

РУКОВОДЯЩИЕ ДОКУМЕНТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
ТРАМВАЙНЫХ И ТРОЛЛЕЙБУСНЫХ КОНТАКТНЫХ СЕТЕЙ
РДС РК 3.03-09-2002
DIRECTION ON TRAM AND TROLLEYBUS CONTACTS NETWORK'S DESIGN

Дата введения — 01.03.2003 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. РАЗРАБОТАНЫ: ТОО “Институтом ”Казкоммунпроект“.
 2. СОГЛАСОВАНЫ: Акимами областей.
 3. ПОДГОТОВЛЕННЫ: Проектной академией «KAZGOR» в связи с переработкой государственных нормативов в области архитектуры, градостроительства и строительства и переводом на государственный язык.
 4. ПРЕДСТАВЛЕНЫ: Управлением технического нормирования и новых технологий в строительстве Комитета по делам строительства Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан (МИИТ РК).
 5. ПРИНЯТЫ И ВВЕДЕНЫ Приказом Комитета по делам строительства МИИТ РК от 17 января 2003 года
- В ДЕЙСТВИЕ: № 11 с 1 марта 2003 года.
6. Настоящий РДС РК представляет собой аутентичный текст РДС РК 07-9-99 “Указания трамвайных и троллейбусных контактных сетей” на русском языке, введенный в действие на территории Республики Казахстан с 01.05.1999 года постановлением Научно-технического Совета Комитета по делам строительства Министерства энергетики, индустрии и торговли РК от 25 марта 1999 г. № 3-5 и перевод на государственный язык.
 7. ВЗАМЕН: РДС РК 07-9-99.

СОДЕРЖАНИЕ

Перечень нормативных документов, на которые даны ссылки в настоящем РДС..2	
1. Общие положения и определения	2
2. Выбор типов контактных подвесок.....	4
3. Контактные провода и нормы их натяжения.....	5
4. Высота подвешивания контактных проводов.....	6
5. Трассировка контактных сетей.....	7
6. Поддерживающие и фиксирующие устройства.....	11
7. Опорные конструкции.....	13
8. Контактные подвески в искусственных сооружениях.....	17
9. Подвесная арматура.....	19
10. Изоляция контактной сети.....	19
11. Питание и секционирование контактной сети, электрические соединители.....	21
12. Анкеровки	24
13. Грузовые компенсаторы, сопряжения анкерных участков, сезоннорегулирующие устройства	25
14. Специальные части	26
15. Защита контактной сети от токов короткого замыкания и перенапряжений	28
16. Пересечения и взаимные сближения контактных проводов с линиями электропередачи, связи и радиотрансляционными	29

17. Подвешивание линий уличного освещения	30
18. Установка на контактной сети специальных устройств	30
Приложение 1. <i>Обязательное.</i> Определение нагрузок, воздействующих на устройства контактной сети.....	32
Приложение 2. <i>Обязательное.</i> Таблицы хорд медных контактных проводов и усилий от излома проводов (в плане) на криволинейных участках трамвайных линий (таблицы 1, 2 и 3.....	37
Приложение 3. <i>Обязательное.</i> Таблица горизонтальных усилий от излома контактных проводов (в плане) на криволинейных участках троллейбусных линий.....	43
Приложение 4. <i>Справочное.</i> Данные по подвесной арматуре и специальным частям контактной сети.....	44
Приложение 5. <i>Рекомендуемое.</i> Условные обозначения, рекомендуемые для применения при проектировании трамвайных и троллейбусных контактных сетей.....	46
Приложение 6. <i>Обязательное.</i> Схемы зигзага, размещения воздушной крестовины, расположения проводов над стрелочным переводом, фиксации проводов и допускаемые уменьшения габаритов приближения.....	49

ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, НА КОТОРЫЕ ДАНЫ ССЫЛКИ В НАСТОЯЩЕМ РДС

СНиП 2.05.09-90	«Трамвайные и троллейбусные линии»
СНиП 2.07.01-89*	«Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»
СНиП 2.03.01-84, изд.	«Бетонные и железобетонные конструкции»
СНиП 2.01.07-85	«Нагрузки и воздействия»
СНиП В.1.2-4-98	«Строительство в сейсмических районах»
ГОСТ 2584-86Е	«Правила устройства электроустановок» (ПУЭ)
ГОСТ 3062-80	«Провода контактные из меди и ее сплавов. Технические условия»
ГОСТ 839-80Е	«Канат одинарной свивки типа ЛК-0 конструкции 1 × 7 (1 × 6).
ГОСТ 4575-75	«Провода неизолированные для воздушных линий электропередач.
ГОСТ 67-78	«Провода неизолированные биметаллические сталемедные.
	«Пересечения линий связи и проводного вещания с контактными сетями наземного электротранспорта. Общие требования и нормы»
	«Правила технической эксплуатации трамваев (троллейбусов)»
	«Правила эксплуатации электроустановок потребителей (ПЭЭП)»
	«Правила техники безопасности при эксплуатации»

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1.1. Настоящие Указания распространяются на проектирование новых и реконструируемых контактных сетей постоянного тока, номинального напряжения до 600 В, предназначенных для питания подвижного состава трамвая (нормальной и узкой колеи), оборудованного токоприемниками дугового и пантографного типов, а также троллейбусов, оборудованных штанговыми токоприемниками со скользящими токосъемными головками.

1.2. При проектировании трамвайных и троллейбусных контактных сетей должно быть обеспечено выполнение требований действующих общеобязательных нормативных документов, в том числе норм и правил проектирования улиц, дорог и площадей населенных мест, правил устройства электроустановок, правил технической эксплуатации трамваев и троллейбусов, правил защиты подземных металлических сооружений от коррозии, общестроительных, противопожарных и санитарных норм, а также специальных норм и технических условий на проектирование сооружений в сейсмических и других особых районах.

1.3. Конструкции контактных сетей должны удовлетворять требованиям:

а) механической и электрической прочности всех элементов с учетом местных климатических, атмосферных и почвенных условий;

б) безопасности в зоне контактной сети для пешеходов, обслуживающего персонала и транспорта;

в) надежности токосъема в любых метеорологических условиях при наибольших скоростях движения, допускаемых на данном участке по характеристикам трассы и эксплуатируемого подвижного состава;

г) наименьшего износа контактных проводов и рабочих вставок токоприемников;

д) наименьшей сложности и трудоемкости ремонтно-профилактического обслуживания сетей;

е) возможно низшего уровня радиопомех.

1.4. Проекты контактных сетей необходимо разрабатывать с учетом максимального применения типовых конструкций промышленного изготовления и производства строительно-монтажных работ индустриальными методами.

1.5. Контактной сетью называется совокупность линейных токоведущих, изолирующих, поддерживающих и опорных элементов, служащих для подведения электроэнергии непосредственно к токоприемникам подвижного состава.

Контактной линией называется участок контактной сети, относящейся к одному трамвайному пути или направлению движения троллейбуса.

1.6. Контактной подвеской называется система подвешивания контактного провода (проводов) линии к поддерживающим конструкциям.

Жесткой считается система непосредственного крепления контактного провода к неупругим опорно-поддерживающим конструкциям, лишенная смещаемости точек поддерживания под давлением проходящих под ними токоприемников.

Полужесткой считается система непосредственного крепления контактного провода к относительно упругим поддерживающим конструкциям, обеспечивающим незначительный отжим провода в точке подвешивания токоприемниками подвижного состава.

Эластичной считается система подвешивания контактного провода к поддерживающим конструкциям посредством промежуточных упругих звеньев, отклоняемых из своего статического положения при отжиге провода токоприемником.

1.7. Компенсированной называется такая контактная подвеска, в которой имеется устройство для автоматического регулирования натяжения контактного провода, а также несущего троса при цепной подвеске.

Полукомпенсированной называется цепная подвеска, в которой устройством для автоматического регулирования натяжения снабжен только контактный провод. Некомпенсированной называется всякая контактная подвеска, в которой контактный провод не имеет устройства для автоматического регулирования натяжения. Подвески с сезонным регулированием натяжения контактного провода относятся к некомпенсированным.

1.8. Гибкими поперечинами называются поперечные (по отношению к оси пути или дороги) тросы, закрепляемые на боковых опорах контактной сети или на стенах зданий.

По своему назначению гибкие поперечины подразделяются на следующие:

а) простые - воспринимающие нагрузку от подвески и одновременно фиксирующие положение контактных проводов в плане;

б) несущие - воспринимающие нагрузку от подвески;

в) фиксирующие - определяющие положение контактных проводов в плане и воспринимающие усилия от излома проводов (в горизонтальной плоскости) на кривых участках пути;

г) цепные - состоящие из несущей и фиксирующей поперечин;

д) оттяжные - обеспечивающие промежуточную фиксацию контактных проводов на кривых участках пути.

1.9. Угольником называется разветвление одной гибкой поперечины на два направления.

Трапецией называется разветвление спаренных гибких поперечин на два направления.

Трапеция является простейшим видом поддерживающего устройства полигонного типа.

1.10. Специальными частями называются готовые типовые конструкции отдельных узлов контактной сети (управляемые и сходные стрелки, пересечения контактных проводов трамвая и троллейбуса, кривые держатели и пр.), поставляемые комплектно (в сборе) заводами-изготовителями.

1.11. Серийные, шунтовые, блокировочные контакты и другие виды линейных контактов представляют из себя специальные конструкции датчиков, устанавливаемые на трамвайной

или троллейбусной контактной сети и являющиеся элементами схем управления стрелками или сигнализации.

1.12. Для обозначения обязательности выполнения требований настоящих указаний в их тексте применены термины: "должно", "необходимо", "следует".

Термин "как правило" означает, что данное решение является лучшим и его следует применять в большинстве случаев.

Термин "рекомендуется" означает, что данное решение является одним из лучших, но не обязательным.

Термин "допускается" означает, что данное решение является удовлетворительным, а в ряде случаев вынужденным (вследствие стесненных условий или иных причин).

1.13. Размеры и нормы с указанием "не менее" являются наименьшими, а "не более" - наибольшими.

Все числовые величины, приведенные в тексте указаний с предложениями "от" и "до" следует принимать "включительно".

2. ВЫБОР ТИПОВ КОНТАКТНЫХ ПОДВЕСОК

2.1. Тип контактных подвесок трамвайных и троллейбусных линий следует выбирать по таблице 1 с учетом конкретных условий на данных участках трассы, в том числе, климатических условий, возможных максимальных скоростей движения, величин горизонтальных и вертикальных кривых и технических характеристик самих подвесок, обеспечивающих движение трамваев и троллейбусов с необходимыми на данных участках скоростями.

2.2. Преимущественное применение должны иметь компенсированные и полукompенсированные подвески.

2.3. Под инженерными сооружениями следует, как правило, применять эластичные контактные подвески. Жесткие подвески допускается проектировать в исключительных случаях под существующими инженерными сооружениями при расстоянии от уровня проезжей части до низа балок не более 4,6 м.

2.4. На участках дороги или пути с вогнутой в вертикальной плоскости кривой радиусом менее 3000 м следует применять простые подвески на цепных или простых гибких поперечинах или цепные подвески с ограничителями подъема контактного провода.

2.5. В цепных подвесках струны между контактными проводами и несущим тросом следует предусматривать скользящего типа.

Конструкция этих струн должна обеспечивать свободные перемещения контактного провода в любом пролете анкерного участка при изменении температуры от минимального до максимального значения.

2.6. В цепных подвесках установку специальных частей контактной сети (секционных изоляторов, кривых держателей и пр.) рекомендуется осуществлять на рессорных струнах.

Таблица 1

№№ п/п	Тип и область применения контактной подвески	Скорость движения подвижного состава, допускаемого контактной подвеской, км/ч
1	Полукompенсированная цепная - на участках трамвайных и троллейбусных линий протяженностью не менее 400 м при радиусах кривых в плане не менее 100 м	80
2	Некомпенсированная цепная - на участках трамвайных и троллейбусных линий протяженностью 150-400 м при радиусах 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 (при отсутствии условий для применения полукompенсированной подвески)	60
3	Компенсированная простая петлевая - на участках трамвайных линии протяженностью не менее 400 м при радиусах кривых в плане не менее 200 м, преимущественно на реконструируемых линиях с заменой	60

	простых систем подвесок компенсированной (в случае нецелесообразности или невозможности осуществления цепной полукompенсированной подвески)	
4	Частично компенсированная простая на наклонных струнах на троллейбусных линиях при радиусах кривых в плане не менее 200 м (в случае нецелесообразности или невозможности применения цепных контактных подвесок)	50
5	Некомпенсированная простая полужесткая - на прямых участках трамвайных и троллейбусных линий протяженностью не более 400 м, а также на кривых участках радиусом менее 70 м, в узлах контактной сети, на территории депо и ремонтных мастерских (заводов) и на подходах к ним	45 (на прямых участках)
6	Некомпенсированная простая полужесткая на поддерживающих устройствах полигонного типа - на трамвайных и троллейбусных линиях, в исключительных случаях при перекрытии больших опорных пролетов (на площадях, мостах, путепроводах и т.д.)	45
7	Некомпенсированная простая жесткая на потолочных изолированных подвесах - на трамвайных и троллейбусных линиях под инженерными сооружениями с высотой проема (в свету) до 5 м, а также в проемах ворот производственных зданий депо и ремонтных мастерских (заводов)	15
8	Компенсированная цепная малогабаритная - на линиях скоростного трамвая в тоннельных участках протяженностью более 50 м	80
9	Компенсированная простая малогабаритная - на линиях скоростного трамвая в тоннельных участках протяженностью до 50 м	60

Примечание: Для частичной компенсированной простой подвески на наклонных струнах углы излома контактных проводов в горизонтальной плоскости в точках крепления должны быть не более 5°.

3. КОНТАКТНЫЕ ПРОВОДА И НОРМЫ ИХ НАТЯЖЕНИЯ

3.1. В контактных сетях трамвайных и троллейбусных линий следует применять провода из меди и ее сплавов, изготавливаемые по ГОСТ 2584.

Допускается применять биметаллические фасонные провода (сталемедные, сталелюминовые и др.), изготавливаемые по техническим условиям, утвержденным в установленном порядке.

Сечение контактных проводов следует принимать в соответствии с электрическим расчетом.

На территории депо, ремонтных мастерских и заводов, а также на грузовых и служебных линиях при небольших объемах движения в контактной сети может быть применен медный провод сечением 65 мм².

3.2. Для продольных несущих тросов цепных подвесок следует использовать стальной оцинкованный семипроволочный витой канат, изготовленный по ГОСТ 3062.

3.3. При необходимости увеличения электрической проводимости контактной подвески допускается в контактной сети трамвая в качестве продольного несущего троса использовать медный провод марки М (ГОСТ 839) или биметаллический сталемедный провод марки ПБСМ-1 или ПБСМ-2 (ГОСТ 4775). При использовании в качестве продольных несущих тросов цепной подвески медных или бронзовых проводов подвеска должна быть оборудована устройством автоматического регулирования натяжения продольного несущего троса.

Тип контактных подвесок	Напряжение в проводах при растяжении Н/мм ² (кгс/мм ²)				Натяжение в сталеалюминевых проводах ПКСА-80/180 Н (кгс)	
	В медных фасонных (МФ) и медных фасонных овального профиля (МФО)		В бронзовых фасонных (БрФ) и бронзовых овального профиля (БрФО)			
	мминимальное	ммаксимальное	мминимальное	ммаксимальное	мминимальное	ммаксимальное
Некомпенсированные	45 (4,5)	125 (12,5)	55 (5,5)	150 (15)	2000 (200)	12000 (1200)
Частично компенсированные	40 (4)	150 (15)	55 (5,5)	150 (15)	2000 (200)	12000 (1200)
Полукомпенсированные и компенсированные	80 (8)	95 (9,5)	105 (10,5)	150 (15)	2000 (200)	8000 (800)

Примечания:

1. При применении проводов овального профиля для троллейбуса следует учитывать форму профиля контактной вставки троллейбуса.

2. Для эластичных подвесок с частичной компенсацией напряжения медных проводов (подвеска на наклонных струнах, цепная подвеска с транспозицией контактного провода и несущего троса) изменение напряжения в проводах допускается в пределах 40-150 Н/мм² (4-15 кгс/мм²).

3. В отдельных случаях, при соответствующем обосновании в проекте, допускается снижать максимальные значения напряжения в контактных проводах некомпенсированных подвесок, указанные в таблице 2, но не более чем:

а) на 25% - на территории депо, ремонтных мастерских (заводов), на грузовых и служебных линиях, а также на участках пассажирских линий в местах резкого изменения продольного профиля пути;

б) на 75% - на коротких участках трамвайной сети, примыкающих к разводным мостам.

В указанных случаях рекомендуется также применять укороченные пролеты подвески.

3.4. Значение напряжения от механических нагрузок и натяжений в контактных проводах трамвая и троллейбуса следует принимать в соответствии с таблицей 2. Величину натяжения несущих тросов цепных подвесок следует принимать в соответствии с технической документацией на эти подвески.

4. ВЫСОТА ПОДВЕШИВАНИЯ КОНТАКТНЫХ ПРОВОДОВ

4.1. Высота подвешивания контактных проводов трамвайных подвесок определяется как расстояние от уровня головок рельсов до рабочих поверхностей проводов в точках их крепления к поддерживающим устройствам.

Для троллейбусных подвесок это расстояние принимается от уровня дорожного покрытия.

4.2. Высота подвешивания контактных проводов должна устанавливаться единой для всех трамвайных линий города, в зависимости от местных условий в пределах от 5,5-6,3 м.

В качестве проектной высоты подвешивания контактных проводов следует всегда принимать высоту, которая была установлена ранее на существующих участках сети.

При проектировании трамвайных линий в городе впервые высота подвешивания контактных проводов должна приниматься равной 5,8 м.

4.3. Контактные провода троллейбусных линий необходимо подвешивать на высоте 5,8 м.

4.4. При совместном креплении трамвайных и троллейбусных контактных проводов на общих поддерживающих устройствах высота их подвешивания должна быть одинаковой или различаться между собой на разность конструктивных размеров подвесной арматуры и

разность вертикальных отметок в поперечном сечении проезда. Высота подвешивания контактных проводов принимается:

а) 5,6 м, если принятая в данном городе высота подвешивания проводов трамвая равна или менее 5,6 м;

б) равной высоте подвешивания проводов трамвая, если последние находятся в пределах 5,7-6,0 м;

в) 6,0 м, если принятая высота подвешивания проводов трамвая более 6,0 м.

4.5. Для обеспечения трамвайного и троллейбусного движения под искусственными сооружениями и в помещениях закрытых стоянок подвеску контактных проводов необходимо проектировать на высоте не менее 4,4 м.

В стесненных условиях (при высоте искусственных сооружений менее 5,0 м) высота подвешивания контактных проводов под искусственными сооружениями может быть снижена до 4,2 м, однако, при этом скорость движения транспорта в указанных местах должна быть ограничена.

В тоннелях скоростного трамвая минимальная высота подвески контактного провода - 3,3 м.

4.6. На территориях трамвайных и троллейбусных депо и ремонтных мастерских (заводов) контактные провода необходимо подвешивать:

а) на открытых участках - на высоте, принятой для пассажирских линий данного города;

б) в проемах ворот - не ниже 4,7 м;

в) внутри зданий - не ниже 5,2 м.

4.7. Сопряжение соседних участков контактной сети с различной высотой подвешивания проводов следует осуществлять с уклонами проводов относительно продольного профиля трамвайного пути или дорожного покрытия не более 0,02, (для скоростного трамвая - не менее 0,01), а на территориях и в зданиях депо и ремонтных мастерских (заводов), а также на участках трамвайных и троллейбусных линий, на которых скорость движения ограничена до 15 км/час не более 0,04.

4.8. В местах пересечений трамвайных или троллейбусных линий с неэлектрофицированными железнодорожными путями, а также на участках путей, по которым предусмотрено совмещенное движение железнодорожного и трамвайного подвижного состава, высота расположения контактных проводов над уровнем головки железнодорожного рельса (в расчетном режиме, вызывающем наибольшее провисание проводов), должна быть не менее 5,8 м.

5. ТРАССИРОВКА КОНТАКТНЫХ ЛИНИЙ

5.1. Расположение трамвайных линий в плане, расстояние между осями путей и ширина полотна регламентируются СНиП 2.05.09-90 «Трамвайные и троллейбусные линии».

5.2. Контактные провода трамвайных линий на прямых участках пути необходимо располагать (в плане) зигзагообразно, т.е. с поочередным отклонением (выносом) от оси токоприемника вправо и влево.

Величина выноса контактного провода от оси токоприемника должна быть не более 250 мм.

На кривых участках пути вынос контактного провода от оси токоприемника во внешнюю сторону кривой, не должен превышать 300 мм, а полный шаг зигзага не должен превышать четырех пролетов подвески (для всех типов подвески).

Примечание:

1. В местах совмещения двух трамвайных путей величина выноса контактного провода от оси токоприемника должна быть уменьшена на расстояние между осями путей (Приложение 6, рис. 1).

2. При подвешивании двух контактных проводов (на одном пути) допускаемые отклонения относятся к проводу, расположенному ближе к оси пути.

5.3. На двухпутных линиях зигзаг следует проектировать симметричным.

5.4. Анкеровку контактного провода рекомендуется осуществлять с выносом точки крепления провода в сторону анкерной ветви на 250-300 мм.

5.5. Углы излома контактных проводов трамвайных линий (в горизонтальной плоскости) не должны превышать:

а) для медного провода сечением 65 мм² - 18°;

- б) для медного провода сечением 85 мм^2 - 14° ;
- в) для медного провода сечением 100 мм^2 - 12° .

Расстояние между точками фиксации контактного провода на кривых (длина хорды) принимается по таблицам 1-3 приложения 2.

5.6. Точки фиксации контактных проводов трамвая на концах кривого участка пути необходимо располагать в пределах половины существующей хорды от начала (конца) кривой.

5.7. Точки пересечения контактных проводов трамвая (воздушную крестовину) необходимо располагать над пересечением осей пути. При пересечении последних под углом менее 60 град. точку пересечения проводов рекомендуется смещать (навстречу движению) по биссектрисе угла, образованного контактными проводами на $10-15$ см, при соответствующем укорочении хорд, образующих крестовину (Приложение 6, рис. 2).

5.8. Подвешивание контактных проводов над рельсовым стрелочным переводом необходимо осуществлять в точке, располагаемой по биссектрисе угла между осями путей там, где расстояние между сходящимися к путевой крестовине рельсами составляет $0,9-1$ м. (Приложение 6, рис. 3).

5.9. Расстояние между контактными проводами одного направления движения троллейбусов следует принимать $500-520$ мм в зависимости от типа предусматриваемых изоляторов. Допускаются отступления от указанных величин в пределах, мм:

400-700 - на специальных частях контактной сети;

500-700 - в цепных контактных подвесках, и в подвесках на наклонных струнах.

5.10. Отрицательные провода контактной троллейбусной сети всегда следует располагать с правой стороны по направлению движения. В виде исключения на территории депо, ремонтных мастерских (заводов) и т.п., а также при трехпроводной системе питания допускается располагать отрицательные провода контактной сети с левой стороны.

5.11. Контактные линии троллейбуса надлежит проектировать из расчета движения троллейбуса по улицам в первой и второй полосах, а на выходах к левым поворотам - в крайней левой полосе движения, с обеспечением обгона и пропуска других транспортных средств в строгом соответствии с Правилами дорожного движения.

Для соблюдения указанных требований рекомендуются следующие нормы приближения крайнего (правого по ходу) провода троллейбусной линии к границе проезжей части улицы:

а) На прямых участках

При трех и менее полосах одностороннего движения - $2-3,5$ м;

При количестве полос одностороннего движения более трех - до 4 м;

У остановочных пунктов в карманах - до 5 м.

б) На кривых участках

На входе и выходе с кривой - $1,5$ м;

В средней части кривой - 1 м;

То же, в особо трудных условиях поворота - не менее $0,8$ м.

Примечание: Границей проезжей части считается лицевая грань борта дороги, край дорожного покрытия, или же граничная линия, а на улицах и дорогах с двухсторонним движением - осевая линия.

Относительно последней справедливо указаны выше расстояния по отношению к левому крайнему проводу при левых поворотах троллейбусов.

5.12. Перед перекрестками улиц с левыми поворотами троллейбусов контактные линии следует проектировать с постепенным приближением (за $60-80$ м до поворота) к осевой линии улицы при двух полосах движения, а при трех и более - $100-120$ м. При этом расстояние от левого (по ходу) провода до осевой линии должно быть у начала поворота не менее $1,5$ м.

5.13. Расстояние между линиями троллейбуса и трамвая следует принимать по таблице 3.

5.14. Кривые участки троллейбусных линий на перегонах следует проектировать радиусами не менее 70 м, а в местах поворота на перекрестках, площадях и разворотных кольцах не менее указанных в таблице 4.

Расстояния между линиями троллейбуса и трамвая, м

№№ п/п	Характеристика линий	При параллельном движении		При встречном движении	
		Нормальное	В стесненных условиях	Нормально	В стесненных условиях
1	Расстояние (в плане) от троллейбусного контактного провода до ближайшего рельса трамвая:				
	а) для пассажирских линий	3,5	2	4	2,5
2	б) для служебных и грузовых линий, линий депо, ремонтных мастерских и заводов	2,5	1,5	3	2
	Расстояние от троллейбусного контактного провода до ближайшего контактного провода соседней линии троллейбуса:				
1	а) для пассажирских линий	3	1,5	3,5	2
	б) для служебных и грузовых линий	2	1	3	1,5
2	в) для линий депо, ремонтных мастерских и заводов	-	1	-	1

Примечание: На перекрестках улиц, в стесненных условиях, а также в местах стрелочных слияний, расстояние между проводами соседних пассажирских линий троллейбуса может быть уменьшено до 1,0 м.

Таблица 4

№№ п/п	Условия поворота	Наименьший радиус поворота, м	
		В нормальных условиях	В стесненных условиях
1	На пассажирских линиях:		
	а) при углах поворота до 90°	12	10
2	б) при углах поворота более 90 град.	14	11
	На служебных и грузовых линиях, в сетях депо, ремонтных мастерских и заводов	10	9

Примечание:

1. Радиусы поворота указаны по внутреннему проводу.
2. Радиусы поворота контактных линий следует принимать на 1-2 м меньше радиуса траектории движения троллейбуса, диктуемой условиями его прохождения по кривой.

Таблица 5

№№ п/п	Характеристика участков контактной сети	На двуплечах подвесах	На кривых держателях допускающих угол излома		
			15°	25°	45°
1	На кривых участках без ограничения скорости движения	до 4	5-8	-	-
2	На поворотах и разворотных кольцах пассажирских линий при скорости	до 6	6-12	10-20	20-35

№№ п/п	Характеристика участков контактной сети	На двеплечах подвесах	На кривых держателях допускающих угол излома		
			15°	25°	45°
3	движения не более 20 км/час В сетях депо, ремонтных мастерских и заводов, на поворотах служебных линий и на разгрузочных участках грузовых линий, при пониженном натяжении контактных проводов и скорости движения не более 8 км/час	до 8	до 15	25	45

5.15. Углы излома контактных проводов на кривых участках троллейбусных линий следует принимать в соответствии с требованиями таблицы 5.

5.16. Разворотные кольца следует проектировать с учетом обеспечения плавного подхода троллейбусов к местам высадки и посадки пассажиров или на отстойную площадку.

При конфигурации разворотного кольца с обратными (противоположного направления) кривыми, между ними рекомендуется предусматривать прямой участок контактной линии длиной 5-7 м.

Ширина проезда необходимая для полного разворота троллейбусов должна быть не менее 28 м (см. таблицу 4).

5.17. На конечных пунктах троллейбусных маршрутов, на которых частота движения превышает 30 троллейбусов в час, рекомендуется проектировать дополнительные контактные линии для временного отстоя троллейбусов.

Заход троллейбусов на линии отстоя следует предусматривать путем перестановки токоприемников, а выход с них через сходной стрелочный узел.

Трассировка контактных линий в этих местах должна обеспечивать возможность объезда стоящих троллейбусов с правой стороны по движению.

5.18. Длины пролетов определяются конструкцией подвески для соответствующих климатических районов.

Наибольшую длину пролетов контактной подвески на прямых следует принимать по таблице 6.

Таблица 6

Контактные подвески	Наибольшие величины пролетов контактных подвесок между опорами на прямых участках, м, для линий	
	трамвайных	троллейбусных
Цепные	До 50	До 50
Простые петлевые	» 45	» 40
Простые на наклонных струнах	» 40	» 40
Простые на гибких тросовых поперечинах:		
	на опорах	» 35
на стенах зданий	» 30	» 25
Цепные малогабаритные в тоннелях	» 25	» 25
Простые на эластичных поддерживающих устройствах в тоннелях	» 15	» 15
Простые жесткие на потолочных подвесках	» 8	» 4

Примечание:

1. Пролеты контактных подвесок в пределах одной улицы следует выдерживать по возможности одинаковыми.

2. Разница длин смежных пролетов не должна превышать 20 %.

3. Величину отдельных (не смежных) пролетов цепных подвесок допускается увеличивать до 60 м.

4. Длину пролетов простой полужесткой подвески с креплением на сложных поддерживающих устройствах (угольниках, трапециях и пр.) на уклонах более 40 %, а также в местах перелома профиля следует уменьшать на 20 % от значений, приведенных в таблице 6.

5. При выборе длины пролетов контактных подвесок необходимо учитывать возможность использования опор контактной сети для целей уличного освещения.

5.19. Для перекрытия больших одинаковых пролетов длиной до 100 м следует применять цепную подвеску с 3-4 струнами в пролете и анкеровой продольных тросов по обеим сторонам пролета, а также простую подвеску на тросовых гибких поперечинах с использованием поддерживающих устройств типа "трапеция" или "полигон".

5.20. Прямые участки линий с подвеской на наклонных струнах следует разбивать на равные пролеты. На крайних поперечинах перед кривыми наклон косых струн относительно провода следует проектировать во внешнюю сторону (по отношению к кривой), а смежные с кривыми пролеты уменьшать до 50-60% от длины пролета, принятого для прямых участков линии.

6. ПОДДЕРЖИВАЮЩИЕ И ФИКСИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

6.1. В качестве поддерживающих устройств в контактных сетях трамвая и троллейбуса следует применять кронштейны, простые и цепные гибкие поперечины, а в отдельных вынужденных случаях и сложные поддерживающие устройства (угольники, трапеции и пр.).

В искусственных сооружениях в качестве поддерживающих устройств используются балки перекрытия путепроводов, тоннелей и других искусственных сооружений.

В качестве фиксирующих устройств могут быть применены: фиксаторы, обратные фиксаторы, фиксаторные и оттяжные стойки, распоры симметрии и гибкие фиксирующие поперечины.

6.2. При выборе длины кронштейнов для линий трамвая необходимо учитывать:

а) габариты установки опор;

б) смещение оси токоприемника по отношению к оси пути на высоте крепления контактного провода;

в) величину выноса контактного провода (в точках фиксации) от оси токоприемника;

г) горизонтальную проекцию узла подвешивания несущего троса на кронштейне (учитывается в цепных подвесках);

д) длину фиксатора для придания зигзага контактному проводу на прямых участках и выносов на кривых участках пути;

е) ширину междупутья.

С учетом перечисленных факторов на однопутных линиях рекомендуется применять кронштейны длиной 3,3 и 4 м, а на двухпутных линиях - длиной 7,2 м.

6.3. На троллейбусных линиях рекомендуется применять:

а) кронштейны длиной 3,3; 3,5; 4; 5; 6 и в отдельных случаях 8 м на прямых участках линий;

б) усиленные кронштейны длиной от 4,5 до 8 м - на кривых участках линий при расположении опор с внутренней стороны кривой.

6.4. Все виды кронштейнов, применяемых в контактных сетях трамвая и троллейбуса, должны быть поворотными в горизонтальной плоскости и иметь одну ступень изоляции в узлах крепления их к опорам.

На участках контактных подвесок протяженностью более 500 м кронштейны рекомендуется анкеровать в обе стороны через расстояния 300-500 м.

6.5. Тип кронштейна должен соответствовать действующей нагрузке от контактной сети.

При установке кронштейна на железобетонной опоре расстояние от ее вершины до хомута тяги должно быть не менее 300 мм.

Кронштейны следует располагать перпендикулярно оси линии. Отклонения от перпендикулярности могут быть допущены в пределах:

+/-200 мм - для кронштейнов длиной до 5 м.

+/-300 мм - для кронштейнов длиной более 5 м.

6.6. Длину фиксаторов в цепных полукомпенсированных подвесках рекомендуется принимать не менее 1200 мм, для уменьшения влияния реакции фиксаторов на продольные перемещения контактных проводов.

Длину обратных фиксаторов следует выбирать, исходя из конструктивных габаритов самой подвески и эквивалентной длины пролета в каждом анкерном участке.

6.7. Все гибкие поддерживающие устройства, фиксирующие поперечины и оттяжки, в зависимости от несущих ими нагрузок, следует выполнять из стальной оцинкованной проволоки диаметром 5 мм или стального оцинкованного семипроволочного каната диаметром 6,7 или 8 мм, изготавливаемых по ГОСТ 3062.

Для поперечных несущих и продольно-несущих тросов следует применять только стальной оцинкованный семипроволочный канат диаметром не ниже 6,7 мм, (ГОСТ 3062).

6.8. Выбор сечения и материала гибких поддерживающих устройств следует производить исходя из следующих коэффициентов запаса прочности:

- а) для стальных, медных и биметаллических поперечных несущих тросов - не менее 3;
- б) для стальных, медных и биметаллических фиксирующих тросов - не менее 2,5;
- в) для оттяжных ветвей кривых держателей - не менее 3;
- г) для стальных несущих тросов цепных подвесок - не менее 3;
- д) для медных и биметаллических несущих тросов цепных подвесок - не менее 2,5.

6.9. Высоту закрепления гибких поперечин на опорах, стенах зданий и других опорных конструкциях рекомендуется определять исходя из нижеследующих уклонов поперечин, на участках от точки, в которой стрела провеса поперечины имеет максимальную величину до мест ее закрепления:

- для простых поперечин на прямых участках	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 цепных поперечин, поперечных несущих тросов цепных подвесок и несущих тросов спецчастей	1:5 - 1:10
- для оттяжек на кривых	1:20 - 1:40
- для анкерочных ветвей контактного провода	1:30-1:40

Примечание: При расстояниях от опор до точек максимального подвеса гибких поперечин более 20 м высоты закрепления поперечин следует увеличивать на величину провеса поперечин под действием их собственного веса.

6.10. Расстояние между крюками двух гибких поперечин на стенах зданий должно быть не менее 0,4 м, за исключением сдвоенных крюков, располагаемых на расстоянии 0,25 м. Стенной крюк должен крепиться не ближе 0,5 м (по вертикали и горизонтали) от любого края стены здания, стенного проема (окон, дверей).

6.11. При определении способа закрепления поддерживающих устройств на стенах зданий следует соблюдать условие, чтобы расчетная нагрузка на один стенной крюк не превышала 7000 Н (700 кгс).

6.12. Все виды гибких поперечин, оттяжки и анкерочные ветви, закрепляемые на стенах жилых и общественных зданий, должны быть оснащены арматурой, поглощающей вибрацию и шумы, возникающие в контактной сети.

6.13. При длине несущих гибких поперечин 30 м и более, в них рекомендуется предусматривать натяжные муфты.

6.14. В несущих тросах цепных подвесок рекомендуется устанавливать натяжные муфты через расстояние 500-600 м, а также по концам участка подвески в местах анкеровки тросов.

6.15. Гибкие поперечины необходимо располагать:

- а) на прямых участках - перпендикулярно оси линии;
- б) на кривых участках - по биссектрисам углов излома линий;

В вынужденных случаях допускаются отклонения в расположении поперечин:

- а) на прямых участках - на угол до 25 град;
- б) на кривых участках - на угол до 10 град;

6.16. Длину струн цепных гибких поперечин следует принимать не менее:

- а) над трамвайными проводами - 0,5 м;
- б) над троллейбусными проводами - 0,7 м;

в) в точках максимального провеса несущего троса между трамвайными или троллейбусными линиями - 0,4 м.

6.17. Фиксация контактных проводов одиночными оттяжками в пределах одного пролета кривого участка линии допускается не более чем в двух смежных точках излома. Фиксация контактных проводов на кривых участках линий посредством оттяжных трапеций не рекомендуется.

6.18. Углы между направлением контактных проводов и направлениями элементов сложных поддерживающих устройств (угольников, трапеций и пр.) должны быть не менее:

- а) для трамвайных сетей - 30 град;
- б) для троллейбусных сетей - 40 град;

6.19. Фиксация изломов контактных проводов трамвая на кривых участках пути взаимно связанными оттяжками не рекомендуется. В таких случаях оттяжки следует удлинять во внутренние стороны кривых, т.е. монтировать их как поперечины (Приложение 6, рис. 4).

6.20. Фиксирующие поперечины необходимо подвешивать с помощью струн к несущим поперечинам в следующих местах:

- а) у каждого контактного провода;
- б) через каждые 15-20 м по длине цепной гибкой поперечины.

6.21. Отдельные поперечины, пересекающие контактные провода, должны проходить над ними на расстоянии не менее 0,7 м. При меньших расстояниях поперечины следует монтировать на высоте расположения контактных проводов, с врезкой в них подвесной арматуры и изоляции соответствующих действующим нагрузкам.

6.22. Для уменьшения пределов изменений натяжения фиксирующего троса в зависимости от изменений температуры внешней среды в наиболее ослабленное звено троса рекомендуется включать пружинный компенсатор.

6.23. Несущие троса цепных поперечин должны рассчитываться как гибкие нити с сосредоточенными нагрузками в режиме гололеда с ветром при минимальной температуре.

6.24. При расчете фиксирующих тросов за исходный режим необходимо принимать максимальную температуру с минимально допустимым натяжением троса при этой температуре 300-500 Н (30-50 кгс) в наиболее нагруженном звене.

6.25. При размещении в пределах одной улицы трамвайной и троллейбусной контактных подвесок рекомендуется применять для каждого вида транспорта механически обособленные поддерживающие устройства с тем, чтобы повреждения на одном виде транспорта не влияли на работу другого вида транспорта.

6.26. На простых поперечинах допускается подвешивать не более двух линий трамвая или троллейбуса, при расстоянии между ними до 10 м.

При большем расстоянии между линиями, а также при количестве линий более двух, подвеску необходимо осуществлять на цепных поперечинах.

6.27. Использование поддерживающих устройств контактной сети трамвая и троллейбуса (тросовые поперечины, кронштейны) для подвешивания на них каких-либо устройств, не относящихся к контактной сети, не допускается.

Допускается использование поперечин контактной сети для прокладки вдоль этих поперечин проводов сигнализации, централизации, блокировки (далее СЦБ) и связи при условии выполнения двух ступеней изоляции проводов СЦБ и связи на напряжение 1 кВ от поддерживающих устройств контактной сети.

7. ОПОРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

7.1. Основным видом опорных конструкций, предназначенных для крепления контактных подвесок трамвайных и троллейбусных линий, являются специальные опоры.

Для закрепления гибких поперечин контактной сети могут быть также использованы стены каменных и железобетонных зданий.

По согласованию с соответствующими проектными или эксплуатационными организациями допускается использовать в качестве опорных конструкций или поддерживающих устройств несущие элементы мостов, путепроводов, колонны, своды тоннелей и другие инженерные сооружения.

Примечание: Не разрешается крепление поперечин контактной сети к строениям, выполненным из сборных железобетонных панелей.

7.2. В контактных сетях трамвая и троллейбуса, как правило, должны применяться железобетонные опоры типовых конструкций, имеющие смешанную напряженную и ненапряженную стальную арматуру. Металлические опоры могут быть применены в местах вывода питающих кабелей, на городских искусственных сооружениях (на мостах, путепроводах, транспортных тоннелях, эстакадах и т.д.), при необходимости улучшенного внешнего оформления главных уличных магистралей, а также в случаях, когда расчетные нагрузки на одну опору превышают допустимые нагрузки на железобетонные опоры, или при недостаточном габарите последних по высоте.

Необходимость применения металлических опор должна быть обоснована в проекте.

7.3. Для контактных сетей трамвая и троллейбуса должны применяться равнопрочные опоры, допускающие приложение к ним внешних нагрузок с любого направления.

Для пассажирских линий опоры следует проектировать самонесущими, т.е. воспринимающими полную нагрузку без применения разгрузочных (анкерных) оттяжек.

7.4. В тех случаях, когда на опоре закрепляются гибкие поперечины и оттяжки различных направлений, результирующую нагрузку необходимо определять для наиболее невыгодного сочетания всех действующих нагрузок с учетом возможности обрыва любой из поперечин или растяжек.

Результирующие расчетные нагрузки на опоры не должны превышать их нормативные нагрузки.

7.5. Наклон железобетонных и металлических опор контактной сети относительно вертикали не должен превышать 1/70 свободной высоты в сторону противоположную действию основной нагрузки. Для анкерных опор (с грузовым компенсатором) этот наклон не должен превышать 1/200.

7.6. На прямых участках каждой городской улицы или дороги следует, как правило, применять однотипные опоры.

Усиленные опоры для кривых участков линий и анкерные с грузовым компенсатором должны иметь по возможности одинаковую высоту с опорами принятыми для прямых участков линии. В отдельных случаях усиленные опоры допускается размещать внутри дворов с незначительным удалением их от линии застройки.

7.7. Опоры контактной сети трамвая и троллейбуса следует располагать вдоль борта дороги на тротуарах или газонах. Расстояние от лицевой грани бортового камня до оси опоры следует принимать 1 м. При этом расстоянии от лицевой грани бортового камня до наружной поверхности опоры должно быть не менее 0,6 м.

Отдельные опоры можно размещать во дворах, у стен зданий, в зонах зеленых насаждений.

При установке опор вдоль дороги, не ограниченной бортовым камнем, их следует размещать на обочине на расстоянии не менее 1,75 м от края проезжей части (асфальтового покрытия) с устройством типового барьерного ограждения.

При ширине тротуаров менее 2,5 м опоры рекомендуется размещать во дворах и в зонах зеленых насаждений, а также применять крепление поперечин к зданиям.

7.8. На перекрестках улиц опоры, как правило, должны устанавливаться до начала закругления тротуаров и не ближе 1,5 м от различного рода въездов, не нарушая единого створа линии установки опор.

7.9. Расстановка опор контактной сети трамвая на прямых участках пути должна быть обеспечена с соблюдением минимальных расстояний (габаритов приближения), от оси пути до опор, приведенных в таблице 7.

Таблица 7

Габариты приближения опор к трамвайному пути, мм

№№ п/п	Условия расстановки опор	Габариты	
		До оси пути	До рабочего канта ближайшего рельса
1	От поверхности опоры (или ее наружного оформления), расположенной с любой внешней стороны трамвайного пути:		
	а) на пассажирских, грузовых и служебных линиях	2300	1538
	б) на территории депо, ремонтных мастерских	1900	1138

№№ п/п	Условия расстановки опор	Габариты	
		До оси пути	До рабочего канта ближайшего рельса
	и заводов		
2	От поверхности опоры (или ее наружного оформления, расположенной в междупутье): а) на пассажирских, грузовых и служебных линиях б) на территории депо, ремонтных мастерских и заводов	1600 1800	838 1038

7.10. При расстановке опор контактной сети трамвая на кривых участках пути следует учитывать необходимость увеличения габаритов приближения опор к оси пути, в соответствии с данными таблицы 8, в том числе: при расположении опор с внешней стороны кривой - на величину выноса угла кузова вагона; при расположении опор с внутренней стороны кривой - на величину свеса середины кузова вагона.

7.11. На посадочных площадках трамвайных линий опоры контактной сети следует размещать на расстоянии порядка 4 м от ближайшего рельса, в стесненных условиях допускается уменьшать это расстояние до 2,5 м.

7.12. Проектировать контактные линии трамвая с установкой опор в междупутье (центральные подвески) допускается только при расположении путей на обособленном полотне и отсутствии условий для установки боковых опор, например, при прохождении линий по дамбам, насыпям, в выемках, или в местах с неблагоприятным грунтом. При этом, в междупутье не допускается установка железобетонных опор, диаметр которых в цокольной части всегда более 350 мм, вследствие чего не обеспечиваются требуемые габариты до проходящего подвижного состава.

Таблица 8

Увеличение габаритов приближения опор на кривых участках пути, м

Радиус кривой	Увеличение свеса середины вагонов с внутренней стороны кривой	Расстояние от оси кривой до середины боковой грани кузова вагона с внутренней стороны кривой	Увеличение выноса угла вагона с наружной стороны кривой	Расстояние от оси кривой до угла кузова вагона с внешней стороны кривой
20	0,355	1,655	0,54	1,84
25	0,283	1,583	0,38	1,68
30	0,235	1,535	0,273	1,573
40	0,176	1,476	0,201	1,501
50	0,141	1,441	0,163	1,463
60	0,117	1,417	0,137	1,437
75	0,094	1,394	0,110	1,410
100	0,070	1,370	0,082	1,382
150	0,047	1,347	0,056	1,356
300	0,024	1,324	0,028	1,328

Примечание:

1. Величины свеса и выноса вагонов даны при расположении вагона полностью в кривой. При других радиусах кривых величины свеса и выноса вагонов следует определять интерполяцией.

2. Данные таблицы 8 соответствуют четырехосному вагону длиной 15 м, шириной кузова 2,6 м.

В указанных случаях должны быть применены опоры других типов, или же увеличена ширина междупутья до необходимой величины.

7.13. Железобетонные и металлические опоры контактных сетей трамвая и троллейбуса должны быть заделаны в грунте посредством индивидуальных бетонных или железобетонных фундаментов.

Для бетонных фундаментов рекомендуется применять бетон марки В15, а железобетонные конструкции фундаментов (сборные фундаменты) изготавливать из бетона марок В20, В30.

При расчете фундаментов опор контактной сети трамвая и троллейбуса в качестве расчетной нагрузки следует принимать нормативную нагрузку на опору с коэффициентом перегрузки $K = 1,3$.

Глубина заложения подошвы фундамента не должна быть менее глубины промерзания грунта в данном районе.

Примечание: Допускается установка опор без фундаментов:

а) в скальных грунтах;

б) на временных участках контактной сети с закреплением опор лежнями.

7.14. Скреплять опоры контактной сети с различными конструкциями фундаментов рекомендуется следующим образом:

а) путем заливки бетонным раствором установленной в котловане опоры;

б) при помощи анкерных болтов, заделанных в фундаменте, на котором устанавливается опора, имеющая в основании фланец с необходимым количеством отверстий;

в) посредством заливки цементным раствором специального углубления в теле фундамента (стакана), в котором предварительно была установлена опора;

г) путем закрепления опоры металлическими клиньями, при установке ее в стальном стакане.

7.15. Опоры, устанавливаемые на неблагоустроенных улицах, в зонах зеленых насаждений во дворах и т.д., должны иметь фундамент с бетонным оголовком, выступающим над уровнем грунта на 70-100 мм, с целью обеспечения отвода воды от основания опоры.

7.16. При установке опор во влажных грунтах, агрессивных к бетону и железобетону, заглубленные части железобетонных и стальных опор, а также их фундаменты, должны иметь гидроизоляционное покрытие, предохраняющее опоры и фундаменты от коррозии.

7.17. Горизонтальное расстояние (в свету) от фундаментов опор контактной сети трамвая и троллейбуса до подземных инженерных сетей следует принимать по СНиП 2.07.01-89* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».

Таблица 9

Нормы приближения опор контактной сети к подземным коммуникациям

№№ п/п	Наименование коммуникаций	Допускаемые расстояния между фундаментом опор и коммуникациями, м
1	Силовые кабели и кабели связи	0,5
2	Газопроводы низкого, среднего и высокого давления	1,0
3	Водопроводы, напорная канализация	1,0
4	Канализация самотечная и водостоки	1,0
5	Дренажи	1,0
6	Теплопроводы	1,0

7.18. Допускается, как исключение, установка опор контактной сети трамвая и троллейбуса над подземными сооружениями, коммуникациями при расстоянии от верха подземного сооружения до подошвы фундамента опоры не менее 0,5 м.

7.19. Допускается закреплять опоры в отдельных специальных выносных конструкциях, со смещением их фундаментов в зону не занятую подземными сооружениями, по согласованию с организациями, которым эти сооружения принадлежат. Прочность каждой выносной конструкции должна соответствовать расчетной нагрузке устанавливаемой на ней опоры.

7.20. На инженерных сооружениях (мостах, путепроводах, эстакадах и пр.) опоры контактной сети трамвая и троллейбуса следует устанавливать в стальных стаканах или на

фланцах, прикрепляемых к несущим элементам инженерного сооружения. Опоры в стальных стаканах следует крепить с заглублением на 0,6-0,8 м и расклиниванием стальными клиньями по периметру в нижней и в верхней части стакана. В верхней части стакана допускается приварка опоры к стакану. Фланцевое крепление опоры следует выполнять болтами.

От места крепления опоры должен быть обеспечен водоотвод. Конструкцию крепления опор к инженерному сооружению надлежит рассчитывать по расчетным нагрузкам, действующим на устанавливаемые опоры.

7.21. В местах со слабыми грунтами (заболоченные участки трассы, насыпи с крутыми откосами и т.д.) опоры контактной сети необходимо устанавливать в свайных железобетонных основаниях. Последние должны быть изготовлены из бетона не ниже марки 400.

Верхняя часть свайного железобетонного основания должна иметь форму стакана (ростверка) глубиной не менее 1200 мм для установки в нем и последующей заделки цементным раствором опоры. Сваи под опоры необходимо устанавливать с заглублением в основной (несущий) грунт не менее чем на 2 м.

7.22. Как исключение, на грузовых и служебных линиях, на территориях депо, ремонтных мастерских и заводов, внутри дворовых территорий, а также в отдельных случаях на загородных линиях при расположении опор от проезжей части дороги на расстоянии не менее 10 м их допускается устанавливать с оттяжками, если результирующая нагрузка не превышает нормативную более чем на 25 % для железобетонных опор и более чем на 50 % для металлических опор.

7.23. Оттяжки опор контактной сети рекомендуется выполнять с натяжными устройствами и крепить к стенам каменных или железобетонных зданий или же к закапываемым в грунт анкерам, изготовленным из бетона или железобетона. Анкерные оттяжки необходимо устанавливать в одной вертикальной плоскости с направлениями воспринимаемых опорами результирующих нагрузок или с отклонениями от этих направлений на угол не более 10 град. При невозможности выполнения указанного требования следует устанавливать по две оттяжки на опору. Углы, составляемые анкерными оттяжками опор с вертикалью, должны быть не менее 30 град.

7.24. Анкерные оттяжки опор, закрепляемые в грунт в местах, где возможно движение транспорта и пешеходов, должны быть защищены охранными столбами и тумбами.

Высота расположения анкерных оттяжек в местах, где возможно движение транспорта и пешеходов, должна приниматься не менее 5 м от уровня проезжей части, а при пересечении тротуара - не менее 3 м от уровня его покрытия.

7.25. Металлические опоры и металлические детали железобетонных опор должны быть окрашены в два слоя атмосферостойкой краской, а деревянные опоры - пропитаны противогнилостным антисептическим составом.

7.26. Опоры контактной сети, на которых не устанавливаются кронштейны с арматурой уличного электрического освещения, должны быть закрыты сверху специальными оголовками.

7.27. Заземлять опоры контактных сетей трамвая и троллейбуса не требуется, поскольку в этих сетях предусматривается не менее двух ступеней изоляции между оборудованием, находящимся под напряжением, и опорами.

7.28. Использование опор контактной сети трамвая и троллейбуса для закрепления в них тросов, проводов и устройств, не относящихся к контактной сети допускается лишь по согласованию с организацией, эксплуатирующей контактную сеть и в пределах нормативной нагрузки опоры.

8. КОНТАКТНЫЕ ПОДВЕСКИ В ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЯХ

8.1. Тип контактной подвески и способ ее крепления к несущим элементам искусственного сооружения в каждом конкретном случае должен быть выбран в зависимости от назначения конструкции, высоты, длины и поперечного размера сооружения.

Расстояние от токопроводящих частей контактной подвески и токоприемников движущегося подвижного состава до заземленных частей искусственного сооружения при наихудших условиях токосъема (наибольшей скорости движения и минимальной температуре воздуха) должно быть не менее 200 мм. При невозможности соблюдения указанной выше нормы изоляционного промежутка должны быть приняты специальные меры по устройству надежной изоляции заземленных частей сооружения.

8.2. В местах прохождения контактных проводов в воротах зданий депо, ремонтных мастерских и заводов металлические части полотен ворот должны быть обрамлены

электроизоляционным материалом (текстолитом, древесным пластиком и пр.) защитным слоем толщиной не менее 20 мм.

При этом, расстояние от контактного провода до незащищенных изоляцией металлических частей полотен ворот должно составлять не менее 200 мм.

8.3. Под металлическими искусственными сооружениями при их габаритной высоте в местах подвески контактных проводов трамвая менее 6 м, а проводов троллейбуса - не менее 7 м необходимо устраивать защитные изоляционные щиты шириной не менее 1,5 м над проводом одного пути трамвая и не менее 1,2 м над двумя проводами троллейбуса. Щиты должны выступать на 0,25 м за крайние балки сооружения.

Щиты троллейбусных линий необходимо выполнять со сплошными деревянными бортиками по краям высотой не менее 50 мм.

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

8.4. При расположении коротких участков контактных линий (протяженностью 30-40 м) под искусственными сооружениями (в свету) до 4,8 м и ограничении скорости движения до 15 км/час рекомендуется применять простую жесткую подвеску с закреплением контактных проводов на потолочных изолированных подвесах, устанавливаемых непосредственно на защитных деревянных щитах через расстояния:

- а) на трамвайных линиях - до 8 м;
- б) на троллейбусных линиях - до 4 м.

Деревянные щиты в таких случаях принимаются за вторую ступень изоляции, при условии обеспечения изоляции рассчитанной на испытательное напряжение 5 кВ.

Болты, крепящие потолочные подвесы, должны быть удалены от заземленных частей искусственного сооружения не менее чем на 100 мм, если указанное условие не выдерживается, болты необходимо дополнительно изолировать.

8.5. В связи с повышением нажатия на контактный провод токоприемников подвижного состава, проходящего под искусственными сооружениями с ограниченными габаритами по высоте (до 4,8 м), на участках трамвайных линий с простой жесткой подвеской рекомендуется применять по два контактных провода на каждом пути.

В указанных местах допускается также применение вместо контактных проводов жестких шин.

8.6. При достаточной высоте искусственных сооружений (более 4,8 м в свету), тип контактной подвески на участке сооружения принимается в зависимости от имеющихся конкретных условий в соответствии с рекомендациями п. 2.1 настоящих Указаний.

8.7. При осуществлении простой полужесткой подвески контактные провода рекомендуется подвешивать на гибких поперечинах, прикрепляемых к несущим конструкциям сооружений, с пролетами не более 12 м.

8.8. Если в искусственном сооружении проектируется цепная полукомпенсированная подвеска, то сопряжения анкерных участков рекомендуется выносить за пределы искусственного сооружения.

В тоннелях большой протяженности контактная подвеска должна быть выделена в отдельный анкерный участок или несколько анкерных участков. Поскольку при этом анкеруемые ветви контактных проводов необходимо поднимать на 0,25-0,5 м выше уровня их подвешивания, в тоннелях должен быть предусмотрен резерв по высоте.

Все сопряжения анкерных участков и средние анкеровки, как правило, следует располагать на прямых участках пути. Наибольшая величина пролета цепных малогабаритных подвесок контактного провода трамвая и троллейбуса в тоннелях - 25 м.

8.9. При прохождении контактных линий под искусственными сооружениями или вблизи зданий на расстояниях не менее 1,5 м от мест, доступных для людей, контактная подвеска должна быть ограждена предохранительными щитами.

8.10. Изоляторы и подвесная арматура контактной сети должны быть установлены в пределах искусственного сооружения в таких местах, чтобы была исключена возможность попадания на них дождя, снега, грязи и т.д., ухудшающих их электроизоляционные свойства.

8.11. Сечения токопроводящих элементов контактной сети в пределах искусственного сооружения не должны быть меньше сечений проводов прилегающих участков сети.

При наличии несоответствия в указанных сечениях, на участке сооружения необходимо предусматривать обводные (усиливающие) электрические соединения.

9. ПОДВЕСНАЯ АРМАТУРА

9.1. Подвесная и фиксирующая арматура и устройства контактной сети трамвая и троллейбуса должны обеспечивать плавный и безударный проход контактного провода или ходовых элементов контактной вставкой токоприемника.

9.2. Арматура контактной сети должна соответствовать техническим условиям заводов-изготовителей.

9.3. В эластичных контактных подвесках линий трамвая и троллейбуса следует предусматривать гибкую подвесную арматуру, состоящую из шарнирно соединенных деталей, одной из которых является подвесной изолятор. Такая арматура предназначена для подвешивания несущих тросов цепных подвесок, а также контактных проводов.

Не рекомендуется применять гибкую подвесную арматуру в местах изменения продольного профиля пути с уклона на подъем.

9.4. В простых неэластичных контактных подвесках для крепления проводов к гибким поддерживающим устройствам необходимо использовать следующие виды подвесной арматуры:

а) на трамвайных линиях - изолированные подвесы;

б) на троллейбусных линиях - жесткие подвесы, комплектуемыми пряжечными изоляторами или заменяющими их натяжными изоляторами других типов.

Троллейбусные жесткие подвесы допускается применять везде, где передаваемая на них нагрузка не будет превосходить 5000 Н (500 кгс).

9.5. Во всех случаях, когда габариты сооружений по высоте позволяют применять только жесткий способ крепления контактных проводов к опорным конструкциям, следует использовать изолированные потолочные подвесы. К таким случаям относятся места крепления контактных проводов:

а) под искусственными сооружениями;

б) в проемах ворот депо, ремонтных мастерских и заводов;

в) внутри производственных зданий.

9.6. В эластичной троллейбусной подвеске на наклонных струнах необходимо применять специальную подвесную арматуру, обеспечивающую нормальное рабочее положение контактных проводов при любых наклонах струн в момент токосяема.

9.7. Несущие тросы цепных подвесок следует крепить к гибким поперечинам и кронштейнам при помощи специально разработанных для этих целей подвесных узлов.

9.8. Контактные провода трамвайных и троллейбусных подвесок следует крепить к подвесам, поддерживающим струнам и фиксаторам посредством подвесных зажимов.

9.9. Струны в контактных подвесках должны обеспечивать надежное крепление проводов при изменениях температуры.

Необходимая длина струны должна определяться из условия, что угол наклона струны, образующийся в результате продольных перемещений контактного провода, при крайних значениях температуры воздуха не превышает 30 град. к вертикали. При невозможности выдержать это условие должны быть применены скользящие струны.

9.10. Фиксаторы в эластичных трамвайных подвесках должны обеспечивать надежную фиксацию трамвайных проводов относительно оси пути, их эластичность и возможность продольных перемещений при изменениях температуры.

9.11. Фиксаторы на кривых участках пути должны быть установлены таким образом, чтобы они работали на растяжение. На опорах с кронштейнами, установленных с внутренней стороны кривых участков пути, для фиксации заданного положения контактных проводов следует применять обратные фиксаторы.

9.12. Крепление фиксатора к поддерживающему устройству должно обеспечивать шарнирность при наибольших возможных перемещениях фиксатора в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Форма фиксатора должна обеспечивать свободное прохождение токоприемников трамвая при отжатии ими контактного провода. При этом следует учитывать возможность поперечных отклонений токоприемников в каждую сторону - до 250 мм.

10. ИЗОЛЯЦИЯ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

10.1. Все, находящиеся под напряжением устройства контактной сети трамвая и троллейбуса, должны иметь не менее двух ступеней изоляции по отношению:

а) к заземленным элементам оборудования контактной сети (опорам, зданиям, инженерным сооружениям);

б) ко всем токопроводящим элементам подвески ближайших линий трамвая и троллейбуса;

в) к проводам и оборудованию других электрических линий (проводам освещения, связи, радиотрансляционным, часовой сети и пр.), закрепляемым на поддерживающих устройствах контактной сети. При этом деревянные опоры, стены зданий и устройства для поглощения шума изоляцией не считаются.

Примечание:

1. Допускается одна ступень изоляции между положительным и отрицательным проводами одной троллейбусной линии, при использовании натяжных изоляторов с улучшенными электрическими свойствами, рассчитанными на испытательное напряжение 5 кВ.

2. Деревянные щиты и брусья, на которых устанавливаются потолочные подвесы, принимаются за вторую ступень изоляции (при условии обеспечения изоляции, рассчитанной на испытательное напряжение 5 кВ).

Поверхности щитов и брусьев должны быть покрыты изоляционным лаком.

10.2. Элементы контактной сети, находящиеся под напряжением, должны быть удалены на расстояние не менее, м:

- от опорных конструкций	1,5
- от балконов зданий и оконных проемов	2,0
- от изолированных кронштейнов	0,25
- от стволов деревьев	1,5
- от ветвей	1,0
- от металлических частей инженерных сооружений:	
- при свободном подвешивании (в пролете)	0,2
- при жестком закреплении	0,1

В случае невозможности соблюдения указанных требований необходимо предусматривать специальные защитные устройства (изоляционные кожухи, щиты и т.п.).

10.3. Применяемые в контактных подвесках изоляторы должны обладать достаточной электрической и механической прочностью, стойкостью к резким перепадам температуры, к воздействию влаги и к поверхностным электрическим разрядам. Изоляторы подразделяются на следующие категории:

а) натяжные;

б) подвесные;

в) для специальных частей контактной сети.

10.4. Все виды поддерживающих устройств (гибкие поперечины, кронштейны и пр.) должны иметь одну ступень изоляции в местах их крепления к опорным конструкциям.

10.5. В простых и фиксирующих гибких поперечинах изоляция должна устанавливаться:

а) в местах крепления контактных проводов к поперечинам;

б) на расстоянии не более 2 м и не менее 1,5 м от контактного провода в сторону крепления поперечины к опорным конструкциям;

в) на расстоянии не более 2 м и не менее 1,5 м от каждого контактного провода между соседними линиями, если расстояние между ними более 6 м;

г) посередине между двумя линиями, при расстоянии между ними от 2 до 6 м;

д) в местах крепления поперечин к опорным конструкциям.

10.6. Если гибкая поперечина одновременно выполняет роль междупутного или питающего электрического соединителя, то она должна быть отделена от остальных элементов контактной сети двумя степенями изоляции.

10.7. Несущие гибкие поперечины из стального каната должны быть отделены одной ступенью изоляции:

от контактных и усиливающих проводов;

от специальных частей контактной сети;

от продольных несущих тросов цепных подвесок;

от опорных конструкций.

10.8. В поперечинах из стального каната, воспринимающих нагрузку от кривых держателей, изоляция должна быть в местах крепления кривых держателей к поперечинам и поперечин к опорным конструкциям.

10.9. В несущих поперечинах сложной формы изоляцию необходимо устанавливать в местах:

- а) крепления к опорным конструкциям;
- б) соединения отдельных составных элементов поперечин;
- в) соединения поперечины с токоведущими элементами контактной сети.

10.10. Продольные несущие тросы цепных подвесок должны иметь одну ступень изоляции относительно поддерживающих их устройств, а несущие тросы троллейбусных цепных подвесок кроме того должны быть изолированы от находящихся под напряжением элементов контактной сети.

Оба несущих троса троллейбусной цепной подвески рекомендуется секционировать с установкой в них изоляции через каждые 5-6 пролетов подвески (но не более 450 м).

10.11. В поддерживающих струнах изоляцию необходимо устанавливать со стороны их крепления к контактному проводу или специальными частями.

При креплении струн к несущей поперечине, являющейся одновременно и электрическим соединителем, в каждой из них должно быть предусмотрено по два изолятора.

10.12. В анкерных тросах изоляция должна быть установлена в месте крепления их к контактному проводу, поддерживающему устройству и к опорным конструкциям. В анкерных тросах контактного провода трамвая изоляцию со стороны контактного провода следует устанавливать в месте, находящемся на расстоянии 1,5 м от оси пути.

10.13. При подвешивании контактных проводов трамвайных и троллейбусных линий на коротких гибких поперечинах, закрепляемых на кронштейнах, изоляция должна быть установлена в местах:

- а) крепления проводов к поперечине;
- б) крепления поперечины к опоре.

10.14. В каждый фиксатор трамвайной подвески вне зависимости от его конфигурации необходимо включать изоляционный элемент, устанавливаемый со стороны крепления фиксатора к поддерживающему устройству контактной сети.

Примечание: Обратные фиксаторы и оттяжные стойки в трамвайных и троллейбусных подвесках допускается устанавливать без изоляции, если они являются составным элементом кронштейна.

10.15. При подвешивании троллейбусных контактных проводов к кронштейнам на гибкой арматуре под нижнюю часть кронштейна (в пределах расположения проводов) необходимо устанавливать изоляционные планки.

10.16. В каждый оттяжной трос, устанавливаемый с целью разгрузки опоры контактной сети, необходимо включать натяжной изолятор, располагаемый в месте крепления троса к опоре.

10.17. Отрицательные провода в троллейбусной контактной сети всегда должны занимать правое по направлению движения положение, т.е. подвешиваться ближе к опорным конструкциям. В отдельных исключительных случаях (на территориях депо, ремонтных мастерских и заводов и т.д.), а также при трехпроводной системе питания может быть допущен и обратный порядок расположения положительного и отрицательного проводов. На таких участках контактной сети необходимо предусматривать предупредительные указатели и окраску подвесной арматуры положительного контактного провода в красный цвет.

11. ПИТАНИЕ И СЕКЦИОНИРОВАНИЕ КОНТАКТНОЙ СЕТИ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СОЕДИНИТЕЛИ

11.1. Питающие линии от тяговых подстанций к контактным сетям, в черте города следует предусматривать кабельными, проложенными в земле. Для загородных линий допускается прокладка воздушных линий.

Сечение кабелей и проводов питающих и усиливающих линий принимается в соответствии с электрическим расчетом, а воздушные линии кроме этого, следует проверять на механическую прочность.

Воздушные питающие и усиливающие линии следует, как правило, выполнять из неизолированных медных или биметаллических проводов.

Питающие и усиливающие линии должны иметь изоляцию относительно земли на напряжение не менее 1 кВ.

11.2. Для цепей питающих линий, подключаемых к рельсовой сети трамвая следует предусматривать кабельные шкафы, оборудованные разъемными электрическими соединениями.

11.3. Воздушные питающие и усиливающие линии следует подвешивать на опорах контактной сети со стороны, противоположной контактными проводам на расстоянии от опор (в плане) не менее 0,5 м при наибольшем отклонении проводов. В этом случае использование опор контактной сети для крепления на них электрических сетей другого назначения не допускается. При использовании опор контактной сети для уличного освещения питающие и распределительные сети уличного освещения должны быть кабельными, а питающие и усиливающие линии следует изготавливать из медных изолированных проводов с изоляцией на напряжение 1 кВ.

Воздушные питающие и усиливающие линии, расположенные над тротуарами, следует предусматривать изолированными с изоляцией на напряжение 1 кВ. Допускается прокладка питающих и усиливающих линий, выполняемых из неизолированных проводов, над проезжей частью дороги (улицы) на расстоянии не менее 1,5 м от опоры.

11.4. В соответствии с расчетной схемой электроснабжения контактная сеть трамвайных и троллейбусных линий должна быть разделена на ряд изолированных участков (секций) посредством секционных изоляторов с дугогашением.

Секционные изоляторы также следует устанавливать между участками контактной сети пассажирских линий и линий прочего назначения (для технологической связи с депо, ремонтными мастерскими, грузовыми линиями и т.д.) и для секционирования контактных линий в депо и ремонтных мастерских (заводов) в соответствии с технологическими требованиями и с требованиями безопасности при производстве ремонтных работ.

В троллейбусной контактной сети секционные изоляторы с дугогашением следует предусматривать как на положительных, так и на отрицательных проводах.

11.5. В продольных несущих тросах цепных контактных подвесок, а также в проводах усиливающих линий в местах размещения секционных изоляторов необходимо предусматривать натяжные изоляторы. В контактной сети троллейбуса оба несущих троса должны быть дополнительно секционированы натяжными изоляторами на участке и длиной не более 450 м. Натяжные изоляторы следует устанавливать у поддерживающих устройств.

11.6. Соединение выводов питающих кабелей или воздушных линий с контактной сетью следует предусматривать питающими соединителями.

Сечения питающих соединителей должны соответствовать расчетным электрическим нагрузкам и быть не менее суммарного сечения двух подключаемых к ним контактных проводов.

Питающие соединители, прокладываемые по опорам и кронштейнам (как внутри, так и снаружи), следует изготавливать из медных гибких проводов с изоляцией на напряжение не ниже 2,5 кВ.

11.7. Присоединение воздушных питающих и междупутных соединителей к контактными проводам следует предусматривать гибкими электрическими перемычками (питающими дужками) из медного изолированного провода с изоляцией на напряжение не ниже 1000 В и сечением 95 мм². Подключение каждого контактного провода к питающему соединителю необходимо предусматривать двумя дужками, а к междупутному соединителю - одной дужкой.

11.8. На контактной сети следует располагать междупутные электрические соединители, подключаемые к проводам одного полюса разных направлений движения и к соответствующим им проводам усиливающих линий.

11.9. Междупутные электрические соединители применяются в целях:

- а) выравнивания величины тока, протекающего в контактными проводами разных направлений движения;
- б) повышения тока короткого замыкания до величины, гарантирующей надежность срабатывания автоматических выключателей на тяговой подстанции;
- в) предотвращения потери питания соответствующего участка линии при обрыве контактного провода.

11.10. Междупутные соединители при двухпроводной системе электроснабжения следует размещать:

через каждые 150-200 м с прокладкой по воздуху для контактной сети трамвая и для контактной сети троллейбуса на двухпутных кронштейнах и гибких поперечинах;

через каждые 300 м с прокладкой в земле. В исключительных случаях допускается увеличение этого расстояния до 400 м;

через каждые 120-200 м на участках контактной сети с усиливающими линиями;

по обе стороны каждого из секционных изоляторов (не далее чем через два пролета от них) на расчетных токоразделах между подстанциями;

у секционных изоляторов, располагаемых между смежными участками питания, где не предполагается установка воздушных или кабельных питающих соединителей;

через каждые 200-300 м с прокладкой по воздуху для контактной сети троллейбуса на кронштейнах с обособленной подвеской каждого направления движения.

Сечения междупутных электрических соединителей должны быть не менее сечения контактного провода.

Неизолированные воздушные электрические соединения следует размещать от тросовых поперечин на расстоянии по вертикали не менее 1,0 м; от изолированных кронштейнов - не менее 0,5 м. При размещении неизолированных воздушных электрических соединителей в одном уровне с тросовыми поперечинами расстояния между ними по горизонтали должно быть не менее 0,5 м.

В качестве междупутных электрических соединителей допускается использовать узлы контактной сети, разворотные кольца, воздушные стрелочные слияния (разветвления) линий.

11.11. Питающие и междупутные электрические соединители, как правило, надлежит выполнять в виде самостоятельных поперечин, располагаемых над контактными проводами трамвайных линий на расстоянии не менее 0,7 м и не менее 1 м над троллейбусными проводами.

При проектировании контактной подвески на цепных гибких поперечинах электрические соединители разрешается включать в состав несущей поперечины при этом в каждой поддерживающей струне должно быть установлено по два изолятора.

Примечание: При включении проводов междупутных соединителей в состав простых или фиксирующих поперечин допускается осуществлять жесткое механическое скрепление их с контактными проводами.

11.12. Расположение в троллейбусной контактной сети воздушных питающих и междупутных соединителей, в целях их защиты от повреждений, следует предусматривать в одной вертикальной плоскости с простой гибкой или фиксирующей поперечинами.

В трамвайной контактной сети устройство защитных поперечин под электрическими соединителями необязательно.

11.13. При проектировании на основных магистралях города цепных троллейбусных подвесок с закреплением их на кронштейнах рекомендуется применять вместо воздушных питающих и междупутных соединителей кабельные соединители.

Выводы кабелей в этих случаях следует выполнять внутри опор, а соединение их с контактной сетью осуществлять медными гибкими проводами с изоляцией на 3 кВ, прокладываемыми внутри труб кронштейнов.

11.14. Обводные электрические соединители устанавливаются на воздушных стрелках и пересечениях контактных линий (при условии, если соединители не предусмотрены конструкцией специальной части), на сопряжениях анкерных участков в полукompенсированных подвесках и в других аналогичных случаях. Сечения обводных соединителей должны соответствовать сечению каждого из соединяемых ими контактных проводов.

11.15. Для крепления электрических соединителей всех видов к контактным проводам следует предусматривать питающие и соединительные зажимы.

11.16. Продольнонесущие тросы трамвайных цепных подвесок следует соединять с контактными проводами электрическими соединителями (дужками) через 120-200 м, а при одновременном использовании несущих тросов в качестве усиливающих проводов - через 80-150 м. В местах секционирования продольных несущих тросов натяжными изоляторами электрические соединители необходимо предусматривать с обеих сторон этих изоляторов.

11.17. Пункты присоединения кабелей отрицательной полярности к рельсам трамвайных путей необходимо размещать в соответствии с электрическими расчетами. При этом необходимо учитывать, что максимальное падение напряжения в рельсах от ближайшего места присоединения кабеля, исчисленное по среднесуточной нагрузке за месяцы со среднесуточной температурой выше минус 5°С, должно быть не более значений, указанных в табл. 10.

Основание трамвайного пути	Максимально допустимое падение напряжения В, при числе месяцев в году со среднемесячной температурой выше -5 °С				
	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
1. Бетонное с рельсами, утопленными в бетон	1,2	0,8	0,6	0,5	0,4
2. Песчаное с дорожным покрытием из штучных материалов	6	4	3	2,5	2
3. Щебеночное с дорожным покрытием из штучных материалов или песчаное со слоем битуминизированного песка	9,6	6,4	4,8	4	3,2
4. Бетонное с электроизоляцией корыта битуминизированным песком слоем 10-12 см	12	8	6	5	4
5. Шпально-песчаное и шпально-щебеночное без дорожного покрытия из штучных материалов	12	8	6	5	4

12. АНКЕРОВКИ

12.1. Анкеровки необходимо предусматривать в местах:

- а) начала и окончания линий;
- б) слияния и разветвления линий на стрелочных узлах;
- в) деления подвески на отдельные независимые анкерные участки;
- г) изменения натяжений и сечений контактных проводов.

12.2. Предпочтительным направлением анкерных ветвей при проектировании является такое, которое исключает пересечение анкеруемой ветвью контактных проводов. При углах излома анкерных ветвей более 20 град. их фиксацию, в целях уменьшения нагрузок на подвесную арматуру и поддерживающие устройства, рекомендуется осуществлять в пределах двух-трех соседних пролетов.

12.3. Опоры, воспринимающие нагрузки от анкерных ветвей, допускается разгружать путем последовательного соединения между собой нескольких опор оттяжками, направленными вдоль оси проезда.

При этом расчетная нагрузка, приходящаяся на каждую опору, не должна превышать нормативную.

12.4. Допускается предусматривать взаимное анкерование нижеследующих устройств контактной сети, если обеспечивается равенство их натяжений:

- а) продольных несущих тросов цепной подвески и контактных проводов;
- б) сходных и управляемых стрелочных узлов;
- в) стрелочных узлов и контактных проводов.

12.5. В местах входа линий в искусственные сооружения и на выходах из них (транспортные тоннели, путепроводы, эстакады и пр.), при жесткой системе подвески контактных проводов, их следует анкеровать на несущие конструкции сооружений и предусматривать дублирующие анкеровки.

12.6. В полукompенсированных и компенсированных контактных подвесках в середине анкерного участка с двухсторонней компенсацией необходимо предусматривать узел средней анкеровки контактного провода.

12.7. Средние анкеровки контактных проводов, при одинаковых условиях трассы, следует располагать в среднем пролете анкерного участка, смещение их в любую сторону не должно превышать одного пролета.

В месте размещения средней анкеровки контактного провода должна быть предусмотрена дву- сторонняя анкеровка продольного несущего троса.

Если в составе анкерного участка имеются кривые, то средние анкеровки должны быть смещены от середины анкерного участка таким образом, чтобы условия натяжения обеих частей отличались между собой не более чем на 5 %.

12.8. Длина каждой ветви средней анкеровки контактного провода должна быть приблизительно равна двадцатикратному минимальному расстоянию между контактным проводом и несущим тросом. Крепить эти ветви к контактному проводу необходимо под опорной конструкцией. В местах устройства средних анкеровок проводов необходимо жестко анкеровать в обе стороны кронштейны и несущие поперечины, продольно-несущий трос.

12.9. В случаях применения на каждом пути трамвая двух контактных проводов их среднюю анкеровку следует предусматривать с установкой зажимов, обеспечивающих крепление двух контактных проводов к одному анкерному тросу.

12.10. В полукompенсированных и компенсированных контактных подвесках троллейбусных линий узел пересечения с трамвайной линией следует размещать не далее чем за 50 м от узла средней анкеровки контактного провода троллейбуса или в начале анкерного участка, где продольное перемещение контактного провода троллейбуса минимально.

12.11. Узлы контактной сети и кривые участки линий радиусом менее 100 м допускается использовать в качестве жестких или средних анкеровок, поскольку в указанных местах имеют место незначительные перемещения контактных проводов.

13. ГРУЗОВЫЕ КОМПЕНСАТОРЫ, СОПРЯЖЕНИЯ АНКЕРНЫХ УЧАСТКОВ, СЕЗОННО-РЕГУЛИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

13.1. Длину анкерных участков полукompенсированных и компенсированных подвесок необходимо определять с учетом реакции фиксаторов, струн и кривых. При этом колебания натяжения контактного провода в пределах анкерного участка не должны превышать $\pm 15\%$ от номинального напряжения, создаваемого компенсатором.

13.2. В нормальных условиях длину анкерных участков компенсированных контактных проводов на прямых участках линий рекомендуется принимать:

- а) при двусторонней компенсации - 900-1400 м;
- б) при односторонней компенсации - 450-700 м.

На линиях с кривыми длину анкерных участков компенсированных проводов следует уменьшать в зависимости от расположения кривых, их радиуса и длины.

13.3. В полукompенсированных и компенсированных подвесках рекомендуется применять двухблочные и трехблочные компенсаторы с коэффициентами передачи 2:1 и 4:1.

Блоки компенсаторов должны быть предусмотрены на подшипниках качения с заправкой их стальным 37-проволочным канатом диаметром 10,5 мм, изготовленным по ГОСТ 3062-80.

В троллейбусной сети допускается установка блочных автоматических регуляторов натяжения непосредственно на контактных проводах.

13.4. В случаях размещения компенсаторных грузов снаружи опор в обязательном порядке должна быть предусмотрена установка ограничителей перемещения грузов в поперечных направлениях и решетчатых ограждений грузов.

13.5. Сопряжения анкерных участков должны обеспечивать плавный переход токоприемников с контактного провода одного анкерного участка на контактный провод другого участка, без ухудшения токосъема и без снижения установленной скорости движения.

13.6. Расположение струн, фиксаторов, электрических соединителей и других элементов подвески в местах сопряжения контактных проводов двух анкерных участков должно быть таким, чтобы обеспечивалась возможность свободных продольных перемещений проводов.

13.7. Сопряжения анкерных участков двухпутных линий трамвая или двух проводов одной линии троллейбуса допускается выполнять как совмещенно в одном пролете, так и со смещением на несколько пролетов.

13.8. В некомпенсированных подвесках сезонно регулирующие устройства рекомендуется предусматривать:

- а) при простых подвесках на гибких поперечинах и в цепных подвесках через каждые 400-500 м;
- б) при простых подвесках на кронштейнах через 300-400 м.

13.9. Сезонно-регулирующие устройства необходимо размещать на прямых участках пути и, как исключение, на кривых радиусом не менее 100 м.

13.10. От мест с применением жестких подвесок (под мостами, путепроводами, эстакадами и пр.) и разворотных колец, сезонно регулирующие устройства необходимо смещать не менее чем на 200 м.

13.11. Сезонную регулировку натяжения контактных проводов некомпенсированных подвесок допускается осуществлять на стыковых соединениях.

14. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЧАСТИ

14.1. Специальные части контактной сети (за исключением кривых держателей), как правило, следует размещать на прямых участках трамвайных и троллейбусных линий, с уклоном менее 15 ‰.

Допускается установка специальных частей контактной сети с изолированными ходовыми элементами на следующих продольных уклонах трассы, ‰:

пересечения троллейбусных линий	до 20
пересечения трамвайной и троллейбусной линии	до 25
стрелочные узлы управляемые	до 25
стрелочные узлы сходные	до 30
секционные изоляторы	до 40

14.2. При трассировке контактных линий углы пересечений и слияний (расхождений) контактных линий должны соответствовать диапазону допустимых углов конструкций специальных частей контактной сети, изготавливаемых промышленностью.

14.3. Конструкция крепления пересечений трамвайных и троллейбусных линий должна обеспечивать пространственное положение пересечения в плоскости параллельной плоскости трамвайного пути.

14.4. Излом контактного провода в горизонтальной плоскости на специальных частях конструкций не допускается.

14.5. На секционном изоляторе излом контактного провода допускается не более 4°.

14.6. При установке специальной части на кривом участке линии положение ее должно быть определено таким образом, чтобы контактный провод на расстоянии не менее 1 м от входа и выхода из специальной части не имел излома.

14.7. Изолированные ходовые элементы специальных частей контактной сети должны иметь на выходе дугогасительные устройства.

14.8. В местах установки пересечения трамвайного провода с троллейбусными на кривой, хорду контактного провода трамвая (см. таблицы 1-3 приложения 2) необходимо скорректировать, допуская при этом возможность смещения осевой линии пересечения (по трамваю) относительно траектории движения оси токоприемника до 150 мм.

14.9. При проектировании трамвайных и троллейбусных линий следует ориентироваться на конструкции пересечений контактных проводов под углами:

а) от 30° до 90° - в пересечениях трамвайного провода с троллейбусными проводами;

б) от 35° до 90° - в пересечениях троллейбусных проводов.

14.10. На горизонтальных участках троллейбусных линий и на уклонах до 15 ‰ следует применять изолированные троллейбусные пересечения, комплектуемые восемью секционными изоляторами, из которых два должны быть с дугогашением. Изоляторы с дугогашением необходимо устанавливать на проводах всегда первыми по движению.

14.11. На подъемах более 15 ‰ рекомендуется использовать пересечения, которые обеспечивают движение троллейбусов на подъем под током и в другом направлении движение их по инерции.

Такие пересечения необходимо предусматривать и в тех случаях, когда расстояние между изолированными частями двух последовательно установленных пересечений менее 5 м.

Примечание: Применять пересечения контактных проводов на территориях троллейбусных депо и ремонтных мастерских не рекомендуется.

14.12. Расстояния между конструкциями пересечений троллейбусных линий с изолированными ходовыми элементами не должно быть менее 5 м.

При расстоянии между пересечениями 5 м следует, как правило, применять пересечения обеспечивающие движение под током.

14.13. Конструкции пересечений трамвайного контактного провода с троллейбусными, как правило, следует применять такие, которые обеспечивают прохождение пересечения троллейбусом под током, а трамваем - по инерции.

14.14. В отдельных местах могут быть применены пересечения, допускающие обратный порядок их прохождения трамваем и троллейбусом. К таким местам относятся участки трамвайных линий:

а) на подъемах более 25°;

б) с кривыми радиусом менее 70 м;

в) с сочетаниями подъема с кривым участком пути.

14.15. Пересечения контактных проводов рекомендуется подвешивать на отдельных несущих поперечинах при помощи двух изолированных струн длиной не менее 0,7 м. При необходимости допускается подвешивание на одной несущей поперечине двух пересечений.

14.16. На участках цепных подвесок в качестве поперечин, поддерживающих пересечения, допускается использовать несущие тросы подвесок, при условии соблюдения следующих обязательных требований:

а) длине струн, поддерживающих пересечения, не менее 0,4 м;

б) уклонах несущего троса (в пролете с подвешенным пересечением) не менее 1/10;

в) обязательной анкеровки несущих тросов, воспринимающих дополнительную нагрузку от веса пересечений.

14.17. Все ответвления от контактных проводов пассажирских троллейбусных линий необходимо оборудовать управляемыми (автоматическими) и сходными стрелками, обеспечивающими симметричное разветвление проводов под углом 20 град. Применять в троллейбусной контактной сети несимметричные стрелки не рекомендуется.

14.18. Троллейбусные стрелки следует также предусматривать на ответвлениях от пассажирских линий к депо и ремонтным мастерским и на их территориях, в местах, где они часто будут использоваться, преимущественно на въездах и выездах и на поточных линиях. Ответвления служебного назначения и грузовые линии троллейбуса допускается проектировать с управляемыми стрелками в исключительных случаях.

14.19. Сходные стрелки рекомендуется применять во всех местах слияния проводов двух троллейбусных линий любого назначения, при протяженности каждой из них более 100 м.

14.20. Управляемые и сходные стрелки на территориях троллейбусных депо, ремонтных мастерских и заводов необходимо размещать на расстояниях между ними (по движению) не менее 8 м. В стесненных условиях допускается уменьшение этого расстояния до 5 м.

14.21. Троллейбусные стрелки, как правило, следует устанавливать на горизонтальных участках или на подъемах до 20 ‰, а в порядке исключения - на подъемах не превышающих 30 ‰ для сходных и 25 ‰ для управляемых.

В городах, характерных интенсивным гололедообразованием, установка троллейбусных стрелок на подъемах и спусках более 20 ‰ не допускается.

14.22. На городских троллейбусных линиях места установки управляемых стрелок должны быть выбраны с учетом габаритов участвующего в движении подвижного состава:

а) при троллейбусах длиной до 12 м стрелки должны быть запроектированы перед пешеходными дорожками перекрестков на расстояниях от них не менее 20 м;

б) при сочлененных троллейбусах (длиной до 18 м) стрелки должны быть предусмотрены не менее как в 30 м перед пешеходными дорожками перекрестков.

На участках с интенсивным движением транспорта, управляемые стрелки следует относить от перекрестков навстречу движению на расстояние, обеспечивающее перестроение троллейбусов до зоны скопления транспорта перед перекрестком.

14.23. Сходные стрелки рекомендуется размещать за пешеходными дорожками перекрестков, на расстояниях от них не менее 8 м.

14.24. На поддерживающих устройствах рекомендуется предусматривать крепление не более одной пары троллейбусных стрелок, с подвешиванием их на двух изолированных струнах длиной не менее 0,7 м.

14.25. Образование угла в 20 град. на симметрично расходящихся от стрелок проводах может быть обеспечено:

а) гибкой фиксирующей поперечиной;

б) путем установки в стрелочном узле жесткого распора симметрии (в случаях, когда нет условий для устройства гибкой поперечины).

14.26. Несущие и фиксирующие гибкие поперечины должны пересекать в стрелочном узле основное направление троллейбусной линии под углом 90 град. Отклонения

допускаются на угол не более 10 град., а в контактных сетях троллейбусных депо и ремонтных мастерских (заводов) и на технологических линиях - до 20 град.

14.27. Секционные изоляторы рекомендуется предусматривать на горизонтальных прямых участках линий в местах, где движение осуществляется в режиме "выбега" или "торможения" (при подходах к остановке, кривым участкам линий и узлам контактной сети, а также на уклонах до 40 ‰).

На участках со сложным рельефом местности допускается размещение секционных изоляторов с дугогашением на кривых радиусом не менее 100 м и на подъемах, не превышающих 20 ‰ для трамвая и 30 ‰ для троллейбуса.

Проектировать секционные изоляторы на кривых участках линий следует таким образом, чтобы они не испытывали горизонтальных усилий от излома контактного провода.

14.28. В цепных полукompенсированных трамвайных и троллейбусных подвесках секционные изоляторы рекомендуется предусматривать вблизи устройств средней и жесткой анкеровок.

При невозможности соблюдения этого требования секционные изоляторы следует подвешивать на скользящих струнах или другими способами, обеспечивающими изоляторам свободу перемещений.

14.29. Температурные винты, предназначенные для сезонного регулирования натяжения трамвайных контактных проводов, должны быть снабжены устройством, позволяющим изменять высоту их подвешивания.

15. ЗАЩИТА КОНТАКТНОЙ СЕТИ ОТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ И ПЕРЕНАПРЯЖЕНИИ

15.1. При проектировании электроснабжения трамвайных и троллейбусных линий на тяговых подстанциях должна быть предусмотрена максимальная токовая защита контактных сетей от токов короткого замыкания. При этом ток уставки автоматического выключателя питающей линии должен быть меньше тока короткого замыкания секции контактной сети, а от малых токов короткого замыкания следует устанавливать дополнительные устройства защиты, исключающие отжиг контактных проводов.

15.2. Для снижения уровня питающих перенапряжений, на контактной сети должны быть установлены роговые разрядники с искровым промежутком (4 ± 1) мм. Разрядники необходимо проектировать на линиях трамвая и троллейбуса, проходящих по открытой местности и по территории с одноэтажной застройкой, не экранированной высокими деревьями и сооружениями, а также по застроенным улицам, когда их ширина b , м, удовлетворяет условиям

$$b > 7h_0 \text{ (при двухсторонней застройке) или} \\ b > \frac{1,6h_0}{1 + h_{к.с.}/h} \text{ (при односторонней застройке),}$$

где h - наибольшая высота здания, м;

$h_{к.с.}$ - высота расположения находящихся под напряжением элементов контактной сети, м;

h_0 - превышение высоты здания над высотой подвешивания контактной сети, м.

$$h_0 = h - h_{к.с.}$$

15.3. Защиту от перенапряжений можно не предусматривать на участках контактной сети, расположенных вблизи линий электропередач напряжением более 1000 В, а также на городских улицах, застроенных высокими зданиями или при наличии вышерасположенных (по отношению к контактной сети) линий уличного освещения.

15.4. Грозовые разрядники на контактной сети следует проектировать:

а) в местах присоединения питающих линий к контактной сети;

б) на конечных пунктах участков контактной сети трамвая и троллейбуса при наличии на них устройств сигнализации, централизации, блокировки (далее СЦБ). В случаях, когда питающие линии запроектированы воздушными, разрядники следует располагать в местах подключения этих линий к кабельным выводам от тяговой подстанции.

15.5. Грозовые разрядники необходимо размещать на вершинах опор контактной сети. Разрядники должны быть присоединены к электрическим питающим или междупутным соединителям и к специальному заземлителю с сопротивлением растеканию тока промышленной частоты не более 10 Ом, или на металлические оболочки или броню питающих

кабелей с таким же сопротивлением растеканию тока промышленной частоты. Все электрические соединения в цепях разрядников должны быть выполнены изолированным проводом сечением (по меди) не менее 25 мм² на напряжение 1 кВ.

Примечание: Допускается присоединение заземляющего провода разрядника к рельсам на закрытых участках трамвайного пути, если на последнем не было принято специальных защитных мер по увеличению переходного сопротивления между рельсами и землей.

15.6. На троллейбусной контактной сети роговые разрядники необходимо устанавливать как на положительных, так и на отрицательных проводах, с размещением их в двух смежных пролетах.

15.7. Рога разрядников необходимо изготавливать из круглой стали диаметром не менее 12 мм.

Для обеспечения надежного гашения дуги форма рогов разрядника должна строго соответствовать типовому чертежу.

15.8. Конструкции защитных устройств контактной сети и их заземлений в каждом конкретном случае должны быть определены проектом.

16. ПЕРЕСЕЧЕНИЯ И ВЗАИМНЫЕ СБЛИЖЕНИЯ КОНТАКТНЫХ ПРОВОДОВ С ЛИНИЯМИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ, СВЯЗИ И РАДИОТРАНСЛЯЦИОННЫМИ

16.1. Пересечения и взаимные сближения трамвайных и троллейбусных контактных подвесок с линиями связи и радиотрансляционными надлежит осуществлять в соответствии с ГОСТ 67.

16.2. Пересечение и сближение воздушных электрических линий напряжением до 1000 В с контактными проводами и тросами трамвайных и троллейбусных линий должны проектироваться в соответствии с требованиями "Правил устройства электроустановок" (ПУЭ).

16.3. Расстояния до проводов воздушных линий электропередачи напряжением до 1000 В в местах пересечения и сближения с трамвайными и троллейбусными линиями следует предусматривать не менее:

по вертикали: для трамвайных линий - 8 м от уровня головок рельсов при токосъеме дугowymi токоприемниками и пантографами и 10,5 м при токосъеме штанговыми токоприемниками;

для троллейбусных линий - 10,5 м от высшей отметки уровня дорожного покрытия;

по горизонтали: для трамвайных линий - 5 м от оси пути при токосъеме дугowymi токоприемниками, и пантографами и 7 м - при токосъеме штанговыми токоприемниками;

для троллейбусных линий - 6 м от края дороги, ограниченной бортовым камнем или другими ограничителями отклонения и 14 м от оси контактной линии без ограничения отклонения троллейбусов от оси проводов.

16.4. Расстояния (в плане) между опорами контактных сетей трамвая и троллейбуса и опорами линии электропередачи напряжением до 1000 В (кроме линий уличного освещения, располагаемых на опорах контактной сети) должны быть не менее 1,5 м.

16.5. Воздушные линии электропередачи напряжением до 1000 В, (кроме линий уличного освещения) проходящие параллельно трамвайным и троллейбусным линиям, как правило, должны находиться вне зоны, занятой контактной сетью, включая и опоры. В отдельных случаях допускается расположение воздушных электрических линий напряжением до 1000 В над поперечинами контактной сети, когда по местным условиям опоры этой сети на протяжении не более 50 м отклоняются от нормального размещения по отношению к проезжей части (на площадях, разворотных кольцах, кривых участках линий и пр.)

При этом необходимо соблюдать следующее:

а) поперечины и несущие тросы на участке пересечения должны иметь двойную изоляцию от контактных проводов;

б) расстояния по высоте от проводов воздушных линий, включая провода уличного освещения, до поперечин и несущих тросов контактной сети при наиболее неблагоприятных сочетаниях температуры и нагрузки должны быть не менее 1,5 м и соответствовать требованиям п. 16.2 настоящих указаний.

16.6. Пересечения и сближения воздушных линий электропередачи (ВЛ) напряжением свыше 1000 В с трамвайными и троллейбусными линиями должны быть запроектированы в соответствии с требованиями "Правил устройства электроустановок".

16.7. Расстояния при пересечении и сближении воздушных линий электропередачи напряжением более 1000 В с трамвайными и троллейбусными линиями при наибольшей стреле провеса проводов должны быть не менее приведенных в таблице 11.

16.8. Угол пересечения трамвайных и троллейбусных линий с воздушными линиями электропередачи напряжением свыше 1000 В следует принимать равным 60-90°.

16.9. При размещении трамвайных и троллейбусных линий в зоне наведенного напряжения вблизи электрифицированной железной дороги на переменном токе, воздушной линии электропередачи (ВЛ) напряжением 110 кВ и выше или напряжением 35 кВ с большими токами замыкания на землю в случае необходимости следует предусматривать защитные мероприятия по борьбе с опасным наведенным напряжением в контактных проводах вследствие индуктивного влияния электрифицированной железной дороги или линии электропередачи.

17. ПОДВЕШИВАНИЕ ЛИНИЙ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

17.1. Опоры контактных сетей трамвая и троллейбуса разрешается использовать для установки на них арматуры уличного освещения и подвешивания проводов питающей линии или устройства вводов в опоры кабелей уличного освещения. Вопрос совместного использования опор контактной сети различными ведомствами должен быть предварительно согласован.

17.2. Кабели уличного освещения должны быть надежно изолированы от совмещенных опор контактной сети. Разделку и крепление кабелей в местах их ввода в опоры необходимо предусматривать с применением пластмассовых клиц, а прокладываемые внутри опор провода принимать с изоляцией на напряжение 3000 В.

17.3. Приближение поперечин контактной сети трамвая и троллейбуса к поперечинам и проводам уличного освещения при наиболее неблагоприятных атмосферных условиях допускается на расстояние не менее 0,5 м.

17.4. Расположение поперечин с проводами уличного освещения в местах пересечения ими контактных проводов трамвая и троллейбуса должно быть предусмотрено в соответствии с требованиями п. 16.3 настоящих Указаний.

17.5. Прокладку проводов уличного освещения от питающих кабелей к светильникам на анкерных металлических опорах при расположении внутри последних грузов компенсатора, рекомендуется выполнять снаружи опор в металлических трубах в соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок.

18. УСТАНОВКА НА КОНТАКТНОЙ СЕТИ СПЕЦИАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

18.1. Специальные устройства по обслуживанию движения трамвая и троллейбуса (часовые, контрольные и сигнальные линии внутренней связи и радиотрансляционные, устройства блокировки и управления стрелками и пр.) разрешается проектировать с креплением проводов как на опорах, так и на гибких поперечинах контактной сети.

18.2. Крепление проводов специальных устройств на опорах следует предусматривать с применением штыревых изоляторов и траверс, располагаемых по отношению к контактной подвеске с внешней стороны опор. В верхней части рекомендуется размещать провода с более высоким напряжением, а ниже - слаботочные провода. Минимальные расстояния по горизонтали между проводами устройств по обслуживанию движения и поверхностью каждой опоры должны быть:

- для проводов с напряжением 380/220 В - 200 мм;
- для проводов с меньшим напряжением - 100 мм;

18.3. При наличии на опорах питающих и усиливающих проводов контактной сети размещение на них проводов другого назначения не допускается.

18.4. Допускается прокладка изолированных проводов сигнализации, централизации, блокировки (далее СЦБ) вдоль тросовых поперечин при соблюдении требований п. 6.27 настоящих указаний.

№№ п/п	Наименование пересечения или сближения	Наименьшее расстояние (м) при напряжении ВЛ (кВ)			
		до 100	150-220	330	500
1	Вертикальные расстояния от проводов ВЛ				
	а) при пересечении с троллейбусной линией (в нормальном режиме):				
	- до высшей отметки проезжей части	11	12	13	13
	- до проводов или несущих тросов контактной сети	3	4	5	5
	б) при пересечении с трамвайной линией (в нормальном режиме):				
- до уровня головок рельсов	9,5	10,5	11,5	11,5	
- до проводов или тросов контактной сети	3	4	5	5	
в) при обрыве проводов ВЛ в соседнем пролете до проводов или несущих тросов трамвайной и троллейбусной линий	1	2	2,5	3	
2	Горизонтальные расстояния при сближении от отклоненных проводов ВЛ до опор трамвайной и троллейбусной контактных сетей	3	4	5	5

18.5. Крепление проводов специальных устройств к гибким поперечинам необходимо предусматривать в той части, которая отделена от контактного провода второй ступенью изоляции. Провода следует подвешивать к поперечинам на изоляторах с соблюдением расстояний между поперечиной и проводом (в точках крепления) не менее 100 мм.

18.6. На контактных проводах и в непосредственной близости от них допускается закреплять только такое оборудование, работа которого основана на взаимодействии с токоприемниками проходящего подвижного состава (серийные, шунтовые и блокировочные контакты, сигнальные провода и пр.). Указанное оборудование, как правило, должно быть размещено у точек подвешивания контактных проводов.

18.7. Для конструкций тяжелее 5 кг, устанавливаемых далее 2 м от пунктов подвешивания контактных проводов, следует предусматривать дополнительные поддерживающие поперечины.

18.8. Прокладку проводов к специальным устройствам вдоль поперечин и проводов контактной сети следует выполнять на изоляторах, располагаемых друг от друга на расстоянии не более 1 м.

18.9. Подвешивание контактно-сигнального провода параллельно контактному проводу трамвайной сети не допускается. Сигнализация приближения подвижного состава к ограждаемому участку улицы должна обеспечиваться применением импульсных электрических схем с включающим и отключающим линейными контактами (датчиками).

18.10. Электрические схемы управления сигнализацией и стрелочными переводами должны быть без каких-либо устройств (контактов, датчиков и т.п.), устанавливаемых на контактных проводах трамвая и троллейбуса.

Как исключение, до разработки таких схем допускается установка на контактных проводах серийных, шунтовых, блокировочных и других контактов на расстоянии не более 2,5 м от точек подвешивания контактных проводов. Конструкция таких устройств не должна снижать качество токосъема при прохождении по ним токоприемников трамвая и троллейбуса.

18.11. Не допускается прокладка проводов специальных устройств через следующее оборудование контактной сети:

- а) секционные изоляторы;
- б) температурные винты;
- в) пересечения двух линий;
- г) стрелочные узлы контактных сетей троллейбусных линий;
- д) в местах сопряжений контактных проводов и отвода их на грузовые компенсаторы.

18.12. Дорожные и сигнальные знаки и указатели, светофоры, табло и т.п. для регулирования дорожного движения и движения трамваев и троллейбусов следует размещать на самостоятельных поперечинах на расстоянии от контактных проводов в плане не менее 2,5 м, а от других элементов контактной сети, находящихся под напряжением, не менее 1,5 м.

18.13. Закрепляемые на поперечинах контактной сети сигнальные знаки и арматура для обслуживания движения трамвая и троллейбуса должны быть изолированы от поперечин и расположены на расстояниях не менее 1,5 м от ближайшего контактного провода.

18.14. Присоединяемые к рельсам отрицательные цепи специальных устройств, питаемых постоянным током от контактной сети трамвая, в своей подземной части должны быть предусмотрены кабельным сечением не менее 25 мм² (по меди).

Присоединение указанных отрицательных цепей к опорам контактной сети и к отрицательным проводам троллейбусной контактной сети не разрешается.

18.15. Электрические цепи специальных устройств, питающихся постоянным током от контактной сети троллейбуса, должны быть присоединены к контактным проводам этой сети.

18.16. Провода специальных устройств, прокладываемые как внутри, так и снаружи опор контактной сети, должны иметь изоляцию на напряжение не менее 2500 В.

Наружную прокладку проводов необходимо выполнять в металлических трубах или в гибких металлорукавах.

Приложение 1
Обязательное

Определение нагрузок, воздействующих на устройства контактной сети

1. Конструкции железобетонных опор контактных сетей трамвая и троллейбуса следует рассчитывать в соответствии с требованиями СНиП 2.03.01-84*, а стальных опор - в соответствии со СНиП II-23-81* (* издание 1990 г.). Расчетную горизонтальную нагрузку на стальные опоры P_p , Н (кгс), следует определять по формуле:

$$P_p = k \cdot P_n,$$

где k - коэффициент перегрузки, $k = 1,3$;

P_n - нормативная нагрузка на опору, приложенная к вершине опоры, Н (кгс).

Расчетный прогиб железобетонных и стальных опор под действием нормативной нагрузки не должен превышать 1/70 высоты надземной части опоры, а для анкерных опор с грузовыми компенсаторами с расположением грузов внутри опоры 1/150.

2. Нагрузки, возникающие в контактной сети, подразделяются на постоянные и временные, а последние на кратковременные и особые.

К постоянным нагрузкам относятся:

а) масса проводов, тросов, специальных частей, арматуры, изоляторов и прочего оборудования контактной сети;

б) масса строительных конструкций опорных, поддерживающих, фиксирующих и анкерочных устройств;

в) усилия от натяжения и изменения направления некомпенсированных (при среднегодовой температуре) и компенсированных проводов;

г) масса грунта (при расчете фундаментов опор).

3. Кратковременными нагрузками являются:

а) нагрузки от давления ветра на провода, тросы и другие элементы контактной сети;

б) масса гололеда или снега на проводах, тросах, поддерживающих и фиксирующих устройствах, а также на изоляционных щитах под искусственными сооружениями;

в) нагрузки от дополнительного напряжения некомпенсированных проводов и тросов и изменения их направления при отклонении температуры от среднегодовой;

г) нагрузки, возникающие при погрузке, разгрузке, перевозке и монтаже конструкций;

д) нагрузки, возникающие при монтаже контактной сети.

4. К особым нагрузкам и воздействиям относятся:

а) нагрузки, возникающие при обрыве проводов контактной сети;

б) сейсмические воздействия.

5. Расчет строительных конструкций контактной сети необходимо производить исходя из наиболее неблагоприятных сочетаний нагрузок, действующих одновременно в процессе строительства или эксплуатации. При этом следует рассматривать основные, дополнительные и особые сочетания нагрузок, соответствующие нормальному, монтажному и аварийному режимам.

6. В основные сочетания (нормальный режим) входят постоянные и возможные кратковременные нагрузки, наиболее существенно влияющие на напряженное состояние

конструкций, например: постоянные нагрузки плюс воздействие максимального для данного района ветра, минимальной температуры при отсутствии гололеда и ветра или действие ветра на провода, покрытые гололедом. В дополнительные сочетания (монтажный режим) входят все возможные в действительных условиях одновременно действующие постоянные нагрузки плюс одновременное действие монтажных нагрузок при отсутствии гололеда и ветра, но при температуре 20 °С.

В особые сочетания (аварийный режим) входят возможные в действительных условиях постоянные и временные нагрузки при одновременном действии нагрузок, возникающих при обрыве проводов, тросов контактной сети или же при сейсмических воздействиях.

7. Величины расчетных нагрузок, необходимых для расчета строительных конструкций контактной сети по первому и второму предельным состояниям, следует определять путем умножения каждой из нормативных нагрузок на соответствующий ей коэффициент перегрузки.

Постоянные нагрузки

8. При определении нагрузки на опорные, поддерживающие и фиксирующие устройства расчетная длина пролета принимается равной средней арифметической длине двух пролетов, примыкающих к рассчитываемой опоре.

9. Коэффициент перегрузки от собственного веса проводов тросов, изоляторов, специальных частей и деталей контактной сети следует принимать равным 1,1.

Нагрузки от температурных воздействий

10. Расчет натяжений некомпенсированных проводов и тросов и передаваемых ими усилий на конструкции контактной сети следует производить на основании данных об изменении температуры в районе проектируемой линии, в соответствии со СНиП 2.01.07-85*, а при отсутствии необходимых материалов в СНиП по данным ближайших метеостанций.

11. При определении расчетных нагрузок от усилий, передаваемых на конструкции контактной сети от напряжения некомпенсированных проводов и тросов и изменения их направления, следует принимать коэффициент перегрузки от воздействия температуры равным: для некомпенсированного контактного провода и несущего троса - 1,1, а для одиночных проводов усиливающих и питающих линий и пр. - 1,2.

Ветровые нагрузки

12. Ветровые нагрузки следует определять в соответствии с указаниями пункта 6 СНиП 2.01.07-85, картой районирования территории по скоростным напорам ветра и дополнительными требованиями, приведенными в настоящих Указаниях.

13. Нормативные ветровые нагрузки на опорные, поддерживающие и фиксирующие устройства контактной сети следует определять по формуле:

$$W_m = W_0 k c,$$

где W_0 - нормативное значение ветрового давления по п. 6.4 СНиП 2.01.07-85* и таблице 1.

c - аэродинамический коэффициент, принимаемый по п. 6.6.4 СНиП 2.01.07-85*.

k - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте (п. 6.5 СНиП 2.01.07-85*).

Расчетные ветровые нагрузки на опорные конструкции определяются, как произведение нормативной ветровой нагрузки на коэффициент перегрузки $n = 1,4$.

14. Расчетные ветровые нагрузки на контактные подвески и передаваемые с них нагрузки на опорные, поддерживающие и фиксирующие устройства следует определять путем умножения нормативного значения ветрового давления на коэффициент перегрузки. Значения нормативного значения ветрового давления приведены в таблице 1.

Нормативное значение ветрового давления

Ветровые районы (принимаются по карте 3 обязательного приложения 5 к СНиП 2.01.07-85*)	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
$W_0 k P_0$ (кгс/м ²)	0.17 (17)	0.23 (23)	0.30 (30)	0.38 (38)	0.48 (48)	0.60 (60)	0.73 (73)	0.85 (85)

Гололедные нагрузки

15. Гололедные нагрузки на контактные сети следует определять в соответствии со СНиП 2.01.07-85* п. 7 и дополнительными требованиями настоящих Указаний.

16. Нормативное значение линейной гололедной нагрузки для элементов кругового сечения диаметром до 70 мм включ. (проводов, тросов, оттяжек, мачт, вант и др.) i , Н/м, следует определять по формуле:

$$i = \pi b k \mu_1 (d + b k \mu_1) \rho g 10^{-3}$$

Нормативное значение поверхностной гололедной нагрузки i' , Па для других элементов следует определять по формуле:

$$i' = b k \mu_2 \rho g, \text{ где:}$$

b - толщина стенки гололеда, мм (превышаемая раз в 5 лет), на элементах кругового сечения диаметром 10 мм, расположенных на высоте 10 м над поверхностью земли, принимаемая по табл. 2. Для других периодов повторяемости толщину стенки гололеда следует принимать по специальным техническим условиям, утвержденным в установленном порядке;

k - коэффициент, учитывающий изменение толщины стенки гололеда по высоте и принимаемый по табл. 3;

d - диаметр провода, троса, мм;

μ_1 - коэффициент, учитывающий изменение толщины стенки гололеда в зависимости от диаметра элементов кругового сечения и определяемый по табл. 4;

μ_2 - коэффициент, учитывающий отношение площади поверхности элемента, подверженной обледенению, к полной площади поверхности элемента и принимаемый равным 0,6;

ρ - плотность льда, принимаемая равной 0,9 г/см³;

g - ускорение свободного падения, м/сек².

Таблица 2

Гололедные районы (принимаются по карте 4 обязательного приложения 5) СНиП 2.01.07-85*	I	II	III	IV	V
Толщина стенки гололеда в мм	Не менее 3	5	10	15	Не менее 20

Таблица 3

Высота над поверхностью земли, м	5	10	20
Коэффициент k	0,8	1,0	1,2

Таблица 4

Диаметр провода, троса или каната, мм	5	10	20	30	50	70
Коэффициент μ_1	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6

Примечание к таблицам 2-4:

1. В V районе, в горных и малоизученных районах, обозначенных на карте 4 обязательного приложения 5 к СНиП 2.01.07-85*, а также в сильнопересеченных местностях толщину стенки гололеда необходимо определять на основании данных специальных обследований и наблюдений.

2. Промежуточные значения величин определять линейной интерполяцией.

3. Толщину стенки гололеда на подвешенных горизонтальных элементах кругового сечения (тросах, проводах, канатах) допускается принимать на высоте расположения их приведенного центра тяжести.

17. Коэффициент перегрузки для определения расчетных гололедных нагрузок следует принимать:

а) для контактных подвесок в I, II, III гололедных районах - 1,3, а в IV, V районах -1,4;

б) для одиночных проводов усиливающих, питающих и других линий в I, II и III гололедных районах - 1,7, а в IV и V районах - 2,0;

18. Давление ветра на покрытые гололедом элементы следует принимать равным 25 % нормативного значения ветрового давления W_0 , определяемого согласно СНиП 2.01.07-85* п. 6.4.

Примечание: В отдельных районах, где наблюдаются сочетания значительных скоростей ветра с большими размерами гололедно-изморозевых отложений, толщину стенки гололеда и его плотность, а также давление ветра следует принимать в соответствии с фактическими данными.

19. Коэффициент перегрузки для давления ветра следует принимать 1,4.

20. Температуру воздуха при гололеде независимо от высоты сооружений следует принимать в горных районах с отметкой: более 2000 м - минус 15 °С, от 1000 до 2000 м минус 10 °С, для остальной территории для сооружений высотой до 100 м - минус 5 °С.

В районах, где при гололедице наблюдается температура ниже минус 15 °С, ее следует принимать по фактическим данным.

Монтажные нагрузки

21. Строительные конструкции контактной сети следует проверять расчетом на действие монтажных нагрузок, возникающих при погрузке, разгрузке, перевозке, а также при монтаже, как самих конструкций, так и закрепляемых на них элементов подвесок (проводов, тросов и пр.).

22. Монтажные нагрузки от массы конструкций при погрузке, разгрузке и перевозке следует определять с учетом коэффициентов, обусловленных динамическим воздействием:

а) при подъеме краном - 1,25;

б) при перевозке транспортом - 1,6.

При проектировании типовых конструкций рекомендуется принимать коэффициент перегрузки к монтажным нагрузкам от массы конструкций равным 1,6.

23. Опоры, кронштейны, жесткие поперечины, перевозимые или складываемые в несколько рядов, следует проверять расчетом на действие нагрузок от массы вышележащих конструкций на нижний ряд.

24. Опорные и поддерживающие конструкции проверяются на нагрузки, возникающие при монтаже простых и цепных подвесок, а также одиночных проводов питающих и усиливающих линий. При этом полученные усилия необходимо умножать на коэффициент $K=1,25$, учитывающий динамическое воздействие нагрузки.

Величину этих нагрузок следует определять в зависимости от методов монтажа.

Если намеченный метод монтажа дает нагрузки, превышающие допустимые для типовых конструкций, то должны быть внесены изменения в метод монтажа или выбрана другая строительная конструкция.

25. Анкерные опоры и их оттяжки следует рассчитывать на усилия от анкеруемых проводов. При этом для определения расчетной нагрузки величины напряжения в проводах в нормальном режиме увеличиваются на 15%.

Нагрузки от обрыва проводов и тросов

26. Для простых подвесок определение нагрузок аварийного режима на опоры контактной сети следует производить:

а) для троллейбусных линий при обрыве двух контактных проводов с коэффициентом динамической перегрузки равным 2,5;

б) для трамвайных линий при обрыве одного контактного провода с коэффициентом динамической перегрузки равным 1,7.

27. Для цепных подвесок определение нагрузок аварийного режима на опоры следует выполнять для случаев обрыва несущих тросов (троса) цепной подвески.

28. Нагрузки на опоры при обрыве проводов усиливающих и питающих линий следует определять, исходя из условий обрыва одного из проводов, подвешенных на опоре, дающего наибольший изгибающий или крутящий момент на опору. Продольная сила, приложенная в точке крепления провода при его обрыве, должна приниматься равной половине наибольшего натяжения провода.

Нагрузки при обрыве проводов на концевые, угловые и анкерные опоры питающих линий определяются по Правилам устройства электроустановок.

29. Наибольшие усилия, действующие на конструкции контактной сети, соответствуют максимальным величинам напряжения троса при наибольшем гололеде, принимаемом в данном климатическом районе. Для определения наибольших вертикальных нагрузок, действующих при обрыве, следует принимать толщину корки гололеда половинную от максимальной.

30. Продольные нагрузки на анкерные опоры при обрыве проводов следует определять по максимальной величине их натяжения с учетом коэффициента 1,15, обусловленного динамическим воздействием нагрузки при обрыве контактного провода или несущего троса. При обрыве несущего троса усилие от контактного провода, передаваемое на анкерную опору, следует увеличивать на 0,6 натяжения в несущем тросе.

Нагрузки от сейсмического воздействия

31. Расчет и проектирование конструкций контактной сети в районах, подверженных сейсмическим воздействиям, следует осуществлять в соответствии с указаниями главы СНиП РК 2.03-04-2001 "Строительство в сейсмических районах".

32. Фундаменты, опоры и соединенные с ними жесткими узлами (не шарнирно) другие конструкции необходимо рассчитывать с учетом сейсмических воздействий, принимаемых по СНиП РК 2.03-04-2001.

33. Конструкции, имеющие шарнирное соединение с опорой (кронштейны, обратные фиксаторы, фиксаторы и другие конструкции), следует рассчитывать без учета сейсмических воздействий.

34. Инерционные силы от массы контактной подвески на сейсмические воздействия не учитываются.

Сочетания нагрузок

35. Сочетания нагрузок для расчета конструкций контактной сети принимаются в соответствии с п.п. 1-6 приложения 1.

Нагрузки при различных сочетаниях воздействий следует умножать на коэффициенты сочетаний, приведенные в таблице 5.

Таблица 5

Наименование	Коэффициент сочетаний
Усилия от напряжения при изменении направления некомпенсированных проводов обусловленные температурными воздействиями при ветре максимальной интенсивности	0,8
Ветровые нагрузки при одновременном воздействии монтажных нагрузок	0,15
Гололедные нагрузки при обрыве проводов	0,5

Примечание:

1. Введение коэффициента сочетаний равного 0,8 к усилиям от натяжения проводов обусловлено отсутствием вероятности совпадения ветра максимальной интенсивности и минимальной температуры. Величина 0,8 соответствует натяжению проводов при температуре

на 20°С выше минимальной расчетной, что соответствует случаям максимальных ветровых нагрузок.

2. Коэффициент сочетаний 0,15 к ветровой нагрузке принимается в сочетании с монтажными, поскольку при ветре более 6 баллов производство монтажных работ запрещается.

36. При расчетах конструкций контактной сети с учетом дополнительных сочетаний нагрузок (а также при одновременном воздействии гололеда и ветра) величины расчетных кратковременных нагрузок следует умножать на коэффициент 0,9, а при расчете с учетом особых сочетаний - на коэффициент 0,8, кроме случаев, оговоренных в нормах проектирования зданий и сооружений в сейсмических условиях.

Приложение 2
Обязательное

Таблицы хорд медных контактных проводов и усилий от излома проводов (в плане) на криволинейных участках трамвайных линий (таблицы 1, 2 и 3)

Основная зависимость между длиной хорды контактного провода, радиусом кривой и действующими усилиями выражается формулами:

$$1) a = 4\sqrt{rb}$$

$$2) a = \frac{zr}{k}$$

где: a - длина хорды м;

r - радиус оси пути м;

b - величина выноса точки излома провода (в плане) от оси токоприемника (допускается не более 0,3 м);

k - наибольшее натяжение контактного провода, принимаемое:

800 кгс - при площади сечения 65 мм²;

1000 кгс - при площади сечения 85 мм²;

1200 кгс - при площади сечения 100 мм²;

z - горизонтальное усилие, испытываемое изолированным болтом подвеса вследствие излома провода (допускается до 2500 Н (250 кгс)).

Из полученных значений хорд, подсчитанных для заданного радиуса кривой по обеим формулам, принимается наименьшее как удовлетворяющее всем поставленным условиям.

Величины хорд медных контактных проводов, в зависимости от радиусов кривых в пределах от 20 до 300 м, приведены в таблицах 1, 2 и 3.

Примечание: Для контактных проводов, изготовленных из других металлов или сплавов (с иным допускаемым напряжением) значения хорд и прочие данные таблиц 1, 2 и 3 подлежат пересчету.

ХОРДЫ МЕДНОГО КОНТАКТНОГО ПРОВОДА СЕЧЕНИЕМ 65 ММ²

Радиус кривой (м)	Хорда (м)	Вынос провода (м)	Угол излома провода (град., мин.)	Усилие на подвес	
				(Н)	(кгс)
20	6,25	0,122	18	2500	250
21	6,60	0,130	18	2500	250
22	6,90	0,135	18	2500	250
23	7,20	0,141	18	2500	250
24	7,50	0,147	18	2500	250
25	7,80	0,152	18	2500	250
26	8,15	0,160	18	2500	250
27	8,45	0,165	18	2500	250
28	8,75	0,170	18	2500	250
29	9,10	0,178	18	2500	250
30	9,40	0,184	18	2500	250
31	9,70	0,190	18	2500	250
32	10,00	0,195	18	2500	250
33	10,30	0,200	18	2500	250
34	10,60	0,206	18	2500	250
35	10,90	0,212	18	2500	250
36	11,20	0,218	18	2500	250
37	11,50	0,224	18	2500	250
38	11,80	0,230	18	2500	250
39	12,20	0,238	18	2500	250
40	12,50	0,245	18	2500	250
41	12,80	0,250	18	2500	250
42	13,10	0,256	18	2500	250
43	13,40	0,261	18	2500	250
44	13,70	0,267	18	2500	250
45	14,00	0,273	18	2500	250
46	14,40	0,281	18	2500	250
47	14,70	0,288	18	2500	250
48	15,00	0,293	18	2500	250
49	15,30	0,300	18	2500	250
50	15,50	0,300	17-40	2470	247
51	15,60	0,300	17-30	2450	245
52	15,80	0,300	17-20	2430	243
53	16,00	0,300	17-10	2410	241
54	16,10	0,300	17	2390	239
55	16,20	0,300	16-50	2360	236
56	16,40	0,300	16-40	2340	234
57	16,50	0,300	16-35	2320	232
58	16,70	0,300	16-30	2300	230
59	16,80	0,300	16-20	2280	228
60	17,00	0,300	16	2270	227
65	17,60	0,300	15-30	2170	217
70	18,30	0,300	15	2100	210
75	19,00	0,300	14-30	2030	203

80	19,60	0,300	14	1960	196
85	20,20	0,300	13-40	1900	190
90	20,80	0,300	13-10	1860	186
95	21,40	0,300	12-50	1800	180
100	21,90	0,300	12-30	1760	176
110	23,00	0,300	12	1670	167
120	24,00	0,300	11-30	1600	160
130	25,00	0,300	11	1540	154
140	26,00	0,300	10-40	1480	148
150	26,80	0,300	10-20	1430	143
160	27,70	0,300	10	1380	138
170	28,50	0,300	9-40	1340	134
180	29,40	0,300	9-20	1300	130
190	30,00	0,300	9	1260	126
200	30,00	0,280	8-40	1200	120
210	30,00	0,270	8-10	1140	114
220	30,00	0,255	7-50	1090	109
230	30,00	0,245	7-30	1040	104
240	30,00	0,235	7-10	1000	100
250	30,00	0,225	6-50	960	96
260	30,00	0,215	6-40	920	92
270	30,00	0,208	6-20	890	89
280	30,00	0,200	6-10	860	86
290	30,00	0,194	6	830	83
300	30,00	0,186	5-40	800	80

Таблица 2

ХОРДЫ МЕДНОГО КОНТАКТНОГО ПРОВОДА СЕЧЕНИЕМ 85 ММ²

Радиус кривой (м)	Хорда (м)	Вынос провода (м)	Угол излома провода (град., мин.)	Усилие на подвес	
				(Н)	(кгс)
20	5,00	0,078	14	2500	250
21	5,25	0,082	14	2500	250
22	5,50	0,086	14	2500	250
23	5,75	0,090	14	2500	250
24	6,00	0,094	14	2500	250
25	6,25	0,098	14	2500	250
26	6,50	0,102	14	2500	250
27	6,75	0,105	14	2500	250
28	7,00	0,109	14	2500	250
29	7,25	0,113	14	2500	250
30	7,50	0,117	14	2500	250
31	7,75	0,121	14	2500	250
32	8,00	0,125	14	2500	250
33	8,25	0,128	14	2500	250
34	8,50	0,132	14	2500	250
35	8,75	0,136	14	2500	250
36	9,00	0,140	14	2500	250
37	9,25	0,144	14	2500	250
38	9,50	0,148	14	2500	250

39	9,75	0,152	14	2500	250
40	10,00	0,156	14	2500	250
41	10,25	0,160	14	2500	250
42	10,50	0,164	14	2500	250
43	10,75	0,168	14	2500	250
44	11,00	0,172	14	2500	250
45	11,25	0,176	14	2500	250
46	11,50	0,180	14	2500	250
47	11,75	0,184	14	2500	250
48	12,00	0,188	14	2500	250
49	12,25	0,192	14	2500	250
50	12,50	0,196	14	2500	250
51	12,75	0,200	14	2500	250
52	13,00	0,204	14	2500	250
53	13,25	0,208	14	2500	250
54	13,50	0,212	14	2500	250
55	13,75	0,216	14	2500	250
56	14,00	0,220	14	2500	250
57	14,25	0,224	14	2500	250
58	14,50	0,227	14	2500	250
59	14,75	0,230	14	2500	250
60	15,00	0,234	14	2500	250
65	16,25	0,254	14	2500	250
70	17,50	0,275	14	2500	250
75	18,75	0,292	14	2500	250
80	19,65	0,300	14	2500	250
85	20,20	0,300	13-40	2380	238
90	20,80	0,300	13-10	2320	232
95	21,40	0,300	12-50	2250	225
100	21,90	0,300	12-30	2190	219
110	23,00	0,300	12	2100	210
120	24,00	0,300	11-30	2000	200
130	25,00	0,300	11	1920	192
140	26,00	0,300	10-40	1860	186
150	26,80	0,300	10-20	1790	179
160	27,70	0,300	10	1730	173
170	28,50	0,300	9-40	1670	167
180	29,40	0,300	9-20	1630	163
190	30,00	0,300	9	1570	157
200	30,00	0,280	8-40	1500	150
210	30,00	0,270	8-10	1430	143
220	30,00	0,255	7-50	1360	136
230	30,00	0,245	7-30	1300	130
240	30,00	0,235	7-10	1250	125
250	30,00	0,225	6-50	1200	120
260	30,00	0,215	6-40	1150	115
270	30,00	0,208	6-20	1110	111
280	30,00	0,200	6-10	1070	107
290	30,00	0,194	6	1030	103

300	30,00	0,186	5-40	1000	100
-----	-------	-------	------	------	-----

Таблица 3

ХОРДЫ МЕДНОГО КОНТАКТНОГО ПРОВОДА СЕЧЕНИЕМ 100 ММ²

Радиус кривой (м)	Хорда (м)	Вынос провода (м)	Угол излома провода (град., мин.)	Усилие на подвес	
				(Н)	(кгс)
20	4,17	0,054	12	2500	250
21	4,38	0,057	12	2500	250
22	4,60	0,060	12	2500	250
23	4,80	0,063	12	2500	250
24	5,00	0,065	12	2500	250
25	5,20	0,068	12	2500	250
26	5,40	0,070	12	2500	250
27	5,60	0,073	12	2500	250
28	5,85	0,076	12	2500	250
29	6,05	0,079	12	2500	250
30	6,25	0,081	12	2500	250
31	6,45	0,084	12	2500	250
32	6,65	0,086	12	2500	250
33	6,85	0,089	12	2500	250
34	7,10	0,092	12	2500	250
35	7,30	0,095	12	2500	250
36	7,50	0,098	12	2500	250
37	7,70	0,100	12	2500	250
38	7,90	0,102	12	2500	250
39	8,10	0,105	12	2500	250
40	8,30	0,108	12	2500	250
41	8,50	0,111	12	2500	250
42	8,75	0,114	12	2500	250
43	8,95	0,116	12	2500	250
44	9,15	0,119	12	2500	250
45	9,35	0,121	12	2500	250
46	9,55	0,124	12	2500	250
47	9,80	0,127	12	2500	250
48	10,00	0,130	12	2500	250
49	10,20	0,132	12	2500	250
50	10,40	0,135	12	2500	250
51	10,60	0,137	12	2500	250
52	10,80	0,140	12	2500	250
53	11,00	0,142	12	2500	250
54	11,20	0,145	12	2500	250
55	11,45	0,148	12	2500	250
56	11,65	0,151	12	2500	250
57	11,85	0,154	12	2500	250
58	12,05	0,156	12	2500	250
59	12,25	0,159	12	2500	250
60	12,45	0,162	12	2500	250
65	13,50	0,176	12	2500	250
70	14,60	0,190	12	2500	250

75	15,60	0,203	12	2500	250
80	16,65	0,215	12	2500	250
85	17,70	0,230	12	2500	250
90	18,70	0,244	12	2500	250
95	19,80	0,258	12	2500	250
100	20,80	0,272	12	2500	250
110	22,90	0,298	12	2500	250
120	24,00	0,300	11-30	2400	240
130	25,00	0,300	11	2300	230
140	26,00	0,300	10-40	2220	222
150	26,80	0,300.	10-20	2150	215
160	27,70	0,300	10	2070	207
170	28,60	0,300	9-40	2010	201
180	29,40	0,300	9-20	1950	195
190	30,00	0,296	9	1900	190
200	30,00	0,280	8-40	1800	180
210	30,00	0,268	8-10	1710	171
220	30,00	0,256	7-50	1640	164
230	30,00	0,245	7-30	1560	156
240	30,00	0,235	7-10	1500	150
250	30,00	0,225	6-50	1440	144
260	30,00	0,216	6-40	1380	138
270	30,00	0,208	6-20	1330	133
280	30,00	0,200	6-10	1280	128
290	30,00	0,194	6	1240	124
300	30,00	0,186	5-40	1200	120

**ТАБЛИЦА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УСИЛИЙ ОТ ИЗЛОМА КОНТАКТНЫХ ПРОВОДОВ (В ПЛАНЕ)
НА КРИВОЛИНЕЙНЫХ УЧАСТКАХ ТРОЛЛЕЙБУСНЫХ ЛИНИЙ**









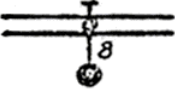








Угол излома проводов (град.)	Горизонтальные усилия (Н) от излома двух проводов							
	МФ-65		МФ-85		МФ-100		ПКСА-80/180	
	при натяжении каждого провода (Н)							
	8000	4000	10000	5000	12000	6000	12000	2000
1	320	160	400	200	480	240	480	80
2	560	280	700	350	840	420	840	140
3	840	420	1060	530	1280	640	1280	220
4	1120	560	1400	700	1680	840	1680	280
5	1420	710	1760	880	2120	1060	2120	350
6	1680	840	2100	1050	2520	1260	2520	420
7	1980	990	2460	1230	2960	1480	2960	500
8	2240	1120	2800	1400	3360	1680	3360	560
9	2520	1260	3160	1580	3800	1900	3800	630
10	2800	1400	3500	1750	4200	2100	4200	700
11	3080	1540	3840	1920	4600	2300	4600	770
12	3360	1680	4200	2100	5020	2510	5020	840
13	3640	1820	4520	2260	5420	2710	5420	910
14	3920	1960	4880	2440	5840	2820	5840	980
15	4200	2100	5200	2600	6240	3120	6240	1050
16	4480	2240	5620	2810	6740	3370	6740	1120
17	4740	2370	5960	2980	7140	3570	7140	1190
18	5000	2500	6280	3140	7540	3770	7540	1260
19	5300	2650	6700	3350	8020	4010	8020	1330
20	5580	2790	6960	3480	8360	4180	8360	1400
21	5820	2910	7300	3650	8740	4370	8740	1470
22	6100	3050	7640	3820	9220	4610	9220	1540
23	6380	3190	8000	4000	9600	4800	9600	1600
24	6660	3330	8300	4150	10000	5000	10000	1670
25	6920	3460	8660	4330	10400	5200	10400	1740
26	7200	36000	9000	4500	10800	5400	10800	1800
27	7460	3730	9340	4670	11200	5600	11200	1870
28	7740	3870	9680	4840	11600	5800	11600	1940
29	8000	4000	10000	5000	1200	6000	12000	2000
30	8280	4140	10360	5180	1240	6200	12400	2070
31	8560	4280	10700	5350	12800	6400	12800	2140
32	8840	4420	11040	5520	13200	6600	13200	2200
33	9120	4560	11400	5700	13600	6800	13600	2270
34	9320	4660	11700	5850	14000	7000	14000	2340
35	9600	4800	12000	6000	14400	7200	14400	2400
36	9880	4940	12340	6170	14800	7400		
37	10160	5080	12680	6340	15200	7600		
38	10420	5210	13000	6500	15600	7800		
39	10700	5350	13340	6670	16000	8000		
40	10980	5490	13700	6850	16400	8200		
41	11160	5580	14040	7020				
42	11440	5720	14360	7180				
43	11720	5860	14700	7350				
44	12000	6000	15040	7520				
45	12300	6150	15360	7680				

ДАННЫЕ ПО ПОДВЕСНОЙ АРМАТУРЕ И СПЕЦИАЛЬНЫМ ЧАСТЯМ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

№№ пп	Наименование арматуры и специальных частей	Единица измерения	Масса (кг)
1	Изолированные трамвайные подвесы (в сборе):		
	а) ПрО-1	компл.	1,5
	б) ПрО-2	компл.	2,5
	в) КСО-1	компл.	4,5
	г) КСО-1 (на крестовине)	компл.	6,5
	д) КСО-2	компл.	8,5
	е) КСО-2 (в местах анкеровки)	компл.	6,0
	ж) КОО-1	компл.	4,0
	з) КОО-2	компл.	8,0
2	Неподвешенная крестовина	компл.	5,5
3	Неизолированный трамвайный подвес	компл.	0,7
4	Трамвайный скользящий подвес	компл.	1,5
5	Троллейбусные подвесы (в сборе):		
	а) эластичный подвес	компл.	2,5
	б) фиксирующий подвес	компл.	3,2
	в) парные подвесы (с пряжечными изоляторами)	компл. (на 2 провода)	5,0
	г) парные подвесы (с планочными изоляторами)	компл. (на 2 провода)	7,0
	д) парные подвесы для оттяжки (на 2 провода)	компл.	4,2
6	Троллейбусный скользящий подвес	компл.	1,1
7	Узел подвешивания несущего троса на кронштейне	компл.	3,0
8	Узел подвешивания несущего троса на поперечине	компл.	2,8
9	Струнка с изолятором	компл.	1,0
10	Температурный винт трамвайный ТВ-3	компл.	13,5
11	Трамвайный секционный изолятор с дугогашением СИТ-Д	компл.	18,5
12	Троллейбусный секционный изолятор с дугогашением СИ-6Д	компл.	11,3
13	Троллейбусный секционный изолятор без дугогашения СИ-6М	компл.	5,6
14	Кривой держатель КД-6/12А и КД-6/12Б для углов от 6° до 12°	комплект (на 2 провода)	13,0
15	Кривой держатель КД-10/25 для углов от 10° до 25°	комплект (на 2 провода)	16,0
16	Кривой держатель КД-25/45 для углов от 25° до 45°	комплект (на 2 провода)	25,0
17	Пересечение трамвайного провода с троллейбусными МТТ-40/90 под углами от 40° до 90°	компл.	35,0
18	Пересечение троллейбусных проводов МПИ6-12ДА под углами 50°-90° (укомплектованное двумя секционными изоляторами с дугогашением и шестью - без дугогашения)	компл.	106,0

№№ пп	Наименование арматуры и специальных частей	Единица измерения	Масса (кг)
19	Пересечение троллейбусных проводов МПИ6-12Д2 под углами 50°-90° (укомплектованное четырьмя секционными изоляторами с дугогашением и четырьмя - без дугогашения)	компл.	119,0
20	Троллейбусный управляемый стрелочный узел СТУ-4 (без распора симметрии)	компл.	1
21	Троллейбусный управляемый стрелочный узел СТУ-4 (с распором симметрии)	компл.	125,0
22	Троллейбусный сходной стрелочный узел СТС-4 (без распора симметрии)	компл.	65,0
23	Троллейбусный сходной стрелочный узел СТС-4 (с распором симметрии)	компл.	90,0
24	Переходное звено троллейбусного узла грузовой компенсации (Московский вариант)	компл. (на 1 провод)	25,0

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
рекомендуемые для применения при проектировании трамвайных и
троллейбусных контактных сетей

<p>1-750 </p>	Железобетонная опора (около проставляется порядковый номер опоры, ее нормативная нагрузка)
<p>2-1200 </p>	Металлическая трубчатая опора
<p>3-1800 </p>	Металлическая решетчатая опора
<p>4-300 </p>	Деревянная опора
<p></p>	Опора заанкерованная в грунт
<p></p>	Трамвайная опора с односторонним кронштейном
<p></p>	Центральная трамвайная опора (с двусторонним кронштейном)
<p></p>	Троллейбусная опора с типовым (для данного проекта) кронштейном
<p></p>	Троллейбусная опора с кронштейном большей (чем типовой) длины (около проставляется длина кронштейна в м)
<p></p>	Существующая опора контактной сети
<p></p>	Существующая убираемая опора
<p></p>	Пункт подвешивания трамвайного контактного провода на гибкой (проволочной) поперечине
<p></p>	Оттяжка трамвайного контактного провода на кривом участке пути
<p></p>	Пункт подвешивания троллейбусных контактных проводов на гибкой (проволочной) поперечине
<p></p>	Несущий трос
<p></p>	Изолированное крепление троллейбусных контактных проводов к пересекающей их поперечине
<p></p>	Пункт подвешивания троллейбусных проводов на цепных поперечинах

	Оттяжка троллейбусных контактных проводов на кривом участке пути
	Пункт стыкования троллейбусных медных контактных проводов со сталеалюминевыми
	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 положительными троллейбусными контактными проводами
	Электрический соединитель (перемычка) между отрицательными троллейбусными контактными проводами
	Трамвайный секционный изолятор
	Троллейбусные секционные изоляторы
	Пункт установки устройства для сезонного регулирования натяжения трамвайного контактного провода
<i>25</i>	Общий размер поперечины в м
<i>20</i>	Размер (без черточек) - длина отдельных элементов подвески или расстояние между соседними пунктами крепления контактного провода
<i>φ 7</i>	Стальной канат диаметром 6,7 мм
<i>φ 8</i>	Стальной канат диаметром 8 мм
<i>2φ 7</i>	Два стальных каната диаметром по 6,7 мм
	Стенной крюк
	Сдвоенные стенные крюки
<i>h</i>	Высота крепления хомутов на опорах контактной сети или установки стенных крюков

	Анкеровка контактного провода
	Анкеровка несущего троса
	Грузовой компенсатор
	Переходное звено троллейбусного узла грузовой компенсации
	Средняя анкеровка троллейбусных контактных проводов
	Кривой держатель (около проставляется угол излома контактных проводов)
	Пересечение трамвайного контактного провода с троллейбусными проводами (утолщенной линией обозначено изолированное направление)
	Пересечение троллейбусных контактных проводов (утолщенными линиями обозначены изолированные направления)
	
	Троллейбусный стрелочный узел
	Грозовой разрядник
	Металлическая решетчатая опора
	Пункты присоединения питающих кабелей (для трамвая - питающего и отсасывающего)

Примечание: В зависимости от конкретных условий проектирования условные обозначения могут быть дополнительно детализированы и расширены, с указанием типа опор, кронштейнов, специальных частей, и т.д. и введением недостающих условных обозначений.

СХЕМЫ ЗИГЗАГА, РАЗМЕЩЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ КРЕСТОВИНЫ, РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРОВОДОВ НАД СТРЕЛОЧНЫМ ПЕРЕВОДОМ, ФИКСАЦИИ ПРОВОДОВ И ДОПУСКАЕМЫЕ УМЕНЬШЕНИЯ ГАБАРИТОВ ПРИБЛИЖЕНИЯ

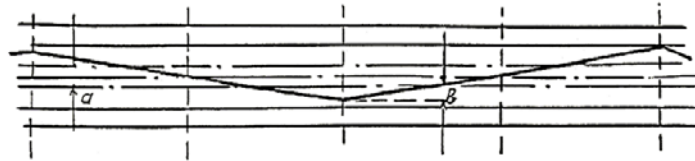


Рис. 1. Схема зигзага на участке сплетения трамвайных путей.
Принимаемый вынос в мм - $250 \cdot a$, где «а» - расстояние между осями путей

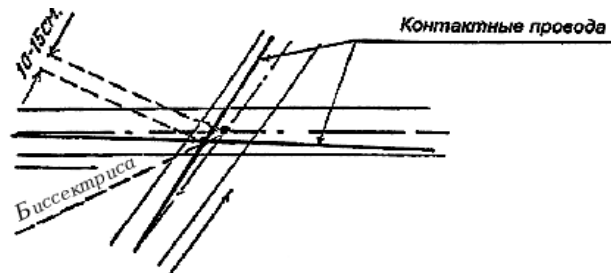


Рис. 2. Схема размещения воздушной крестовины на пересечении трамвайных путей

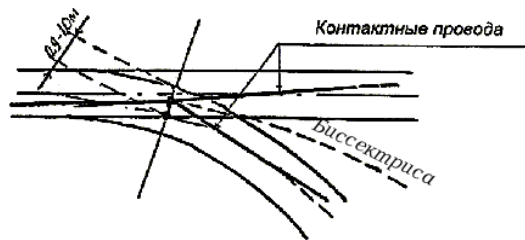


Рис. 3. Схема расположения контактных проводов

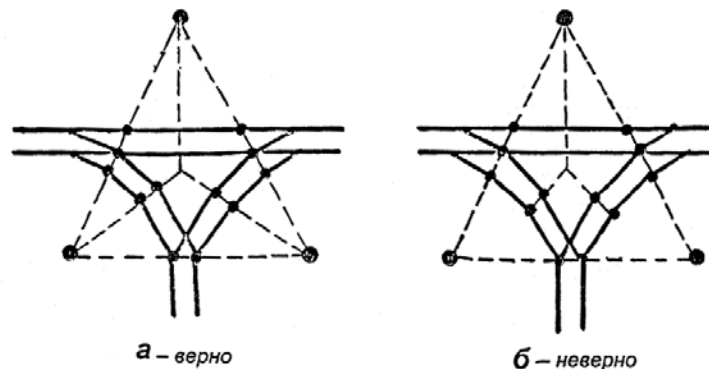


Рис. 4. Схема фиксации контактных проводов трамвая на кривых участках пути

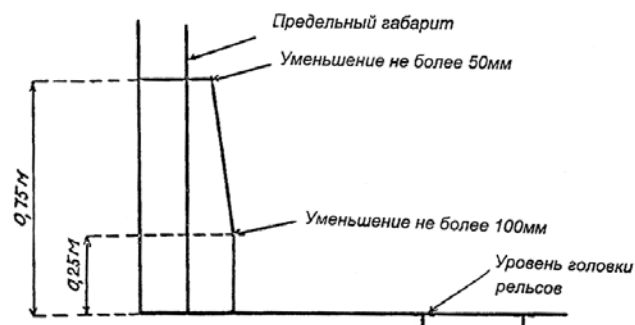


Рис. 5. Допускаемые уменьшения габаритов приближения опор к рельсовому пути