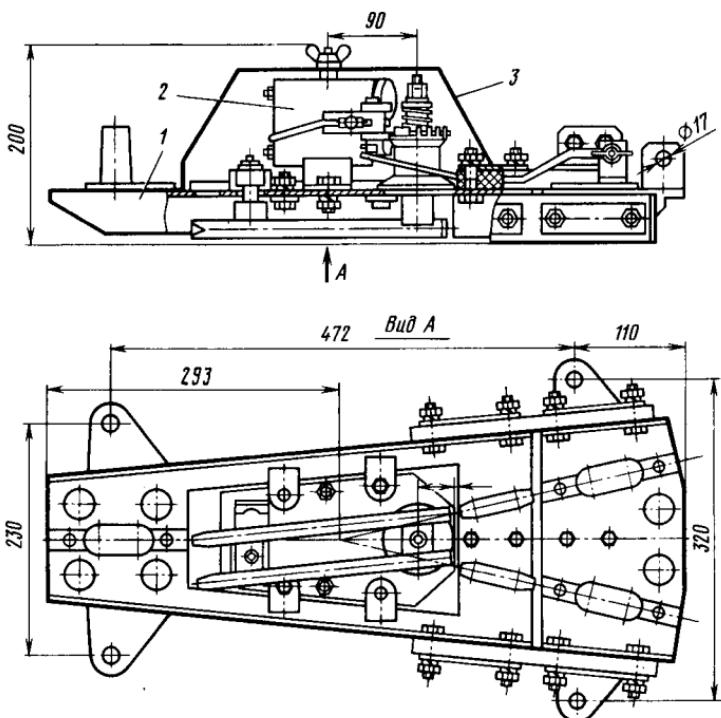


Рис. 95. Стрелка, управляемая на один провод

мов марки ЗПВ-2 и отбойника 7, препятствующего заклиниванию на крестовине штанги при сходе. Стрелка комплектуется распором симметрии 6 марки РСС-6, который при монтаже может быть заменен поперечиной (тросом симметрии).

Каждая стрелка (рис. 95) состоит из плиты 1, разделенной на две части, электрически изолированные друг от друга воздушным промежутком. Механическое соединение обеих частей восполнено изоляционными брусьями из древесно-слоистого пластика ДСП-Б-Э. Снизу на плите закреплены ходовые элементы со скосенными торцами для облегчения перехода головки токоприемника с одного элемента на другой. По концам плиты имеются отверстия для закрепления шин и концевой части, с боков — ушки для соединения с планочными изоляторами, связывающими правую и левую стрелки, а снаружи — для фиксирующей поперечины и анкерных ветвей. Связь стрелок достаточно жесткая благодаря применению трех изоляторов разной длины, один из которых выполняет функцию раскоса, препятствующую перекосам и перемещениям стрелок относительно друг друга.

В плане стрелочный узел фиксируется поперечиной. Для уравновешивания сил натяжения двух пар контактных проводов, отхо-

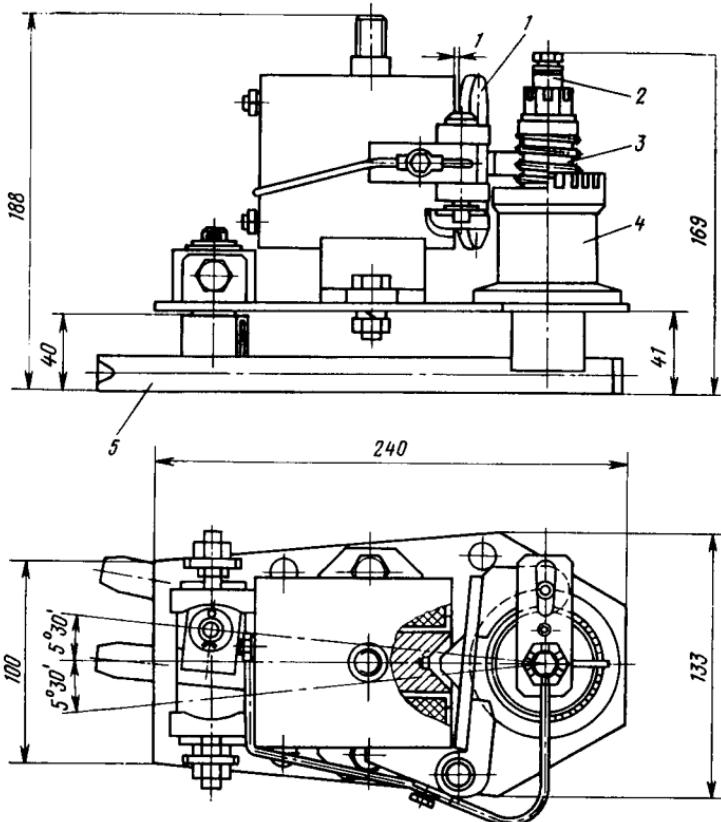


Рис. 96. Механизм привода пера

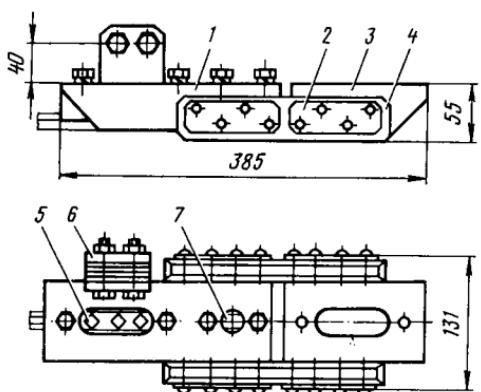


Рис. 97. Контакт включающий:  
 1—скоба контактная; 2—накладка длинная; 3—скоба;  
 4—брус; 5—зажим концевой; 6—зажим специальный;  
 7—элемент подгораживающий

дящих от стрелки, и одной пары, подходящей к ней, со стороны входа на стрелочный узел подключаются с обеих сторон анкерные ветви. Наверху плиты в ее передней части устанавливают съемный механизм управления стрелкой 2.

Механизм привода пера (рис. 96) состоит из электромагнита, катушка которого помещена в цилиндрический корпус. Крышка корпуса 1 закреплена шарнирно и является элементом рычажной системы поворота оси 2, на которой снизу закреплены два пера 5 для перевода штанг троллейбуса в правое или левое направление. На оси закреплена возвратная пружина 3, удерживающая перо стрелки для движения направо. Натяжение пружины регулируется закреплением ее конца в тот или иной зубец стакана 4, в котором помещена ось. Механизм вместе с перьями собран в отдельный съемный узел, что представляет большое удобство для замены его на линии, сохранив нетронутым стрелочный узел.

Один конец провода электромагнитной катушки соединяют с контактом на задней части плиты (за воздушным промежутком), второй электрически связан с передней частью плиты. Сверху механизм закрыт кожухом 3 (см. рис. 95), закрепляемым барабанной гайкой.

При входе на стрелку контактный провод соединяется концевым зажимом с контактом включения (рис. 97), состоящим из двух скоб, электрически изолированных воздушным промежутком и механически соединенных изоляционными брусьями из ДСП-Б-Э, расположенными по бокам контакта. Перед воздушным промежутком со стороны входа имеется подгорающий элемент (рис. 98), назначение которого — воспринимать действие вспышек электрической дуги, возникающих при переходе штангой воздушного промежутка. При вспышках электрической дуги конец подгорающего элемента оплавляется, что довольно быстро (в сравнении с другими деталями) приводят его к износу. Подгорающий элемент выполнен с учетом возможности быстрой его замены и оставления других деталей.

Электрически изолированный участок между двумя воздушными промежутками (один на контакте включения, второй на плате) на-

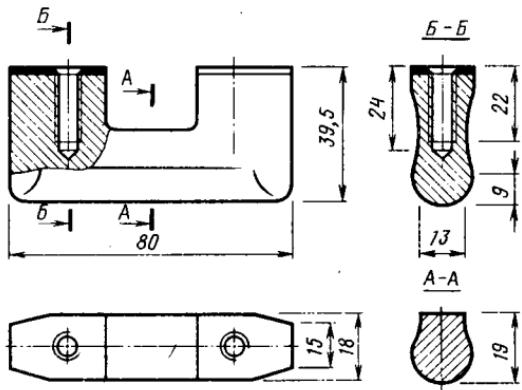


Рис. 98. Подгорающий элемент

ходится под напряжением от электромагнита, он используется как датчик в цепи управления срелкой.

В месте пересечения проводов разной полярности устанавливают крестовину (рис. 99), представляющую собой раму с ходовыми элементами в центре встречи. Со стрелками крестовину соединяют длинной ходовой и короткой шинами и секционным изолятором СИ-6ДУ.

Электрическая энергия передается в обход секционных изоляторов на перемычке. От боковых перемещений крестовина предохранена двумя специальными распорными изоляторами. В направлении направо за крестовиной устанавливают секционный изолятор СИ-6У. Непрерывность электрической цепи в изолированном направлении осуществляется через электрическую перемычку. Центр встречи является наиболее ответственной и быстро изнашиваемой деталью, он делается съемным, легко заменяемым и закрепляется на раме болтами.

Комплектующий стрелку распор симметрии РСС-6 (рис. 100) служит для фиксации и изменений направления контактных проводов после прохода стрелочного узла и представляет собой сборную конструкцию. Два средних изоляционных бруса 3 из ДСП-Б-Э, связанных обоймой 4 в середине, соединяются средними кронштейнами 2 с брусьями 5. На концах распора закреплены крайние кронштейны 6. На каждом кронштейне закрепляют держатели кривой 7 марки КД-14. (На рис. 100 п. 1 — загибное ушко.) За счет плавного изгиба щечек достигается спокойный проход токоприемников по кривому держателю.

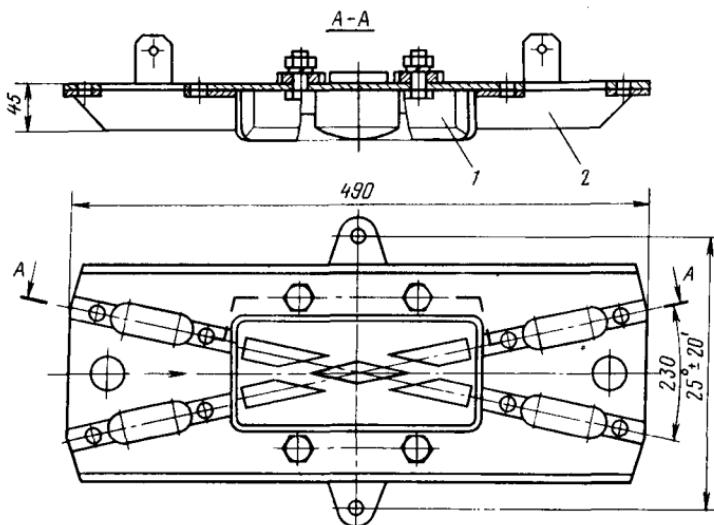


Рис. 99. Стрелочная крестовина:  
1 — центр встречи; 2 — рама

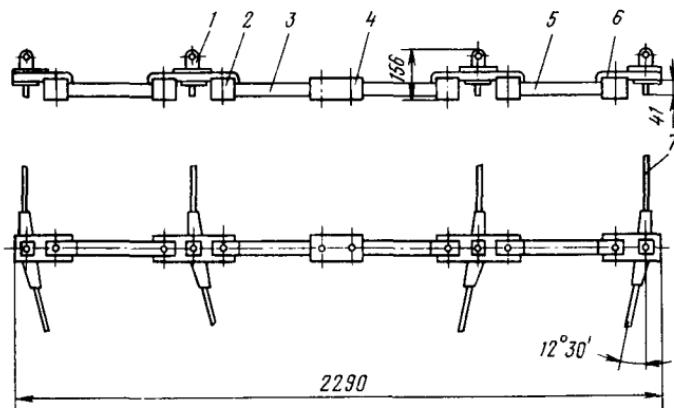


Рис. 100. Распор симметрии стрелочный РСС-6

Рассмотрим электромеханическую схему стрелки (рис. 101). Перо стрелки постоянно удерживается пружиной в направлении движения токоприемника направо. При проходе троллейбусом зоны контакта и передней части плиты стрелки с выключенным тяговым двигателем на ходовой линии находится перо для движения направо, а перо левого направления остается в стороне. При проходе этой зоны с включенным тяговым двигателем ток протекает через катушку электромагнита стрелки. Электромагнит притягивает якорь, преодолевая силу возвратной пружины, переводит перья, меняя их положения: перо левого направления ставит на ходовую линию, а правого — отодвигает в сторону. В таком положении перья стрелки удерживаются до тех пор, пока через электромагнит протекает ток. Как только токоприемник пройдет воздушный промежуток на плите, катушка электромагнита обесточивается, и перья под действием возвратной пружины возвращаются в исходное положение. Каждая из стрелок положительной и отрицательной полярности работает самостоятельно и независимо друг от друга.

Минимальный ток срабатывания перевода механизма регулируется натяжением возвратной пружины в пределах 30—90 А; он выбирается в зависимости от тока, необходимого для освещения троллейбуса, работы компрессора, обогрева салона и других собственных нужд троллейбуса. Чтобы исключить ложные переводы стрелки, ток срабатывания принимают несколько большим суммарного тока для собственных нужд. Если на линиях курсируют троллейбусы разных типов, для регулирования стрелок принимают ток собственных нужд более энергоемких машин (например, сочлененные).

**Сходные стрелки.** Конструкция современных сходных стрелок проще управляемых, так как в них отсутствуют механизм перевода перьев, контакты включения и связанные с ними детали. Сходная стрелка чаще всего выполняется как упрощенная управляемая стрел-

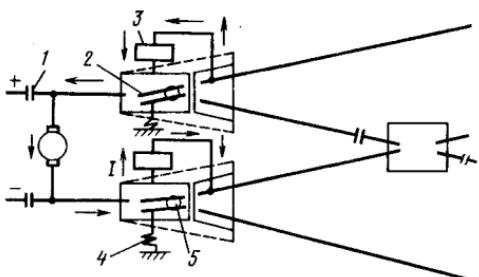


Рис. 101. Электромеханическая схема СТУ-5:  
1—включающий контакт; 2—перо; 3—катушка электромагнита; 4—пружина; 5—ось вращения пера

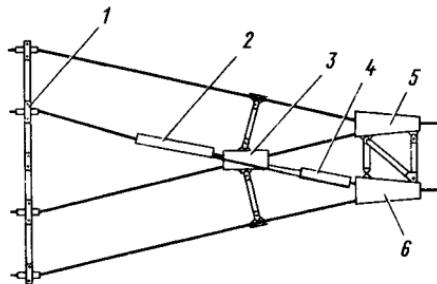


Рис. 102. Сходная стрелка СТС-5:  
1—распорный рычаг; 2, 4—секционные изоляторы; 3—крестовина; 5, 6—левая и правая сходные стрелки

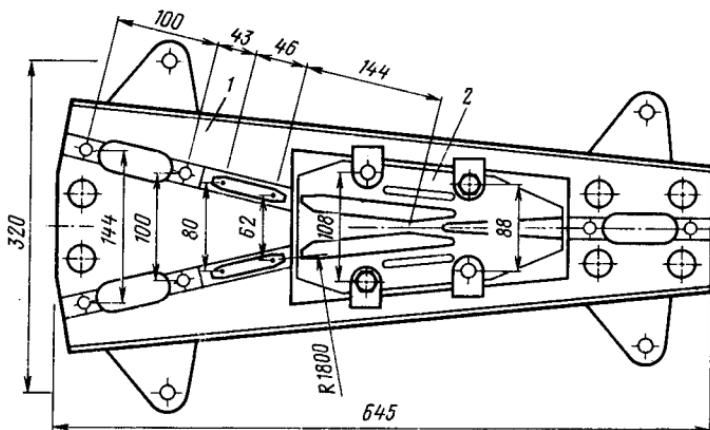


Рис. 103. Стрелка сходная на один провод

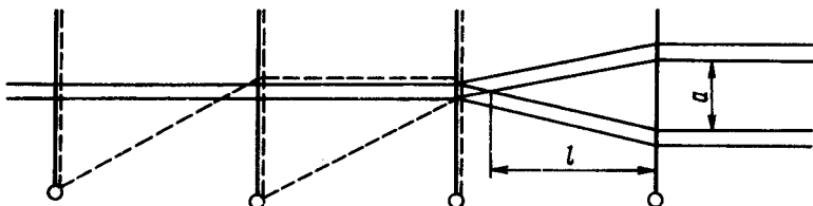


Рис. 104. Схема к определению расстояния между проводами на трофе симметрии

ка, отличающаяся конструкцией плиты, где сходятся провода, а в остальном имеющая те же детали, но устанавливаемые с учетом изменения направлений движения. Взаимозаменяемость частей и деталей сходной и управляемой стрелок создает дополнительные удобства в эксплуатации, так как сокращает номенклатуру комплектующих и запасных частей.

Сходная стрелка СТС-5 (рис. 102), разработанная проектной конторой Мосгортранснипроект, имеет, как и СТУ-5, симметричную конструкцию с углом схождения проводов  $25^\circ$ . При входе на плиту стрелки справа или слева головка токоприемника скользит контактной вставкой по ходовым элементам и попадает на сходной ходовой элемент, а далее на концевой зажим и контактный провод.

Входящие в комплект сборочные единицы имеют то же исполнение, что и для СТУ-5 (см. рис. 94), за исключением правой и левой сходных стрелок на один провод (рис. 103). На плате стрелки 1 закрепляют съемный центр схождения 2, являющийся по сравнению с другими устройствами ответственной и быстроизнашиваемой деталью. Возможность замены центра схождения, не затрагивая остальной сборки узла, — большое удобство для выполнения ремонта и эксплуатации. Кроме того, секционный изолятор СИ-6У вместо специального зажима для подсоединения электрической перемычки комплектуется зажимом ЗСП, и добавляется средняя шина.

Для монтажа стрелки СТУ-5 или СТС-5 на линии заготавливают два анкерных троса, монтируют гибкую цепную поперечину или кронштейн и несколько дальше трос симметрии перпендикулярно осевой линии. Отклонения от перпендикулярности допускают не более  $10^\circ$ .

Расстояние между проводами  $a$  на трофе симметрии (рис. 104) и расстояние от стрелки до трофе симметрии  $l$  принимают следующими:

Изменение направления проводов на трофе симметрии выполняют с помощью кривых держателей КД-14. В вынужденных случаях трофе симметрии можно заменить стрелочным распором симметрии РСС-6, который, имея большую массу, ухудшает токосъем, а при поломке его восстановление сложнее восстановления трофе симметрии.

Перед установкой стрелочный узел подготавливают в мастерской. При этом проверяют комплектность, совпадение мест крепежа в местах сочленения сборочных единиц, зачищают до блеска все контактные поверхности токоведущих частей и смазывают их техническим вазелином. Проверяют на стенде размеры, обеспечивающие взаимозаменяемость съемных частей: переводные механизмы, центры встречи, подгорающие элементы, центры схождения. Регулируют на стенде переводной механизм по заданному току срабатывания перевода перьев. Для регулировки используют нагрузочное устройство, работающее от напряжения контактной сети 600 В постоянного тока и

представляющее собой резистор с контактором для включения. Сопротивление резистора подбирают по заданному току собственных нужд эксплуатируемых троллейбусов. На линиях, где эксплуатируются только одиночные троллейбусы, ток срабатывания принимается равным 40 А, а где сочлененные троллейбусы, то 50 А. Регулировку механизмов делают и непосредственно на линии, пользуясь переносным нагрузочным устройством.

В целях наименьшей затраты времени на монтаж, которое при работе на действующих сетях обычно ограничивается и дается в часы ночного перерыва движения, установку (замену) стрелки ведут в такой последовательности. Стрелочный узел собирают в мастерской полностью вместе с крестовиной. В собранном виде стрелку поднимают на автovышку. Плиты стрелки вместе с натяжными изоляторами врезают в фиксирующую поперечину. Натянув монтажной лебедкой провода левого направления до появления слабины, вырезают отрезки, равные под длине расстоянию между концевыми зажимами присоединения к стрелочному узлу. Состыковывают концы проводов со стрелочным узлом. Соединяют плиты стрелок с заготовленными анкерными тросами. Натягивают и соединяют контактные провода правого направления со стрелочным узлом. Монтируют электрические перемычки.

Затем подвешивают стрелочный узел на струнах к несущему тросу или кронштейну. Закрепляют провода на тросе или распоре симметрии. Выполняют регулировочные работы по положению стрелки в плане и по высоте, добиваясь равномерного натяжения подходящих проводов и анкерных ветвей. Выравнивают плавность всей ходовой линии в пределах узла и ~~установляют~~ пошерстные уступы на переходах между ходовыми элементами стрелки, секционных изоляторов, крестовины контакта включения, шинами и концевыми частями. Для регулировки используют специальные прокладки. Проверяют нагрузочным устройством работу переводных механизмов по току срабатывания и положению перьев, обеспечивающих уверенный, беспрепятственный проход токоприемников.

## 26. Грузовые компенсаторы и устройства сезонной регулировки

Для натяжения контактного провода в заданных пределах применяют специальные устройства, компенсирующие изменение его длины вследствие повышения или понижения температуры.

Устройства разделяются на два вида:

грузовые компенсаторы, поддерживающие постоянное натяжение контактного провода или несущего троса посредством груза, подвешенного через блоки к концу провода (троса);

устройства с сезонной ручной регулировкой, поддерживающие напряжение в заданных пределах на период зимнего, летнего (а в необходимых случаях и весеннего, осеннего) сезонов.

Первый способ по сравнению со вторым обладает следующими преимуществами:

постоянство оптимального натяжения провода на уровне оптимальной величины во все сезоны года;

минимальные трудовые затраты при эксплуатации;

выполнение профилактических работ по уходу за устройством в удобное время, не связанное с сезоном;

значительное повышение надежности работы сети.

Вместе с тем автоматическая компенсация натяжения контактной подвески вносит определенные усложнения в устройство сети, а эксплуатация (в особенности устройства троллейбусной сети) требует более строгого выполнения технологической дисциплины и повышенной квалификации персонала.

Сезонное регулирование натяжения контактного провода является более простым способом, применяемым с самых ранних этапов эксплуатации сети и сохраняющимся на значительной части сетей трамвая и особенно троллейбуса. Наряду с простотой способ имеет ряд недостатков, из которых главными являются:

большой объем ручной работы, выполняемой во многих точках сети;

необходимость проведения регулировки в сжатые строго определенные сроки;

непостоянство натяжения провода в периодах времени между сезонными регулировками и возможное превышение его допустимого значения;

более низкий уровень надежности работы сети в сравнении с автоматической компенсацией.

Допустимые максимальные и минимальные напряжения в контактных проводах трамвая и троллейбуса должны быть в пределах, указанных в табл. 23.

Таблица 23

Типы контактных подвесок	Напряжение в проводах при растяжении, МПа		Натяжение в стальалюминиевом проводе ПКСА-80/180, кН
	в медных МФ, МФО	в бронзовых БрФ, БрФО	
Некомпенсированные	45/125	55/150	2/12
Частично компенсированные	40/150	55/150	2/12
Полукомпенсированные и компенсированные	80/95	105/115	7/8

П р и м е ч а н и е. В числителе показано минимальное напряжение, в знаменателе — максимальное.

Для автоматической компенсации натяжения контактного провода в полукомпенсированной подвеске применяют грузовые компенсаторы блочного типа (рис. 105). Компенсатор представляет собой полиспаст. Для компенсации применяют двух- и трехблочные грузовые компенсаторы с коэффициентом передачи соответственно 1:2 и 1:4.

В городском электрическом транспорте преимущественное распространение получили трехблочные компенсаторы. Блоки компенсаторов должны быть на подшипниках качения. Для заправки блоков применяют стальной 37-проводочный канат диаметром 10,5 мм. Грузы помещают внутри трубчатых опор ОСГ. На загородных и вылетных линиях допускается закрепление грузов снаружи опоры с защитой их предохранительной решеткой. На грузовой компенсатор могут быть анкерованы как одинарный, так и совместно двойной провод трамвая. Для выравнивания натяжения обоих проводов их натягивают через коромысло или ролик.

Длину анкерного участка полукомпенсированной и компенсированной подвесок для прямых участков линий принимают равной 900—1400 м при двусторонней компенсации и 450—700 м при односторонней. На линиях, имеющих криволинейные участки, длину анкерного участка уменьшают в зависимости от расположения, длины и радиуса кривых с целью сохранения неравномерности натяжения контактного провода по длине анкерного участка в предел-

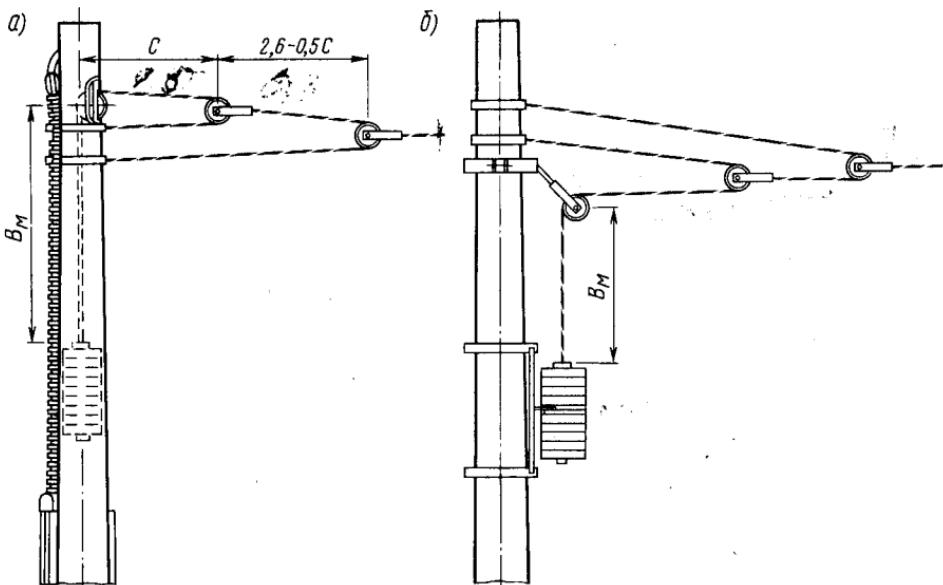


Рис. 105. Грузовые компенсаторы:

а — груз располагается внутри опоры; б — груз располагается снаружи опоры (размеры  $C$ ,  $B_m$  см. с. 182 и рис. 109)

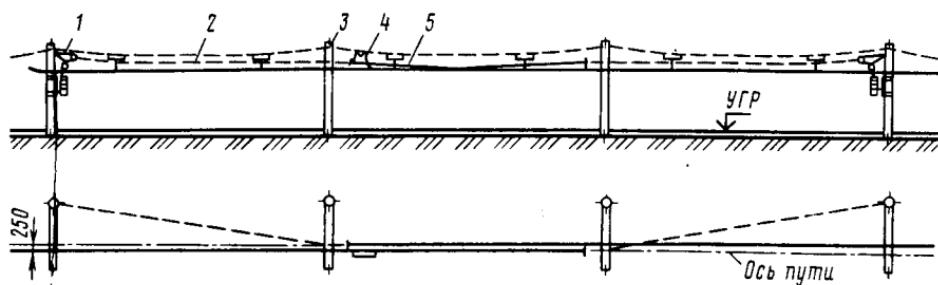


Рис. 106. Сопряжение анкерных участков сети трамвая:

1—грузовой компенсатор; 2—трос; 3—опора переходного пролета; 4—электрическое соединение; 5—контактные провода

лах, не превышающих для прямолинейных участков ( $\pm 15\%$  нормативного натяжения).

Сопряжение двух анкерных участков сети трамвая выполняют параллельной прокладкой проводов в сопрягаемом пролете с отведением концов их на анкеровку в разные стороны. В середине пролета оба провода имеют одинаковую высоту, а по мере удаления от середины к анкерам высота подвески провода увеличивается (рис. 106), что обеспечивает плавный переход токоприемника с одного провода на другой. Электрическая энергия между проводами передается гибкими электрическими соединителями-перемычками.

Сопряжение анкерных участков сети троллейбуса выполняют врезкой в каждый провод узла, по которому токоприемник переходит с одного участка на другой. Конструкции этого узла, полностью удовлетворяющей требованиям токосъема, в настоящее время не имеется. Существует несколько вариантов конструкции, построенных по общей схеме. Основной частью является двойная шина или обойма, внутри которой проходит контактный провод. Общая ширина не превышает 20 мм, что позволяет вписаться контактной головке токоприемника. Двойная шина (обойма) одним концом стыкуется с контактным проводом при входе на переход, а вторым соединяется с анкерной ветвью, идущей на грузовой компенсатор. Контактный провод входит внутрь шины (обоймы) на сходном конце перехода, проходит через нее и до выходе соединяется с анкерной ветвью другого компенсатора.

Таким образом, двойная шина (обойма) и контактный провод анкеруются в разные стороны от перехода и имеют возможность перемещаться вдоль линии относительно друг друга, сохраняя при этом общую ходовую линию на переходе. Образующийся на переходе с шиной на провод уступ по ширине является «пошерстным», он не создает препятствия для движения.

Некоторые из испытанных конструкций вполне работоспособны, но требуют тщательного и квалифицированного ухода при строгом соблюдении технологической дисциплины. Поиски более совершенной конструкции продолжаются.

Последняя разработка Мосгортрансниипроекта — переходная шина, которая проходит опытную проверку (рис. 107). Построенная по общей схеме, она отличается небольшой длиной (2,6 м), применением ролика на входе провода в обойму для снижения трения и уменьшения динамического воздействия благодаря пружине, включенной в рычажную систему натяжения ролика.

Переходные шины монтируют под кронштейном или поперечиной, что обеспечивает их хорошую ветроустойчивость и предохраняет от чрезмерных колебаний. Двойную шину подвешивают по краям к несущему тросу на скользящих изолированных подвесах. Электрическая энергия передается по электрическим соединителям (питающим дужкам), устанавливаемым по обе стороны узла перехода.

Отходящие от перехода анкерные тросы направляются через отклоняющиеся ролики на опоры с грузовыми компенсаторами. Оба провода одной линии (плюсовые и минусовые) могут иметь общий компенсатор или раздельные для каждого провода, разнесенные на соседние точки подвески. В местах присоединения к узлу шинопроводного перехода в анкерные тросы создают двухступенчатую электрическую изоляцию.

Монтаж трехблочного компенсатора 3 выполняют в следующей очередной последовательности (рис. 108). На высоте проектной отметки на опоре закрепляют хомут 2, к которому закрепляют конец стального каната, второй конец каната пропускают через подвижной ролик и присоединяют ко второму подвижному ролику. Второй отрезок стального каната закрепляют на другом хомуте, заранее установленном на опоре. Пропустив канат через подвижной, а затем неподвижный ролики, соединяют со штангой с надетыми на нее грузами 5. Анкерный трос соединяют с первым подвижным роликом через полиспаст 1 (монтажную лебедку) и натягивают до тех пор, пока грузы не поднимутся до проектной высоты по графику рис. 109 с учетом последующей вытяжки контактного провода 4 в эксплуатации.

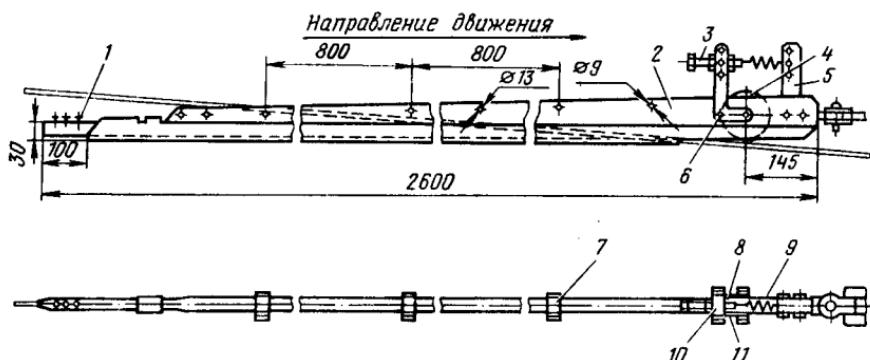


Рис. 107. Переходная шина:

1 — болт специальный; 2 — обойма; 3 — болт регулировочный; 4 — ролик; 5 — кронштейн; 6 — ось; 7 — распор; 8, 11 — рычаг; 9 — пружина; 10 — втулка

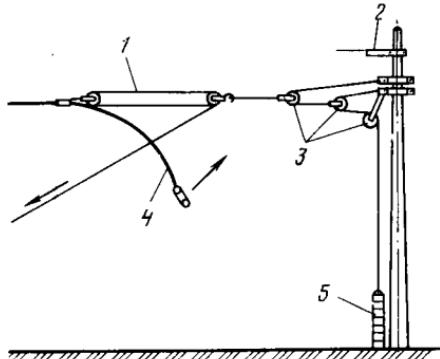


Рис. 108. Схема соединения контактного провода с грузовым компенсатором

Здесь соединяют анкерный трос с первым подвижным роликом, освобождают и снимают полиспаст (монтажную лебедку), устанавливают предохранительную ограждающую решетку.

Монтаж компенсатора с грузом внутри опоры отличается от монтажа снаружи опоры. Для подъема и опускания грузов внутрь опоры применяют телескопическую вышку с установленным на вершине приспособлением с роликами на месте предварительно снятой корзины или специальное приспособление в виде Г-образной штанги с роликом, укрепляемой на вершине опоры. Один конец стального каната пропускают через ролик и соединяют со штангой грузового компенсатора, а второй — с лебедкой или полиспастом. Установив штангу над опорой, постепенно загружают ее грузами и одновременно опускают внутрь опоры. Вытянув конец троса через отверстие в опоре, пропускают его через ролики и соединяют с хомутом на опоре. Отрезком каната соединяют подвижной ролик и, пропустив его через другой подвижной блок, соединяют с нижним хомутом. Натяжение контактного провода и соединение его с блоком компенсатора выполняют аналогично указанному ранее.

Сопряжения анкерных участков регулируют так, чтобы переход с одного участка контактного провода на другой был плавным. Сопряжения на двухпутных участках трамвая или других проводов одной линии троллейбуса выполняют как совмещенно в одном пролете, так и со смещением на несколько пролетов.

Заключительной операцией является регулирование положения груза. При крайних температурах зимнего и летнего сезонов груз не должен приближаться к ролику на расстояние менее 0,25 м и опускаться до земли. Расстояние от груза до земли должно оставаться не менее 0,25 м при наивысшей (расчетной) температуре летнего сезона. Чтобы установить регулировочный размер  $B_m$  (см. рис. 105), используют графики изменения положения груза компенсатора в зависимости от температуры окружающего воздуха (см. рис. 109).

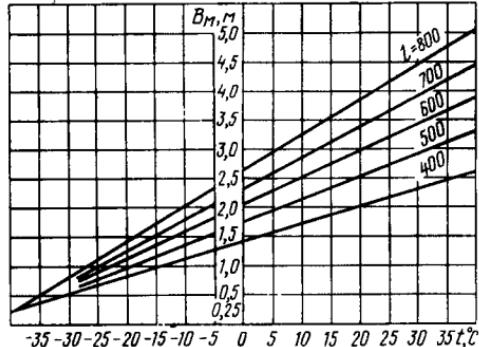


Рис. 109. График изменения положения груза компенсатора в зависимости от температуры

В процессе эксплуатации и в особенности в первое время после подвески и натяжения новый контактный провод дает остаточные удлинения. Это явление, называемое вытяжкой провода, учитывают при определении высоты груза. Значения изменений высоты груза вследствие вытяжки провода новой контактной подвески в зависимости от длины провода на участке средней анкеровки до трехблочного компенсатора следующие:

Длина провода средней анкеровки до компенсатора, м . . . . .	400	450	500	550	600	650	700
Изменение высоты подвески грузов $B_v$ , м . . . . .	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4

Высоту подвески грузов с учетом вытяжки определяют как сумму размеров  $B_m$  и  $B_v$ .

Высоту подвески груза, находящегося внутри опоры, можно рассчитать заранее определенным (исходя из конструктивных размеров) расстоянием от оси опоры до первого подвижного ролика между подвижными роликами (см. рис. 105). Ниже приведены значения размера в зависимости от температуры для участка длиной 800 м:

Температура воздуха, °С . . . . .	-40	-35	-30	-25	-20	-15
Размер $C$ , м . . . . .	3,6	3,46	3,3	3,16	3,0	2,84
Размер $(2,6-0,5 C)$ , м . . . . .	0,8	0,87	0,95	1,02	1,1	1,18
Температура воздуха, °С . . . . .	-10	-5	0	+5	+10	+15
Размер $C$ , м . . . . .	2,7	2,54	2,4	2,24	2,1	1,94
Размер $(2,6-0,5 C)$ , м . . . . .	1,25	1,33	1,4	1,48	1,55	1,63
Температура воздуха, °С . . . . .	+20	+25	+30	+35	+40	
Размер $C$ , м . . . . .	1,8	1,64	1,5	1,34	1,2	
Размер $(2,6-0,5 C)$ , м . . . . .	1,7	1,78	1,85	1,93	2	

Сезонное регулирование натяжения разбивается на два периода: осенний и весенний. Весной провод подтягивают, укорачивая его длину, а осенью распускают, увеличивая длину. Для районов средней полосы СССР диапазон годовых колебаний температур составляет 65—80 °С. Для городов, находящихся в этой зоне, достаточно двух сезонных регулировок в году, чтобы поддерживать натяжение проводов в допустимых пределах. Для городов в зонах с большим перепадом годовых температур проводят дополнительные регулировки в середине сезона, а с годовым колебанием температур менее 40 °С сеть может работать без сезонного регулирования.

Простейшим способом выполнения регулировки является подтягивание провода монтажной лебедкой весной и вырезка отрезка его, а осенью распуск провода с добавлением отрезка провода, равного по длине вырезанному в весеннюю регулировку. По этой схеме осуществляется сезонная регулировка проводов троллейбуса. Сеть троллейбуса делится на регулируемые участки, для каждого из них определяется место регулировки и расчетная длина дополнительного отрезка провода, соответствующая протяженности регулируемого

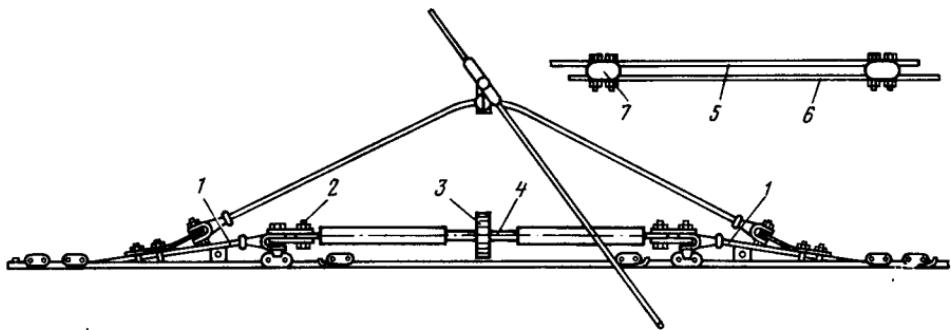


Рис. 110. Температурный винт:

1—контактный провод; 2—винты; 3—зубчатое колесо; 4—натяжная муфта; 5, 6—дополнительные провода; 7—соединительные зажимы

участка. Длину участка выбирают с учетом выполнения наименьшего объема работ по передвижке подвесов для устранения их перекосов, вызванных смещением при перетяжке провода.

В простых подвесках на гибких поперечинах и в цепных подвесках сезонно регулирующие устройства размещают через 400—500 м, в простых подвесках на кронштейнных — через 300—400 м. От разворотных колец и мест жестких подвесок (под искусственными сооружениями) сезонно-регулирующее устройство должно размещаться не ближе 200 м.

В трамвайных сетях для регулировки устанавливают специальные конструкции — температурные винты, включаемые в разрез контактных проводов.

Температурный винт (рис. 110) имеет натяжную муфту с правой и левой резьбой на винтах и гайках. В средней части муфты имеется зубчатое колесо для трещоточного ключа. Ходовая линия для токоприемника образуется двумя дополнительными проводами, расположенными под муфтой. Между собой дополнительные провода соединены зажимами. Температурный винт подвешивают на поперечине с помощью стального каната, который одновременно страхует от падения проводов на землю при разрушении винта.

Перед монтажом производят сборку температурного винта в мастерских МЗУ.

При подготовке винта должна быть заложена смазка так, чтобы полости предохранительных кожухов были полностью заполнены ею. Правый и левый винты должны заходить внутрь кожухов на одинаковые длины так, чтобы общая длина температурного винта соответствовала сезону. Для установки зимой винт должен быть распущен, но оставлено не менее чем по 3 см резьбы для небольшой регулировки натяжения при монтаже. Для установки летом винт должен быть свернут, причем для регулировки при монтаже должен быть оставлен запас резьбы по 5 см с каждой стороны.

Температурный винт должен быть подвешен к несущему тросу или к поперечине, монтаж его выполняют в следующем порядке:

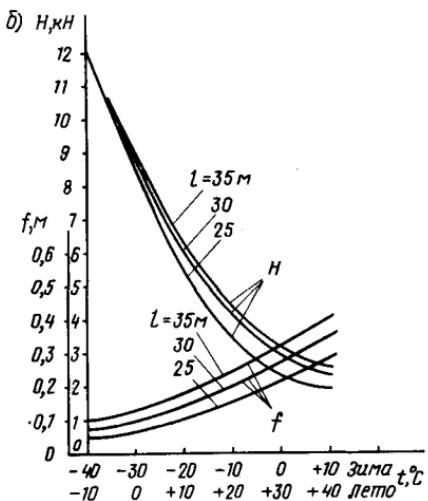
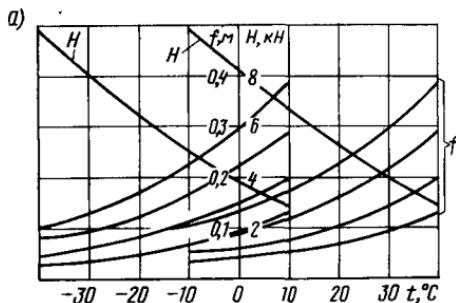


Рис. 111. Монтажные кривые для простой подвески:

а — для медного провода МФ-85; б — для стелеалюминиевого провода ПКСА-80/180

закрепить на контактном проводе натяжные зажимы и монтажную лебедку;

стянуть контактный провод, разрезать его; концы провода заделать в концевые зажимы и прикрепить их к температурному винту; снять лебедку и натяжные зажимы;

прикрепить дополнительные вставки (байдраты), присоединив их к основному контактному проводу двумя соединительными зажимами каждый;

отрегулировать температурный винт по сезону.

Монтаж контактной сети может проводиться при любой температуре окружающего воздуха, поэтому проводу необходимо дать первоначальное натяжение, соответствующее температуре на момент монтажа. Натяжение  $H$  определяют по монтажным кривым (рис. 111), где показано, как изменяются натяжения  $H$  и стрелы провеса  $f$  провода с изменением температуры  $t$  для разных сезонов регулирования. Правильность выполненной регулировки проверяют по стреле провеса или по показаниям шунтового динамометра.

На рис. 111, а приведены монтажные кривые провода МФ-85 для эквивалентного пролета 30 м (стрелы провеса даны для разных длин пролетов —20, 25, 30, 35 м); на рис. 111, б — монтажные кривые стелеалюминиевого провода ПКСА-80/180 и стрелы провеса  $f$  для эквивалентных пролетов 25, 30, 35 м.

## 27. Инструменты и приспособления

При монтаже и эксплуатации контактных сетей используют большое количество разнообразного специализированного инструмента и измерительных приборов.

Полиспаст является грузоподъемным механизмом, состоящим из двух блоков с заключенными между их обоймами роликами и канатом, соединяющим блоки (рис. 112). Применение полиспаста позволяет вручную создавать усилия для подъема или перемещения грузов или натяжения проводов, значительно превосходящих прилагаемые к канату. Выигрыш в силе (без учета трения и др.), сопровождающийся одинаковой потерей в скорости перемещения, равен числу ветвей каната между блоками или, другими словами,  $2n$  (где  $n$  — число подвижных блоков). При этом считается, что один из двух блоков является неподвижным. На работах в контактной сети применяют трехроликовые блоки (см. рис. 112), для которых теоретический выигрыш в силе шестикратной, а с учетом трения будет примерно в 5,4 раза.

Для монтажа используют полиспасты трех типов: малые на усилие до 2,5 кН, средние до 6 кН и большие до 10 кН. Для блоков применяют пеньковые или хлопчатобумажные канаты, обладающие соответствующей прочностью, эластичностью и влагостойкостью. Диаметры канатов 10 мм для малых блоков, 12,7 мм для средних и 16 мм для больших.

Бригада монтеров в составе двух человек может осуществить полиспастом натяжение до 4 кН, в составе трех человек — до 5—6 кН, а при больших натяжениях до 10 кН необходима бригада в составе 6—7 человек.

Лебедка монтажная ЛМ-2-800 является основным механизмом, применяемым для натяжения тросов и проводов (рис. 113); в сравнении с полиспастом дает значительно больший выигрыш в силе, что позволяет вручную одному монтеру натянуть провод или трос.

Основными элементами механизма являются смонтированные на раме барабан для намотки каната, зубчатая передача, устройство, удерживающее провода (трос) в натянутом положении. Механизм заключен в кожух. Лебедка имеет тяговый канат, закрепленный одним концом на барабане, а вторым на раме. Для соединения с концами стягиваемого провода (троса) лебедка имеет два крюка: один закреплен на раме, другой — на подвижном блоке, находящемся в петле тягового каната. Лебедка приводится в действие вращением ручки, закрепленной на валу шестерни.

Техническая характеристика лебедки ЛМ-2-800: тяговое усилие до 8 кН; усилие на рукоятке 0,2 кН; средний размер перемещения

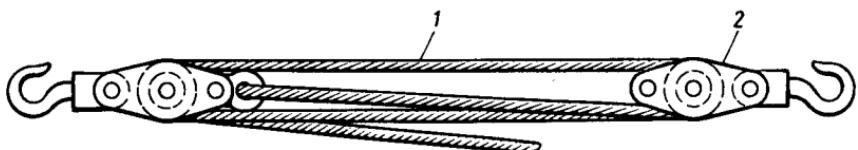


Рис. 112. Полиспаст:  
1 — канат; 2 — блок

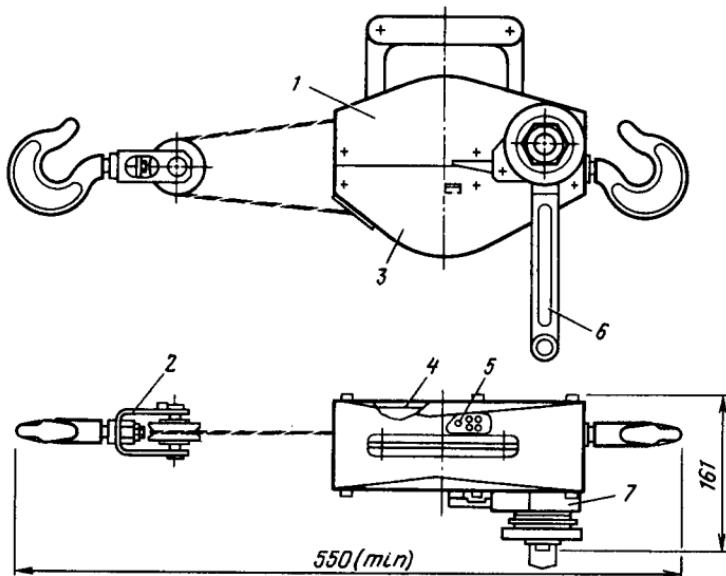


Рис. 113. Лебедка монтажная ЛМ-2-800:

1— кожух верхний; 2— блок подвижный; 3— кожух нижний; 4— рама; 5— барабан; 6— ручка; 7— кожух

подвижного блока за один оборот 28 мм; наименьшее рабочее состояние между крюками 460 мм, наибольшее 2960 мм; масса лебедки 9 кг.

Монтажный винт (рис. 114) применяют для натяжения провода и троса при нагрузках — 15 кН. Он представляет собой винт, имеющий с одной стороны правую, а с другой левую резьбу. В середине винта имеется храповое колесо, приводимое во вращение качанием рычага с собачкой, называемого монтажным ключом. К гайкам приварены направляющие скобы с кольцами на концах, предназначенными для скрепления винта с монтажными клеммами. Работа по натяжению может быть выполнена одним человеком, но значительно медленнее, чем монтажной лебедкой или бригадой монтеров полиспастом.

Ключ для монтажного винта (рис. 114, б) предназначен для поворота храпового колеса монтажного винта, вместе с которым образует механизм, облегчающий работу по натяжению проводов. Этот же ключ используют для температурного винта. Храповое колесо температурного и монтажного винтов должно иметь одинаковые размеры.

Ключ состоит из корпуса, приспособленного для обхвата храпового колеса с обеих сторон. На корпусе крепится собачка и пружинка, которой собачка прижимается к храповому колесу. Ключ имеет ручку, которая ввиду больших усилий производства и работы под напряжением выполнена из древесно-слоистого пластика ДСП-Б-Э.

Для захвата контактного провода стального каната или прово-

локи применяют натяжные зажимы. Наибольшее распространение для работы на контактных сетях трамвая и троллейбуса получили крюковый болтовой (рис. 115, а) и клиновой натяжной (рис. 115, б) зажимы. Клиновой зажим имеет ряд преимуществ перед болтовым: он требует меньшее время на захват и освобождение провода, является самозахватывающим, т. е. увеличивает силу натяжения и обеспечивает надежность закрепления, но более сложен в изготовлении.

Достоинством болтового зажима является простота конструкции, позволяющая обычно изготовление в мастерских трамвайно-троллейбусных предприятий.

Ножницы для металла — болторез (рис. 116, а) — предназначены для резки контактного провода, стальных канатов и проволоки всех применяемых на контактных сетях трамвая и троллейбуса профилей и сечений. Ножи и шарниры работают с большими напряжениями материала. Для их изготовления применяют высококачественную, а для ножей легированную сталь.

Лезвия ножей подвергаются термической обработке с доведением твердости  $Rc = 52 \div 56$ , а валики — цементации на глубину 0,8—1,00 мм и закалке до твердости  $Rc = 56 \div 60$ .

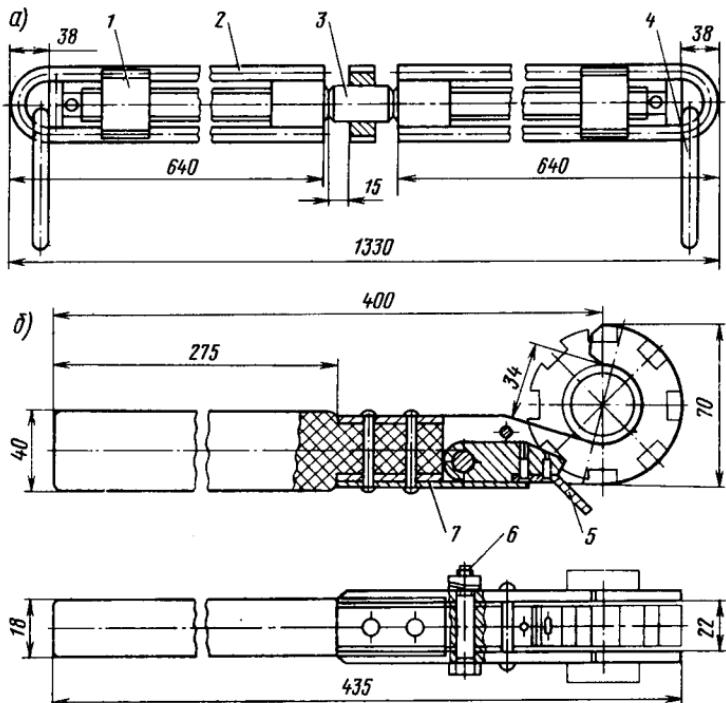


Рис. 114. Монтажный винт:

а — общий вид; б — ключ; 1 — гайка правая; 2 — направляющая скоба; 3 — винт со звездочкой; 4 — кольцо; 5 — собачка; 6 — ось; 7 — пружина

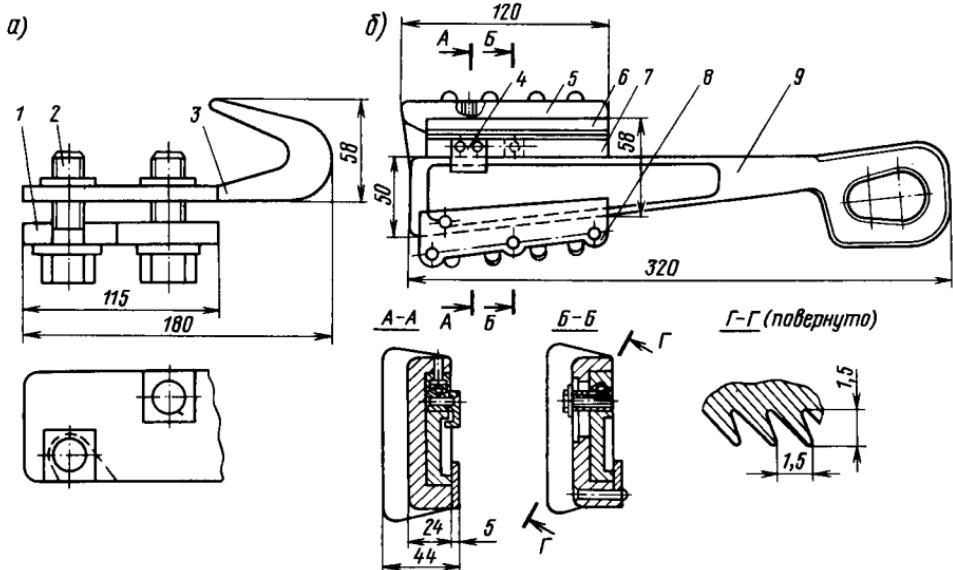


Рис. 115. Натяжные зажимы:

а — зажим монтажный болтовой; б — зажим монтажный клиновой; 1 — щека прижимная; 2 — специальный болт; 3 — крюк; 4 — накладка; 5 — корпус; 6 — вставка; 7 — накладка прижимная; 8 — планка; 9 — клин

Для заделки конца проволоки в «очко» применяют специальный клюк для закрутки проволоки (рис. 116, б). В комплект входит пика (на рисунке не показана), представляющая стержень из круглой стали диаметром 16 мм и длиной 400 мм. Один конец стержня загнут в незамкнутое кольцо радиусом 30 мм, а второй плавно спущен на длину 160 мм до 200 мм, образуя конус.

Ключ для рихтовки медного контактного провода (рис. 116, в) выполнен разводным и служит для захвата верхней части провода. Для сталеалюминиевого провода ключ должен захватывать стальную нижнюю часть. Рихтовочный ключ для этого провода показан на рис. 117, а.

Ключ для трамвайных подвесов типов ППО, ПКО и ЦДК (рис. 117, б) предназначен для постановки двуплечего подвеса на поперечину.

После закрепления одного плеча подвеса ролик ключа ставят на поперечину, затем накладывают захват на другое плечо подвеса и отжимают его вверх до тех пор, пока поперечина станет ниже отверстия для второго болта, закрепляющего подвес. Затем вставляют и закрепляют болт.

Ключ накидной разводной (рис. 118, а) позволяет прочно захватить головку болта или гайку. Сравнительно небольшая общая длина ключа позволяет легко выполнять работу в стесненных условиях при нескольких близко расположенных деталях на кресто-

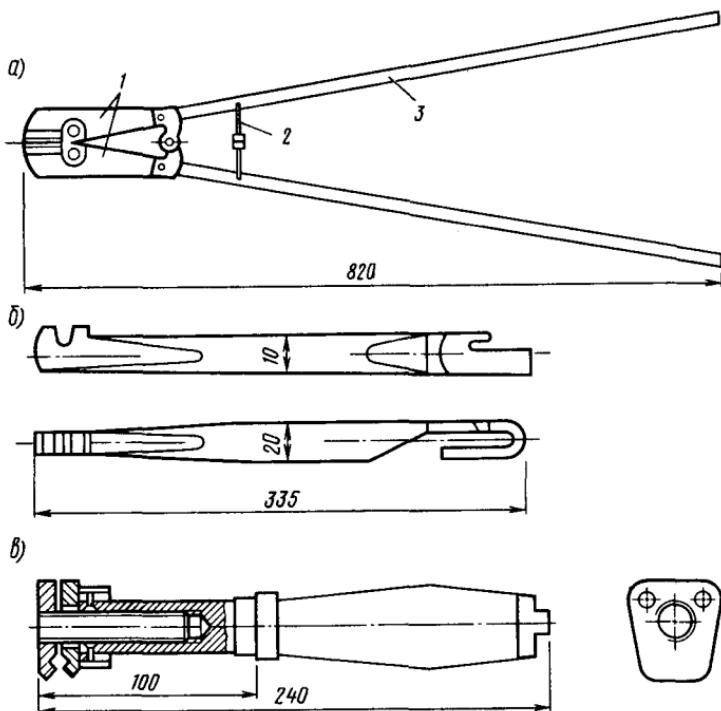


Рис. 116. Инструмент для провода и проволоки:  
 а — болторез; б — ключ для закрутки проволоки; в — ключ фасонный для медного контактного провода; 1 — ножи; 2 — упоры; 3 — рукоятка

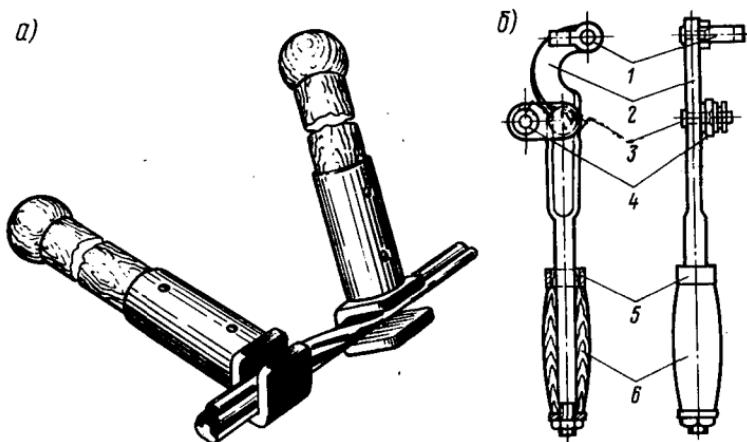


Рис. 117. Ключи для стальноеалюминиевого провода (а), для изолированных подвесов (б):  
 1 — захват; 2 — рычаг; 3 — планка опорная; 4 — ролик; 5 — обойма; 6 — ручка

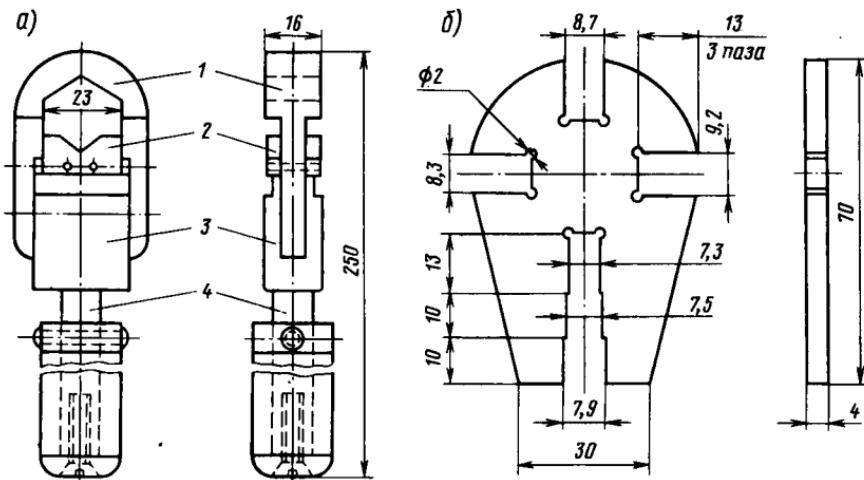


Рис. 118. Ключ накидной разводной и шаблон:

а — ключ; б — шаблон для замера износа провода; 1 — корпус; 2 — планка; 3 — гайка специальная; 4 — рукоятка

вине или стрелочном узле; предназначен ключ для трамвайных зажимов.

Шаблон для замера износа контактного провода (рис. 118, б) предназначен для ориентировочной оценки износа контактного провода. Шаблон используют при эксплуатации провода МФ-85 в сети

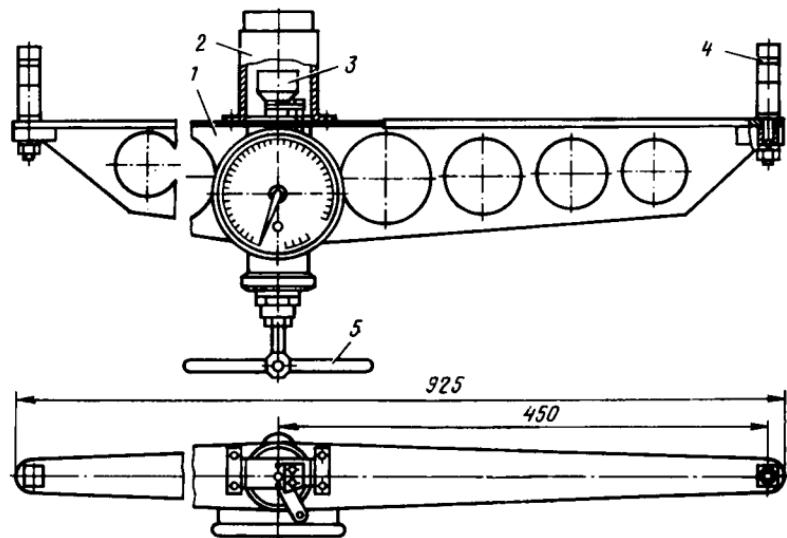


Рис. 119. Динамометр МЭИ:

1 — рама; 2 — измерительная скоба; 3 — седло; 4 — навесной крюк; 5 — рукоятка

трамвая. Шаблон имеет шесть пазов, размеры которых показывают приблизительный размер износа провода. Пазы примерно соответствуют следующим износам провода: паз 9,2  $\approx$  10 %; 8,7  $\approx$  15 %; 8,3  $\approx$  20 %; 7,9  $\approx$  25 %; 7,7  $\approx$  30 %; 7,3  $\approx$  32 %.

Измерения выполняют обхватом провода по высоте сечения тем или иным пазом. Если провод не входит ни в один из пазов, его износ менее 10 %; проход провода в паз 9,2 мм означает, что его износ более 10 %; проход в паз 8,7 мм — износ более 15 %. Если провод проходит в паз 7,9 мм, то он изношен более 25 % и возникает вопрос о его замене.

Для точных замеров провода пользуются обычными приборами: микрометром, дающим точность отсчета до 0,01 мм, или штангенциркулем с точностью отсчета до 0,1 мм. Время на измерение штангенциркулем затрачивается значительно больше, чем использование микрометра.

Шунтовой динамометр МЭИ (рис. 119) предназначен для измерения натяжения контактного провода МФ-85 в пределах 4000—15 000 Н. На циферблате имеются две шкалы: одна показывает значения натяжения контактного провода, вторая — уменьшение высоты сечения провода в точке измерения, что характеризует износ провода. Оба замера проводят одновременно. Прибор пригоден для измерений при неизношенном и изношенном проводах. В последнем случае делается небольшая коррекция: поворотом шкалы вносится поправка и стрелка прибора показывает натяжение изношенного провода. Погрешность не превышает 5 % измеряемой величины.

Для измерения прибор укрепляют на проводе в пролете на расстоянии не менее 1 м от подвеса или спецчасти. Прибор устанавливается строго по вертикальной оси провода.

Вращая рукоятку нажимного стержня, добиваются совпадения черты на указателе прогиба, в который упирается провод, с чертой на

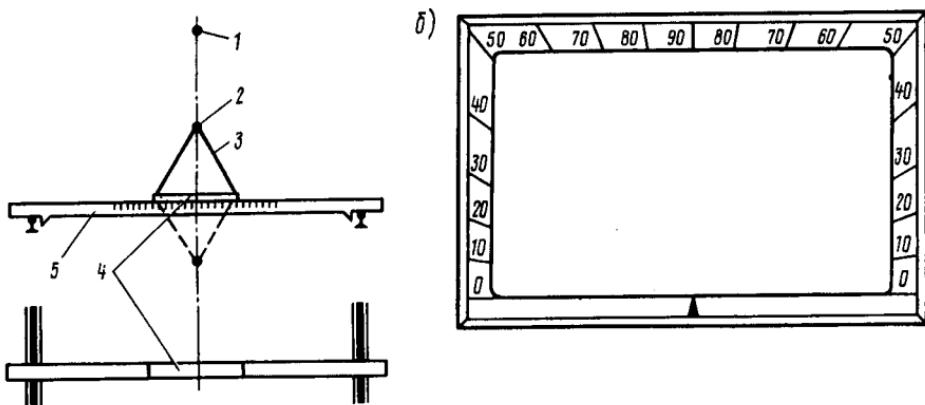


Рис. 120. Зеркальные визир (а) и транспортир (б):  
1 — контактный провод; 2 — рейка; 3 — рамка; 4 — плита с зеркалом; 5 — нить

планке, после чего считывается отсчет значения натяжения, кгс, и износ провода, мм, по верхней и нижней шкалам.

На показания динамометра не влияют длина измеряемого пролета, тип подвески контактного провода, температура окружающего воздуха. Процесс замера несложен, а время, необходимое для одного измерения, включая установку и снятие прибора, не превышает 1 мин. Во избежание поломки прибора нельзя производить натяжение провода при закрепленном на нем динамометре.

Зеркальный визир (рис. 120, а) предназначен для измерения зигзага контактного провода непосредственно с земли. Визир состоит из рейки, накладываемой на рельсы, плиты с зеркалом, имеющим риску в середине складной рамки с нитью в вершине треугольника. На рейке нанесены деления, указывающие расстояния вправо и влево от оси пути. Для измерения плиту перемещают вдоль рейки до совмещения изображений контактного провода и визирной нити в зеркале. Положение риски, имеющейся на боковой стороне плиты, укажет на рейке отклонения провода от оси пути.

На криволинейном участке пути результаты измерений по визиру получают с учетом превышения наружного рельса.

Зеркальный транспортир (рис. 120, б) применяют для измерений с земли углов изменения направления контактных проводов в плане. Транспортир представляет собой зеркало с нанесенной угловой шкалой. Для измерения зеркало ставят в горизонтальное положение так, чтобы изображение одного из направлений провода совместить с началом шкалы, а центр встречи — с центром транспортира. Угол определится по отображению на шкале второго направления.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какое назначение имеют линейные разъединители? Какие виды разъединителей применяют на контактных сетях?
2. Какие типы кривых держателей используют и какова область применения каждого типа?
3. Чем руководствуются при выборе отверстия на плитах КД 25/45 при закреплении бегунов?
4. Для чего применяют среднюю анкеровку и как она выполняется?
5. Как выполняется контактная подвеска троллейбуса и трамвая в искусственных сооружениях?
6. Какими соображениями руководствуются при делении сети на участки при составлении схемы секционирования пассажирских линий, депо?
7. В каких случаях подвешивают усиливающие и питающие провода?
8. Укажите типы секционных изоляторов для трамвая и троллейбуса. Нарисуйте и объясните схему дугогасительного устройства секционного изолятора.
9. Как располагают секционные изоляторы с дугогашением и без дугогашения при монтаже пересечений МПИ-5 и МПИ-5-1 на линии?
10. Как устроено пересечение МТТ 40/90?
11. Нарисуйте электромеханическую схему управляемой стрелки троллейбуса и объясните, как осуществляется перевод стрелки.
12. Как устроена грузовая компенсация натяжения контактных проводов?
13. Как производят сезонную регулировку на сети трамвая и троллейбуса?

## МЕХАНИЗМЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

## 28. Строительные машины и механизмы

Компрессоры применяют для получения сжатого воздуха, используемого для приведения в действие пневматического инструмента при земляных и монтажных работах. Для работ на контактных сетях применяют самоходные и прицепные компрессорные станции для получения сжатого воздуха непосредственно на месте работы.

Прицепные станции выпускаются промышленностью смонтированными на прицепной тележке. Для доставки на место работы такую станцию буксируют автомобилем.

Самоходные компрессорные станции монтируют сами предприятия. В кузов бортовой автомашины устанавливают передвижную компрессорную станцию со снятыми агрегатами ходового устройства. Наиболее часто устанавливают компрессорные станции ПКС-5 или ЗИФ-55В с предварительно снятыми колесами, рессорами и дышлом. Технические характеристики передвижных компрессорных станций приведены в табл. 24.

Отбойные молотки используют при земляных работах для снятия асфальтового и бетонного покрытия, рыхления грунта тяжелых категорий и мерзлого грунта, разломке бетонных фундаментов при выемке опор. Отбойный молоток работает от подводимого к нему по шлангу сжатого воздуха. Молоток состоит из ствола, промежуточного звена с механизмом, механизма пуска, амортизатора и наконечника-пики.

Бетонолом применяют для разлома бетонных фундаментов опор, разлома бетонного основания дороги при земляных работах. Бетонолом состоит из головки, ствола с ударником, рукоятки с пусковым устройством, рабочего инструмента — лопаты или лома. Краткие сведения об отбойных молотках и бетоноломе даны в табл. 25.

Сверлильные машины применяют для сверления отверстий в кирпичных и каменных (кроме особо твердых пород) стенах для

Таблица 24

Показатели	Значение показателей для компрессорной станции		
	ЗИФ-55В	ПКС-5	самоходной
Производительность, м <sup>3</sup> /мин	5,5	5,0	5,0
Рабочее давление, МПа	0,8	0,8	0,8
Тип двигателя	ЗИЛ-157М	КАЗ-120	КАЗ-120
Число раздаточных вентилей	5	4	4
Тип тележки	Двухосная на пневмошинах	Двухосная на пневмошинах	На шасси автомобиля

Таблица 25

Основные данные	Значения данных для		
	отбойных молотков		бетонолома ИП4602
	МП8П	МП10П	
Энергия удара, Дж	28,8	44,1	78,4
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	1,25	1,25	1,6
Масса, кг	8	10	16,7

Таблица 26

Основные данные	Значения данных экскаватора марки	
	ЭС-3311Г	ЭС-2621А
Объем ковша, м <sup>3</sup>	0,4; 0,5	0,25; 0,5
Мощность двигателя, кВт	37	44
Глубинакопания, м	4	3
Скорость передвижения, км/ч	16,9	19

Таблица 27

Марка крана	Базовый автомобиль	Максимальная грузоподъемность, кН (в числителе), при вылете стрелы, м (в знаменателе)	
		малом	большом
КС-1562А	ГАЗ-53А	50/3,2	15/6,0
КС-2561Д	ЗИЛ-130	63/3,3	20/7,0
КС-2561Е	ЗИЛ-130	63/3,3	17/7,0
КС-2561К	ЗИЛ-130	63/3,3	18/7,0
КС-3561	МАЗ-500А	100/4,0	16/10

Таблица 28

Глубина канавы, м	Расстояние от основания канавы или откоса до ближайшей опоры крана для грунта				
	песчаного	супесчаного	суглинистого	глинистого	лесового сухого
1	1,5	1,25	1	1	1
2	3	2,4	2	1,5	2
3	4	3,6	3,25	1,75	2,5

установки стенных крюков. Для сверления используют пневматические сверлильные машины ИП1012 мощностью 2,2 кВт и ИП1018 мощностью 0,7 кВт. Расход воздуха ИП1012 и ИП1018 соответственно 1,7 и 1 м<sup>3</sup>/мин, а массы 9,3 и 6 кг.

Применяют также сверлильную машину с электроприводом типа ИЗ-1015 мощностью 0,6 кВт на напряжение 220 В, имеющую массу 10,2 кг. Для сверления применяют специальные сверла. Режущими кромками сверла являются три пластины из твердых сплавов ВК-8. Одна пластина является центрирующей и производит сверловку диаметром 23 мм. Две другие пластины досверливают отверстия до требуемого отверстия под стенной крюк. Для выброса каменной пыли на цилиндрический стержень сверла по винтовой линии приваривают проволоку диаметром 4 мм.

Экскаваторы используют для открытия котлованов под опоры, как отвал для засыпки котлована после установки опоры, для очистки от снега дорог и дворовых территорий. Экскаватор может быть использован как погрузчик или грейфер. Эта универсальная машина необходима для выполнения многих производственных и хозяйственных работ. Наиболее подходят для нужд подразделений, обслуживающих контактные сети, небольшие одноковшовые экскаваторы с вместимостью ковша 0,25—0,5 м<sup>3</sup> на пневмоколесном ходу. Основные данные таких экскаваторов приведены в табл. 26.

Автомобильные краны (табл. 27) применяют для установки, выемки опор и погрузочно-разгрузочных работ. На контактных сетьях используют автомобильные стреловые краны общего назначения грузоподъемностью 3—10 т.

В табл. 27 указаны допустимые для подъема грузы при крайних вылетах стрелы. На каждом кране имеется инструкция, в которой указываются допустимые грузы для промежуточных значений вылета стрелы.

Во избежание опрокидывания запрещается устанавливать самоходный стреловой кран для работы свеженасыпном неутрамбованном грунте. Нельзя также устанавливать кран на площадке, имеющей уклон более допустимого по паспорту. Краны оборудуют следующими приборами безопасности: звуковым сигналом, указателем грузоподъемности крана в зависимости от вылета стрелы, указателем наклона крана (кренометром), ограничителем подъема стрелы.

Для предотвращения обрушения грунта и опрокидывания крана устанавливать его на краю откоса или канавы при насыпном грунте разрешается при условии, что расстояние в метрах от основания канавы или откоса до ближайшей опоры крана было не менее указанного в табл. 28. Если указанное расстояние выдержать нельзя, откос должен быть обязательно укреплен.

Автомобильные прицепы-роспуски используют для передвижки опор. Прицеп-роспуск сцепляют с буксирным прибором автомос.. при помощи дышла. Дышло раздвижное состоит из двух труб, расположенных одна в другой, что позволяет изменять расстояние между

автомобилем и прицепом. На случай обрыва дышла или сцепного прибора прицепы снабжают предохранительными цепями или тросами, страхующими сохранность связи прицепа и автомобиля.

Прицепы-роспуски марки ТМЗ различных модификаций изготавливают Товдинским механическим заводом для длинномерных грузов 6—17 м. В качестве тягачей используют автомобили МАЗ-509А и КрАЗ-255А.

Для резки стали разных профилей при ремонте металлических опор контактной сети, вырезки отверстий во время монтажа и срезки опор при демонтаже применяют разделительную кислородную резку с использованием пропана (технический пропан — это сжиженный газ пропана с примесью бутана —5—30 %).

Для ручной резки стали толщиной 5—15 мм используют выпускаемые промышленностью резаки РЗР с наружным и внутренним мундштуками № 1. Расход кислорода 4—6,5 м<sup>3</sup>/ч, пропана 0,4 м<sup>3</sup>/ч. Скорость резки 550—470 мм/мин.

К производству работ по газопламенной обработке металлов допускаются лица не моложе 18 лет, сдавшие технический минимум, выдержавшие соответствующие испытания и прошедшие медицинское освидетельствование.

При эксплуатации продолжают использовать керосинорез. Керосинорез (бензорез) применяют при срезке погнутых и сбитых опор, резки арматуры железобетонных сбитых опор и других демонтажных работ при ликвидации повреждений. Керосинорез состоит из бачка вместимостью 5 л для жидкого горючего с насосом и предохранительным клапаном, баллона кислорода с редуктором, понижающим давление газа, шлангов для подачи керосина и кислорода, ручного резака. Для кислорода применяют резиновый шланг с трехслойной тканевой прокладкой на рабочее давление 1,2—1,6 МПа с внутренним диаметром 9,5 мм и наружным 15,5 мм. Для керосина применяют дюритовый шланг на рабочее давление 0,3 МПа с внутренним диаметром 4—5 мм. Для выполнения работ необходимо давление кислорода 0,3—0,4 МПа, а керосина 0,05 МПа.

## 29. Монтажный транспорт, механизмы, приспособления

Автовышки являются основным видом монтажного транспорта. Они предназначены для монтажа, ремонта и обслуживания контактных сетей трамвая и троллейбуса, а также транспортировки к месту производства работ материалов, инструмента, приспособлений и инвагады рабочих.

Широкое распространение получили автовышки заводского изготавления (рис. 121) марок АТ-60, АТ-62, АТ-65, АТ-70. К этому под подходят и другие сходные конструкции, изготовленные собственными силами предприятий. Отличительной особенностью этих автовышек является вертикальный подъем монтажной площадки,



Рис. 121. Автовышка

установленной на четырех размещенных по ее углам телескопических раздвижных опорах, приводимых в действие подъемным механизмом.

Базой автовышки служат шасси автомобиля ГАЗ-53А (ГАЗ-53-02) или ЗИЛ-130, на которое устанавливается специальная рама с колоннами, подъемный механизм, привод механизма подъема, кузов.

На верхней части телескопов (над кузовом) закреплена монтажная площадка. По периметру площадки имеются складывающиеся перила, которые в поднятом состоянии запираются крюками, образуя ограждение высотой 0,9 м.

Монтажная площадка может смещаться в поперечном направлении вручную посредством шестеренчатой передачи. Смещение площадки позволяет выполнять работу, поставить автовышку сбоку от линий, не загораживая проезд автотранспорта на участке работы. Размер площадки варьируется от  $2,4 \times 1,8$  до  $3,0 \times 1,2$  м.

Привод механизма подъема осуществляется от двигателя автомобиля через коробку отбора мощности. Подъем осуществляется тросами через систему блоков. На механизме подъема монтажной площадки имеется блокирующее устройство с ловителями, которые при обрыве троса или его ослаблении надежно удерживают площадку в исходном положении.

В некоторых типах автовышек используют гидравлический привод или гидропривод в сочетании с полиспастами.

В крайних верхнем и нижнем положениях монтажной площадки имеется ограничительное стопорное устройство, отключающее подъемный механизм при переходе установленного предела.

В кабине шоferа имеется креномер с нанесением границ предельно допустимых наклонов автovышки.

На крыше (в задней части кузова) имеется дополнительная площадка, она предназначена для работы под мостами, в тоннелях и других низких местах сети. Располагается площадка ниже монтажной площадки.

Выход на монтажную площадку осуществляется по лестнице внутри кузова через люк в крыше на дополнительную площадку, а с нее — на монтажную. Для подъема на поднятую монтажную площадку имеется лестница. Снаружи кузова на боковой части расположены крючки для перевозки переносной лестницы.

Монтажная площадка имеет две ступени электрической изоляции от шасси автомобиля: одна изолирует кузов и все устройство автovышки от шасси, а вторая — монтажную площадку от подъемного механизма. Надежность изоляции понижается при загрязнении изоляторов, которое неизбежно, поскольку автovышки постоянно работают на улицах города, где на изоляторы в сухую погоду оседает пыль, а в сырую погоду — брызги грязи. Для поддержания изоляции на должном уровне необходимо проводить периодическую чистку изоляторов, а в сырую погоду, кроме того, дополнительную. Кроме того, пол монтажной и дополнительной площадок покрывают диэлектрическими матами.

Изоляция монтажных площадок по отношению к раме автомашины, трамвая, дрезины должна быть испытана после изготовления или капитального ремонта напряжением 2 кВ в течение 5 мин. В процессе эксплуатации один раз в 6 мес необходимо проверять сопротивление монтажной площадки мегаомметром 1000 В. Сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм при сухом и чистом состоянии площадка и не менее 1 МОм при мокром ее состоянии. В транспортном положении автovышки имеют высоту 3,4—3,7 м, а наибольшая высота подъема монтажной площадки 6—6,2 м, считая от поверхности дорожного покрытия до пола монтажной площадки.

В кузове имеются скамьи с мягкими сиденьями для рабочих бригады, лари, стеллажи и отсеки для арматуры, инструмент, бухты провода, проволоки и троса. На автovышке предусмотрена переговорная связь монтеров, находящихся на монтажной площадке или в кузове, с шоferом. Для обогрева в холодное время года внутри кузова предусмотрено устройство специального отопительного прибора.

Назначение автovышки АП-7 такое же, как и автovышки АТ, но она имеет увеличенную рабочую зону благодаря применению шарнирной двухсекционной конструкции подъемно-поворотного механизма для монтажной площадки.

Вышка установлена на автомобиле ГАЗ-53А, имеет следующие

габаритные размеры: ширина 2450 мм, длина 6690 мм, высота в транспортном положении 3500 мм.

Привод механизма подъема гидравлический. Против самоприводимого опускания площадки имеются механические ловители. В крайних верхнем и нижнем положениях монтажной площадки переход установленного предела ограничивается предохранительным клапаном гидросистемы.

Монтажная площадка с помощью подъемно-поворотного механизма может вращаться на  $360^\circ$  (по  $180^\circ$  в обе стороны от оси машины). Максимальная высота до пола монтажной площадки от дорожного покрытия 7 м. Максимальный вылет монтажной площадки от оси машины 3500—3600 мм на высоте 5000—5200 мм. Выход на монтажную площадку через люк из кузова.

Электрическая изоляция монтажной площадки двухступенчатая: первая ступень изолирует кузов от шасси, вторая — площадку от подъемного механизма.

Переговорная связь монтеров с шофером осуществляется по проводам с помощью микрофона и громкоговорителя.

Грузоподъемность площадки до 500 кг, а боковое усилие до 3000 Н. На случай поломки механизма подъема во время работы предусмотрено опускание площадки с помощью ручного насоса, а людей — по боковым лестницам.

Вышка оснащается электрическим генератором и электроинструментом, сварочной головкой для холодной сварки контактного провода методом давления и переносной раздвижной лестницей длиной 7 м.

Суммарная нагрузка на шасси автомобиля от автovышки со сварочной головкой, технологическим грузом и бригадой монтеров из 5 человек составляет около 5,6 т.

Применяемые автомобили отличаются своими параметрами. Автovышки одной и той же марки изготавливают на автомобилях разных марок (ГАЗ, ЗИЛ), что существенно сказывается на их эксплуатационных качествах. В качестве базового наиболее подходит автомобиль ЗИЛ-130, который больше соответствует по нагрузке на шасси.

Телескопическую автovышку применяют для монтажных работ на высоте более 7 м. Телескопический подъемник устанавливают на грузовом автомобиле. В транспортном положении подъемник укладывается вдоль автомашины, опираясь на подпорный кронштейн. Высота вышки в транспортном положении 3,4 м.

Подъемник состоит из нескольких труб, входящих одна в другую, выдвигающихся тросами через систему блоков. Приводом служит лебедка, работающая от двигателя автомобиля через коробку отбора мощностей. Для работы подъемник поворачивается в вертикальное положение и закрепляется на раме запорным пальцем. Подъем осуществляется вертикально вблизи от места работы. Для большой устойчивости автovышка ставится на опорные домкраты.

На верхней трубе закреплена монтажная металлическая круглая корзина высотой 1 м. Корзина электрически изолирована от трубы резиновыми прокладками. Такая изоляция позволяет производить оперативное переключение и работы в устройствах СЦБ и связи, находящихся под напряжением 400 В, при условии применения при этом защитных средств (диэлектрических перчаток, диэлектрических ковриков и пр.), но совершенно недостаточна для работы на контактных сетях без снятия напряжения. Поэтому на контактных сетях с телескопической вышки разрешается вести рабо-

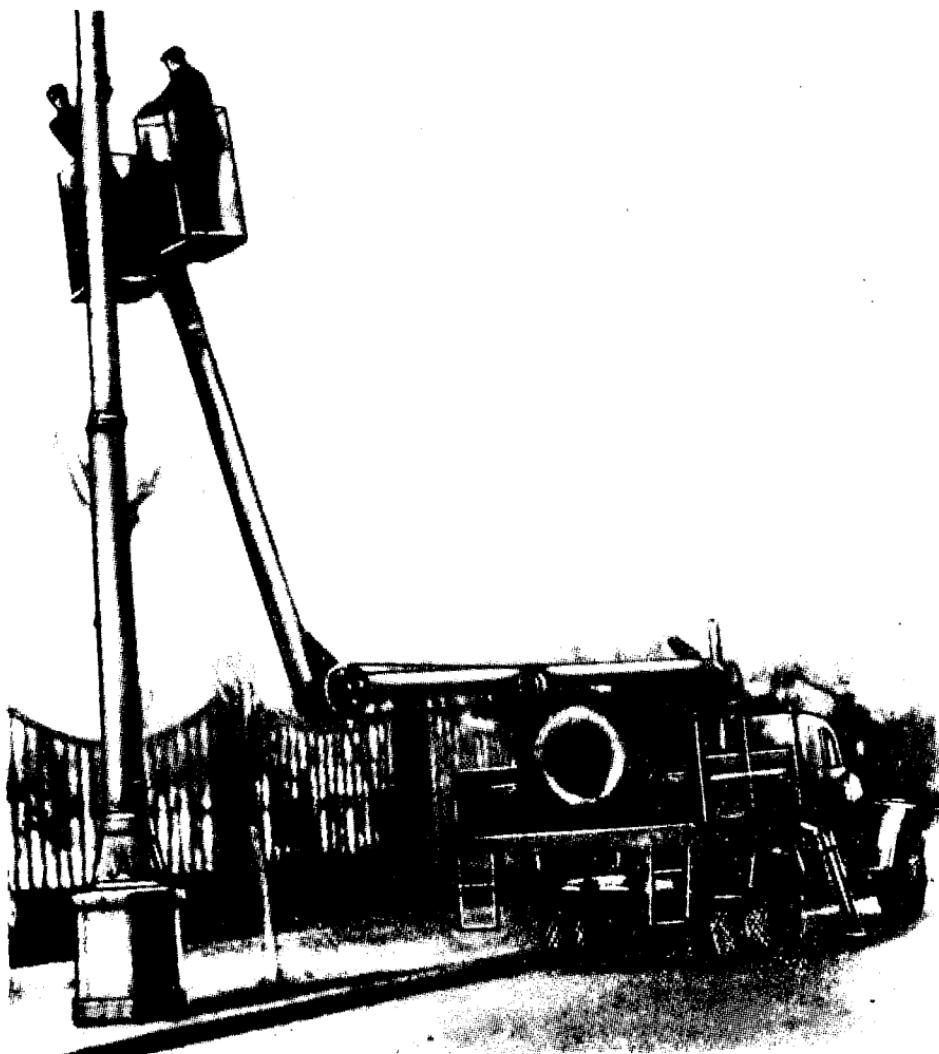


Рис. 122. Автогидроподъемник

ты при снятом напряжении с контактных проводов или вдали от них. Не разрешается выполнять работы при одностороннем натяжении проводов и тросов.

Автовышка рассчитана на подъем не более двух человек или груза до 150 кг. Высота от пола корзины до дорожного покрытия в рабочем положении: наибольшая 11 м, наименьшая 3,3 м. Заводами выпускаются автовышки и с высотой подъема до 18 м.

Автогидроподъемник АГП-12А, АГП-12Б (рис. 122) применяют для работы в труднодоступных для подхода местах. Он является необходимым дополнением к имеющимся в хозяйствах автовышкам.

Складывающаяся трубчатая опора позволяет поднимать люльки с монтерами на высоту до 11 м и выносить их в сторону от стоящего гидроподъемника на расстояние до 9 м. Это дает возможность обойти (перекрыть сверху) препятствие, мешающее подъезду автовышки непосредственно к месту работы.

Наверху подъемной опоры закреплены две люльки, каждая рассчитана на одного человека. Подъемный механизм имеет гидравлический привод. Наверху в люльке имеется выносной пульт управления. Основные технические данные автогидроподъемника АГП-12А:

Грузоподъемность при всех положениях мачты, кг	200
Наибольшая высота подъема люлек, м	11
Наибольшая глубина опускания люлек ниже уровня земли, м	2,5
Горизонтальный вылет люльки от оси вращения, м	9
Поворот мачты вокруг вертикальной оси, град	360
Рабочее давление в гидросистеме, кПа	1000
Скорость передвижения, км/ч	50
Базовый автомобиль	ГАЗ-53А
Габаритные размеры, м	8×2,65×3,32

Автогидроподъемник АГП-12Б имеет те же данные, что и АГП-12А, но его устанавливают на шасси автомобиля ЗИЛ-130 и габаритные размеры его такие: 8,2×2,66×3,4 м.

Вагон-вышку применяют для работ на контактной сети трамвая при обособленном полотне или незамощенных путях, когда затруднен подъезд автовышек. Вагон-вышка (рис. 123) представляет собой двухосный трамвайный вагон с двусторонним управлением. На раме вагона устанавливают механизм подъема, аналогичный тому, который применяют в хозяйстве для автовышек. Наиболее простым решением являются деревянные клети, одна из которых закреплена неподвижно, а вторая выдвигается из нее. Клети, имея широко расставленные стойки, обладают хорошей устойчивостью против раскачивания при работе на монтажной площадке в поднятом положении и спокойный ход подъемного механизма.

Для привода применен электродвигатель, работающий от напряжения контактной сети. Посредством шестеренчатой передачи вращение передается на подъемный винт, гайка которого, перемещаясь по винту, поднимает или опускает подвижную клеть. Для предотвра-

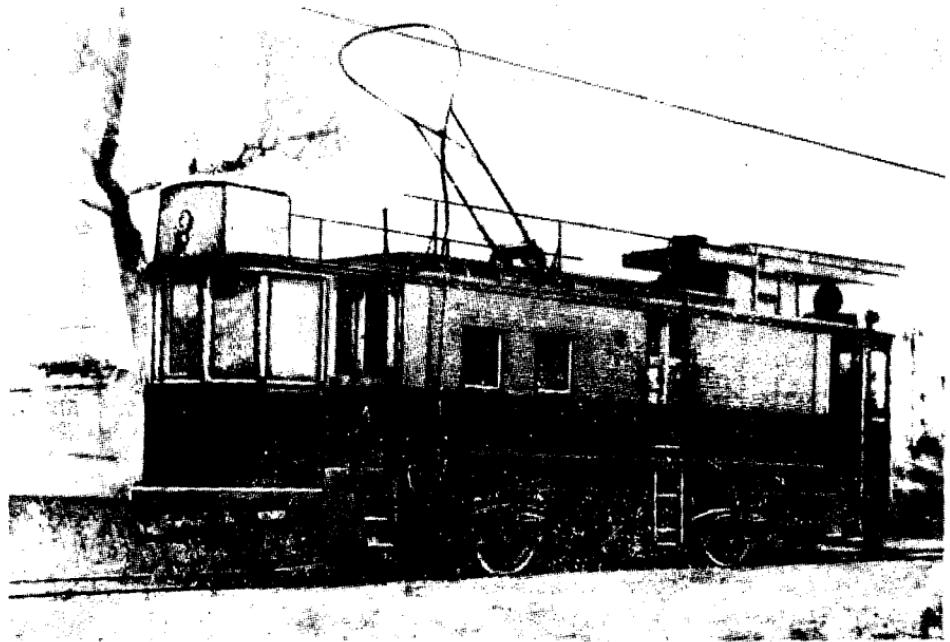


Рис. 123. Вагон-вышка

щения самопроизвольного опускания клети подъемный винт имеет многозаходную самотормозящую резьбу. В крайних верхнем и нижнем положениях имеются ограничительные стопорные устройства. На случай отказа в работе механизма предусмотрен ручной привод.

Монтажная площадка устроена так же, как и площадка на автovышках. Ее размеры ( $3,0 \times 1,2$  м) позволяют свободное размещение бригады и удобное выполнение работ, что немаловажно для работы со спецчастьями, имеющими большую длину. Управление подъемом осуществляется с пульта, установленного на монтажной площадке. Наименьшая высота пола площадки относительно рельсов 3,6 м, наибольшая 5,1 м.

Выход на площадку осуществляется по внутренней лестнице через люк в крыше вагона.

Для осмотра сети во время движения вагона-вышки на задней площадке имеется смотровой люк. Из смотрового люка ведут наблюдение за прохождением токоприемника по спецчастьям, состоянием регулировки зигзага, состоянием контактного провода и целостью арматуры, крепящей провод. Для определения положения провода под контактной вставкой закрепляют рейку с делениями.

Просторное помещение внутри вагона позволяет свободно разместить стеллажи и шкафы для инструмента, арматуры и материала, верстак с тисками для мелкого ремонта и сиденья для бригады монтеров.

Существенным недостатком вагона-вышки является невозможность самостоятельного передвижения при отсутствии напряжения в контактной сети. Этот недостаток компенсируется оснащением вагона двигателем внутреннего сгорания с электрическим генератором, но это ведет к усложнению, которое не всегда можно оправдать вследствие сравнительно небольшого использования вагона-вышки для работы на участках, где отсутствует напряжение. Заменой служат съемные вышки и дрезины с вышками.

Съемную вышку (рис. 124) применяют для работ на незамощенных путях и во время строительства новых линий, когда рельсовые пути не замощены или имеют разрывы, заезд автовышки или монтажного вагона невозможен или затруднен.

Съемная вышка представляет собой стремянку из двух деревянных лестниц, устанавливаемых на тележке для движения по рельсам. К одной из лестниц с помощью скоб закрепляется выдвижная лестница с небольшой монтажной площадкой. Выдвижение лестницы выполняется тросом, наматываемым на барабан, который вращается вручную рукояткой. В верхнем и любом промежуточном положе-

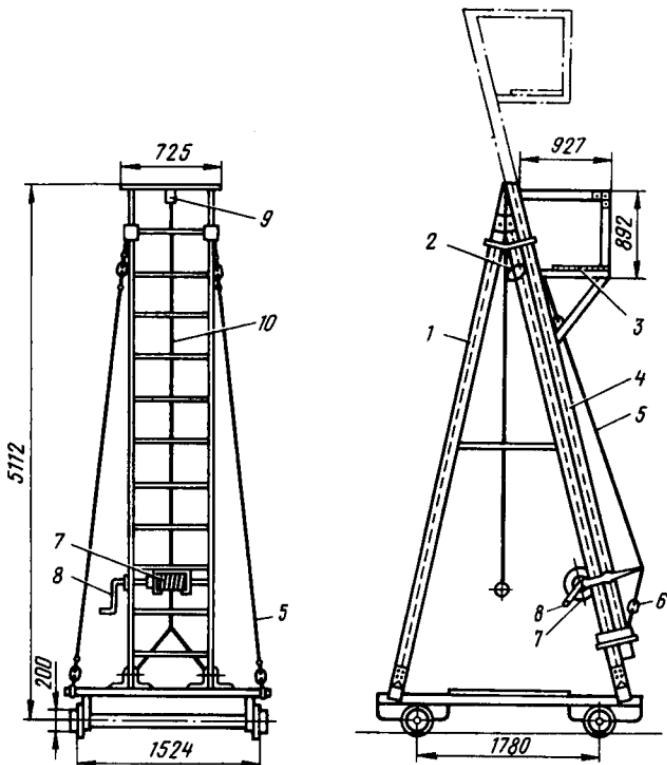


Рис. 124. Съемная вышка:

1—лестница; 2—задерживатель; 3—площадка; 4—выдвижная лестница; 5—трос; 6—изолятор; 7 и 8—барабан и рукоятка; 9—ролик; 10—трос

ниях выдвижная лестница останавливается и опирается на ступени неподвижной лестницы и стопорится задерживателем. Для предотвращения от самопроизвольного движения тележка имеет тормозное запирающее устройство.

Конструкцией вышки предусмотрена легкая ее разборка на две части: лестницу и тележку для удобства перевозки ее на грузовом автомобиле с объекта на объект.

По условиям сохранения устойчивости с вышки нельзя выполнять работы, связанные с усилиями, приходящимися на одну какую-либо его сторону.

В труднодоступных для подъезда автовышек и гидроподъемников местах к опорам и зданиям для монтажных работ применяют *переносные лестницы*. Лестницы изготавливают двух видов: раздвижные и нераздвижные.

Нераздвижные лестницы изготавливают длиной 7,3 и 8,5 м. Ступени выполняют круглого сечения для уменьшения утомляемости ног при длительной работе. Для предохранения от скольжения по стене верхнюю часть тетивы покрывают резиной, а внизу укрепляют шпоры, препятствующие скольжению лестницы по земле. В транспортном положении шпоры закрывают предохранительной скобой. Для перевозки лестниц сбоку по диагонали кузова автовышки укрепляют два специальных крючка с запорами.

Раздвижные лестницы изготавливают двух- и трехколенными. В транспортном положении они имеют небольшую длину, что удобно для перевозки на автовышках. В собранном виде двухколенная лестница имеет длину 4,5 м, а трехколенная — 4 м; максимальная длина раздвижной двухколенной 7,5 м, а трехколенной 9 м. Для подъема колен служит веревка. В поднятом положении верхние колена удерживаются стопорным механизмом, упирающимся на ступеньку нижнего колена.

Нераздвижные лестницы более удобны для работы, они меньше прогибаются, но громоздки, что затрудняет их транспортирование.

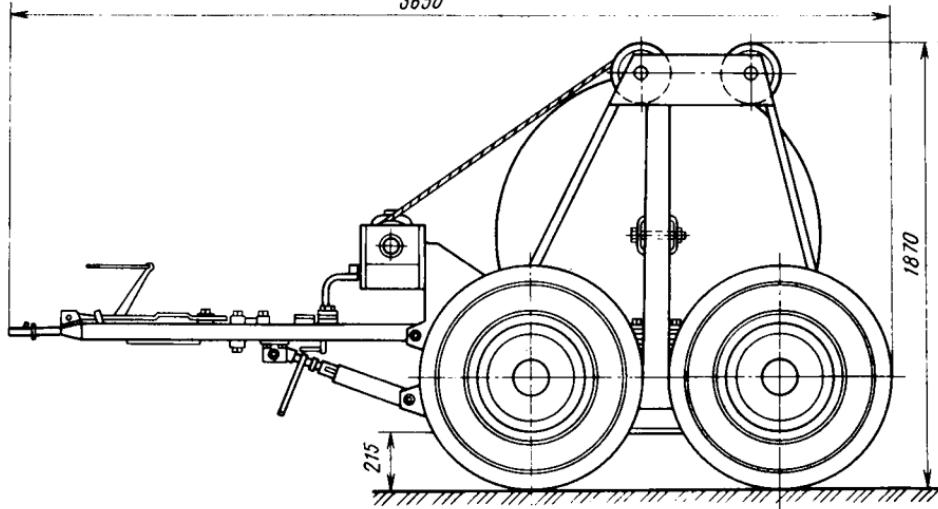
*Колесный кабельный транспортер* типа ККТ-4У (рис. 125) предназначен для транспортировки и размотки барабанов с кабелем массой до 4000 кг и максимальным размером по диаметру до 2,2 м и ширине до 1,25 м. В этот габарит вписываются барабаны с № 5 по № 10.

По своим параметрам и предусмотренной технологией размотки транспортер ККТ-4У вполне подходит без каких-либо переделок для транспортировки и размотки контактного провода. Он используется также для перевозки и размотки стального каната и перевозки других тяжеловесных грузов, не превышающих максимальные размеры барабана № 10, массой не более 4000 кг.

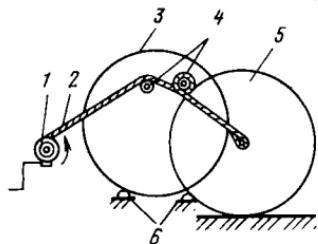
Транспортер ККТ-4У представляет собой прицепную четырехколесную специальную тележку с автомобильными колесами типа ГАЗ-63. На раме тележки укреплены две стойки для подвески барабана с проводом. В передней части рамы имеются две ручки лебед-

a)

3650



б)



в)

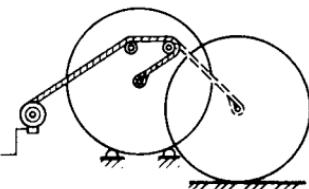


Рис. 125. Колесный кабельный транспортер ККТ-4У:

а — общий вид; б — схема разгрузки барабана; в — схема погрузки барабана; 1 — лебедка; 2 — трос; 3 — барабан в транспортном положении; 4 — ролики; 5 — барабан на земле; 6 — рамы поперечины

ки для накатывания барабана. Для буксировки тележка имеет дышло. Прицепляют транспортер к автомобилю или трактору.

Тележка имеет гидравлические автомобильные (от ГАЗ-63) тормоза на все четыре колеса. При накате транспортера на тягач действует привод через петлю дышла, а при аварийном отцеплении транспортера торможение приводится в действие через аварийный трос, соединяющий рычаг привода к тормозам с тягачом.

Транспортер ККТ-4У получает электропитание для сигнальных фонарей с помощью разъема от автомобиля.

Машины для стыковой холодной сварки предназначены для стыковой сварки медных контактных проводов методом давления. Их можно разделить на машины, предназначенные для стационарной установки в ремонтных мастерских (типов МСХС-30, МСХС-2004) и для установки на монтажной площадке вышки для сварки проводов непосредственно на линии (типа МСХП-40). Для автовышки АП-7, имеющей гидравлический привод подъемного механизма, имеется уп-

рощенный вариант — вынесение на монтажную площадку только рабочего органа машины — сварочной головки.

Обшим для всех рассматриваемых машин являются принцип действия, гидравлический привод и состав основных частей.

Для сварки на машинах создается усилие нажатия концов контактного провода друг на друга 300—400 кН. При этом часть металла вытесняется наружу, а возникающее молекулярное сцепление создает соединение, по прочности превышающее прочность целого провода.

Машина для холодной сварки состоит из корпуса, сварочной головки механизма для обрезки провода, гидравлической системы с насосом, имеющим привод от электродвигателя для стационарной установки или от коробки отбора мощности двигателя автомобиля для установки на автовышке. Давление, создаваемое в гидросистеме, 10—20 МПа.

Сварочная головка состоит из двух пар подвижных и неподвижных матриц, зажимающих концы контактного провода и работающих от двух гидравлических цилиндров. Два других цилиндра служат для продольного перемещения подвижных матриц во время сжатия и осадки контактного провода.

Секатор гидравлических ножниц приводится в действие гидравлическим приводом. Конца провода обрезают строго перпендикулярно их оси.

Сварочная головка снабжена манометрами для контроля давления в системе и давления в цилиндрах матриц. Для проведения работ в ночное время предусмотрена фара.

Для сварки концы провода обрезают гидравлическими ножницами, тщательно очищают от грязи и жира и зажимают в матрицах, так что снаружи остается провод длиной около 4 мм. Затем концы подводят до соприкосновения и делают первую осадку, потом вторую и третью, причем выпускаемые концы провода в этих случаях не должны превышать 5 мм.

Наплавы (заусенцы) срезают, закрепляя провод в неподвижных губках так, чтобы место сварки выступало от них на 10 мм. Подвижную губку сжимают с зазором 0,3 мм и перемещают вдоль провода, срезая при этом наплавы. Очистку концов провода от жира выполняют протиркой в спирте или пламенем паяльной лампы.

Применение холоднойстыковой сварки проводов значительно улучшает токосъем, повышает надежность работы сети, избавляет от обрыва контактных проводов.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите, какие вышки применяют для работ на контактной сети и укажите область применения каждой.
2. Чем предохраняется переносная лестница от скольжения по стене и земле?
3. Как устроен колесный кабельный транспортер?
4. Как устроена машина для стыковой холодной сварки проводов?

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ

### 30. Организация эксплуатации

Основные положения технической эксплуатации трамвая и троллейбуса устанавливаются Правилами технической эксплуатации (ПТЭ). Назначением Правил является установление основных размеров, норм содержания зданий, сооружений, устройств и подвижного состава. Точное и неуклонное выполнение Правил технической эксплуатации обеспечивает слаженность взаимодействия всех звеньев хозяйства, четкую, бесперебойную и безопасную работу трамвая и троллейбуса.

Каждый работник обязан соблюдать правила и инструкции, относящиеся к выполняемой работе. Виновные в нарушении ПТЭ привлекаются к ответственности в соответствии с действующим законодательством.

Основной обязанностью работников городского электрического транспорта является высококачественное обслуживание населения при обеспечении безопасности движения. Каждый работник обязан принимать все зависящие от него меры по предупреждению несчастного случая или дорожно-транспортного происшествия (ДТП).

Содержание сооружений и устройств контактной сети в постоянной исправности, гарантирующей надежное и бесперебойное электроснабжение подвижного состава, обеспечивается организацией эксплуатационного обслуживания.

Основными задачами эксплуатационного обслуживания являются предупреждение повреждений на сети, своевременное выявление и устранение появившихся неисправностей и немедленная ликвидация тех повреждений, которые могут вызвать задержку движения транспорта или перерыв в электроснабжении. В задачу эксплуатационного обслуживания входит также совершенствование и обновление сети по мере появления более современных конструкций и систем подвещивания. В трамвайных и троллейбусных предприятиях выделяют структурное подразделение для эксплуатационного обслуживания контактной сети или контактной и кабельной сетей. На крупных предприятиях таким подразделением является *служба*, на средних и мелких — *район* или *участок*.

На предприятиях, имеющих протяженность контактной сети более 300 км, делят сеть на районы. Крупные районы делят на два участка, которые закрепляют за сменными мастерами. Участок сменного мастера, в свою очередь, разделяют на более мелкие участки, закрепляемые за бригадами.

Деление сети выполняют с учетом трудовых затрат на обслуживание различных типов подвесок, специальных частей и в зависи-

ности от интенсивности использования сети, характеризующейся частотой движения. С этой целью сеть приводят к некоторой условной длине провода.

В зависимости от трудоемкости обслуживания подвесок различных типов и вида сети (трамвай, троллейбус, смешанная сеть) для расчета трудовых затрат на ремонт контактной сети принимают следующие переводные коэффициенты:

Вид сети	Трамвайная	Троллейбус- ная	Смешан- ная
Простая поперечная:			
на перегонах . . . . .	0,7	0,8	—
» узлах . . . . .	1	1	1,4
» кронштейнах . . . . .	0,7	0,7	—
Подвеска на цепных поперечинах:			
на перегоне . . . . .	0,9	0,9	—
» узле . . . . .	1	1	1,4
Цепная (эластичная) . . . . .	0,4	0,7	—
На наклонных струнах . . . . .	0,6	0,6	—
В тоннелях (цепная) . . . . .	—	1,2	—
Депо и припарковые пути . . . . .	0,9	0,9	—
Служебные пути . . . . .	0,5	0,5	—
Подвеска на потолочных подвесах . . . . .	2	2	—

По трудоемкости обслуживания специальных частей эквивалентная длина (в метрах) принимается следующей:

Управляемая стрелка . . . . .	500
Сходная стрелка, пересечение проводов трамвай и троллейбусных проводов, мачтовый разъединитель . . . . .	200
Разъединитель, управляемый дистанционно . . . . .	400
Секционный изолятор . . . . .	50
Узел грузовой компенсации . . . . .	300

В зависимости от частоты движения принимают следующие коэффициенты для учета интенсивности износа провода и деталей:

Число поездов, проходящих в час:	
до 10 . . . . .	0,95
» 20 . . . . .	1
» 30 . . . . .	1,05
» 40 . . . . .	1,1
» 50 . . . . .	1,15
свыше 60 . . . . .	1,2
Грузовые ветки и запасные пути . . . . .	0,8
Пути депо . . . . .	1,15

Район имеет производственные помещения, монтажный транспорт, механизмы, приспособления и комплекты инструментов, запас материалов и спецчастей. Район выполняет все виды профилактического и среднего ремонтов, регулировочные и измерительные



Рис. 126. Обходной путь:

а — общий вид; б — узел присоединения; в — узел пересечения;  
1 — провод постоянной сети; 2 — провод обходного пути; 3 — хомутники;  
4 — бакелитовая труба; 5 — изоляционная планка; 6 — подвесной зажим

работы, а также работы по переустройству сети. Для аварийно-восстановительного ремонта организуют круглосуточное дежурство бригад, количество которых и дислокация их в городе зависят от протяженности и разветвленности сети.

Капитальный ремонт выполняют специальные подразделения службы с привлечением бригад районов либо строительная организация.

В ряде случаев при благоустройстве города и строительных работах возникает необходимость устройства временных обходных линий. Используя специальные конструкции узлов присоединения (рис. 126, б), можно переключить движение троллейбусов на обходную линию (рис. 126, а), полностью сохраняя существующую сеть.

На первой поперечине для перевода токоприемников с проводов постоянного направления на обходную линию монтируют специальные бегунки, имеющие на одном конце проходную часть для пропуска провода существующей линии, а на другом — концевую часть для пристыковки провода обходного пути.

В месте перекрещивания проводов на провод постоянной линии надевают разрезную бакелитовую трубу, закрепляемую хомутиками. Трубу опирают на изоляционную планку, установленную на двух подвесных зажимах на проводе обходной линии (рис. 126, в).

Между узлами присоединения контактные провода монтируют обычным способом с использованием по возможности существующих поперечин.

### 31. Техническое обслуживание

Постоянное содержание контактной сети в исправном состоянии обеспечивается полным выполнением работ, предусмотренных Системой технического обслуживания и ремонта контактных сетей трамвая и троллейбуса. Эта Система разработана на основании

обобщения опыта эксплуатации и ремонта контактных сетей, накопленного в передовых предприятиях городского электротранспорта<sup>1</sup>.

Системой обслуживания и ремонта предусмотрено выполнение следующих плановых работ и периодичность их проведения:

Техническое обслуживание (ТО) . . . . .	6 мес
Технический ремонт (TP1) . . . . .	2 мес
Технический ремонт (TP2) . . . . .	6 мес
Технический ремонт (TP3) . . . . .	4 года
Технический ремонт (TP4) . . . . .	12 лет
Ремонт опор . . . . .	1 год
Измерения . . . . .	6 мес

В случае необходимости, когда устранение нарушения контактной сети не может быть отложено до планового ремонта, выполняют внеплановый ремонт. Измерения производят в процессе выполнения ТО.

Указанные выше сроки являются максимальными. В зависимости от конкретных условий, интенсивности движения, профиля пути, климата, износа эти сроки могут быть сокращены для сети города или отдельного участка.

В состав более сложного ремонта входит объем работ менее сложного ремонта, поэтому срок проведения ТР1, ТР2 или ТР3 назначают от последнего аналогичного или более сложного ремонта.

Плановые ремонты выполняют по заранее разработанным и утвержденным графикам. Работы выполняют по технологическим инструкциям, разработанным на каждый вид ремонта.

Техническое обслуживание (ТО) предназначено для выявления состояния контактной сети, отдельных ее участков и элементов, а также причин, мешающих работать нормально, которые могут вызвать повреждение сети или токоприемника. Осмотр проводится в светлое время суток мастером или начальником района с одним монтером не ниже 3-го разряда. Работы по ТО проводят с земли, автovышки или вагона-лаборатории. Один раз в год осмотр производят обязательно с автovышки или измерительного вагона.

Неплановые осмотры выполняют для уточнения задания планового ремонта, после поврежденной сети, в местах производства строительных работ вблизи контактной сети и др.

Осмотр проводят последовательно, перемещаясь вдоль участка сети, при этом выявляют визуально дефекты сети и внешние факторы, мешающие нормальной работе или грозящие нарушению бесперебойности движения трамвая и троллейбуса. Обращают внимание на состояние воздушных сетей наружного освещения и сетей другого назначения, путей, дорог, условия движения. В местах закреплений к зданиям осматривают состояние крюков с целью обнаружения нарушения заделки или поломки элементов узла закрепления.

<sup>1</sup> После длительной проверки Система обслуживания в настоящее время находится на утверждении в МЖКХ РСФСР.

В зимнее время обращают внимание на состояние крыши над точкой закрепления с целью своевременного обнаружения нависших глыб снега, сосулек и льда, которые при падении могут оборвать крепление. Осматривают тросовую систему, провод и спецчасти с целью обнаружения явно выраженных нарушений. Определяют газометром состояние опор и надежность закрепления их в грунте, особенно в местах выполненных раскопок.

По ходу осмотра бригада, выполняющая его, немедленно своими силами ликвидирует обнаруженные на сети небольшие дефекты, требующие неотложного ремонта: выпадание провода из зажима, обрыв питающей дужки, местный поджог или износ провода более 40% сечения, обрыв, струны, выпадание вкладыша или ходового элемента специальной части, выход провода на край контактной вставки трамвая и т. д.

При большом объеме неотложного ремонта вызывается в помощь дополнительная бригада.

Лица, производящие осмотр, по результатам осмотра должны составить опись работ, которые необходимо выполнить при очередном плановом или внеплановом ремонте.

## 32. Технические ремонты

Ремонт ТР1 (ранее назывался профилактический) предназначен для проверки состояния элементов сети и устранения дефектов, которые могут явиться причиной повреждения контактной сети или токоприемников.

Ремонт производят, как правило, в светлое время суток без снятия напряжения с контактной сети. Если выявленные дефекты не могут быть устранены в процессе ТР1, подается заявка на производство внепланового ремонта.

При проведении ТР1 контактного провода должны быть выявлены и устранены:

поджоги, уменьшающие сечение провода более чем на 20%;  
местный износ провода более чем на 40% сечения;

изгибы, поджоги основного провода, добавки и байдары, ухудшающие токосъем;

перегревы питающих и стыковых зажимов.

Ремонт начинают сплошным подробным осмотром (в темное время прощупыванием) контактного провода. При этом выявляют поджоги, подбои, местные износы, отклонения от вертикального положения оси провода (перекручиванием), наличие трещин.

Мелкие поджоги глубиной до 1 мм защищают шкуркой. Место поджога глубиной более 3 мм (более 20% износа) укрепляют, устанавливая сверху стыковой зажим ЗС без разрезания провода. При еще большем поджоге в случае обнаружения трещин на проводе, а

также при местном износе более 40 % вырезают дефектный отрезок провода и заменяют его целым.

В трамвайной сети провод с местным износом усиливают дополнительным отрезком целого провода («добавком»), который пристыковывается к основному соединительными зажимами ЗСП.

Если на небольшом участке провода имеется несколько стыковых зажимов, расположенных на близком расстоянии друг от друга, такой участок вырезают, заменяя одним отрезком провода. Выправляют провод в местах неоправданных изгибов.

Перегревы питающих и стыковых зажимов обнаруживают по изменению цвета и обгорелой поверхности, а устраниют посредством переборки или замены.

При ТР1 выявляют и устраниют следующие дефекты поддерживающих устройств:

недопустимые выносы контактного провода трамвая (более 0,35 м);

места заниженного подвешивания контактного провода;

оборванные и ослабленные элементы тросовой системы и поврежденной арматуры;

правильность установки арматуры;

исправность (обрыв) жил в стальных канатах;

места коррозии стальных канатов и проволоки;

качество концевых заделок стальных канатов в клиновых зажимах;

положение и состояние кронштейнов;

удары токоприемников об арматуру и встречные пороги на стыках.

Недопустимые выносы контактного провода (при положении его ближе 200 мм от конца контактной вставки) определяют визуально, наблюдая при прохождении нескольких трамваев. Дефект устраниют регулированием положения подвеса или фиксатора на поперечине или изменением длины оттяжки.

Оборванные элементы тросовой системы соединяют или заменяют, а ослабленные подтягивают и перевязывают в местах соединения. Сдвинутые вдоль провода подвесы, габаритные планки возвращают на предназначенные для них места. Арматуру, вызывающую боковой износ или удары токоприемника, ставят в правильное положение или заменяют.

Стальные канаты, имеющие обрыв двух или более жилок, подверженные сильной коррозии, заменяют целиком или в поврежденных местах. Концевые заделки с заметным вытягиванием каната из клинового зажима перемонтируют.

При обнаружении недопустимой высоты подвешивания контактного провода осуществляют регулировку с доведением до нормируемой и одновременно устраниют причину, вызвавшую это нарушение.

Сеть на ремонтируемом участке подвергается полной регулировке в отношении плавности ходовой линии и устраниению ударов токоприемника и встречных порогов.

При ТР1 специальных частей проверяют:

правильность расположения специальной части в плане (прямолинейность с отклонением направления контактного провода на входе или выходе не более  $1^\circ$ ) и по высоте (на уровне высоты смежных точек подвешивания с допуском от  $-0,1$  до  $-0,15$  м);

плавность ходовой линии («поперечные» уступы в пределах  $0,2$ — $0,5$  мм) и отсутствие встречных порогов;

износ элементов специальной части;

отсутствие поджогов контактного провода и вытягивание его из концевых зажимов;

отсутствие трещин и надломов контактного провода у концевых зажимов специальных частей;

отсутствие ударов токоприемников о специальные части и элементы подвески.

Для постановки специальной части в правильное положение выполняют регулирование тросовой системы.

Встречные пороги устраниют регулированием положения ходовых элементов и подгонки на месте.

Надломы, трещины контактного провода, а также вытягивание его из зажима устраниют перемонтажом провода в концевом зажиме.

Устраниют чрезмерные отклонения (опускание его конца) от горизонтального положения кронштейна или смещение его в сторону. Наклон устраниют подтягиванием тяги. Для облегчения работы конец кронштейна подпирают перилами монтажной площадки.

Восстанавливают отсутствующую, разрушенную или погнутую арматуру. Наклонившиеся опоры либо выпрямляют, либо укрепляют анкерами. Трещины и сколы железобетонных опор заделывают цементным раствором.

**Ремонт ТР2** (ранее назывался текущий) предназначен для регулировки контактной сети и замены предельно изношенных или поврежденных элементов. При ТР2 регулируют положения контактных проводов в плане и по высоте, натяжения тросов и проводов, положения кронштейнов и спецчастей, заменяют поврежденную арматуру, элементы спецчастей.

Перед производством ТР2 делают осмотр и измерения сети, по результатам которых выдается задание на ремонт. В задании указывают места, объем и последовательность регулировки положения и натяжения контактного провода.

Регулировку положения и натяжения контактного провода выполняют в следующей последовательности:

регулируют положение кронштейнов и их тяг;

подтягивают ослабленные элементы тросовой системы;

регулируют положение специальных частей и подвесной арматуры с учетом возможного перемещения их при сезонной регулировке;

устраняют изгибы, надломы и поджоги контактного провода;

регулируют натяжение контактного провода, высоту подвешивания провода, зигзаг провода трамвая.

При регулировке натяжения проводов и тросов, положения подвесов, скользящих срун, высоты подвешивания, положения грузовых компенсаторов нужно учитывать температуру воздуха, при которой выполняется работа, используя монтажные таблицы и графики для определения места расположения подвесов, скользящих срун, высоты подвески и натяжения провода и тросов.

Высоту подвески доводят до нормальной регулированием натяжения несущего специальную часть троса или, при необходимости и возможности, изменением высоты закрепления хомутов на опоре или стенных крюках. Одновременно с регулированием высоты подвески специальной части необходимо выполнить регулирование высоты всех смежных точек подвешивания подходящих контактных проводов. При этом нужно добиться такого положения, при котором специальная часть не повисла бы на подходящих к сетевому узлу проводах, передавая им свой вес, и не забирала бы на себя вес соседних точек подвешивания. Таким образом, несущая специальную часть поперечина должна воспринимать только нагрузку от веса самой специальной части и половины пролетов контактного провода до смежных точек подвешивания.

При ТР2 восстанавливают ее утраченные или поломанные детали специальных частей до соответствия комплектаций и размеров по чертежам. Заменяют изношенные и поврежденные элементы, очищают от нагара и наплывов подгорающие элементы и дугогасительные камеры. Очищают от грязи и протирают изоляционные элементы, окрашивают или покрывают их изоляционным лаком. Регулируют ходовую линию, добиваясь плавного прохода токоприемника. На управляемых стрелках настраивают работу переводного механизма, используя для регулировки нагружочное устройство. Восстанавливают смазку трущихся частей.

Проверяют состояние устройств автоматического регулирования натяжения контактных проводов: расположение и состояние средней и жесткой анкеровки, питающих дужек и электросоединительных перемычек. В узлах сопряжения анкерных участков проверяют положение отклоняющих роликов, блоков и грузов, восстанавливают смазку.

Работоспособность четырехкратного блочного устройства проверяют при температуре воздуха от  $-20$  до  $+20$   $^{\circ}\text{C}$  следующим образом: к верхнему подвижному блоку прикладывают дополнительное усилие в 200—300 Н (20—30 кгс) в сторону анкерной опоры, а затем в сторону узла сопряжения, перемещая в обоих случаях блок на 20 см от первоначального положения, при этом скользящие подвесы в пролетах, смежных с узлом сопряжения, переместятся на 40 см, и не должно наблюдаться провисания провода у троса и блоков.

Натяжение продольных и поперечных несущих тросов регулируют с помощью натяжных муфт или перевязкой с изменением длины.

Натяжение в некомпенсированных подвесках регулируют посредством температурных винтов, а при их отсутствии путем врезки отрезка провода или демонтажа его в заранее определенных местах. Размеры отрезков заранее определяют в зависимости от длины регулируемого участка.

В некомпенсированных подвесках регулировку контактной сети выполняют двумя способами:

с предварительным перемещением провода или освобождением контактного провода из части подвесных зажимов, в этом случае длина участка от места регулировки может достигать 600 м;

без перемещения подвесов вдоль контактного провода и без освобождения провода из подвесных зажимов, в этом случае длина участка от места регулировки может достигать 250 м.

**Ремонт ТРЗ** (ранее назывался средний) предназначен для восстановления до заданных значений технических характеристик элементов и узлов контактной сети.

Работы по ТРЗ должны осуществляться после осмотра сети и составления дефектной ведомости.

При ТРЗ производят:

ремонт и окраску металлических опор;

ремонт и окраску кронштейнов;

ремонт и окраску специальных частей и арматуры;

переборку всех стыковых соединений контактного провода с зачисткой контактных соединений;

перемонтаж заделки контактного провода в концевых зажимах специальных частей;

ревизию закрепления контактного провода в подвесной арматуре;

перемонтаж зажимов и соединений в анкерных тросах;

замену изношенных специальных частей;

замену изношенной изоляционной арматуры;

полную замену байдротов и добавок;

замену контактного провода с большим количеством стыковых зажимов на отдельных участках в соответствии с ПТЭ трамвая и троллейбуса;

ремонт и окраску изоляционных щитов и подшивок под инженерными сооружениями (путепроводами, мостами и т. д.);

ревизию крепления поддерживающих устройств к опорным конструкциям;

восстановление антикоррозионной смазки и покраску всех деталей (кроме проволоки и троса).

Во время ремонта опор выполняют:

правку наклонившихся опор;

заделку трещин, сколов и раковин в железобетонных опорах;

проверку состояния и при необходимости перемонтаж анкеровки опоры;

ревизию заделки опор, измерения и оценку размера коррозионного повреждения металлических опор в месте заделки (на уровне земли) с приваркой при необходимости стальных сегментов или полос в местах коррозии для увеличения прочности опоры;

проверку скопления воды в теле опоры и в месте заделки и применяют меры, направленные на исключение попадания влаги в тело опоры и скопления ее в месте заделки опоры в грунт или в постамент;

окраску металлических опор.

При ремонте кронштейнов замеряют пришедшие в негодность и погнутые консоли, проверяют состояние изоляции и крепления кронштейнов к опорам с заменой изношенных и подтяжкой болтов и гаек, окраску кронштейнов.

Ревизию и перемонтаж стыковых соединений контактных проводов выполняют с целью создания надежного соединения контактных проводов между собой и со специальными частями, для ликвидации и предупреждения возможных надломов провода в зажимах. При ремонте соединений концы контактного провода, входящие в зажимы, удаляют.

При ревизии контактных соединений токопроводящих элементов подтягивают винты, болты, гайки. Контактные соединения, имеющие следы перегрева, перемонтируют. Рекомендуется контактные соединения передвинуть на новое место. Болты и винты контактных соединений, с помощью которых осуществляют оперативные переключения контактной сети, должны быть смазаны техническим вазелином.

При ревизии крепления поддерживающих устройств к опорным конструкциям проверяют надежность заделки крюков и закладных элементов в стенах зданий и сооружений, крепление хомутов на опорах, состояние шумоглушителей, чистят и окрашивают изоляторы или покрывают их изоляционным лаком.

**Ремонт ТР4** (ранее назывался капитальный) предназначен для восстановления элементов сети до их первоначального состояния и модернизации всей сети с доведением ее до состояния, отвечающего современным требованиям.

В зависимости от состояния сети или заменяют оборудование, сохраняя основные параметры и тип подвески, или переоборудуют сеть с изменением типов подвески. Для проведения капитального ремонта во втором случае разрабатывают проект и работы выполняют в соответствии с действующими нормами на строительство новых линий.

В первом случае (при сохранении параметров и типа подвески) ТР4 контактной сети выполняется в соответствии с дефектной ведомостью, составленной по данным осмотров, измерений и плановых ремонтов.

Работы по ТР4 должны быть, как правило, комплексными и охватывать все элементы контактной сети на определенном участке. Длина участка должна быть не менее 250 м по оси улицы. Допускается в случае необходимости капитальный ремонт отдельных элементов контактной сети (опор, контактного провода и др.).

При ТР4 участка контактной сети замену контактного провода, опор, стенных крюков, закладных деталей в инженерных сооружениях, грузов и блоков сопряжения анкерных участков производят в зависимости от их состояния. Все остальные элементы контактной сети, в том числе и специальные части, заменяют независимо от срока их службы и фактического состояния. Снятая арматура, кронштейны и специальные части должны быть по возможности отремонтированы для повторного пользования.

Во время ТР4 замену контактного провода производят в зависимости от его состояния. При замене контактного провода производят замену подвесных зажимов.

Контактный провод подлежит замене:

для сети трамвая — при уменьшении сечения провода МФ-85 на 25% и провода МФ-100 на 30%;

для сети троллейбуса — при уменьшении сечения контактного провода МФ-85 на 15% и провода МФ-100 на 16%;

для обеих сетей — при наличии более 75% стыковок, «добавок», поджогов от числа точек подвешивания проводов на участке;

для обеих сетей — при снижении механических характеристик вследствие воздействия высоких температур (отжига).

Кроме того, контактный сталеалюминиевый провод подлежит замене при расслоении, скручивании и отжиге его алюминиевой части.

Ориентировочно срок службы контактного провода МФ-85, МФ-100 на сети трамвая 9 лет, сети троллейбуса 14 лет.

Замену опор производят в следующих случаях:

металлических — при коррозии опор в месте заделки с уменьшением площади сечения наружной трубы на 30%;

при наличии значительных вмятин, трещин и других повреждений;

при наклоне опор вследствие просадки и деформации грунта, если правка опор без изменения фундамента не дает положительных результатов;

железобетонных — при несоответствии опор требованиям по нагрузке;

при коррозии арматуры, вызывающей разрушение бетона (одним из признаков коррозии арматуры является образование продольных трещин);

при разрушении защитного слоя бетона вследствие изменения его физических свойств.

### 33. Ремонт опор

Назначением ремонта опор является выявление их состояния с целью определения объема работ по профилактическому ремонту или включения ремонта опор в капитальный ремонт. Осмотр опоры выполняют в теплое время года до замерзания грунта. При осмотре определяют соблюдение габаритов приближения к трамвайным путям, тротуарам и степень изношенности опоры. Для определения износа металлические и деревянные опоры освобождают от грунта на глубину 0,3—0,4 м, а при наличии бетонного фундамента — до него.

Фундаменты, находящиеся под асфальтовым покрытием, вскрывают только при явных признаках коррозионных повреждений или сдвигов. Зона наибольшего гниения деревянных опор и коррозии металлических наблюдается в 0,2—0,3 м от поверхности грунта. Металлическую опору проверяют ударами заостренной части лома. При обнаружении пробоя или прогиба опору заменяют. В сомнительных случаях очищают опору от коррозионного слоя, замеряют оставшуюся часть материала и расчетом определяют возможность дальнейшей эксплуатации опоры.

Состояние деревянной опоры проверяют деревянным щупом, представляющим собой заостренный стержень. Протыкая щупом загнившую часть, определяют диаметр оставшейся здоровой части и по нему, пользуясь таблицами или выполнив расчет, устанавливают возможность ее дальнейшей эксплуатации. Износ железобетонных опор определяют по количеству и размеру сколов в сжатой зоне и трещин в растянутой. Оставленные в эксплуатации опоры, имеющие наклон,правляют, а некоторые для увеличения прочности анкеруют.

Осматривают поверхность железобетонных опор. Обнаруженные трещины и сколы заделывают цементным раствором. Предельно допустимые размеры повреждений следующие:

Откол бетона:	
в зоне растяжения . . . . .	не более 5 % от длины окружности поверхности сечения
» » сжатия . . . . .	не допускается
Продольные трещины в одном по-	
перечном сечении длиной не более 2 м . . . . .	одна раскрытием не более 3 мм или не более трех с раскрытием до 0,5 мм каждая
Коррозия обнаженной продольной арматуры . . . . .	
	не более одного стержня при уменьшении сечения не более 30 % от первоначального

Места коррозии расчищают и заделывают цементным раствором. При больших повреждениях опоры заменяют.

## 34. Измерения

Состояние контактной сети определяют, осуществляя регулярные замеры ее параметров: высоту подвески контактного провода, зигзаг и выносы провода трамвая, износ провода, натяжение провода и др.

Измерения подразделяют на плановые, контрольные и выборочные.

*Плановые измерения* производят два раза в год (как правило, весной и осенью) перед очередным ремонтом на данном участке.

При плановых измерениях определяют следующие величины: высоту подвешивания контактного провода от уровня дорожного покрытия или от головки рельса;

вынос контактного провода сети трамвая от оси токоприемника; натяжение контактного провода и несущих продольных тросов цепных подвесок;

износ контактного провода.

При измерениях высоты подвешивания, натяжения контактного провода и продольных несущих тросов фиксируют температуру наружного воздуха для возможности определения отклонения измеряемых величин от нормы в характерных температурных режимах.

*Контрольные измерения* выполняют после производства ТР2, ТР3 и ТР4. Целью контрольных измерений является проверка качества выполненных ремонтов.

*Выборочные измерения* проводят по мере необходимости и после работ по замене тросовых поперечин и несущих тросов, после капитального ремонта путей или дорожного покрытия с изменением вертикальных отметок и т. д. Результаты измерений заносят в журнал.

Если измерения проведены централизованно, то результаты их доводят до сведения начальников эксплуатационных районов (цехов, участков). В журнале должен быть указан срок исправления нарушений и отмечены выполненные мероприятия.

Для измерений параметров контактной сети трамвая используют вагоны-сетеизмерители, позволяющие автоматизировать измерение ряда основных параметров: высоты подвески провода, зигзага, выноса провода на криволинейных участках, напряжения и габарита приближения опор (установленных в междупутье или близко расположенных боковых). Автоматизированные измерения обеспечивают объективность оценки, устраниют ошибки, присущие визуальным измерениям быстротекущих показаний, облегчают труд измерителя.

Вагон имеет второй, предназначенный для измерения токоприемник или на общем токоприемнике — измерительную лыжу, на контактной поверхности вставки расположены ламели, которые служат датчиками показания положения контактного провода относительно середины токоприемника. Датчики высоты подвески провода механически связаны с измерением высоты подъема токоприемника или уг-

ла наклона дуги и выполняются в виде рейки, диска или барабана с ламелями.

Показания фиксируются самопищущим прибором на ленте. Лентопротяжный механизм имеет привод от колесной пары вагона. На ленте фиксируются также находящиеся на пути следования поперечины и удары, возникающие на токоприемнике при проходе «порогов» на сети. Расположение опор и других ориентиров на пути следования визуально определяется оператором, фиксируется на ленте при нажатии им кнопки. В настоящее время вагоны-сетемерители изготавливаются на Воронежском заводе и, кроме того, крупными отдельными хозяйствами по своим индивидуальным проектам, что вызывает значительную разницу в решении способов измерения. Полученную на ленте запись подвергают обработке, которая заключается в привязке показаний к линии, расшифровке показаний. Затем выполняют расчеты для определения результатов измерений и делают выводы о состоянии сети и о необходимых мерах по ее улучшению.

В небольших хозяйствах, где нецелесообразно иметь измерительный вагон из-за малого объема выполняемых измерений, проектируют вагон, совмещающий функции монтажного и измерительного вагона, для чего на крыше вагона устанавливают приборы для измерения (датчики) и монтажную площадку.

Измерение зигзага и выносов провода трамвайной сети выполняют визуально с приспособленного для этой цели вагона. На задней площадке устраивают смотровой люк на крышу вагона, из которого ведут наблюдения. Под контактной вставкой укрепляют шкалу отклонений от оси пути. Нулевую отметку, находящуюся в середине шкалы, совмещают с осью пути. Точность установки проверяют на подготовленном прямом горизонтальном участке пути, где заранее нанесены отметки оси пути на поперечинах.

Измерение осуществляют при движении вагона со скоростью 10—15 км/ч. Наблюдая из люка за положением провода в точках подвеса, записывают отсчет и делают отметку об ориентирах на линии. На кривых участках скорость движения вагона меньше, а отсчеты делаются как в точках подвеса, так и в середине хорды. Результаты измерений наносят на схему линии и обрабатывают.

Разовые замеры отдельных мест и участков небольшой протяженности можно выполнять непосредственно с земли зеркальным визиром.

Высоту подвески контактного провода измеряют раздвижными штангами с делениями с монтажной вышки. Монтажную площадку вышки устанавливают на определенной высоте и на нее ставят штангу. Высота площадки во время измерений должна оставаться постоянной. Высоту регулируют с учетом времени года: зимой дают положительный допуск, предусмотренный нормами, летом — отрицательный.

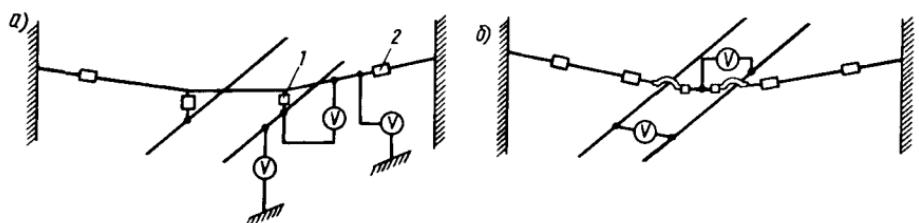


Рис. 127. Схемы проверки изоляторов:

а — изолированного подвеса и изолятора у опоры; б — изолятора между проводами троллейбуса

Состояние электрической изоляции фарфоровых изоляторов проверяют наружным осмотром. Исправность пряжечных изоляторов со стальным сердечником, изоляционных болтов и других изоляторов, а также фарфоровых изоляторов в труднодоступных местах проверяют вольтметром с большим внутренним сопротивлением (не менее 10 кОм/В) или группой ламп, включенных последовательно на номинальное напряжение сети.

Проверку осуществляют с помощью указателя напряжения в сети (рис. 127). Вольтметр или группу ламп перед началом проверки включают между разнополярными проводами троллейбуса или контактным проводом и рельсами трамвая. Исправность приборов подтверждается показанием вольтметра полного напряжения или горением ламп полным накалом. Для проверки изоляционного болта 1 трамвайного подвеса (рис. 127, а,) положительный зажим вольтметра соединяют с поперечиной у подвеса, а отрицательный — с рельсом. Отсутствие напряжения показывает исправность изоляции, полное напряжение (горение ламп с полным накалом) — пробой изоляции, а уменьшенное напряжение (горение ламп с неполным накалом) — утечку тока вследствие загрязнения поверхности или нарушений целостности изоляции. Для проверки изолятора 2 у опоры тросов со стороны опоры заземляют (на рис. 127 не показано). Вольтметр включают между проводом и поперечиной.

Натяжение контактного провода измеряют шунтовым динамометром, несущего троса — шунтовым динамометром или динамометром прямого включения. Шунтовые динамометры должны соответствовать измеряемому сечению и материалу троса или провода.

Износ контактных проводов вызывается истиранием поверхности токоприемниками, поджогами при коротких замыканиях и при отрыве под током токоприемников, подбоем у подвесов и в местах креплений сосредоточенных масс. По мере увеличения износа уменьшаются механическая прочность и электрическая проводимость, что в конечном результате приводит к непригодности провода для дальнейшей эксплуатации. Контактный провод подлежит замене, если на 75% всех пролетов площадь его сечения, измеренная в середине пролета, будет менее 75 % площади сечения нового провода или же если

Высота сечения провода, мм	Изношенная площадь сечения провода $S$ , $\text{мм}^2$ (в числителе), и относительное сечение $S/S_{\text{ном.}}$ , % (в знаменателе), проводов		
	МФ-65	МФ-85	МФ-100
11,8	—	—	0,0
11,5	—	—	0,82/0,82
11,0	—	—	3/43/3,43
10,8	—	0/0	4,76/4,76
10,5	—	0,78/0,92	6,89/6,89
10,0	—	3,29/3,9	11,2/11,2
9,5	—	6,68/7,8	15,95/15,95
9,3	0/0	8,23/9,7	17,97/17,97
9,0	0,72/1,1	10,71/12,6	21,12/21,12
8,5	2,7/4,2	15,24/18,2	26,63/26,63
8,0	6,25/9,6	20,15/23,7	32,43/32,43
7,5	10,9/15,5	25,38/29,8	38,46/38,46
7,0	13,7/21,1	30,87/36,3	44,67/44,67
6,5	18,75/28,8	36,55/43,0	—
6,0	23,9/36,7	42,38/49,9	—

число установленных добавочных отрезков провода в точках подвески, а также стыков будет более 75 % общего числа точек подвески.

За исключением точек подвески под искусственными сооружениями, где идет интенсивный износ провода и замена его проводится ежегодно, регулярные замеры износа начинают выполнять после 3—4 лет эксплуатации. Измерения делают микрометром или штангенциркулем в середине пролета при простой подвеске и в середине струнового пролета при цепной подвеске. Для ориентировочной оценки состояния провода пользуются специальными калибрами.

Износ провода измеряют, проверяя высоту оставшегося сечения контактного провода по каждому участку с точностью до 0,01 мм. Размер износа в зависимости от высоты оставшегося сечения определяют по табл. 29.

Для провода МФ-62 25 %-ный износ наступает при высоте сечения 6,8 мм, для МФ-85— при высоте сечения 7,9 мм, а для МФ-100—8,6 мм. Износ провода на участке, %,

$$I = n \cdot 100/N,$$

где  $n$  — число пролетов с высотой сечения провода меньше нормы;

$N$  — число пролетов на участке.

На эскизе участка указывают замеры провода, положение стыков и добавочных проводов и результаты подсчетов.

На железных дорогах СССР для автоматического измерения износа контактного провода разработан токовихревой датчик, обеспечивающий измерение износа без снятия напряжения с контактной сети и при скоростях движения до 100 км/ч. Датчик имеет две катушки для возбуждения магнитного поля и приемную катушку, жест-

ко закрепленные в электроизоляционном каркасе измерительного полоза вагона-лаборатории контактной сети. При протекании по виткам катушек возбуждения переменного тока в окружающем датчик пространстве возникает первичное магнитное поле. Приемная катушка расположена в первичном поле таким образом, что при отсутствии над датчиком контактного провода электродвижущая сила в ней равна нулю. Внесение провода в зону измерения искажает первичное поле вследствие наложения на него поля вихревых токов, наведенных контактным проводом. При этом в приемной катушке наводится электродвижущая сила, пропорциональная площасти оставшегося сечения участка контактного провода над датчиком. Погрешность измерения составляет 2—5 % в зависимости от разме-ра износа провода [7].

### **35. Организация ремонтно-восстановительных работ. Сопровождение негабаритных грузов**

**Ремонтно-восстановительные работы.** Основной задачей аварийно-восстановительного ремонта является быстрейшее восстановление движения или устранение возможной задержки транспорта при повреждениях и неисправностях контактной сети.

Бригады скорой технической помощи находятся в оперативном подчинении у электродиспетчера. Бригада скорой технической помощи имеет в своем распоряжении автovышку, оснащенную инструментом, арматурой, запасными частями и защитными средствами. Аварийный запас специальных частей, опор и кронштейнов хранится в сетевых районах и других пунктах.

Для крупных восстановительных работ хозяйство имеет дежурные автокраны, телескопическую вышку, гидроподъемник, подвижную сварочную установку и керосинорез. По прибытии на место бригадир (старшее лицо, осуществляющее руководство бригадой) выясняет обстановку, размеры повреждений и объем восстановительных работ и намечает план ликвидации повреждения, после чего бригада приступает к работе. При большом объеме работ, требующих нескольких бригад, бригадир, не прекращая работы, сообщает об этом электродиспетчеру.

В зависимости от характера повреждения восстановительные работы могут выполняться в два этапа.

В первую очередь выполняют работы, обеспечивающие возобновление прерванного движения, при этом допускается пропуск подвижного состава через место повреждения по инерции с опущенными токоприемниками. Если повреждение произошло на запасных, грузовых, служебных или деповских путях, контактные провода которых электрически связаны с пассажирской линией, то их прежде всего отключают от нее для восстановления движения на этой линии. Мес-

то, где сеть опустилась ниже 4 м, ограждают и организуют объезд автотранспорта. Одновременно принимают меры к подъему сети.

На втором этапе, после восстановления движения, продолжают ремонт до полного восстановления сети.

В исключительных случаях по специальному разрешению электродиспетчера часть работ оставляют на ночное время или даже до очередного профилактического ремонта. При этом допускается временно оставлять двойной пролет, стыковать провод в любом месте, делать временные скрутки для сращивания тросов и проволоки, оставлять на блоках оборванные поперечины. Но условия безопасности обслуживания сети и безопасности уличного движения не должны ухудшаться.

Одновременно с работами по восстановлению сети расследуют причины повреждения. Наибольшее количество повреждений возникает по следующим причинам: неисправность токоприемников, нарушение правил ведения подвижного состава, неудовлетворительное состояние рельсового пути или дорожного покрытия, неисправность элементов контактной сети. Рассмотрим характерные виды повреждений.

*Наклон или падение опоры* происходит от удара при наезде транспорта, от перегрузки, от удара по закрепленной на опоре поперечине или захвате ее токоприемником движущегося подвижного состава, от смещения фундамента опоры или размыва грунта, от износа самой опоры. При небольшом наклоне опору анкеруют на стену здания или на анкер в землю. Контактную сеть до нормируемой высоты поднимают посредством натяжения тросов.

Сильно наклонившуюся или поломанную опору разгружают от тросов и кронштейнов, срезают и удаляют. Опору, упавшую на провода, освобождают от подвески, по возможности, не разрезая тросов и проводов, снимают с проводов и оттаскивают в сторону. Сеть, освобожденная от опоры, поднимается вследствие имеющегося натяжения в проводах и тросах и становится готовой к включению и открытию движения. При таком способе восстановления время простоя будет наименьшим, но оно значительно увеличивается, если не удается избежать разрезания проводов и тросов.

На прямом участке движение может быть открыто при двойном пролете провода. Если высота провода от уровня дороги менее 4 м, провод подвешивают на временных поперечинах, используя для крепления стены близко расположенных домов. В остро необходимом случае для подвешивания провода используют автovышку, на монтажной площадке которой предварительно закрепляют деревянный брус в виде консоли.

На кривых участках движение открывают с увеличенными углами поворота провода или делают оттяжки, используя стены домов, соседние опоры или монтажную площадку автovышки. При больших усилиях на автovышку ее анкеруют на стену, дерево, землю.

К восстановлению опоры приступают сразу, при этом допускается

установка временной опоры с последующей заменой на постоянную. Временную опору ставят на лежнях или используют фундамент срезанной опоры в качестве стакана, в отверстие которого вставляют опору меньшего диаметра и расклинивают.

*Обрыв поперечины* может произойти вследствие удара или падения сбрасываемого с крыши льда, пережога при коротком замыкании штангой троллейбуса, упавшими проводами освещения, коррозии, механического износа, а также брака самого троса или проволоки (трещины, расслоения и др.).

Наибольшая интенсивность коррозии наблюдается на сети, проходящей вблизи химических предприятий, а на самой поперечине — в местах скрутки и крепления деталей, где скапливается грязь, пыль и влага. Имеются случаи разрушения поперечин вследствие электрокоррозии токами утечки (особенно на хомутиках орешковых изоляторов).

При обрыве поперечины в первую очередь устраниют короткое замыкание контактных проводов, стаскивают с проводов наброшенные куски поперечины, вырезают запутанные и подожженные места, включают сеть под напряжение и открывают движение полностью, а в необходимых случаях — с ограничением скорости или при опущенных токоприемниках в месте прохода поврежденного места.

Затем восстанавливают поперечины. В первую очередь восстанавливают те поперечины, без которых нельзя обойтись при подъеме провода на нужную высоту. Концы оборванных продольно-несущих тросов стягивают и оставляют на блоках до заключительного этапа работы. Отдельные пролеты, имеющие пережоги в нескольких местах, срезают и на провод ставят распорные планки.

На кривых участках в первую очередь восстанавливают фиксирующие и поперечные тросы, необходимые для образования хорд провода, а в трамвайные сети — для создания выноса провода относительно оси пути. Из нескольких проводов оставляют закрепленными на поперечине один или два и восстанавливают натяжение поперечины. Затем поочередно подтягивают остальные провода и закрепляют в подвесах. Перед натяжением осматривают состояние троса (проводки), чтобы убедиться в его прочности. Ветхий трос с поджогами заменяют.

Вырванные из стены крюки забивают в новых местах. На стенах, имеющей ослабленную прочность, устанавливают вместо одного два разнесенных в наиболее надежные места крюка, на которых поперечину крепят тросовым угольником. Если стена ветхая, к ней поперечину не крепят, а оставляют на прямом участке двойной пролет, а на кривом — временную оттяжку так, как это делают при падении опоры.

На заключительном этапе восстанавливают остальные поперечины, временные элементы системы заменяют постоянными, переводят на постоянные крепления участки, взятые на блоки, заменяют поврежденную арматуру.

*Обрыв контактного провода* происходит чаще всего от удара токоприемником, пережога при коротком замыкании, от повышенного натяжения, от износа или надлома. Поджоги провода образуются при неплотном контакте токоприемника с проводом во время боксования. Восстановление начинают с ликвидации короткого замыкания, после чего включают линию и открывают движение на соседних участках. Концы оборванного провода с помощью веревок поднимают на монтажную площадку, стягивают и электрически соединяют закороткой, после чего организуют движение с опущенным токоприемником. Для пропуска троллейбуса ставят монтажный переход, позволяющий проезд без снятия штанг. После разгрузки линии от скопления подвижного состава выполняютстыковку проводов.

При большом скоплении транспорта и большой частоте движения для уменьшения времени на восстановление допускаетсястыковка контактного провода временным стыковым зажимом (рис. 128) с заменой его постоянной стыковкой после восстановления нормального движения. Временный стыковой зажим рассчитан на ту же расстягивающую нагрузку, что и зажим ЗС (1,5 кН).

*К отжигу провода* может привести неотключенное короткое замыкание или перегрузка провода. При сильном нагреве происходит рекристаллизация материала провода, потеря наклела и первоначальной прочности. Провод становится мягким и тягучим, а провисание достигает таких размеров, что движение транспорта становится невозможным. Восстановление начинают с устранения короткого замыкания или перегрузки.

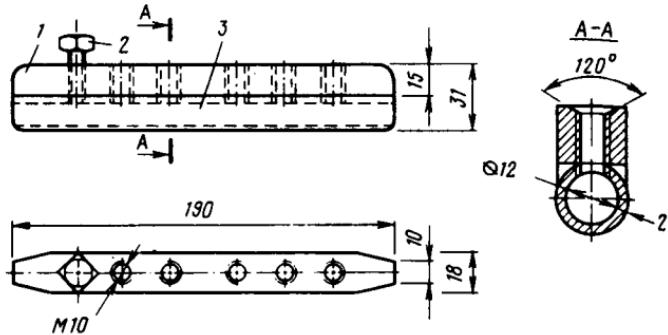
Для устранения перегрузки изменяют схему питания, подключают резервное питание, включают участки в параллельную работу или уменьшают объем движения. Затем провисший провод подтягивают, а сильно отожженный (полностью потерявший наклел, не поддающийся подтяжке вследствие тягучести) заменяют новым.

*Выпадание провода из зажима* происходит от удара токоприемника, плохого крепления зажима или при боковом износе до потери фаски провода зажима. Обычно при выпадании провода его быстро закрепляют вновь, и в этом случае простоя транспорта не происходит. Но при выпадании провода подряд из нескольких зажимов провисание может быть большим, и движение затрудняется. В таком случае сначала закрепляют контактный провод (в отдельных точках подвеса через один подвес), а затем, после восстановления движения,— во всех остальных.

Для плотной посадки на провод зажим во время закрепления винтов (болтов) слегка обстукивают молотком.

*Повреждение секционного изолятора и температурного винта*, если является небольшим, то заменяют отдельные детали, при больших неисправностях заменяют всю конструкцию. Иногда для скорейшего восстановления движения допускается с разрешения электродиспетчера вырезать температурный винт или секционный изолятор, заменяя их куском провода.

Рис. 128. Зажим для временной стыковки контактных проводов: 1 — планка; 2 — болт специальный (6 шт.); 3 — труба



*Повреждение пересечений* начинают ликвидировать с устранения короткого замыкания на самом пересечении. Иногда для этого достаточно подложить между замкнутыми частями изоляционную прокладку, например диэлектрический коврик, после чего можно включить напряжение и открывать движение с опущенными токоприемниками. Затем заменяют разрушенные детали и части.

Сильно разрушенные пересечения часто заменяют целиком. Если движение транспорта продолжается, то, не прерывая движения, подготавливают замену пересечения. Доставленное на место новое пересечение осматривают, опробуют исправность концевых креплений. В концевые части нового пересечения заделывают отрезки провода длиной по 1 м. Разворачивают пересечение на нужный угол встречи проводов и поднимают на монтажную площадку. После получения разрешения от электродиспетчера снимают напряжение на линии и врезают новое пересечение в провода на место поврежденного. Работа заключается в натяжении всех проводов, вырезке поврежденного, установке нового пересечения и пристыковке его к проводам. Затем подают напряжение на линию. Работу выполняют две бригады с двух автovышек.

Чтобы открыть движение до конца дня, часто достаточно выполнить лишь частичный ремонт, а замену пересечения производят ночью.

*Повреждение троллейбусных стрелок* может быть вызвано нарушением изоляции участка включающего контакта от проходящего провода, межвитковыми замыканиями в электромагните, ослаблением пружины возврата пера. Непосредственно на месте устраниют нарушение изоляции включающего контакта, регулируют натяжение пружины. Неисправный механизм заменяют запасным. Проверку и ремонт неисправного механизма выполняют в мастерской.

Ремонт крестовин стрелок аналогичен ремонту пересечений.

*Обрыв питающего провода или перемычки* восстанавливают следующим образом. Концы оборванного провода поднимают и стыкуют. При нескольких поджогах провод заменяют. Если восстановление вызывает задержку движения, то по решению электродиспетчера про-

вод может быть срезан. Восстановление его переносят на ночное время. На время отсутствия питающего провода питание участка передается на соседние кабели.

В случае *повреждения подвески под искусственным сооружением* выполняют следующие работы: при незначительном нарушении сколачивают доски и восстанавливают крепление к фермам, подвязывая щиты проволокой, заменяют поврежденные потолочные подвесы. Сильно разрушенные щиты снимают и заменяют отдельными досками с потолочными подвесками и подвязывают к фермам. Доски служат для подвески провода и предохраняют его от замыкания на ферму.

*Скрытое короткое замыкание* на линии обычно трудно определить. Чаще всего это происходит при пробое изоляции пряжечного изолятора или изоляционного болта подвеса, при падении проволоки на провод и сваривании с ним, а также при скрытом коротком замыкании в силовой цепи какого-либо трамвая или троллейбуса, находящегося на данном участке питания.

Место скрытого короткого замыкания отыскивают в определенной последовательности. Начинают поиски с объезда участка, осмотра контактной сети и опроса линейных работников и постовых милиционеров обо всех замеченных ими случаях вспышек электрической дуги на сети. Дальнейшие поиски ведут при участии электродиспетчера. Последовательно проверяют линию, поочередно отключая непассажирские участки, кабельные междупутные перемычки, питающие линии. Опускаются все токоприемники с контактного провода. Если при этом короткое замыкание исчезнет, то неисправный вагон (троллейбус) обнаружится при очередном пуске вагонов.

Если все указанные выше меры не дают положительного результата, сеть делят на участки и поочередно выключают каждый участок, пока не найдут повреждений.

В депо на секционированной сети поиски скрытого короткого замыкания электродиспетчер начинает сразу же по получении сообщения и одновременно высылает на это место бригаду технической помощи.

Дежурный по депо по распоряжению электродиспетчера отключает разъединители питающей линии и секций. Затем включает с подстанции питающую линию, а при ее исправности поочередно в последовательности, указанной электродиспетчером, включает разъединители секций. При включении неисправной секции произойдет автоматическое отключение на подстанции. Отключив неисправную секцию, включают в работу остальные.

Поиски короткого замыкания на неисправной секции ведут бригады технической помощи в порядке, указанном для пассажирской линии.

Повреждаемость контактных сетей зависит от состояния токоприемников. В депо трамвая и троллейбуса на ремонтных потоках выделяют специальные посты для диагностирования состояния и ре-

монтажа токоприемников. Для проверки основного параметра токоприемника в трамвайных депо применяют устройство для контроля нажатия пантографа трамвая на контактную сеть. Подобное же устройство разрабатывается и для штанг троллейбусов. Кроме того, на диагностическом посту выбраковывают и не допускают к эксплуатации на линии токоприемники, имеющие следующие неисправности:

трещины, изломы, погнутости, прожоги и перекосы;

затруднение при подъеме и опускании (а для штанговых токоприемников и перемещение в горизонтальной плоскости);

перекосы рам;

нарушение прочности веревки, колец и изолятора;

ослабленное крепление контактной вставки, износ ее, превышающий норму;

неисправная или неправильно отрегулированная система ограничения подъема и опускания токоприемника в крайних положениях.

При проверке штангового токоприемника троллейбуса особое внимание обращают на состояние головки — отсутствие заеданий вращения в горизонтальной и вертикальной плоскостях и отсутствие нарушений, допустимых размеров ручья контактирующих поверхностей с ходовой линией контактной сети и внешнего очертания головки.

Периодически по утвержденному графику контроль состояния токоприемников осуществляют непосредственно на линии работники контактной сети и представители служб движения и подвижного состава. Осмотр обычно производят на конечных станциях линий. Состояние определяют внешним осмотром, пробными опусканиями и поворотами токоприемника и его контактной головки, а нажатие на провод динамометром. Результаты контроля оформляют актом.

**Сопровождение негабаритных грузов.** Оно вызвано необходимостью предотвратить повреждения контактной сети. Правилами дорожного движения предельная высота провозимого груза установлена равной 3,8 м над уровнем дорожного покрытия. При большей высоте груза прежде всего в защите нуждаются участки контактной сети с пониженной высотой: под искусственными сооружениями и на подъездах к ним; участки, где сеть имеет временную подвеску после повреждений.

С этой целью грузы перевозят в сопровождении бригад контактной сети. На автовышку устанавливают габаритную штангу, верхняя точка которой превышает высоту груза не менее чем на 200 мм.

Автовышкадвигается впереди груза, который должен следовать по ее пути без отклонений. Встречая низкую подвеску, штанга отклоняется на шарнире и замыкает контакты звукового и светового сигналов. Прекратив движение, организуют пропуск груза через участок сети с пониженной высотой. В большинстве случаев для пропуска достаточно поднять сеть с помощью автовышки и лишь в отдельных случаях приходится разрезать сеть или даже вести изыскания и предварительную подготовку сети.

### 36. Оценка технического состояния контактной сети

Объективную общую оценку технического состояния контактных сетей трамвая и троллейбуса можно получить, пользуясь системой балльной оценки, утвержденной МЖКХ РСФСР. Оценка производится только по основным пассажирским сетям комиссией в составе представителя управления (депо), мастера контактной сети и ревизора по безопасности движения на основании данных, полученных комиссией об отдельных неисправностях сети.

Общей оценкой технического обслуживания является приведенный средний балл на 1 км одиночного трамвайного пути или одиночной троллейбусной линии. Оценка состояния дается отдельно для сети трамвая и сети троллейбуса. Баллы подсчитывают раздельно по трамваю и троллейбусу следующим образом: сумму штрафных баллов всех участков делят на общую протяженность контактной сети трамвая и троллейбуса. Балльные оценки неисправностей контактной сети трамвая и троллейбуса приведены в табл. 30.

Таблица 30

Показатели	Отклонения от нормы	Баллы за одну неисправность
<b>Сеть трамвая</b>		
Зигзаг контактного провода в крайних точках фиксаций на прямых участках	Более 350 мм Менее 250 мм	30 30
Вынос контактного провода в криволинейных участках	Более 350 мм » 150 мм	30 20
Разность высоты подвешивания контактного провода в точке подвески (опора, по-перечина) одного пролета	За отсутствие одной перемычки За каждое место	50 50
Междупутные (потенциальные) перемычки на двухпутных линиях	За одну опору	100
Неудовлетворительный проход токоприемника (удар, зацеп)	За каждое неисправное пересечение	50
Аварийное состояние опоры (большие трещины, нарушение сварки, значительный наклон опоры без анкеровки)	За каждый погнутый кронштейн Уменьшение сечения провода свыше 25 %	20 100
Погнутый кронштейн		
Износ контактного провода		
<b>Сеть троллейбуса</b>		
Разность высоты подвешивания контактного провода в точке подвески (опора, по-перечина) одного пролета	Более 150 мм	20
Междупутные (потенциальные) перемычки на двухпутных линиях	За отсутствие одной перемычки	50

Показатели	Отклонения от нормы	Баллы за одну неисправность
Стыковые зажимы в одном пролете (исключая подвеску специальных частей)	Более двух зажимов	20
Повреждение изоляторов	За один поврежденный изолятор	10
Явный поджог контактного провода	За каждый поджог	50
Неудовлетворительный проход токоприемника (зажеп)	За каждое место	30
Значительный износ изоляционных и ходовых элементов специальных частей: управляемой стрелки	За каждый случай износа	100
сходной стрелки или пересечения тrolleybusных проводов	То же	50
секционного изолятора, шинного перехода грузовой компенсации	»	20
или кривого держателя		
Аварийное состояние опоры (большие трещины, нарушение сварки, значительный наклон опоры без анкеровки)	За одну опору	100
Погнутый кронштейн	За каждый погнутый кронштейн	20
Износ контактного провода	Уменьшение сечения провода свыше 25%	100

Оценка содержания выводится по следующей шкале:

Отлично . . . . .	50 баллов и менее на 1 км сети
Хорошо . . . . .	от 50 до 100 баллов на 1 км сети
Удовлетворительно . . .	от 100 до 200 баллов на 1 км сети
Неудовлетворительно . . .	более 200 баллов на 1 км сети

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключаются основные задачи эксплуатационного обслуживания контактной сети?
2. Назовите плановые ремонты по техническому обслуживанию и периодичность проведения каждого.
3. Перечислите состав работ, входящих в техническое обслуживание (ТО), и расскажите, в какой последовательности они производятся.
4. Перечислите работы, выполняемые по профилактическому ремонту — ТР1.
5. Расскажите, что входит в текущий ремонт ТР2 и в какой последовательности он выполняется.
6. Какие работы выполняются при среднем ремонте ТР3?
7. Как производится капитальный ремонт ТР4?
8. В чем заключается ремонт опор?
9. Какие измерения производятся на контактных сетях и как они выполняются?
10. Назовите основные виды повреждений контактной сети и расскажите о способах их ликвидации.
11. Но каким показателям производится балльная оценка технического состояния контактной сети?

## РАСЧЕТ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

## 37. Нагрузка на провода и тросы

На подвешенные провода и тросы действуют различные силы, определяющие их натяжение и провесы. Часть сил действует постоянно, а часть появляется только временно, в зависимости от метеорологических условий. Постоянной нагрузкой является сила тяжести контактной подвески и ее элементов. Временные нагрузки вызываются ветром и гололедом.

Целью расчета являются определение действующих усилий в конструктивных элементах (проводах, тросах, опорах) при различных метеорологических условиях и выбор соответствующих конструкций, обеспечивающих нормальный токосъем и прочность.

Нагрузка от силы тяжести контактной подвески направлена вертикально вниз и складывается из сил тяжести контактного провода, тросов и арматуры. Сила тяжести провода (троса) зависит от площади его поперечного сечения, длины и линейной плотности материала, из которого они изготовлены.

Нагрузка от силы тяжести 1 м провода может быть получена из справочных таблиц или определена по формуле

$$g_n = 9,81 \rho \approx 10 \rho,$$

где  $g_n$  — нагрузка от силы тяжести провода, Н/м;

$\rho$  — линейная плотность провода, кг/м;

9,81 — ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

На контактный провод действует дополнительная нагрузка от установленной на нем арматуры (зажимы, струны и др.). Для простоты расчетов эту сравнительно небольшую нагрузку принимают равномерно распределенной по длине провода и определяют как частное от деления суммарной массы арматуры на длину расчетного участка.

Гололед образуется на проводах и тросах при небольших отрицательных температурах во время быстрого потепления или выпадения переохлажденного дождя. Гололедные образования представляют собой сплошной налед прозрачного или полупрозрачного льда или кристаллической рыхлой массы (изморозь), осаждающейся на проводах. Формы гололеда на проводе очень разнообразны.

Условно для расчетов принимают гололед в форме цилиндра, равномерно покрывающего провод по всей его поверхности и имеющего плотность 900 кг/м<sup>3</sup>.

Принимают также, что максимальный размер гололеда имеет место при температуре  $-5^{\circ}\text{C}$ .

В зависимости от толщины стенки гололеда территория СССР разделена на пять районов:

Районы СССР по гололеду . . . . .	I	II	III	IV	Особый
Толщина стенки гололеда, мм . . . . .	5	10	15	20	25 и более

Эти районы не совпадают с климатическими зонами. В одной климатической зоне могут быть районы с различной интенсивностью гололеда. Интенсивность гололеда зависит от диаметра провода, это учитывается поправочным коэффициентом  $\kappa_{dm}$ .

Диаметр провода $d$ , мм . . . . .	5	10	20	30
Коэффициент $\kappa_{dm}$ . . . . .	1,1	1	0,9	0,8

На толщину гололедных образований большое влияние оказывает высота подвески провода над поверхностью земли, это учитывается поправочным коэффициентом  $\kappa_{bc}$ :

Высота, м . . . . .	До 3	5	10	20	30
Коэффициент $\kappa_{bc}$ . . . . .	1,0	1,06	1,16	1,34	1,48

Особенно это следует учитывать для линий, проходящих по открытой местности на насыпях, эстакадах и других возвышенностях.

Нагрузка на провод от гололеда, Н/м,

$$g_r = 27,7 \cdot 10^{-3} b'(d + b'), \quad (8)$$

где  $b'$  — толщина стенки гололеда с учетом поправочных коэффициентов  $\kappa_{dm}$  и  $\kappa_{bc}$  мм;

$d$  — диаметр провода, мм.

Если определяют нагрузку от гололеда на многопроволочных тросах, то в расчете под диаметром провода следует понимать диаметр окружности, описываемой вокруг площади сечения троса. Для контактного провода под диаметром понимают полусумму диаметра провода и его толщины.

Во время интенсивного движения на городском транспорте контактный провод разогрет, и гололед на нем не образуется. При редком движении и в ночное время возможно образование гололеда, но его толщина небольшая. В этом случае толщину стенки гололеда принимают в два раза меньше расчетной нормы.

Ветер создает нагрузку на провода, причем тем больше, чем больше его скорость. По средним статистическим данным максимальная скорость ветра наблюдается при небольших положительных температурах.

Температуру для расчетов принимают  $+5^{\circ}\text{C}$ .

Для расчетов нагрузку на провод или трос от ветра  $p_v$ , кН/м, принимают условно воздействующей горизонтально и перпендикуляр-

но к проводу, т. е. в расчет вводят наихудший случай максимального воздействия на провода:

$$p_b = 0,615 \cdot 10^{-6} v^2 c_x d, \quad (9)$$

где  $c_x$  — аэродинамический коэффициент, учитывающий форму поверхности, для проводов и тросов равен 1,2;

$v$  — скорость ветра, м/с;

$d$  — диаметр или высота провода, мм (при гололеде берется с учетом толщины гололеда).

На основании длительных наблюдений разработана карта районирования территории СССР по скорости ветра:

Ветровые районы СССР . . . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII
Скорость ветра, м/с:							
максимальная . . . . .	22	25	29	32	36	39	43
при гололеде . . . . .	10	10	15	15	20	20	25

Скорости ветра значительно возрастают на высоких насыпях, эстакадах, мостах и уменьшаются в местах, защищенных строениями, лесом, в выемках. Для участков с явно выраженным усилением ветра, по сравнению с окружающей местностью, расчетную скорость увеличивают на 12 %, а для защищенных мест уменьшают на 5 %.

Общая нагрузка при одновременном действии вертикальных сил тяжести провода с арматурой и гололедом на проводе и горизонтальной силы от действия ветра может быть определена графически (рис. 129) или вычислена по формуле

$$q = \sqrt{(g_n + g_r)^2 + p_b^2}. \quad (10)$$

При отсутствии гололеда или ветра значение общей нагрузки получим, принимая  $g_r = 0$  или  $p_b = 0$ .

Большинство городов, расположенных в средней, равнинной части СССР, относится по гололедному и скоростному напору ветра к району I. Дополнительные нормативные нагрузки от ветра и гололеда по сравнению с основными (от силы тяжести и натяжения проводов) невелики и оказывают малое влияние на результаты расчета.

Для городов, расположенных в прибрежной полосе океанов и морей и других местах, отнесенных к районам с более интенсивным образованием гололеда и больших скоростных напоров ветра, следует обязательно учитывать эти дополнительные нагрузки, иначе можно получить ошибочные результаты расчета.

Зная нагрузки на единицу длины провода и тросов, можно найти зависимость между натяжением провода и стрелой его провеса. Наибольшая стрела провеса пролета подвешенного прово-

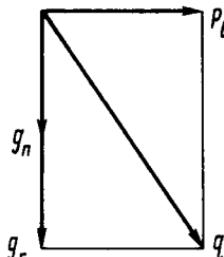


Рис. 129. Схема к определению общей нагрузки



Рис. 130. Стрелы провеса при точках подвески на одном (а) и на разных (б) уровнях да  $f$  при одинаковой высоте точек закрепления его концов будет в середине пролета (рис. 130, а).

Если точки закрепления находятся на разных высотах, наибольший провес будет ближе к более низкой точке подвески. Измеряя стрелу провеса от левой подвески, получим  $f_1$ , от правой —  $f_2$ . При одинаковой высоте точек подвешивания стрела провеса, м

$$f = \frac{q l^2}{8H}, \quad (11)$$

где  $q$  — нагрузка от силы тяжести провода, Н/м;

$l$  — длина пролета, м;

$H$  — натяжение провода, Н.

Зная стрелу провеса, можно определить натяжение провода:

$$H = \frac{q l^2}{8f}. \quad (12)$$

### 38. Расчет простой и цепной гибких поперечин

Основная задача расчета поперечины заключается в определении сил, действующих в поперечном тросе и передаваемых от него на опоры, и высоты закрепления тросов на опорах. Здесь и в дальнейшем приведены упрощенные методы расчета, не принимающие во внимание малозначащие факторы в обычных условиях работы контактной сети.

Рассмотрим простейший случай, когда на поперечине подвешен один контактный провод прямого пути при отсутствии ветра и гололеда. Расчетная схема представлена на рис. 131, а. Поперечина нагружена одной вертикальной силой тяжести от подвешенного провода и арматуры.

Каждый пролет провода подвешен на двух поперечинах, следовательно, каждая из них воспринимает половину силы тяжести провода пролета. Обозначив длину пролета справа от поперечины через  $l_1$ , а слева  $l_2$ , м, получим нагрузку:

$$Q = g_n \frac{l_1 + l_2}{2} + g_a, \quad (13)$$

где  $g_n$  — нагрузка от силы тяжести 1 м провода, Н/м;

$g_a$  — сила тяжести арматуры, Н.

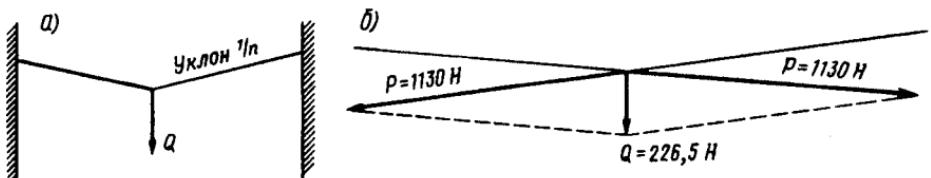


Рис. 131. К расчету поперечины при одной нагрузке:  
а — расчетная схема; б — схема графического расчета

Для определения усилий в тросе задаются уклоном троса к горизонтальной линии. Для простых поперечин на прямых участках пути уклон троса принимают равным от 1/10 до 1/12.

Натяжение в тросе (в ньютонах)

$$P = Qn : 2, \quad (14)$$

где  $n$  — знаменатель уклона при числитеle, равном единице.

В практике обычно уклон принимают равным 1/10, при этом формула получает вид:

$$P = 5Q. \quad (15)$$

Эту задачу можно решить графически (рис. 131, б). Изобразив тросы с принятыми для решения задачи уклонами, откладывают нагрузку в выбранном масштабе сил. Затем, продолжая направление тросов, строят параллелограмм сил. Стороны параллелограмма, измеренные в том же масштабе, что и нагрузка, укажут значения действующих сил в ветвях поперечины.

Поперечина нагружена двумя вертикальными силами тяжести от двух проводов с арматурой, подвешенных на некотором расстоянии друг от друга (рис. 132).

Примем силы  $Q_1$  и  $Q_2$  равными, что обычно имеет место на сети  $Q_1 = Q_2 = 0$ . Наклоны крайних участков поперечины и горизонтали также одинаковы. Усилие, растягивающее трос,

$$P = Qn. \quad (16)$$

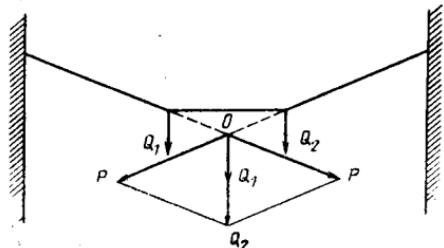
Если нагрузки  $Q_1$  и  $Q_2$  не одинаковы, но мало отличаются друг от друга, то можно определить усилия в тросе:

$$P = \frac{(Q_1 + Q_2)n}{2}. \quad (17)$$

Схема графического решения подобной задачи показана штриховой линией на рис. 132. Продолжим направления крайних участков поперечины до пересечения в точке  $O$ . Перенесем в эту точку нагрузку от действия двух сил —  $Q_1$  и  $Q_2$ . Разложим общую нагрузку от суммы действия двух сил на направления тросов. Измерив силы  $P$  в масштабе сил, получим усилие, растягивающее трос.

Расчет цепной поперечины в общем виде довольно сложен, однако в отдельных случаях при небольших, мало отражающихся на

Рис. 132. Схема к расчету поперечины, нагруженной двумя вертикальными силами



результате упрощениях, можно выполнить расчет, пользуясь формулами для простой поперечины.

Рассмотрим расчет цепной поперечины, имеющей нагрузку от проводов двухпутного прямого участка сети троллейбуса (рис. 133, а). Расчет делится на две части: расчет несущей поперечины и расчет фиксирующей поперечины.

**Расчет несущей поперечины.** При расчете полагаем, что она воспринимает только все вертикальные нагрузки.

Ввиду малого расстояния между проводами одного пути заменим нагрузки от двух проводов  $Q_1$  и  $Q_2$  одной  $Q_5$ , равной сумме этих сил, а для второго пути нагрузки  $Q_3$  и  $Q_4$  — силой  $Q_6$ . Такая замена не нарушит необходимой точности расчета и не внесет существенной ошибки в его результаты. Расчетная схема принимает вид поперечины, нагруженной двумя вертикальными силами (рис. 133, б).

При равенстве  $Q_5 = Q_6$ , что имеет место, когда нагрузки от проводов и арматуры одинаковы, расчет можно сделать по формуле (16), а при разных нагрузках — по формуле (17) или графически, как указано выше.

Уклоны крайних участков поперечины принимаются 1/5. В случаях когда высота точек крепления не позволяет применять уклон

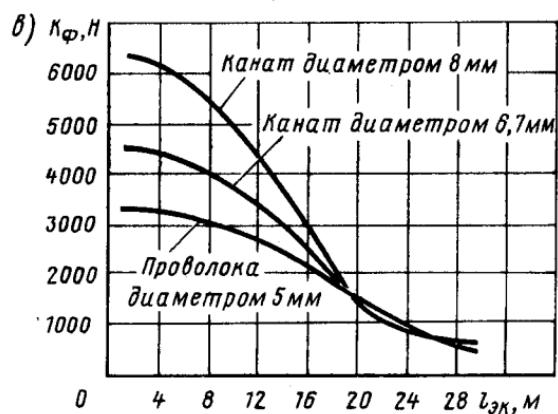
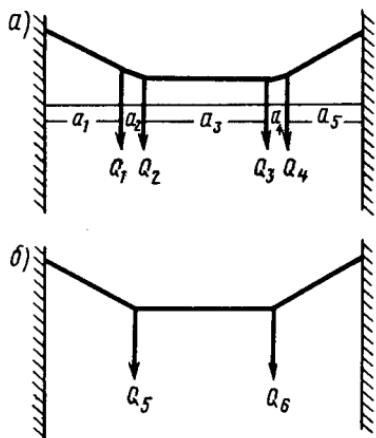


Рис. 133. К расчету гибкой цепной поперечины:

а — общий вид; б — после объединения нагрузок; в — кривые натяжки фиксирующей поперечины

1/5, он может быть уменьшен, но его размер в этом случае не должен быть менее 1/7.

**Расчет фиксирующей поперечины.** Фиксирующая поперечина удерживает провода в заданных им положениях по горизонтали. При ее монтаже дается предварительное натяжение, которое в дальнейшем изменяется в зависимости от температуры окружающего воздуха. В расчете принимается максимальное натяжение, соответствующее режиму наименьших температур для данной местности.

Натяжение фиксирующего троса определяется по среднему, так называемому эквивалентному межструновому пролету:

$$l_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{a_1^3 + a_2^3 + a_3^3 + \dots + a_n^3}{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}}. \quad (18)$$

где  $l_{\text{экв}}$  — эквивалентный пролет, м;

$a_1, a_n$  — расстояние от опор до нагрузки, м;

$a_2, a_3$  — расстояние между смежными точками подвески (межструновые пролеты), м.

По полученному значению  $l_{\text{экв}}$  находят расчетное натяжение по кривым зависимости натяжения фиксирующей поперечины  $K_{\phi}$  (в ньютонах) в соответствии с материалом, из которого она выполнена.

Кривая натяжения фиксирующих поперечин от эквивалентных пролетов для городов, находящихся в районах с установленным нормативным перепадом температуры от  $-30 \dots +35$  °C, приведена на рис. 133, в.

### 39. Расчет подвески на криволинейном участке

Усилие, действующее в оттяжном тросе (оттяжке), от изменения направления контактного провода на криволинейном участке пути может быть определено графически или по формуле

$$Z = 2K \sin \frac{\alpha}{2}, \quad (19)$$

где  $K$  — натяжение контактного провода, Н;

$\alpha$  — угол поворота оси провода, град.

Таблица 31

Марка провода	Натяжение $K$ , Н	
	максимальное	минимальное
МФ-65	8 000	3000
МФ-85	10 000	4000
МФ-100	12 000	4500
ПКСА 80/180	12 000	2000

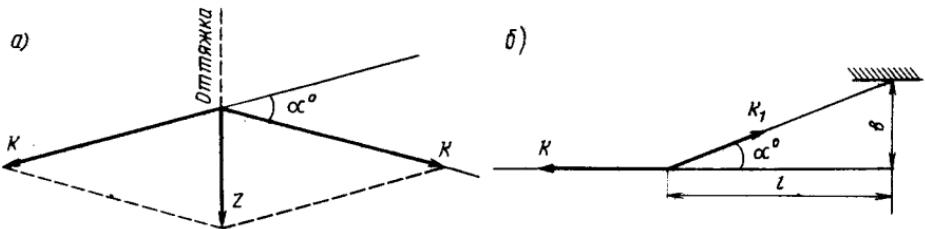


Рис. 134. Схемы к определению усилий в оттяжке и анкерном тросе:  
а — графический расчет оттяжки; б — к расчету усилий в анкерном тросе

С учетом обеспечения запаса прочности и надежного токосъема для контактных проводов установлены значения натяжений в рабочем диапазоне, приведенные в табл. 31.

Горизонтальное усилие на болт изолированного подвеса на криволинейном участке трамвайной линии при токосъеме дуговыми токоприемниками или пантографами указано в табл. 15. Максимальное значение для всех проводов не превышает 2500 Н.

Графически усилия в оттяжке могут быть определены по правилу параллелограмма сил.

На рис. 134, а показано расположение провода в точке закрепления к оттяжке на изломе оси провода на угол  $\alpha$  и отложено в обе стороны от вершины угла в принятом масштабе сил растягивающее провод усилие  $K$ . Строим параллелограмм, диагональ которого, проведенная из вершины угла излома оси провода, измеренная в масштабе сил, будет равна силе, действующей на оттяжку.

Усилие на поперечину от изменения направления контактного провода при отводе на анкер (рис. 134, б) на стрелочных сливаниях

$$Z = K \operatorname{tg} \alpha = K \frac{b}{l}. \quad (20)$$

Натяжение в анкерной ветви

$$K_1 = K / \cos \alpha. \quad (21)$$

Для расчета поперечины, нагруженной двумя вертикальными нагрузками от силы тяжести проводов и двумя горизонтальными силами от изменения направления провода на криволинейном участке пути, составлена схема (рис. 135). Усилия в поперечине будут различны на разных ее участках. С внешней стороны кривой поперечина будет иметь усилия больше, чем на участке внутри кривой.

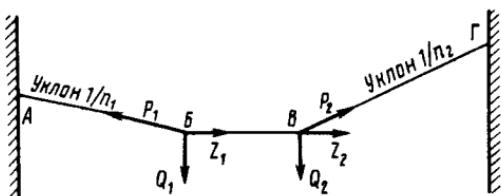


Рис. 135. Схема к расчету поперечины на криволинейном участке

Если силы тяжести проводов с арматурой и усилия от излома оси провода в обеих точках подвески равны, то для внешнего участка АБ усилие

$$P_1 = \frac{2Qn_2 + 2Z}{1 + n_2/n_1}, \quad (22)$$

где  $Q = Q_1 = Q_2$  — сила тяжести провода с арматурой, Н;

$Z = Z_1 = Z_2$  — усилие от излома оси провода, Н;

$n_1$  — знаменатель уклона поперечины с внешней стороны кривой (при числитеle, равном 1);

$n_2$  — знаменатель уклона поперечины с внутренней стороны кривой (при числитеle, равном 1).

Обычно принимают уклон поперечины с внешней стороны кривой 1/20, а с внутренней 1/10. Для этих уклонов формула может быть упрощена и представлена в виде

$$P_1 = 13,3Q + 1,33Z. \quad (23)$$

Для внутреннего участка ВГ усилие

$$P_2 = \frac{2Qn_1 - 2Z}{1 + n_1/n_2}. \quad (24)$$

При уклонах 1/20 с внешней стороны кривой и 1/10 с внутренней

$$P_2 = 13,3Q - 0,66Z. \quad (25)$$

Усилия в крайних тросах  $P_1$  и  $P_2$  следует определять для режимов наибольшей нагрузки.

Наибольшего значения  $P_1$  достигает при минимальной температуре окружающего воздуха, когда натяжение провода, а следовательно, и  $Z$  имеют наибольшие значения. Наибольшего значения  $P_2$  достигает при наивысшей температуре, когда натяжение провода и усилие от излома провода  $Z$  имеют наименьшие значения. Максимальные и минимальные расчетные значения натяжения проводов разных марок принимают по табл. 31.

#### 40. Выбор типа опоры

Распределение усилий по элементам сложной тросовой системы от закрепленных на ней оттяжек и поперечин определяют методами графического расчета.

**Расчет тросового угольника.** Расчет угольника АБВ с закрепленной на нем нагрузкой от поперечины или оттяжки  $P$  (рис. 136, а) выполняют в следующей последовательности.

Изобразив угольник с сохранением угла встречи его элементов, откладывают в масштабе сил действующее усилие от поперечины (оттяжки). Продолжают линии направления элементов АВ и ВБ и

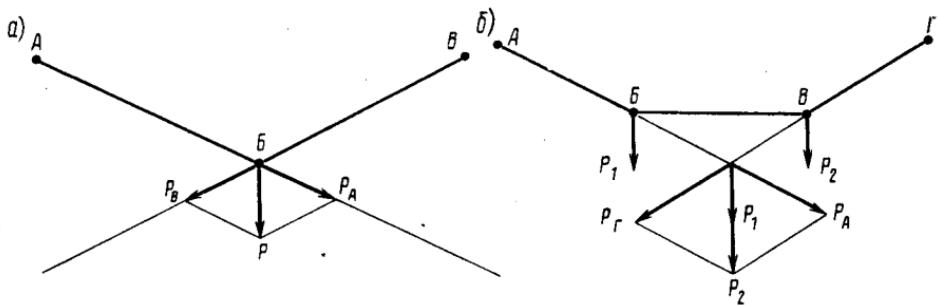


Рис. 136. Схемы угольника (а) и трапеции (б) к графическому расчету

раскладывают на них по правилу параллелограмма силу  $P$  на две составляющие —  $P_A$  и  $P_B$ . Эти силы, измеренные в масштабе сил, будут усилиями, действующими на опоры  $A$  и  $B$ .

**Расчет тросовой трапеции.** Схема расчета трапеции  $ABVG$  показана на рис. 136, б. Изобразив трапецию, подобную существующей в натуре или на чертеже, откладываем действующие усилия от поперечин  $P_1$  и  $P_2$  в масштабе сил. Продолжив направление крайних участков троса  $AB$  и  $BG$  до пересечения, перенесем в эту точку суммарную силу от действия обеих нагрузок:  $P = P_1 + P_2$ .

Разложим по правилу параллелограмма силу  $P$  на направления  $AB$  и  $BG$ , найдем действующие усилия  $P_A$  и  $P_G$  на опоры  $A$  и  $G$ , измеренные в масштабе сил.

Высота закрепления троса для подвески простой поперечины на опоре (рис. 137)

$$h = h_{\text{пп}} + h_a + \frac{1}{n} b \quad (26)$$

где  $h_{\text{пп}}$  — высота подвески провода, м;

$h_a$  — расстояние от поперечины до провода;

$n$  — уклон;

$b$  — расстояние от подвеса до опоры, м.

Определяя высоту закрепления тросов в системах подвески треугольником, трапецией или полигоном, следует иметь в виду, что

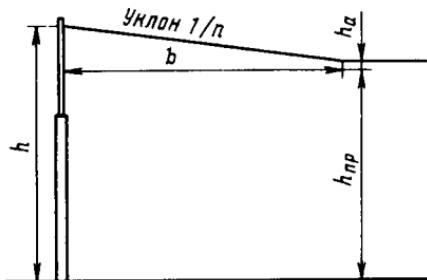


Рис. 137. Схема к определению высоты закрепления троса

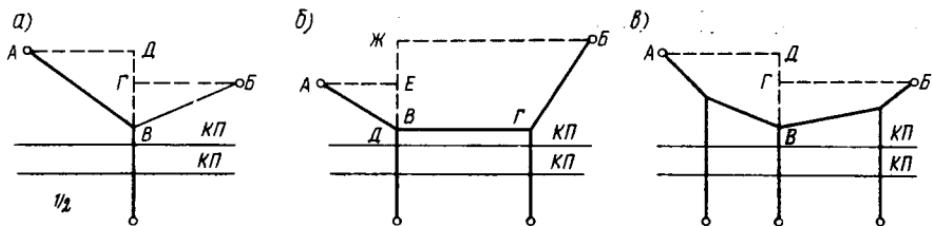


Рис. 138. Схемы угольника (а), трапеции (б) и полигона (в) к определению высоты закрепления тросов

тросы этих систем должны располагаться в одной плоскости, подходящей к контактному проводу с заданным уклоном.

Расстояния от провода, по которым определяются высоты подъема над проводом, измеряют по прямой линии от точки подвески до пересечения ее с перпендикуляром, опущенным из точки закрепления троса.

При подвеске угольником (рис. 138, а) подъем троса над уровнем провода для опоры *Б* определяют по расстоянию *ВГ*, а для опоры *А* — по расстоянию *ВД*. В случае подвески трапецией (рис. 138, б) подъем троса над уровнем провода для опоры *А* определяют по расстоянию *ДЕ*, а для опоры *Б* — по расстоянию *ДЖ*.

При подвеске полигоном (рис. 138, в) подъем троса над уровнем провода для опоры *А* определяют по расстоянию *ВД*, а для опоры *Б* — по расстоянию *ВГ*.

**Приведение (перенесение) нагрузок к вершине опоры.** Действие силы, приложенной к какой-либо точке опоры, может быть заменено действием другой силы, приложенной к вершине опоры, т. е. на высоте, для которой указана по каталогу нормативная нагрузка для данного типа опоры. Приложенная к вершине опоры сила

$$P = \frac{P_1 h_1}{h_b}, \quad (27)$$

где *P* — приведенная сила, Н;

*P*<sub>1</sub> — действующая сила, Н;

*h*<sub>1</sub> — высота приложения действующей силы, м;

*h*<sub>б</sub> — высота приложения нормативной нагрузки для опоры.

**Определение общей нагрузки от действия нескольких сил, приложенных к опоре.** Если опора имеет нагрузку от нескольких тросов, то результирующую силу, по которой следует судить о загруженности опоры, можно определить расчетом.

Расчет ведется в следующем порядке:

- 1) каждую силу приводят к вершине опоры по формуле (27);
- 2) изобразив на чертеже приложенные к вершине опоры силы, производят графическое их сложение.

Результирующую силу можно получить путем последовательного сложения сил по правилу параллелограмма, как показано,

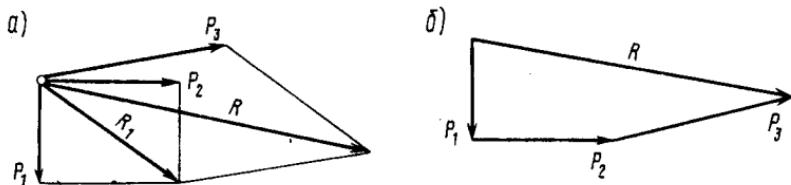


Рис. 139. Сложение сил:

а — последовательно по правилу параллелограмма сил; б — методом веревочного многоугольника

например, для трех сил на рис. 139, а. Сложив силы  $P_1$  и  $P_2$ , получим силу  $R_1$ , затем, сложив  $R_1$  с силой  $P_3$ , получим результирующую силу от действия всех трех сил  $R$ . Тот же результат получим другим способом сложения сил, построив веревочный многоугольник (рис. 139, б).

Веревочный многоугольник строят следующим образом. К концу одной из сил, например  $P_1$ , прикладывают начало второй силы  $P_2$ , перенеся ее параллельно самой себе. К концу второй силы прикладывают третью  $P_3$  и т. д. После сложения всех сил, приложенных к опоре, соединяют начало силы  $P_1$  с концом последней силы. Этот последний отрезок, направленный к концу последней силы, и дает результирующую силу. Результирующую силу определяют по избранному масштабу сил.

**Выбор типа опоры.** Железобетонные опоры выбирают по ГОСТ 21052—75, металлические — по каталогам завода-изготовителя. При выборе руководствуются результирующим усилием и наличием достаточной высоты для закрепляемых на опоре тросов. Покажем выбор типа опоры на примере.

**Пример.** Подобрать тип опоры с порядковым номером 5 (рис. 140) для установки на криволинейном двухпутном участке трамвая.

Данные для расчета: радиус кривой внутреннего пути 50 м; контактный провод МФ-85; сила тяжести комплекта подвеса для одного провода на кривой 45 Н, оттяжки 40 Н; высота контактного провода в точке подвеса 5,65 м. Для криволинейного участка принят уклон с внешней стороны кривой 1/20, с внутренней — 1/10.

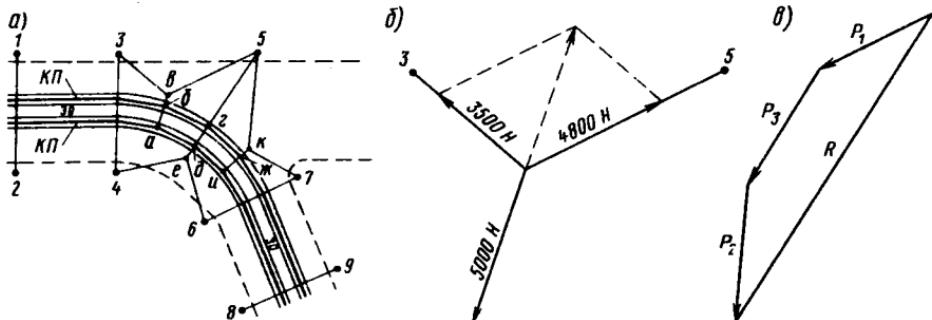


Рис. 140. Схема к примеру

Длина хорды по табл. 17 для радиуса 50 м 12,5, а усилие от одного провода на подвесе  $Z=2500$  Н. Усилие в каждой из оттяжек  $b-a$  и  $c-k$  от двух проводов будет по  $2Z=5000$  Н.

Усилие, действующее на сторону  $b-5$  угла  $3-b-5$ , определим графически, разложив усилие в оттяжки (рис. 140, б). На сторону угла  $b-5$  нагрузка составит 4800 и 3500 Н на сторону  $b-3$ .

Высоту закрепления стороны угла  $b-5$  на опоре определим по расстоянию от точки  $b$  до пересечения оттяжки с перпендикуляром, опущенным из точки опоры 5; оно, измеренное на чертеже в принятом масштабе, оказалось равным  $b=26$  м (на чертеже не показано).

$$h_1 = h_{np} + h_a + \frac{1}{n}b = 5,65 + 0,1 + \frac{26}{20} = 7,0 \text{ м.}$$

Выполнив аналогичное построение для угла  $5-c-7$ , получим усилие в стороне угла  $c-5$ , равное 5300 Н, расстояние  $b=25$  м.

$$\text{Высота закрепления стороны } c-5 \quad h_2 = 5,65 + 0,1 + \frac{25}{20} = 7,0 \text{ м.}$$

Рассчитаем поперечину  $5-g-d-e$ .

Сила тяжести провода с арматурой в одной точке подвешивания

$$Q = g_{np} \frac{l_1 + l_2}{2} + g_a = 7,55 \frac{12,5 + 12,5}{2} + 45 = 139 \text{ Н.}$$

Усилие для внешнего участка кривой

$$P = 13,3Q + 1,33Z = 13,3 \cdot 139 + 1,33 \cdot 2500 = 5200 \text{ Н.}$$

Высота закрепления троса на опоре 5 при расстоянии  $b=28$  м (измеренном по чертежу)

$$h_3 = h_{np} + h_a + \frac{1}{n}b = 5,65 + 0,1 + \frac{28}{20} = 7,05 \text{ м.}$$

По высоте подойдет железобетонная опора, имеющая свободную высоту 8,5 м. Приведем все нагрузки к этой высоте. От стороны угла  $b-5$

$$P_1 = \frac{Ph_a}{h_b} = \frac{4800 \cdot 7,05}{8,5} = 3970 \text{ Н.}$$

От стороны угла  $c-5$

$$P_2 = \frac{5300 \cdot 7,0}{8,5} = 4376 \text{ Н.}$$

От поперечины  $5-a-d-e$

$$P_3 = \frac{5200 \cdot 7,05}{8,5} = 4363 \text{ Н.}$$

Построив веревочный многоугольник сил (см. рис. 140, в), определим результирующую нагрузку  $R=11400$  Н.

Для такой нагрузки близко подходит железобетонная опора СНЦ-10-12, которая имеет свободную высоту 8,5 м и нормативную нагрузку 12 кН.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие силы действуют на подвешенный контактный провод и как определяют его натяжение и провес?
2. Как определяется сила тяжести провода?
3. Как действует гололед на провод и отчего зависит его значение?
4. Как учитывается нагрузка от ветра?
5. Как определяется суммарная нагрузка от силы тяжести, гололеда и ветра?
6. Как определяется усилие в оттяжке?
7. Как рассчитывается поперечина на криволинейном участке трамвая или троллейбуса?
8. Как выполняют расчет подвески угольником и трапецией?
9. Как определяют результирующую нагрузку на опору от действия нескольких тросов, закрепленных на разной высоте?

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ. БРИГАДНЫЕ ФОРМЫ ТРУДА

### 41. Техника безопасности на городском электрическом транспорте

Для персонала, обслуживающего электроустановки, представляет опасность одновременное прикосновение к находящимся под напряжением к неизолированным проводам разной полярности, проводам различного назначения или проводам и заземленным частям оборудования.

Действие электрического тока на организм человека вызывает поражение центральной нервной системы. Человек ощущает протекающий через него ток около 1 мА. При действии тока силой 35 мА руки человека судорожно сжимаются и он не может самостоятельно оторвать их от токоведущих частей. Ток 50—80 мА вызывает паралич органов дыхания. Ток 100 мА и более смертельно опасен. Ток, протекающий через человека, зависит от напряжения электроустановки и электрического сопротивления самого человека, которое определяется многими факторами. К ним относятся влажность кожи и одежды, размер контактирующих поверхностей и др. Степень опасности воздействия электрического тока определяется значением напряжения. При стечении ряда обстоятельств прохождение электрического тока напряжением даже немного выше 12 В может привести к нарушению жизненных функций организма человека. Не меньшую опасность представляет вспышка электрической дуги в непосредственной близости от человека.

Характерными травмами являются электрический удар, ожоги кожи, поверхностное воспаление глаз от ультрафиолетовых лучей, содержащихся в спектре дуги и др.

Нормальная безаварийная и безопасная работа электроустановки обеспечивается полным и безусловным выполнением Правил устройства электроустановок (ПУЭ), Правил технической эксплуатации (ПТЭ) электроустановок потребителей и Правил техники безопасности (ПТБ) при эксплуатации электроустановок потребителей.

Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) определены обязательные требования, предъявляемые к устройству и оборудованию и проверке его на электрическую и механическую прочность.

По условиям электробезопасности электроустановки разделяют на электроустановки напряжением до 1000 В и электроустановки напряжением выше 1000 В. Такое деление предусматривает различие в требованиях к устройству, эксплуатации и защите от поражения в электроустановках. Не следует забывать, что напряжение до 1000 В не менее опасно, чем напряжение выше 1000 В.

Согласно ПУЭ для контактных сетей трамвая и троллейбуса должны применяться специальные правила и нормы. Ими являются Строительные нормы и правила (СНиП II-41-76). Электрифицированный городской транспорт. Трамвайные и троллейбусные линии, по которым и осуществляется проектирование, строительство и оборудование контактных сетей.

Правилами технической эксплуатации (ПТЭ) предусматривается обеспечение надежной, безопасной и рациональной эксплуатации электроустановок и содержание их в исправном состоянии. На городском электрическом транспорте действуют Правила технической эксплуатации трамвая и Правила технической эксплуатации троллейбуса, которыми учтены требования общесоюзных ПТЭ и требования, вытекающие из специфических особенностей эксплуатации этих видов транспорта.

**Требования техники безопасности при работах на контактных сетях.** К работе на контактных сетях допускаются лица, прошедшие освидетельствование, при котором определяется отсутствие болезней (стойкой формы) иувечий, препятствующих выполнению производственных операций. В дальнейшем персонал проходит повторные осмотры в установленные сроки.

Каждый монтер должен изучить правила техники безопасности в объеме, необходимом для выполнения работы по занимаемой должности, и пройти проверку знаний в квалификационной комиссии, где определяется его квалификационная группа по технике безопасности. Каждый монтер должен изучить приемы безопасного производства работ непосредственно на рабочем месте. Обучение должно производиться под руководством опытного монтера (бригадира) и считается законченным только после точного и уверенного выполнения приемов обучаемым.

Каждый монтер обязан практически освоить приемы освобождения человека, попавшего под напряжение, приемы искусственного дыхания, изучить правила подачи первой помощи и правила тушения пожара в электроустановках.

Работы на контактных сетях большей частью приходится выполнять в сложных условиях: на улицах города при интенсивном движении транспорта и пешеходов, на высоте с вышек и переносных лестниц, с проводами, находящимися под напряжением, или близко расположенным проводами различного назначения, с сильно натянутыми проводами и тросами, в любых погодных условиях. Все это требует особенно внимательного отношения к работе, безусловного выполнения всех мер предосторожности и ограждения места работы.

Работу на отрицательном проводе троллейбуса даже в системе электроснабжения с заземленным отрицательным полюсом нельзя считать безопасной без принятия соответствующих мер потому, что разность потенциалов между проводом и землей вследствие падения напряжения может достигать 100—150 В, а при обрыве

цепи заземления — полного рабочего напряжения. Поэтому при работе с любым проводом, находящимся в эксплуатации, должны соблюдаться соответствующие меры безопасности.

На секционных изоляторах напряжение между смежными участками может достичь 150—200 В и более, а при обрыве или отключении проводов одного участка — полного рабочего напряжения, поэтому при работах на секционных изоляторах следует принимать меры против попадания под напряжение.

В отношении мер безопасности работы на контактных сетях делятся на следующие категории:

работы под напряжением;

работы с уравниванием потенциалов;

работы без снятия напряжения, вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением;

работы при снятии напряжения.

Работой под напряжением считается: работа на токоведущих частях, проводимая с применением изолирующих защитных средств и приспособлений; работа на расстоянии менее 0,6 м от токоведущих частей, проводимая с принятием необходимых и организационных мер; работа на отключенной контактной сети, при которой возможно приближение к проводам других электросетей, находящихся под напряжением на расстоянии менее 0,6 мм.

На контактных сетях городского электрического транспорта из-за особых специфических условий большинство работ выполняются под напряжением, однако всегда, когда имеется возможность, следует выполнять работы после снятия напряжения с линии.

Для уравнивания потенциалов провода все токоведущие части в зоне работ включаются под одинаковый потенциал. Например, при работах на пересечениях трамвайного и троллейбусных проводов, когда нельзя снять напряжение с трамвайного провода, можно оба троллейбусных провода отключить от своих питающего и отсасывающего пунктов и поставить под напряжение трамвайного провода.

Работой без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением, считается такая, при которой исключено приближение работающих к токоведущим частям на расстояние менее 0,6 м, а механизмов менее 1 м.

При обязательном снятии напряжения с участка сети выполняются работы, которые по условиям безопасности не могут осуществляться под напряжением. Отключение напряжения должно быть всесторонним. К таким работам относятся:

смена контактного провода<sup>1</sup>. При работе с двух и более монтажных вышек в сети троллейбуса допускается врезка отрезка под напряжением длиной до одного пролета;

<sup>1</sup> Можно не снимать напряжение, если меняют отрезок провода длиной не более 60 м в сети трамвая и не более 3 м в сети троллейбуса.

смена и ремонт пересечений и стрелочных крестовин (осмотр, проверку креплений и мелкий ремонт допускается выполнять под напряжением с соблюдением требований правил и инструкций на эти работы);

смена и перекидка троса через контактные провода при одной монтажной вышке;

смена усиливающих, питающих проводов и узлов крепления их в случаях подвешивания проводов на металлических опорах;

смена более одного пролета несущих тросов цепной контактной подвески;

смена узла сопряжения анкерных участков полукомпенсированной контактной подвески;

установка или съемка неповоротных кронштейнов на металлических опорах;

установка или выемка опор, находящихся на расстоянии менее 2 м от контактного провода;

замена разводных приспособлений на мостах;

регулировка и замена контактного оборудования в помещениях депо, выездных и въездных воротах, путепроводах, мостах, если расстояние от токоведущих до неогражденных заземленных частей менее 0,6 м;

смена и ремонт секционных разъединителей и коммутационной аппаратуры, расположенной на высоте менее 3 м.

Во время работ со снятием напряжения должны быть выполнены технические мероприятия в следующей последовательности:

на участке, выделенном для работы, должны быть проведены необходимые отключения и приняты меры против ошибочного или самовключения;

на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационной аппаратурой вывешены запрещающие плакаты;

проверено отсутствие напряжения вольтметром или каким-либо другим указателем напряжения, работающим на принципе активного тока. Сами эти приборы должны быть предварительно опробованы на участке, заведомо находящемся под напряжением;

сразу же после проверки отсутствия напряжения наложены заземления (закоротки) на месте работ для защиты от случайного появления напряжения.

При работах на троллейбусной сети и на пересечениях трамвайных проводов с троллейбусными закоротки устанавливаются обязательно, а при работах в трамвайной сети — когда имеется возможность.

Закоротки присоединяют сначала к отрицательному проводу, а затем к положительному. Снимают закоротки в обратном порядке, но только после полного окончания работ. Закоротки ставят в одном месте участка, если работы не требуют разъединения контактного провода, и по обе стороны от места разъединения, а также на каждом участке сети, имеющем самостоятельное питание.

Способ и порядок отключения устанавливаются электродиспетчером и должны строго выполняться производителем работ (ответственным руководителем). Если на участке после снятия напряжения появляется напряжение от смежных участков вследствие утечки на изоляторах, рекомендуется снять напряжение и со смежных участков.

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность производства работ, являются:

оформление работы;

допуск к работе;

надзор во время работы;

оформление перерыва в работе, переводов на другое рабочее место, окончание работы.

В соответствии с характером производимой работы оформление ее может быть выполнено в следующих видах: в порядке текущей эксплуатации, по устному или телефонному распоряжению, по письменному распоряжению.

В порядке текущей эксплуатации и по устному или телефонному распоряжению выполняют работы без снятия напряжения или вдали от частей, находящихся под напряжением, с сохранением нормального движения транспорта. Эти работы оформляют записью в журнале с указанием, кем отдано распоряжение, времени, места и содержания работ, фамилий, инициалов, квалификационных групп производителя работ и членов бригады. Об окончании работ делается отметка в журнале.

На все работы на контактных сетях, кроме аварийных, выполняемых со снятием напряжения или закрытием движения, должно быть выдано предварительное установленной формы письменное распоряжение — наряд. В наряде указываются место, время начала и окончания работы, условия ее безопасного проведения, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность выполнения работы.

Допуск к работам осуществляется производителем работ или ответственным руководителям, когда он назначается на данную работу, после получения разрешения от электродиспетчера.

При работе на участке со снятием напряжения нескольких бригад каждая бригада должна получить от электродиспетчера отдельное разрешение и уведомление о работе других бригад на данном участке.

После доведения работ до состояния, обеспечивающего возможность дальнейшего выполнения их под напряжением, участок сети может быть включен под напряжение. Перед включением производитель работ обязан лично:

произвести тщательный осмотр места работ;

предупредить всех работающих о предстоящем включении;

дать распоряжение на снятие закороток и заземлений и убедиться в выполнении этого распоряжения;

сдать участок работы электродиспетчеру для подачи напряжения.

С момента предупреждения линия считается находящейся под напряжением, и все последующие работы должны выполняться со всеми предосторожностями, необходимыми при работах на линии, находящейся под напряжением.

Если на отключенном участке работы велась несколькими производителями работ, включение участка под напряжение может быть только после получения электродиспетчером сообщений от всех производителей работ, допущенных к работе на этом участке, об окончании работ и возможности подачи напряжения.

При работе под напряжением или с уравниванием потенциала необходимо:

работать с применением защитных средств или стоя на изолирующем основании (монтажной площадке, изолирующей подставке);

оградить находящиеся под напряжением соседние токоведущие части и заземление конструкции, расположенные на расстояний менее 0,6 м от работающих;

работать в головном уборе и со спущенными и застегнутыми у кистей рук рукавами одежды;

квалификация производителя работ должна быть не ниже группы IV.

Становиться между двумя разнополярными проводами или одновременно касаться их хотя бы и в рукавицах запрещается.

Все члены бригады, находящиеся на монтажной площадке, могут работать только на одном из проводов троллейбусной линии. Одновременная работа на разнополярных проводах запрещается.

Передавая на вышку (или обратно) провод или металлические предметы, нужно следить за тем, чтобы люди, находящиеся на вышке, не имели электрической связи через эти предметы или непосредственно с лицами, находящимися на земле.

## **42. Правила безопасности при производстве отдельных работ. Защитные средства**

**Правила безопасности.** Передвижение вышки, подъем и опускание монтажной площадки или корзины водитель может производить только по команде (сигналу) производителя работ или назначенного им члена бригады. Команда может быть подана с монтажной площадки или с земли. Подающий команду с земли должен оберегаться от наезда проходящего транспорта и находиться на тротуаре или перед вышкой, используя ее в качестве прикрытия от наезда проходящего транспорта.

Перед подачей команды отдающий ее должен предупредить людей, находящихся на монтажной площадке, о предстоящем маневре. Передвигаться по участку работ с монтерами на монтаж-

ной площадке автовышки разрешается со скоростью не ~~менее~~ 5 км/ч. При поднятой монтажной площадке выше 5 м передвижение автовышки запрещается.

Передвижение телескопической автовышки с людьми, находящимися в корзине, допускается при опущенном телескопе со скоростью не более 5 км/ч. При раздвинутом телескопе разрешается передвижение на расстояние не более 5 м, при этом не допускается нахождение людей в корзине.

С людьми, находящимися на монтажной площадке (или в корзине), нельзя въезжать на тротуар, переезжать открыто уложенные рельсы или другие возвышения над дорогой. Во время передвижения персонал должен стоять в передней части монтажной площадки (корзины) лицом навстречу движению.

Во избежание опрокидывания вышки работать с нее при сильном (более 10 м/с) ветре нельзя. С людьми на вышке можно передвигаться на расстояние, не превышающее 50 м. На неотристованных путях передвижение вышки с людьми наверху запрещается. Ограждается место работы на контактной сети в соответствии с требованиями Инструкции по ограждению места производства работ в условиях дорожного движения в городе.

При работе в ночное время или в тумане должны быть включены стандартные габаритные огни со всех четырех сторон монтажной вышки, кроме того, вывешены дополнительно красные фонари на стойках.

На трамвайных путях ночью или в тумане, кроме зажженных сигналов, на монтажной вышке должны выставляться красные передвижные фонари за 25 м до места работ на горизонтальном участке и подъеме и за 30 м на спуске, а на криволинейных участках пути, где видимость ограничивается зданиями или чем-либо другим, кроме того, выставляется в начале кривой дополнительно предупреждающий красный фонарь.

Место работ по раскатке и подъему контактного провода или несущего троса цепной подвески необходимо ограждать штакетными барьерами, устанавливаемыми с въездной и выездной стороны на ширину полосы работ. Дополнительно перед ограждениями навстречу движению на расстоянии 5—10 м от ограждения устанавливают передвижной предупреждающий дорожный знак. Вдоль полосы работ штакетные барьеры устанавливают через каждые 30—50 м, а также на перекрестках и в местах въезда в зону работ из дворов, местных проездов и др.

Для переброски тросов через улицу с подъемом их с земли на время подъема ставят также ограждение. Если переброска выполняется наверху с монтажного транспорта и провод или трос не будет опускаться ниже 4,5 м, можно не ставить ограждение.

В транспортных тоннелях работы ограждаются предупреждающим дорожным знаком, выставляемым за 40—50 м от въезда

в тоннель, и штакетным барьером, располагаемым на расстоянии 2 м перед участком работ.

Во время грозы при наличии разрядов непосредственно в районе нахождения бригады работы должны быть прекращены. Работая на монтажной площадке на криволинейном участке сети, следует находиться с внешней стороны кривого участка провода, так как сорвавшийся с крепления провод, выпрямляясь, может захватить работающего и сбросить с монтажной площадки. Выполнение работ с размещением монтажной вышки и работающих в зоне спрямления контактных проводов разрешается после предварительного осмотра производителем работ тросов и арматуры с наружной стороны кривого участка и предохранения контактного провода от выпадания.

Выполняя работы с проволокой, следует предохранять руки брезентовыми рукавицами от ранения при поломке проволоки или отслаивания оцинковки. Нельзя приближать лицо к закручиваемой проволоке, так как, сорвавшись, она пружинит и может поранить лицо.

Заготавливая поперечину на улице, следует раскатывать ее вдоль тротуара, в стороне от проезжающего транспорта. Если изготовленные элементы тросовой системы не сразу натягиваются, их следует скатать в бухты и подвесить на высоте не менее 2,5 м от земли или убрать, чтобы не мешали пешеходам.

В аварийных случаях работы проводятся по устному или телефонному распоряжению электродиспетчера. Производитель работ по прибытии на место определяет технические мероприятия, обеспечивающие безопасное выполнение работ. Если проведение работы не требует снятия напряжения, он организует подготовку к работе, установку монтажной вышки, ограждений, после чего допускает бригаду к работе.

Если восстановительные работы должны выполняться со снятием напряжения, производитель работ сообщает об этом электродиспетчеру и по его распоряжению выполняет необходимые переключения либо получает от электродиспетчера сообщение, что напряжение с участка снято, после чего осуществляет допуск бригады к работе.

После автоматического отключения линии электродиспетчер может включить ее повторно. Персонал бригады должен всегда помнить, что после исчезновения напряжения оно может появиться даже при наличии аварии.

При интенсивном движении, когда снятие напряжения ведет к длительной задержке движения, допускается замена отдельных деталей и частей пересечений, сходных и расходных стрелок троллейбуса и поворотных кронштейнов под напряжением. В этом случае следует изолировать близко расположенные разнополярные части диэлектрическим ковриком и следить за тем, чтобы не замкнуть их инструментом. Поворотные кронштейны монтируют на опоре, размещая кронштейн сбоку опоры (вдоль линии), а затем поворачивая.

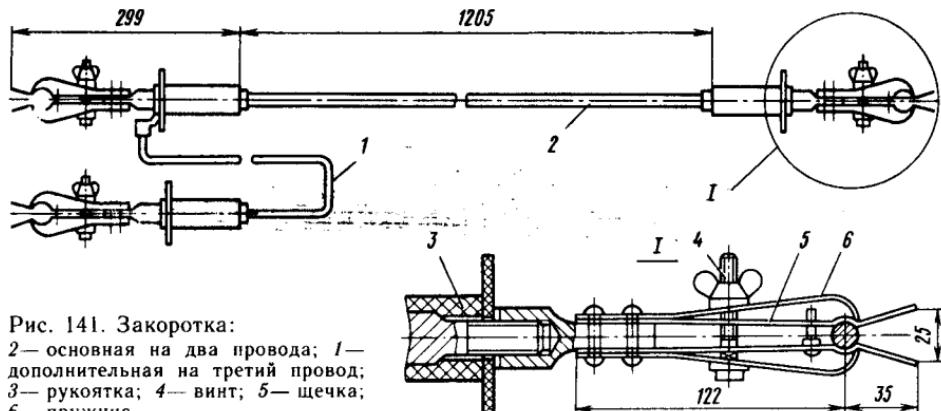


Рис. 141. Закоротка:

2 — основная на два провода; 1 — дополнительная на третий провод; 3 — рукоятка; 4 — винт; 5 — щечка; 6 — пружина

чивают к линии. Перечень работ по замене отдельных деталей и частей, допускаемых для выполнения под напряжением, утверждается лицом, ответственным за электрохозяйство, по согласованию с технической инспекцией профсоюза.

**Защитные средства.** К защитным средствам относятся: изолирующие штанги, указатели напряжения, изолирующие плошки, инструмент с изолированными рукоятками, резиновые диэлектрические перчатки, галоши, коврики, изолирующие подставки, временные ограждения, плакаты и знаки безопасности, защитные очки, рукавицы, предохранительные пояса.

Все изолирующие защитные средства делятся на основные и дополнительные. *Основными электрозащитными средствами* называются такие, изоляция которых надежно выдерживает рабочее напряжение и при помощи которых допускается касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением. *Дополнительными* называются такие, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить безопасность от поражения током. Они дополняют основные, а также служат для защиты от напряжения прикосновения, шагового напряжения и дополнительным средством защиты от действия электрической дуги и продуктов ее горения.

К основным электрозащитным средствам, применяемым в электроустановках до 1000 В, относятся изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками. К дополнительным относятся диэлектрические галоши, диэлектрические коврики, переносные заземления, изолирующие подставки и накладки, ограждительные устройства, плакаты и знаки безопасности.

Переносные заземления и закоротки являются надежным средством защиты от ошибочной подачи напряжения на отключенный участок, появления наведенного напряжения или напряжения, вызванного утечкой тока по загрязненной поверхности изоляционных

брусьев рам секционных изоляторов, изоляторов на несущих тросах в точках раздела со смежными остающимися под напряжением участками сети. Утечки тока значительно увеличиваются в сырую погоду, а напряжение может достигнуть 200—250 В. После заземления напряжение сразу пропадает, так как токи утечки очень небольшие. Применяемая на контактных сетях закоротка позволяет быстро и надежно закреплять провода посредством пружинных зажимов. Закоротку (рис. 141) изготавливают на два провода, и она может быть использована на три провода после подсоединения закоротки на третий провод. Щечки изготавливают из полосовой меди. Положение контакта фиксируется затяжкой винта.

### 43. Первая помощь при несчастных случаях

Человек, попавший под напряжение, часто не может самостоятельно освободиться от соприкосновения с проводами. Прежде всего нужно быстро освободить человека от действия электрического тока, отключив участок сети, на котором произошло замыкание, или отделить пострадавшего от токоведущих частей. При этом нужно учитывать обстановку, в которой находится пострадавший. Если, например, пострадавший находится на высоте и после отключения и расслабления мышц возможно его падение, то предварительно следует отвратить или обезопасить его падение. Следует также принять меры к тому, чтобы человек, оказывающий помощь, сам не попал под напряжение.

Для отделения пострадавшего от токоведущих частей необходимо воспользоваться имеющимися в автовышке защитными средствами: диэлектрическими галошами, перчатками, ковриком. При отсутствии защитных средств следует воспользоваться предметами из непроводящих материалов. Снять провод сухой палкой, доской или оттащить пострадавшего, захватив его за сухую одежду. Отделить пострадавшего от земли, подложив под него сухую доску, или оттянуть от земли ноги веревкой или одеждой.

Дальнейшие меры оказания первой помощи зависят от состояния пострадавшего, которое можно определить по следующим признакам: а) сознание: ясное, отсутствует, нарушено (пострадавший заторможен), возбужден; б) цвет кожных покровов и видимых слизистых (губ, глаз): розовые, синюшные, бледные; в) дыхание: нормальное, отсутствует, нарушено (неправильное, поверхностное, хрипящее); г) пульс на сонных артериях: хорошо определяется (ритм правильный или неправильный), плохо определяется, отсутствует; д) зрачки: узкие, широкие.

Цвет кожных покровов и наличие дыхания (по подъему и опусканию грудной клетки) оценивают визуально. Нельзя тратить время на прикладывание ко рту или носу зеркала, блестящих металлических предметов. Об утрате сознания также, как правило, судят

визуально, и чтобы окончательно убедиться, можно обратиться к пострадавшему с вопросом о самочувствии.

Пульс на сонной артерии прощупывают подушечками второго третьего и четвертого пальцев руки, располагая их вдоль шеи между кадыком (адамово яблоко) и кивательной мышцей и слегка прижимая к позвоночнику.

Ширину зрачков при закрытых глазах определяют следующим образом: подушечки указательных пальцев кладут на верхние веки глаз и, слегка придавливая их к глазному яблоку, поднимают вверх. При этом видна округлая радужка, а в центре ее черные зрачки, состояние которых (узкие или широкие) оценивают по тому, какую площадь радужки они занимают.

Если у пострадавшего отсутствует сознание, пульс, дыхание, кожный покров синюшный, а зрачки широкие (0,5 см в диаметре), можно считать, что он находится в состоянии клинической смерти, и немедленно приступать к оживлению организма с помощью искусственного дыхания и наружного массажа сердца. Не следует раздевать пострадавшего, так как на это теряется время.

Если пострадавший не дышит, дышит очень редко, судорожно, как бы со всхлипыванием, а также если его дыхание постоянно ухудшается, но у него прощупывается пульс, необходимо сразу же начать делать искусственное дыхание.

Приступив к оживлению, вызывают скорую медицинскую помощь. Это должен сделать человек, не занятый непосредственно оказанием помощи, которую прерывать нельзя.

Если пострадавший в сознании, но до этого был в обмороке или в бессознательном состоянии, но с сохранившимся устойчивым дыханием и пульсом, его следует уложить на подстилку, например из одежды, расстегнуть одежду, стесняющую дыхание, создать приток свежего воздуха, согреть тело, если холодно, обеспечить прохладу, если жарко, создать полный покой, непрерывно наблюдая за пульсом и дыханием, удалить лишних людей.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, необходимо наблюдать за его дыханием и в случае нарушения дыхания из-за западания языка выдвинуть нижнюю челюсть вперед, взявшись пальцами за ее углы, и поддерживать ее в таком положении, пока не прекратится западание языка.

В случае возникновения рвоты следует повернуть голову и плечи налево для удаления рвотных масс.

При невозможности вызова врача на место происшествия нужно обеспечить транспортировку пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение; перевозить можно только при удовлетворительном дыхании и устойчивом пульсе, в противном случае необходимо продолжать оказывать помощь.

Наиболее эффективным способом искусственного дыхания является способ «изо рта в рот» или «изо рта в нос». Вдувание воздуха можно производить через марлю, платок.

Для проведения искусственного дыхания пострадавшего следует уложить на спину, расстегнуть стесняющую дыхание одежду. В первую очередь необходимо обеспечить проходимость верхних дыхательных путей, которые в положении на спине при бессознательном состоянии всегда закрыты запавшим языком. Кроме того, в полости рта может находиться инородное содержимое (рвотные массы, соскользнувшие протезы и др.), которое необходимо удалить пальцем, обернутым платком или бинтом. После этого оказывающий помощь располагается сбоку от головы пострадавшего, одну руку подсовывает под шею пострадавшего, а ладонью другой руки надавливает на его лоб, максимально запрокидывая голову. При этом корень языка поднимается и освобождает вход в гортань, а рот открывается. Оказывающий помощь наклоняется к лицу пострадавшего, делает глубокий вдох открытым ртом, полностью плотно охватывает губами открытый рот пострадавшего и делает энергичный выдох, с некоторым усилием вдувая воздух в его рот; одновременно он закрывает нос пострадавшего щекой или пальцами руки, находящейся на лбу. Как только грудная клетка поднялась, нагнетание воздуха прекращают, происходит пассивный выдох. В минуту следует делать 12 вдуваний с интервалом по 5 с.

При отсутствии у пострадавшего пульса для поддержания жизнедеятельности организма, независимо от причины, вызвавшей прекращение работы сердца, одновременно с искусственным дыханием проводится наружный массаж сердца — искусственное поддержание кровообращения в организме и восстановление нормальных естественных сокращений сердца.

Массаж выполняют ритмичными сжатиями сердца через переднюю стенку грудной клетки при надавливании на относительно подвижную нижнюю часть грудины, позади которой расположено сердце. Надавливать на грудину следует быстрым толчком, так чтобы сместить нижнюю часть грудины вниз на 3—4 см.

Если помощь оказывает один человек, он располагается сбоку от пострадавшего и, наклонившись, делает два быстрых энергичных вдувания, затем поднимается, оставаясь на этой же стороне от пострадавшего, ладонь одной руки кладет на нижнюю половину грудины (отступив на два пальца выше от ее нижнего края), а пальцы приподнимает (рис. 142). Ладонь второй руки кладет поверх первой и надавливает, помогая наклоном своего корпуса. Руки при надавливании должны быть выпрямлены в локтевых суставах.

Продолжительность надавливания не более 0,5 с, интервал между отдельными надавливаниями 0,5 с. В паузах руки с грудины не снимаются, пальцы остаются прямыми.

Если оживление проводит один человек, то на каждые два вдувания он производит 15 надавливаний на грудину. За одну минуту необходимо сделать не менее 60 надавливаний и 12 вдуваний.

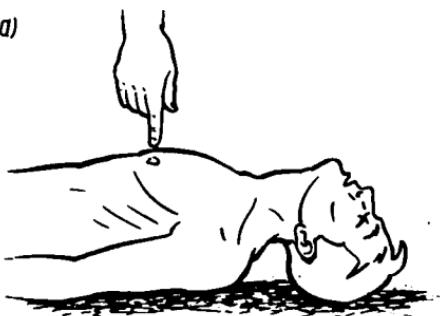
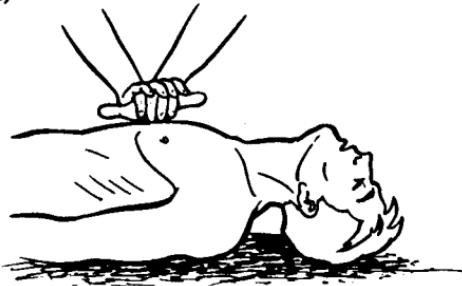
*а)**б)*

Рис. 142. Наружный массаж сердца:

*а* — место расположения рук; *б* — положение рук при проведении массажа

Если оживление осуществляют два человека, то один из них производит искусственное дыхание, а второй — массаж сердца. Во время искусственного вдоха надавливания не производят.

Искусственное дыхание и наружный массаж сердца следует выполнять до появления самостоятельного устойчивого дыхания и начала работы сердца. О восстановлении деятельности сердца судят по появлению не поддерживаемого массажем регулярного пульса.

Если сердечная деятельность или самостоятельное дыхание не восстанавливаются, их можно прекратить только при передаче пострадавшего в руки медицинского работника.

Если пострадавший ранен, следует принять меры к остановлению кровотечения. Раненую конечность поднимают вверх и закрывают рану перевязочным материалом. Прижав рану, держат в таком положении 4—5 мин. Если кровотечение прекратилось, не снимая наложенного материала, накладывают поверх него подушечку из другого пакета и забинтовывают рану. Во избежание засорения раны и внесения инфекции нельзя промывать рану водой, стирать с нее песок, землю, удалять сгустки крови, заматывать рану изоляционной лентой и т. д.

Особую опасность представляет заражение столбняком (тяжелое заболевание с большим процентом смертности), которое чаще всего связано с загрязнением раны землей.

При отсутствии индивидуального пакета для перевязки следует использовать чистую тряпочку с накапанным пятном настойки йода на место, приходящееся над раной.

Если указанным способом не удается остановить кровотечение, то сдавливают кровеносные сосуды выше места ранения сгибанием конечности в суставах пальцами, наложением жгута или закруткой. Наиболее удобные места и способы прижатия пальцами кровеносных сосудов приведены на рис. 143.

Кровотечение из сосудов нижней части лица останавливают, прижимая челюстную артерию к краю нижней челюсти, из ран виска и лба — прижимая височную артерию впереди уха, из больших ран

головы и шеи — придавливая сонную артерию к шейным позвонкам, из ран подмышечной впадины и плеча — прижимая подключичную артерию к кости в подключичной ямке.

При кровотечении из предплечья прижимают плечевую артерию посредине плеча, из кистей и пальцев — две артерии в нижней трети предплечья у кисти.

Кровотечение из нижних конечностей останавливают, придавливая бедренную артерию к костям таза, из ран стопы — прижимая артерию, идущую с тыльной стороны стопы. Придавливать пальцами кровоточащий сосуд к кости следует с усилием.

Быстрее и более надежно, чем пальцевое прижатие, на остановку кровотечения действует сгибание конечностей в суставах. Если быстро засучить пострадавшему рукав или брюки и сделать комок из любой материи, положить его в ямку, которая образуется при сгибании сустава, то будет сдавлена проходящая в сгибе артерия, подающая к ране кровь. В этом положении ногу или руку надо связать или привязать к туловищу (рис. 144).

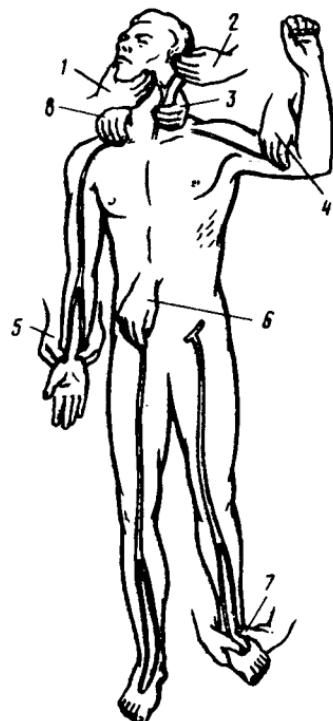


Рис. 143. Места прижатия артерий для остановки кровотечения из сосудов: 1 — лица; 2 — лба и виска; 3 — шеи; 4 — предплечья; 5 — кисти; 6 — бедра или голени; 7 — пальцев ног; 8 — подмышки

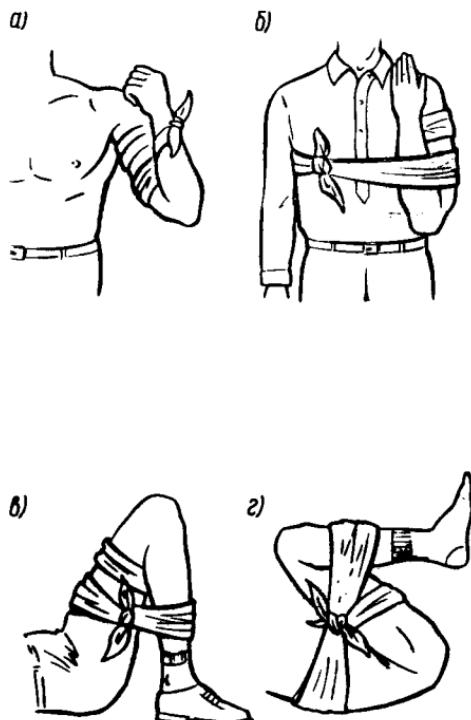


Рис. 144. Способы сгибания конечностей в суставах для остановки кровотечения: а — из предплечья; б — из плеча; в — из голени; г — из бедра

Обучение работников методам оказания первой помощи проводится совместно с медицинским и техническим персоналом. Основной задачей обучения является практическое овладение персоналом приемов освобождения от тока, методов искусственного дыхания и наружного массажа сердца, а также оказания первой помощи при других несчастных случаях.

#### **44. Бригадные формы организации труда**

Производственная бригада является первичной ячейкой трудового коллектива, в которой на добровольных началах объединяются рабочие для совместного труда, наиболее эффективного выполнения производственных заданий на основе материальной и моральной заинтересованности за общие результаты работы. Бригаду возглавляет бригадир, назначаемый администрацией по согласованию с бригадой. Бригада имеет право требовать от администрации освобождения бригадира от обязанностей, если он не оправдывает доверие коллектива. Высшим органом управления бригады является общее собрание.

Бригада принимает коллективную ответственность:  
за своевременное и с высоким качеством выполнение плана (задания) по всему объему, выданному на бригаду в целом;  
за брак в работе, нарушение технологических процессов, дефекты и повреждения, обнаруженные в течение гарантийного или межремонтного срока;  
за нарушение членом бригады трудовой дисциплины.

По организационно-технологическому построению бригады могут иметь различные формы.

Специализированные бригады создаются из рабочих одной профессии, различных квалификаций для однородных технологических процессов. Это одна из начальных форм бригадного труда.

Комплексные бригады являются более совершенной формой коллективного труда. Здесь объединяются в одну бригаду рабочие разных профессий и квалификаций, выполняющие определенный технологический процесс. При этом четко определяются конечные результаты и конкретная ответственность за качество работы.

Сменные бригады создаются из работающих в одной смене, когда технологический цикл укладывается в рабочее время смены.

Сквозные бригады организуются из рабочих всех смен при непрерывном производстве и невозможности учесть результаты работы одной смены. При этом повышается эффективность труда и ликвидируются потери, связанные с передачей работы и оборудования между сменами.

Укрупненные бригады включают в себя рабочих смежных подразделений, обеспечивающих выполнение всего цикла производства или значительной законченной части. Это форма доступна социальному

зрелому коллективу. Наряду с высокими экономическими результатами развиваются черты преобладания коллективных интересов, сплоченности, соблюдения норм социалистического образа жизни.

Организационными элементами для бригад могут быть:  
работа на единый наряд с оплатой по конечному результату;  
укрупненная планово-учетная единица и комплексная расценка на нее для сокращения плановой и отчетной документации;  
совмещение профессий и многостаночное обслуживание, что повышает производительность труда, ведет к более полному использованию рабочего времени и оборудования;

распределение заработной платы с применением коэффициента трудового участия (КТУ), что ведет к более точной оценке трудовых затрат и такой заработной плате, которая соответствует трудовому вкладу каждого члена бригады, повышает также производственную активность и дисциплину.

Бригадный подряд и хозрасчет создают хозяйственную самостоятельность бригаде, ведут к экономии материальных ресурсов и трудовых затрат.

Бригадный заработок распределяется между членами бригады в соответствии с присвоенными разрядами, отработанным временем и с учетом следующих значений КТУ, разработанных и рекомендованных Академией коммунального хозяйства им. К. М. Панфилова:

#### *Показатели, повышающие КТУ*

Достижение более высокой производительности труда при хорошем качестве по сравнению с другими членами бригады	0,1—0,4
Освоение и применение передовых приемов и методов работы	0,1—0,3
Выполнение работ за отсутствующих членов бригады, расширение зон обслуживания	0,1—0,3
Совмещение профессий	0,15—0,35
Наставничество, практическая помощь молодым рабочим	0,15
Обеспечение более высокого качества выполнения работ по сравнению с другими членами бригады, имеющими одинаковый разряд	0,15—0,4
Проявление инициативы по рациональной организации трудовых процессов и рабочего места, в результате которых сокращаются сроки выполнения ТО и ремонта	0,15
Высокое профессиональное мастерство	0,2
Эффективное использование оборудования	0,2
Сокращение времени простоя оборудования, подвижного состава в профилактическом ремонте, ТО, заявочном ремонте	0,15—0,35
Обеспечение бесперебойной работы пассажирского подвижного состава, оборудования благодаря качественному и своевременному выполнению профилактического, заявочного ремонтов, ТО	0,4
Отсутствие сходов и задержки движения по вине службы энергохозяйства	0,1—0,5

### *Показатели, понижающие КТУ*

Сход и задержка движения по вине службы энергохозяйства	0,3—0,5
Невыполнение производственного задания и норм выработки	0,1—0,5
Некачественное выполнение работ	0,2—0,4
Невыполнение распоряжения бригадира, мастера	0,3
Брак по вине рабочего, обнаруженный в процессе работы	0,25—0,5
Прогул	0,6
Нарушение правил эксплуатации оборудования, вызвавшее простой	0,1—0,5
Простой оборудования по вине рабочих-ремонтников	0,2—0,5
Некачественный ремонт оборудования	0,2—0,5

Подсчет КТУ производится по формуле

$$КТУ = 1 + (П_1 - П_2),$$

где  $П_1$  — сумма повышающих коэффициентов;

$П_2$  — сумма понижающих коэффициентов.

На практике за нарушение трудовой дисциплины КТУ понижается в пределах 0,5—1.

В зависимости от производственных условий бригада может делиться на звенья, при этом рабочие одного звена обычно работают на одном объекте одну смену. Распределение работы между членами бригады, формирование звеньев и назначение старших в звеньях выполняет бригадир.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какими правилами обеспечивается нормальная, безаварийная и безопасная работа электроустановки?
2. С какими условиями, представляющими опасность для человека, сопряжены работы на контактных сетях?
3. Какие работы на контактных сетях должны выполняться с обязательным снятием напряжения?
4. Перечислите организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ.
5. Расскажите, как ограждается место работы в темное время суток, при раскатке и подъеме контактного провода, при переброске тросов через улицу.
6. Как выполняются работы в аварийных случаях?
7. Как производят искусственное дыхание и наружный массаж сердца?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев А. С., Долаберидзе Г. П., Шевченко В. В. Контактные и кабельные сети трамваев и троллейбусов. М.: Транспорт, 1978. 300 с.
2. Горошков Ю. И., Бондарев Н. А. Контактная сеть. М.: Транспорт, 1981. 397 с.
3. Котельников А. В. Блуждающие токи электрифицированного транспорта. М.: Транспорт, 1986. 279 с.
4. Марквардт Г. К., Власов И. И. Контактная сеть. М.: Транспорт, 1977. 271 с.
5. Правила техники безопасности на городском электротранспорте. Раздел III. Контактные сети. Устройства СЦБ и связи. М.: Транспорт, 1978. 103 с.
6. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоиздат, 1986. 423 с.
7. Применение полимерных изоляторов в устройствах контактной сети электрифицированных железных дорог. М.: Транспорт, 1987. 46 с.
8. Руководство по проектированию контактных сетей трамвая и троллейбуса. М.: МЖКХ РСФСР, 1980. 150 с.
9. Строительные нормы и правила СНиП III-41-76. Контактные сети электрифицированного транспорта. Правила производства и приемки работ. М.: Стройиздат, 1977. 41 с.
10. Строительные нормы и правила СНиП П-41-76. Электрифицированный городской транспорт. Трамвайные и троллейбусные пути. Нормы проектирования. М.: Стройиздат, 1977. 31 с.
11. Тарнижевский М. В., Томлянович Д. К. Проектирование устройств электроснабжения трамвая и троллейбуса. М.: Транспорт, 1986. 376 с.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
<b>Г л а в а 1. Электроснабжение городского электрического транспорта</b>	
1. Общие сведения об электроснабжении . . . . .	5
2. Схемы внешнего и внутреннего электроснабжения . . . . .	6
3. Особенности работы тяговых сетей . . . . .	8
<b>Г л а в а 2. Материалы, арматура, сетевое оборудование. Контактные подвески</b>	
4. Конструкция и материал проводов . . . . .	10
5. Стальные проволока и тросы . . . . .	16
6. Контактные подвески . . . . .	17
7. Арматура и узлы . . . . .	27
8. Изоляция контактной сети . . . . .	47
<b>Г л а в а 3. Опорные и поддерживающие устройства. Габариты</b>	
9. Опоры . . . . .	51
10. Кронштейны и гибкие поперечины . . . . .	60
11. Основные габариты и нормы . . . . .	68
<b>Г л а в а 4. Взаимодействие контактных подвесок и токоприемников</b>	
12. Токоприемники . . . . .	76
13. Взаимодействие токоприемника и контактной подвески . . . . .	83
<b>Г л а в а 5. Трассировка и монтаж контактной сети</b>	
14. Трассировка . . . . .	87
15. Монтаж контактной сети . . . . .	99
<b>Г л а в а 6. Линейное оборудование и спецчасти</b>	
16. Линейные разъединители . . . . .	124
17. Кривые держатели . . . . .	126
18. Средняя анкеровка проводов . . . . .	130
19. Контактные подвески в искусственных сооружениях . . . . .	132
20. Схемы питания и секционирования . . . . .	135
21. Кабельные сети . . . . .	138
22. Усиливающие провода и питающие линии . . . . .	147
23. Секционные изоляторы . . . . .	150
24. Пересечения контактных проводов троллейбуса и трамвая . . . . .	155
25. Управляемые и сходные стрелки троллейбуса . . . . .	166
26. Грузовые компенсаторы и устройства сезонной регулировки . . . . .	176
27. Инструменты и приспособления . . . . .	184
<b>Г л а в а 7. Механизмы и приспособления</b>	
28. Строительные машины и механизмы . . . . .	193
29. Монтажный транспорт, механизмы, приспособления . . . . .	196

## Глава 8. Эксплуатация

30. Организация эксплуатации . . . . .	207
31. Техническое обслуживание . . . . .	209
32. Технические ремонты . . . . .	211
33. Ремонт опор . . . . .	218
34. Измерения . . . . .	219
35. Организация ремонтно-восстановительных работ. Сопровождение не- габаритных грузов . . . . .	223
36. Оценка технического состояния контактной сети . . . . .	230

## Глава 9. Расчет контактной сети

37. Нагрузка на провода и тросы . . . . .	232
38. Расчет простой и цепной гибких поперечин . . . . .	235
39. Расчет подвески на криволинейном участке . . . . .	238
40. Выбор типа опоры . . . . .	240

## Глава 10. Техника безопасности. Бригадные формы труда

41. Техника безопасности на городском электрическом транспорте . . . . .	245
42. Правила безопасности при производстве отдельных работ. Защитные средства . . . . .	250
43. Первая помощь при несчастных случаях . . . . .	254
44. Бригадные формы организации труда . . . . .	259

## Список литературы . . . . .

262

## Учебник

*Афанасьев Анатолий Сергеевич*

## КОНТАКТНЫЕ СЕТИ ТРАМВАЯ И ТРОЛЛЕЙБУСА

Технический редактор *Н. Д. Муравьев*

Корректор-вычитчик *В. Н. Яговкина*

Корректор *Н. Е. Рыбзинская*

ИБ 3543

Сдано в набор 10.02.88. Подписано в печать 10.10.88. Формат 60×88<sup>1</sup>/16. Бум. офс. № 2.  
Гарнитура литературная. Офсетная печать. Усл. печ. л. 16,17. Усл. кр.-отт. 16,41. Уч.-изд. л. 18,42. Тираж 7500 экз. Заказ 1026. Цена 60 коп. Изд. № 1-1-3/5 № 3757  
Ордена «Знак почета» издательство «СТРАНСПОРТ», 103064, Москва, Басманный туп., 6а

Московская типография № 4 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР  
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 129041, Москва, Б. Переяславская, 46.