

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И КОНТАКТНАЯ СЕТЬ





Тема №1

Производство и передача электрической энергии

Тяговые подстанции

Электроэнергия, как известно, вырабатывается на тепловых 1 (рис. 1) или гидроэлектрических 2 станциях. Через высоковольтные линии электропередачи 3 она передается на тяговые подстанции 4. Тяговые подстанции служат для преобразования переменного тока напряжением 6—10 кВ в постоянный напряжением 600 В и подачи его в сеть для питания тяговых двигателей трамвайных вагонов. От тяговой подстанции через питающий фидер 5 и контактный провод 6 ток поступает в высоковольтные цепи трамвайных вагонов, а через рельсы 7 и обратный провод 8 возвращается на тяговую подстанцию.

Оборудование тяговой подстанции в основном состоит из распределительного устройства высокого напряжения (6-10 кВ), которое принимает электроэнергию и распределяет ее по агрегатам подстанции.

В него входят сборные шины, масляные выключатели для отключения переменного тока, разъединители для переключения линий высокого напряжения. К распределительному устройству обычно подводят две линии, которые могут работать как одновременно, так и по очереди – во время ремонтов, осмотров, в случае неисправности.

Главные трансформаторы, понижают напряжение до величины, принятой для агрегатов подстанций.

Преобразователи, преобразуют переменный ток в постоянный, необходимый для цепей трамвая.

Преобразователи соединены плюсовыми шинами (+) с питающими фидерами, минусовыми шинами (-) с отсасывающими фидерами.

Распределительные устройства постоянного тока служат для принятия тока от преобразователей напряжением 600 В и распределяют его по питающим линиям. Имеют плюсовые и минусовые шины, выключатели, разъединители и переключатели с приводами. Систему питания цепей собственных нужд подстанций, к которым относятся приводы насосов и вентиляторов, электрообогрев частей оборудования и помещения, питание зарядных агрегатов аккумуляторов, различных приводов, реле и т.д.. питание устройств собственных нужд производится переменным током напряжением 220 В и постоянным током от аккумуляторной батареи.

Из контактной сети токоприемником (пантографом) трамвая ток снимается и поступает на тяговые электродвигатели. После тяговых двигателей ток направляется по рельсам к отсасывающим пунктам (фидерам) и через подземные отсасывающие кабели к обратной шине постоянного тока тяговой подстанции.

Для защиты контактной сети и кабелей 600 В применяются линейные выключатели постоянного тока. Для защиты выпрямителей применяют быстродействующие катодные выключатели типа.

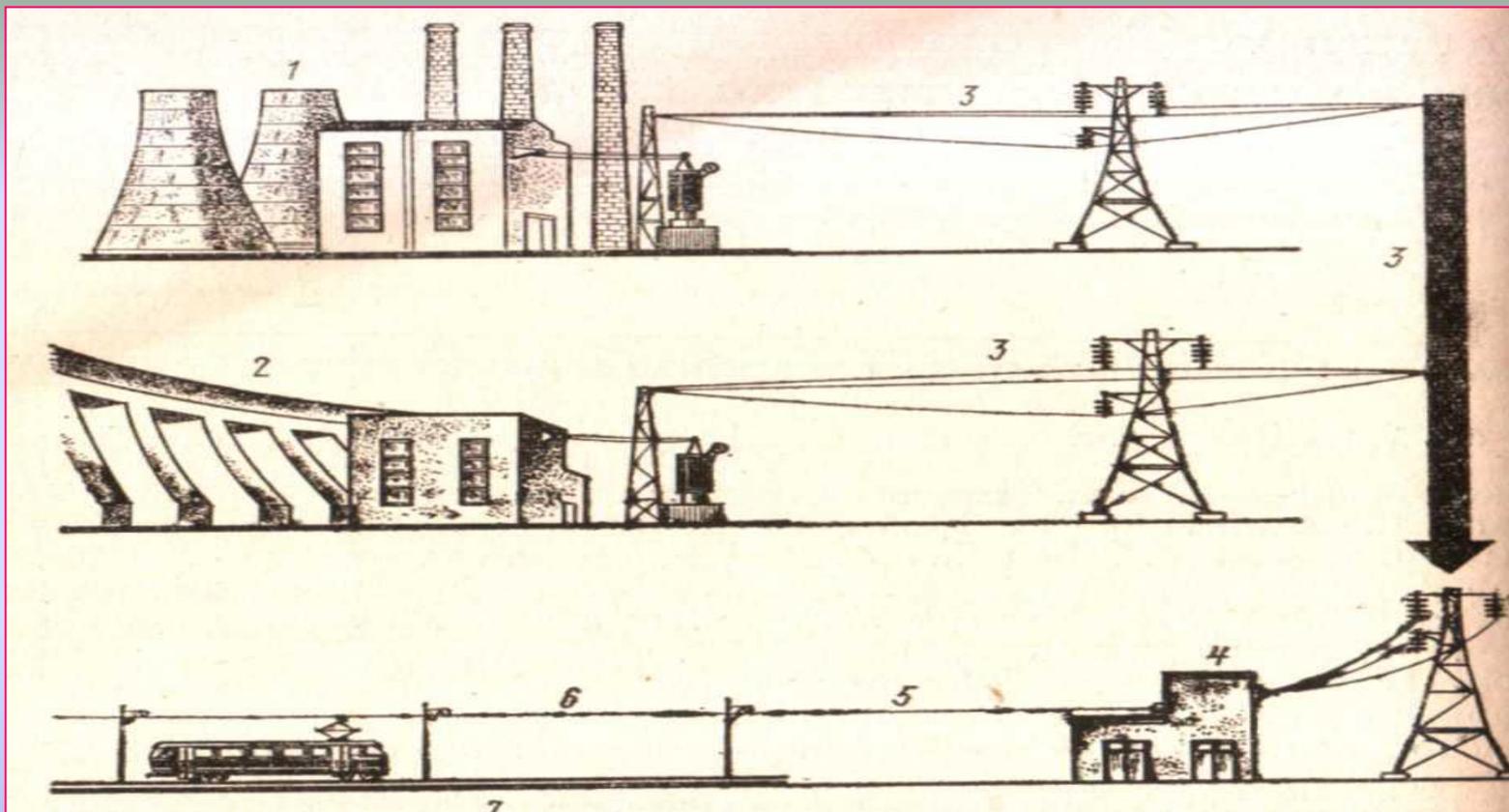
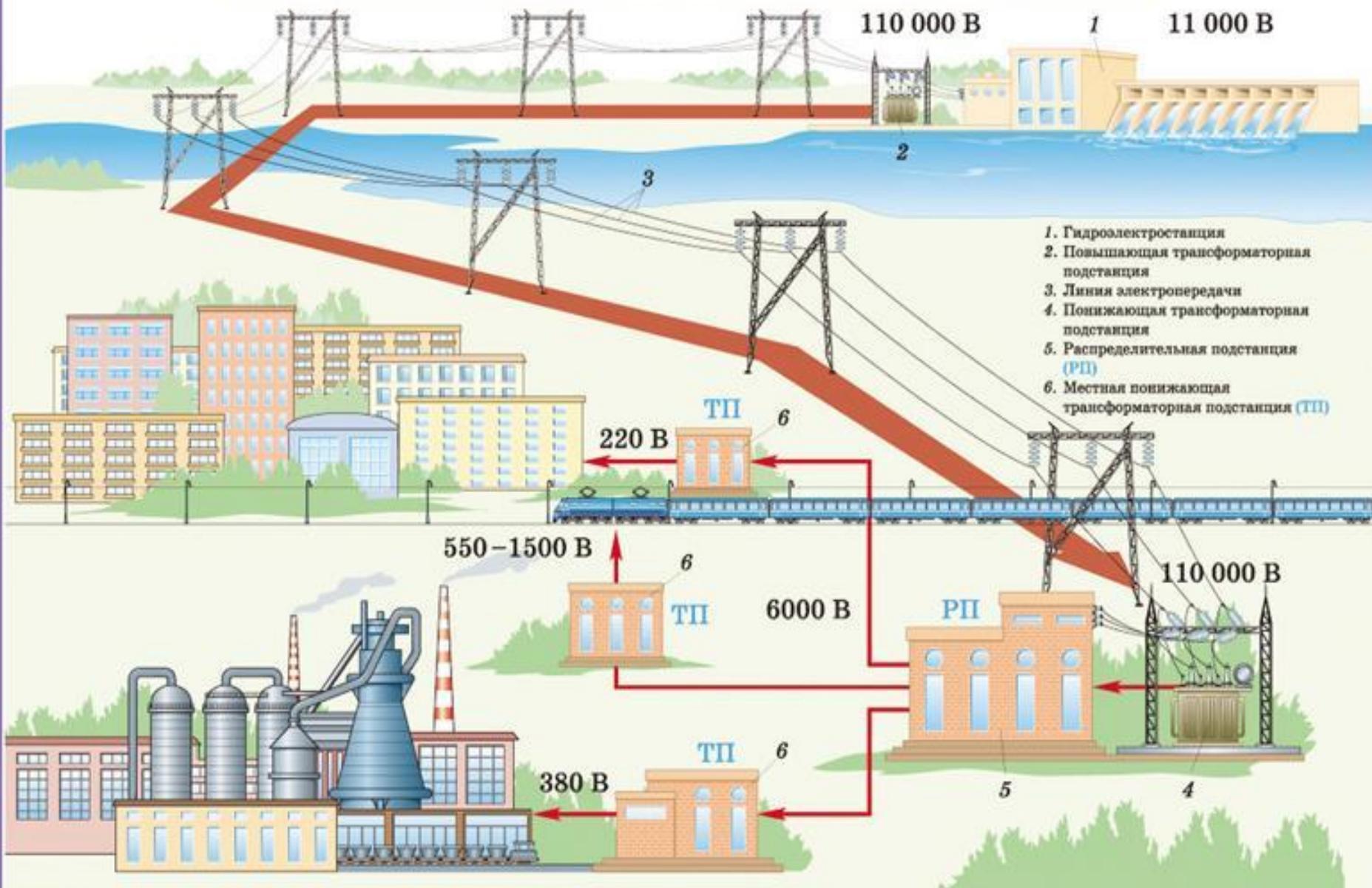


Рис. 1. Схема электроснабжения трамвая:
 1- тепловая электростанция, 2 - гидроэлектростанция,
 3 - линия передач, 4 - тяговая подстанция,
 5 - питающий фидер, 6 - контактный провод, 7 - рельсы,
 8 - обратный провод

ПЕРЕДАЧА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ



1. Гидроэлектростанция
2. Повышающая трансформаторная подстанция
3. Линия электропередачи
4. Понижающая трансформаторная подстанция
5. Распределительная подстанция (РП)
6. Местная понижающая трансформаторная подстанция (ТП)



Тема №2

Система питания контактной сети трамвая



Классификация потребителей

электроэнергии делится на 3 категории:

1 категория - электроснабжение трамваев; потребители, перерыв в электроснабжении которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства.

Электроснабжение потребители 1-й категории должно предусматриваться дополнительным питанием от независимого резервирующего источника питания (местные ЭС, специальные агрегаты бесперебойного питания, АБ и т. д.).

2 категория – потребители, перерыв в электроснабжении которых приводит к массовому недовыпуску продукции, массовым простоям рабочих и промышленного транспорта.

3 категория – все остальные потребители, не подходящие под определение 1-й и 2-й категории

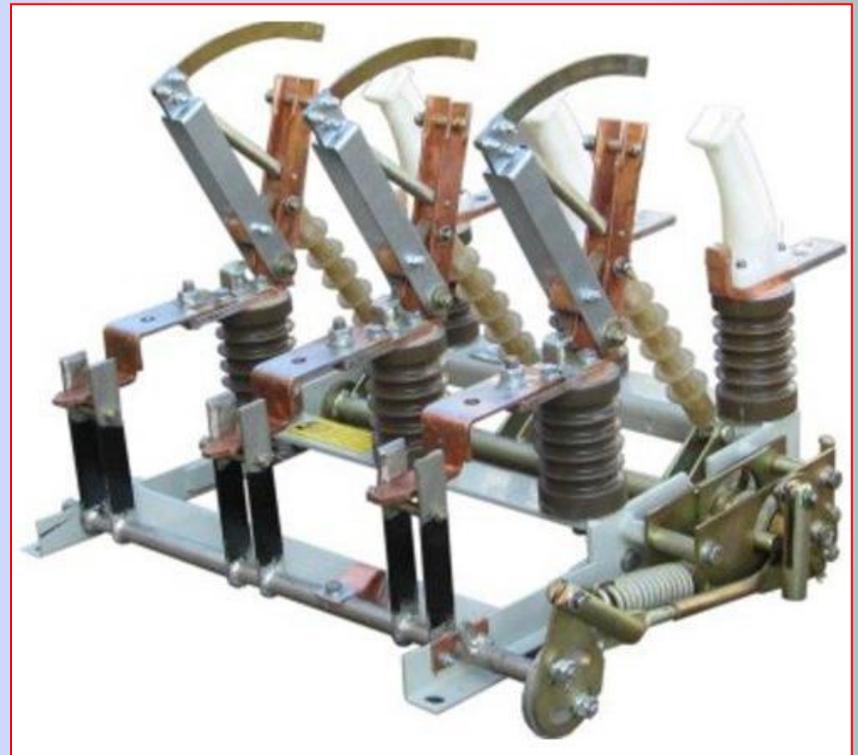
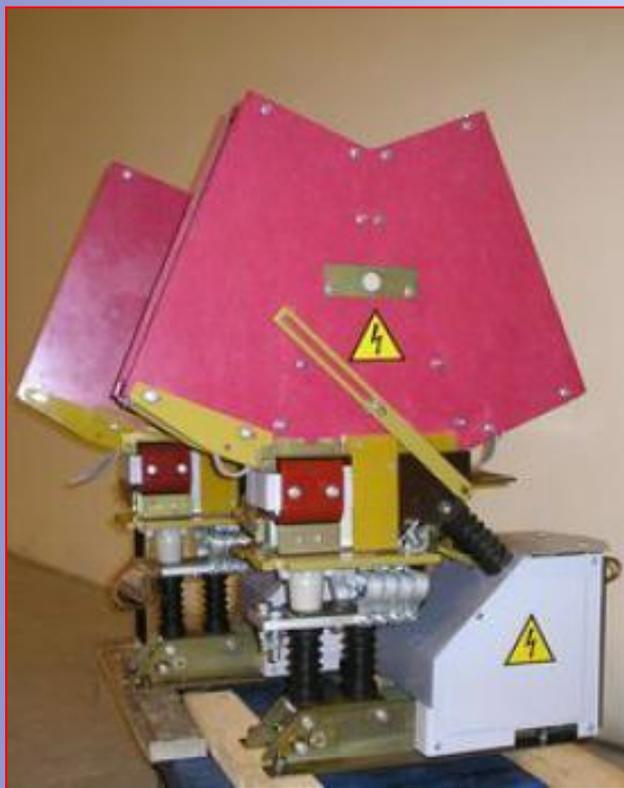
Питание и защита контактной сети трамвая

В условиях города питание к контактной сети от шин тяговых подстанций подводится по подземным кабельным линиям. В некоторых случаях (в основном на загородных линиях) используют провода, подвешенные на опорах вдоль трамвайной линии.

Электрическим кабелем называется проводник, который имеет изолирующие и защитные оболочки и может быть проложен под землей или под водой.



Защита тяговой цепи осуществляется автоматическими выключателями, они отключают сеть при коротких замыканиях. При нормальных скачках нагрузочных токов выключатели не срабатывают. При коротких замыканиях, происходящих вблизи тяговых подстанций, автоматические выключатели срабатывают успешно, поскольку ток короткого замыкания достигает больших величин. Труднее обеспечить защиту от коротких замыканий, происходящих на значительном расстоянии от подстанции, так как при этом существенную роль играет сопротивление линии.



ABM10CB 600A
с электроприводом



ABM4CB 250A
с ручным приводом



ABM4CB 250A
с электроприводом



ABM4CB 250A
с ручным приводом

В этом случае устанавливают посты автоматического секционирования. Простейший пост секционирования контактной сети показан на рис. 9. Уставка автоматического выключателя 1 на подстанции П должна обеспечивать работу всех вагонов на двух участках линии. Ток короткого замыкания на ближайшем к подстанции участке АС будет больше тока уставки автоматического выключателя подстанции.

Автоматический выключатель 2 поста секционирования ПС имеет меньшую уставку. Поэтому при коротком замыкании на отдаленном от подстанции участке СВ он отключает сеть. Применяются и другие более сложные схемы защиты тяговой сети.

Провода или кабели, подводящие электроэнергию к питающим пунктам, защищают также автоматическими выключателями, находящимися на тяговой подстанции.

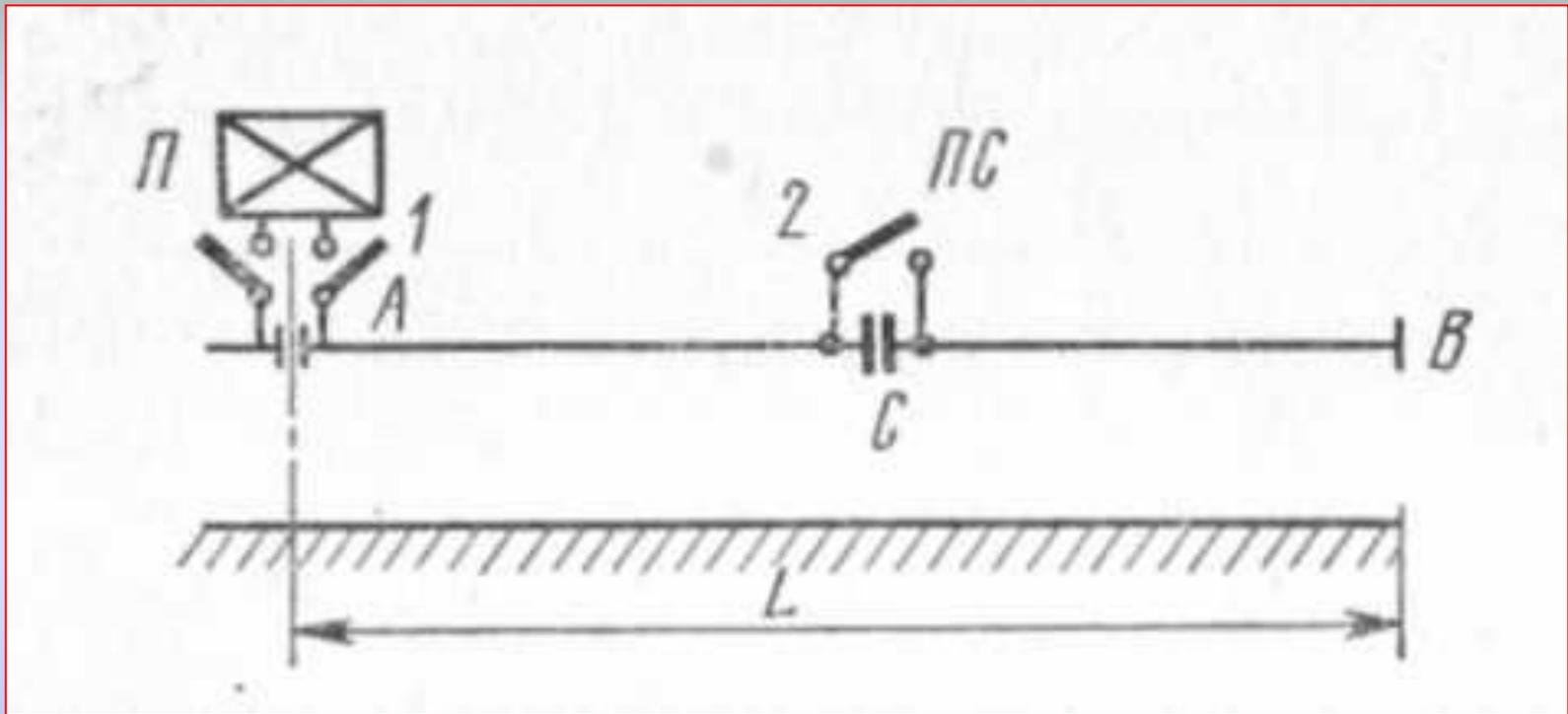


Рис. 9. Пост секционирования контактной сети

A photograph of a railway contact network. The image shows several overhead power lines supported by tall wooden poles. The lines are arranged in a complex pattern, with some lines running parallel to the tracks and others crossing them. The background shows a clear blue sky and some buildings in the distance. The text is overlaid on the image.

Тема №3
Устройство
контактной сети

Устройство контактной сети

Контактная сеть передает электроэнергию к находящимся в движении трамваям.

Она состоит из следующих элементов: контактного провода, продольных и поперечных тросов, арматуры для крепления контактного провода, его регулирования и изоляции от заземленных частей, специальных частей.

Контактный провод непосредственно связан с потребителем энергии — подвижным составом.

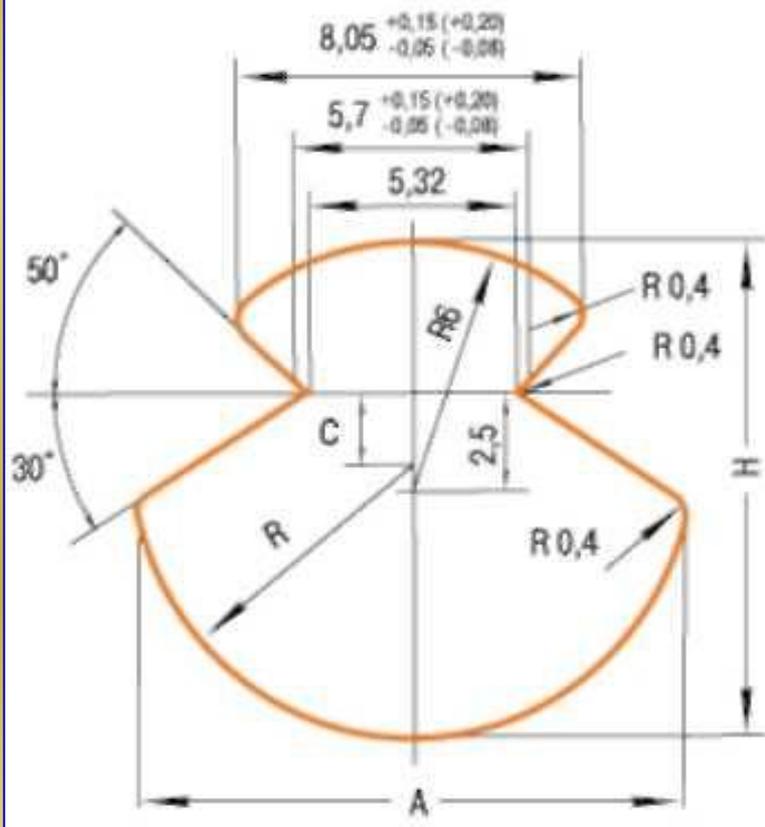
Изготавливают провода обычно из твердотянутой электролитической меди.

Сечение провода **65, 85 и 100** мм².

Специальный профиль (рис. 2) дает возможность удобно и надежно закреплять провод в зажимах.

Форма контактного провода имеет форму в виде сплюснутой 8 - ки.

Рис. 2. Профиль контактного провода



Для подвески контактного провода на трамвайных линиях применяются:

- простая поперечная (жесткая) подвеска на боковых или центральных опорах. Скорость движения до **40 км/час.**

- продольно-цепная подвеска (полукомпенсаторная). Скорость более **40 км/час.**

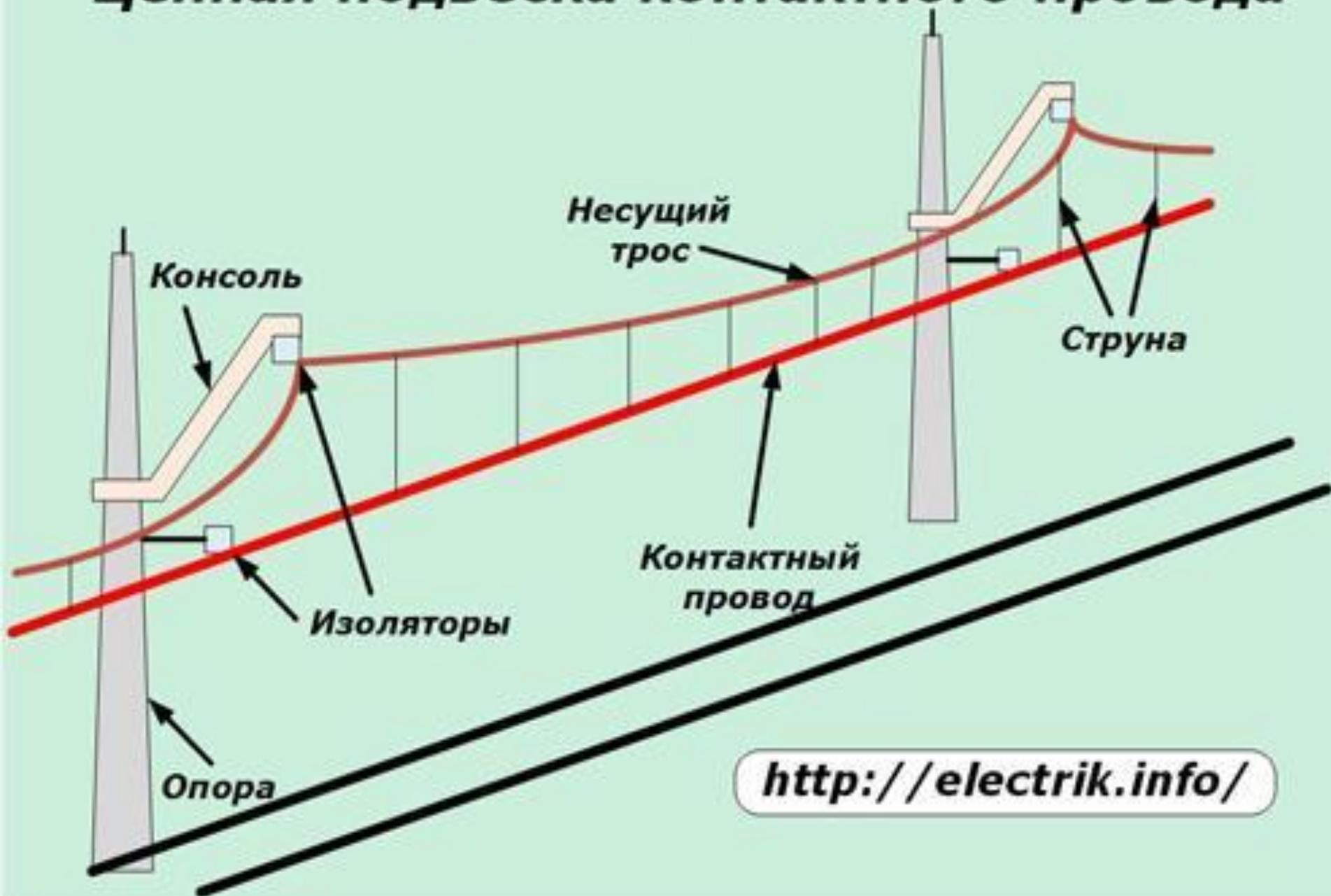
При жесткой подвеске натяжение провода производится вручную – весной и осенью;

При полукомпенсаторной – автоматически – грузами.

Для равномерного износа по всей длине контактной вставки пантографа контактный провод на прямых участках контактной сети подвешивается зигзагообразно с отклонением от оси пути на **250-300 мм** в ту и другую сторону и равен он 2 - м пролетам. На кривых участках пути провод уходит на внутреннюю сторону кривой.

При простой системе подвески расстояние между опорами **30-35 метров**. При полукомпенсированной **не более 50 метров**.

Цепная подвеска контактного провода



Во время движения трамвайных вагонов на линии могут произойти следующие повреждения контактной сети: обрыв контактного провода; поломка осей или кронштейнов.

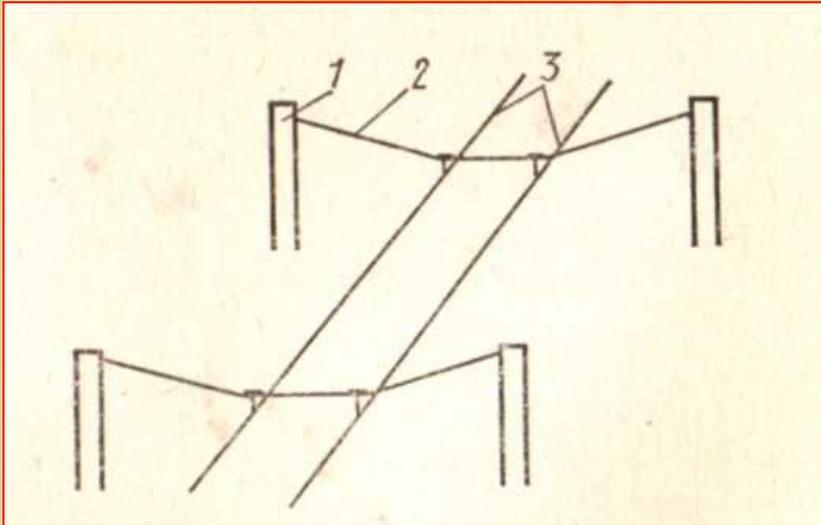
Мелкие неисправности: выход провода из провододержателя, срыв провододержателя с изоляционного болта, отсутствие зигзага на прямой, слабая натяжка провода, обрыв троса и т.д.

Повреждения возникают вследствие недостаточного надзора за состоянием контактной сети.

Чтобы избежать крупных повреждений водитель должен следить за состоянием токоприемника и соблюдать правила эксплуатации контактной сети.

1. Вагон должен проходить по спец. частям контактной сети и на кривых участках с пониженной скоростью.

2. Секционный изолятор проезжать с пониженной скоростью (15 км/час) и с выключенными тяговыми двигателями, т.е. на «Нуле» контроллера водителя.

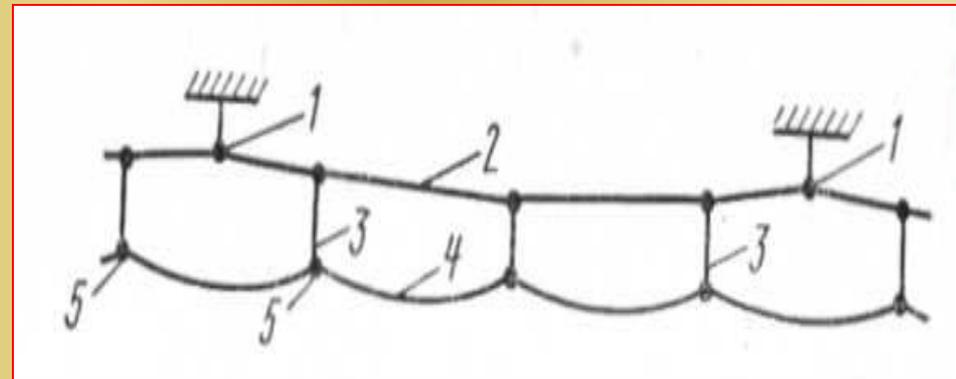


Простая поперечная подвеска:

- 1 — опорная конструкция,
- 2 — гибкая поперечина (трос),
- 3 — контактный провод

Продольно - цепная подвеска:

- 1- опоры,
- 2- несущий трос,
- 3 - струны,
- 4 - контактный провод,
- 5 - точки подвешивания



Высота подвески провода

Контактная сеть в середине пролета обычно расположена над уровнем головки рельса на расстоянии не менее **5 м**. Стрела провеса может достигать до **0,5 м**. Поэтому за минимальную высоту точки подвеса контактного провода принимают **5,5 м**. Для разных городов эта высота колеблется от **5,5** до **6,3 м**. Устойчивая работа токоприемника и сети обеспечивается при отклонениях от нормальной высоты (допустимых) не более **+ 0,1 ÷ 0,15 м**. Под путепроводами, мостами и в туннелях минимальная высота подвески провода составляет **4,2 м** при условии плавного изменения высоты подвески с уклоном не более **20%**. При большем уклоне скорость движения трамваев не должна превышать **10 км/ч**.

В местах пересечения железнодорожных линий расстояние от контактного провода до головки рельса должно быть не менее **5,75 м. В воротах зданий депо и вагоноремонтных мастерских (заводов) контактный провод находится на высоте не менее **4,7 м**, а внутри зданий — не менее **4,7 м** при эксплуатации вагонов с деревянным кузовом и не менее **5,2 м** при наличии цельнометаллических вагонов.**

Расположение контактного провода по отношению к оси пути.

Чтобы обеспечить равномерный износ контактной вставки токоприемника, провод на прямых участках пути подвешивают зигзагообразно, вынося точки подвеса на **250—350 м** от осевой линии в ту или другую сторону. Шаг зигзага между крайними положениями провода **120—140 м** для простой подвески и до **300 м** для цепных подвесок.

На прямых участках зигзагообразно: в ту и другую сторону на **250-300 м**. На кривых участках – на **250-300 м** во внутреннюю кривой.

Во время движения трамвайных вагонов на линии могут произойти следующие повреждения контактной сети:

- обрыв контактного провода;
- поломка осей или кронштейнов.

Мелкие неисправности:

- выход провода из провододержателя,
- срыв провододержателя с изоляционного болта,
- отсутствие зигзага на прямой,
- слабая натяжка провода,
- обрыв троса и т.д.

Повреждения возникают вследствие недостаточного надзора за состоянием контактной сети.

Чтобы избежать крупных повреждений водитель должен следить за состоянием токоприемника и соблюдать правила эксплуатации контактной сети.

1. Вагон должен проходить по спец. частям контактной сети и на кривых участках с пониженной скоростью.

2. Секционный изолятор проезжать с пониженной скоростью (15км/час**) и с выключенными тяговыми двигателями, т.е. на «**Нуле**» контроллера водителя.**

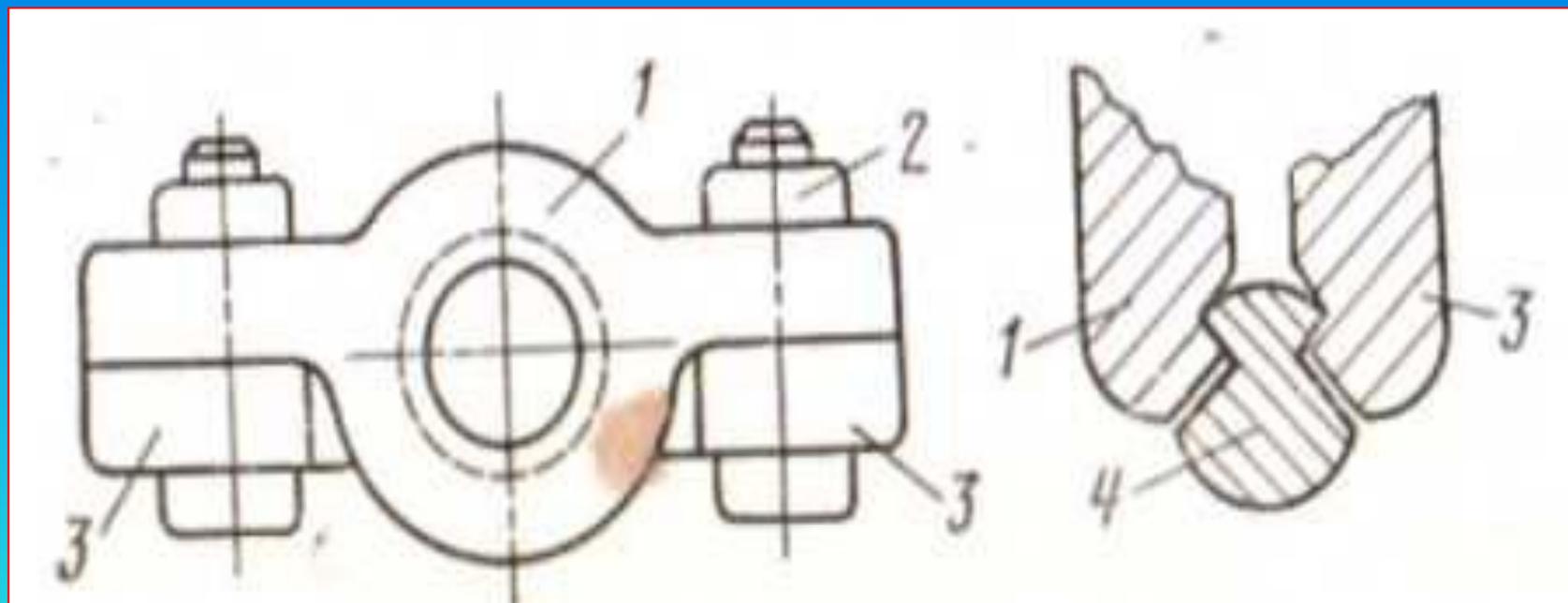
Подвесная арматура.

К ней относятся: подвесной и соединительный зажимы, изоляционный болт, подвес для крепления подвесного зажима с контактным проводом к тросу.

Подвесной зажим с одной стороны крепится к контактному проводу, а с другой — к изоляционному болту. Он состоит из двух щек 1 и 3 и скрепляющих болтов 2. Щека 1 имеет прилив с резьбой для изоляционного болта. Нижними гранями щеки 1 и 3 входят в вырезы контактного провода 4 и прочно удерживают его.

Для соединения контактных проводов друг с другом (сращивание при обрывах, установка дополнительных проводов и др.) служат зажимы.

Соединительный зажим имеет три щеки: среднюю с нарезными отверстиями и две крайних. Весь зажим скреплен двумя болтами.

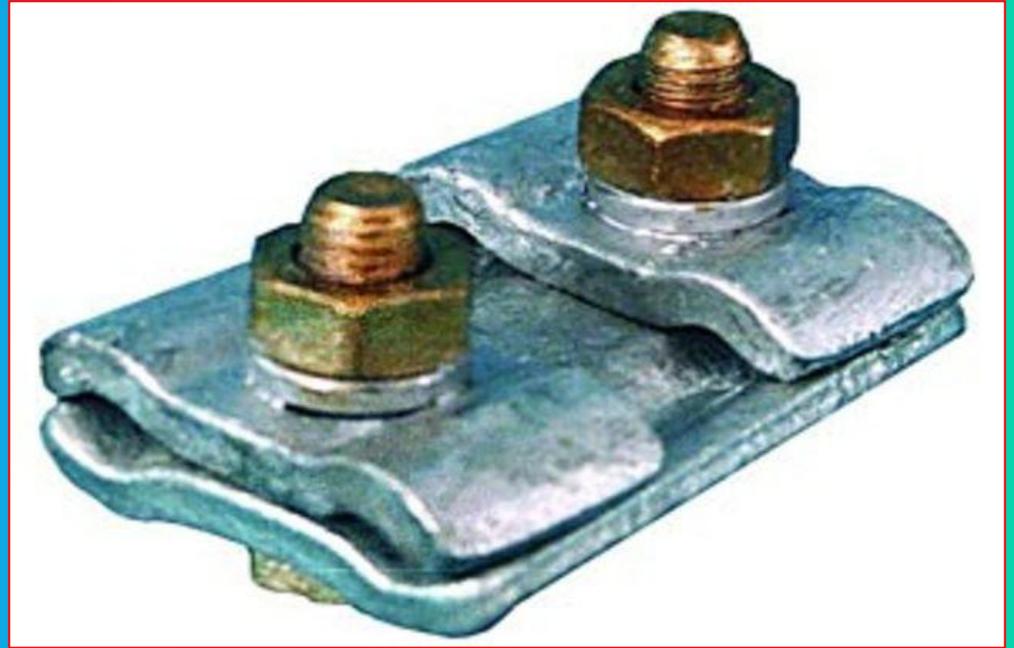


Подвесной зажим:

1,3 - щеки,

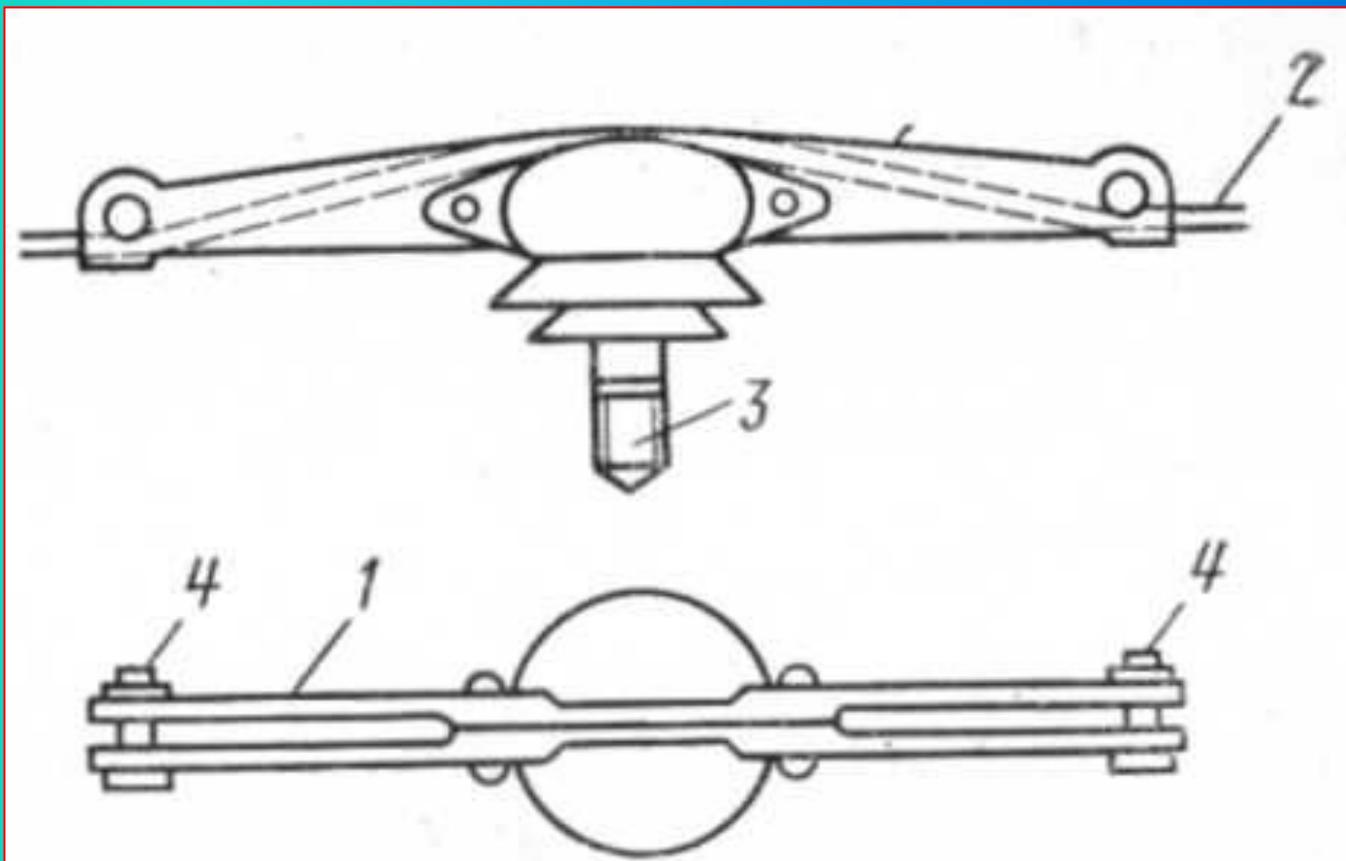
2- болты,

4 - контактный провод



Подвесной зажим

Подвесом называется конструкция, служащая для крепления подвесного зажима к поперечному тросу или кронштейну. В подвесы обычно входят изоляторы, составляющие с ними как бы единое целое. Подвесы разнообразны по материалам, применяемым для их изготовления, и исполнению. Жесткий подвес, широко используемый, состоит из изоляционного болта 3 и двух оцинкованных щек 7, средняя часть которых имеет форму шапки болта-изолятора. Щеки подвеса после закладки в них болта склепывают и болт оказывается прочно заделанным. Трос 2 проходит между щеками корпуса под болтами 4. Такой подвес позволяет регулировать провод в поперечном направлении. Если контактный провод нужно только оттянуть, а не подвесить, применяют оттяжной подвес с одним плечом.



Жесткий подвес:

1- оцинкованные щеки,

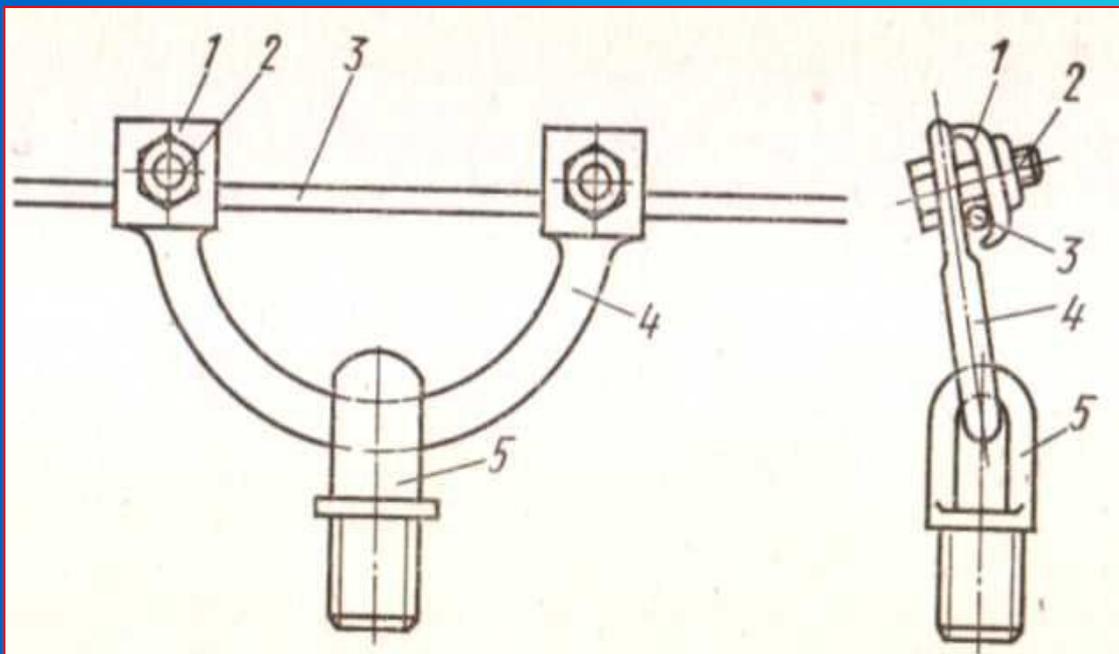
2 - трос,

3, 4 - болты

Гибкий неизолированный подвес имеет дужку 4, серьгу 5 для крепления зажима к дужке, болты с гайками 2 для крепления подвеса к тросу 3.

Преимущество гибкого подвеса:

- простота конструкции, он обеспечивает лучшие условия работы контактного провода. Для изоляции провода в рассечку троса включают изолятор.



Гибкий
неизолированный
подвес:

- 1 - прижимная щетка,
- 2 - болт с гайкой,
- 3 - трос,
- 4 - дужка,
- 5 - серьга

Опоры.

Контактную сеть подвешивают на металлических (стальных), железобетонных и деревянных опорах (иногда на стенах зданий). Наибольшее распространение получили стальные опоры, так как их внешний вид (что очень важно для городских улиц) дает им значительное преимущество перед остальными опорами. На изготовление железобетонных опор расходуется немного металла, но они почти в два раза тяжелее металлических трубчатых опор и при тех же допустимых нагрузках имеют значительно больший диаметр. Деревянные опоры применяют на второстепенных линиях, где внешний вид контактной сети не имеет существенного значения.

Неисправности

Крупные: поломка опоры, кронштейнов, обрыв контактного провода.

Мелкие: обрыв троса (оттяжки), выход провода из проводадержателя, срыв изоляционного болта, отсутствие зигзага провода на прямом участке.



Опоры

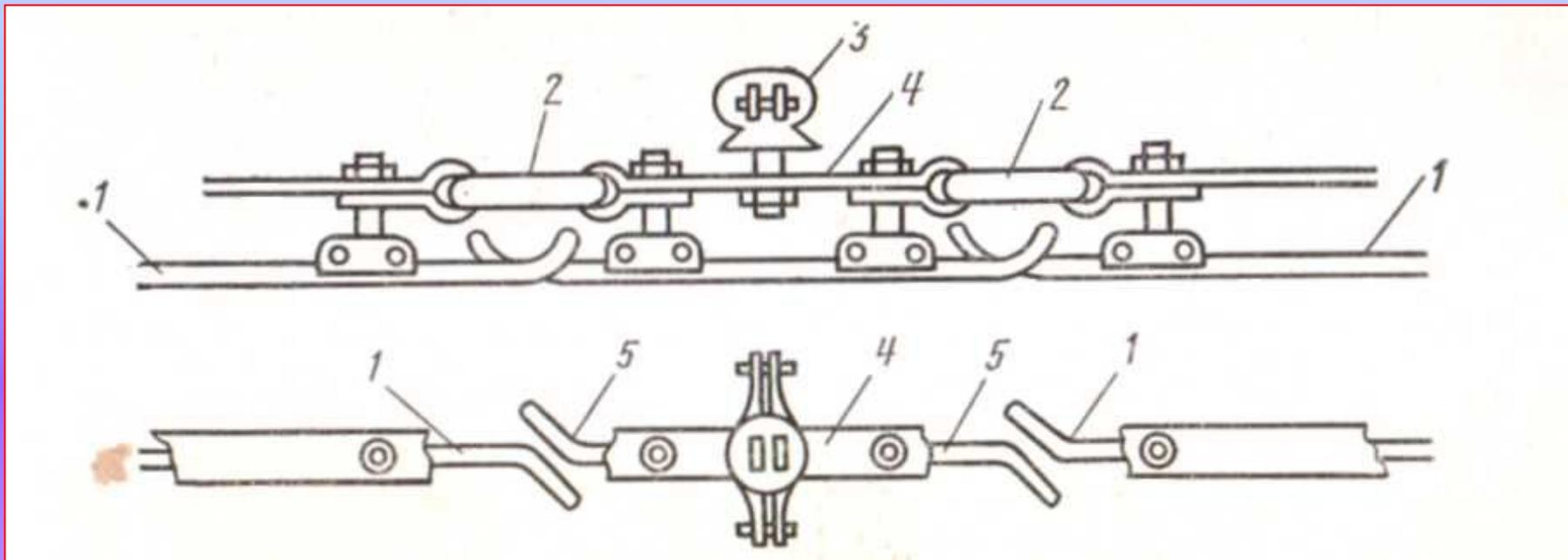
Секционные изоляторы

Контактную сеть для большей надежности обычно разделяют на электрически независимые участки с таким расчетом, чтобы выход из строя одного из них не вызвал прекращения работы смежных участков. Такое деление называют секционированием контактной сети. Производится оно с помощью секционных (участковых) изоляторов нескольких типов, но наибольшее распространение получил изолятор системы П. Д. Сычева.

Он состоит: из двух пряжковых изоляторов 2, соединительной планки 4, дополнительных проводов 1, нейтральной вставки 5, изолированного подвеса 3.

Изолятор прост по конструкции, легок и в нормальных условиях мало подгорает.

Недостаток изолятора - в легком перекрытии электрической дугой, при котором он сильно разрушается.



Изолятор конструкции П. Д. Сычева:

- 1- дополнительные провода,
- 2 - пружковые изоляторы,
- 3 - изолированный подвес,
- 4 - соединительная планка,
- 5 - нейтральная вставка

Секционные ИЗОЛЯТОРЫ



Усманов Альберт, Уфа-8.02.2012



Неисправности

1. Ослабление болтов, или их отсутствие, обрыв электросоединения или его отсутствия, смятие концов рельсов, не соответствует зазор в стыке (20 мм), просадка в стыке.

2. Для разделения всей контактной сети на отдельные участки питания электроэнергией от тяговых подстанций.

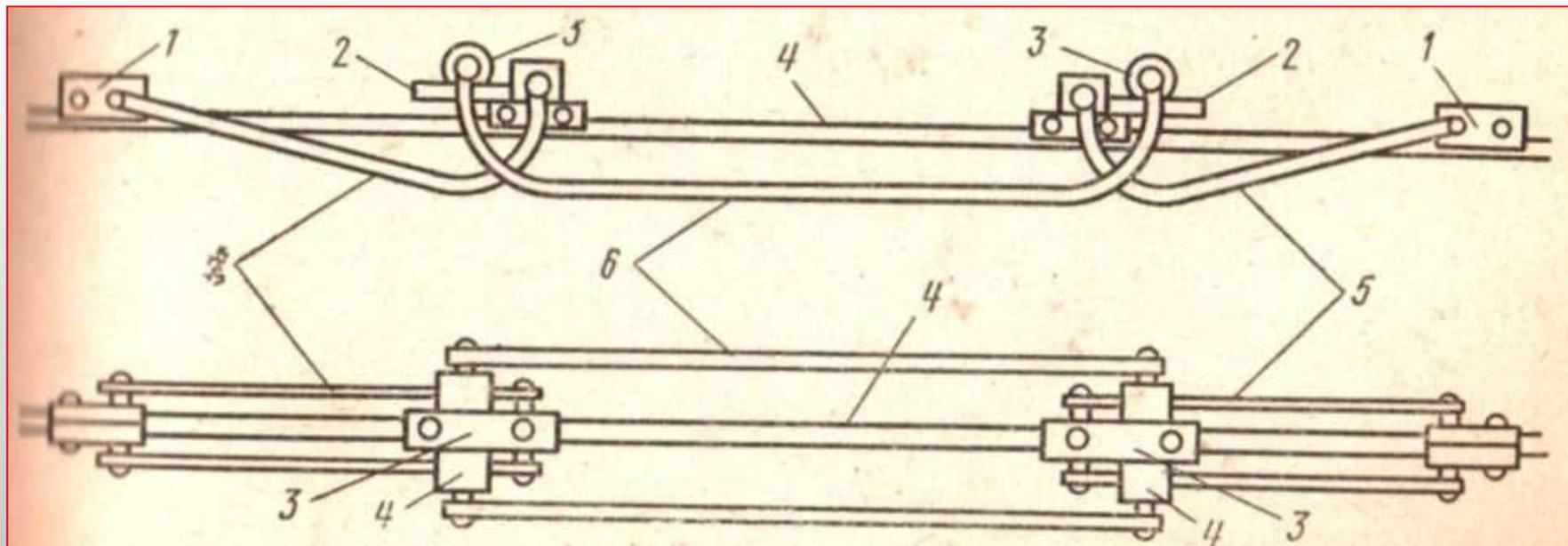
Скорость не более **15 км/час**, контроллер водителя на **«нуле»**.

Воздушные контакты автоматических стрелок

Последовательные (сериесные) и параллельные (шунтовые) устанавливаются на контактном проводе.

Сериесные контакты включают последовательно с обмоткой электромагнита стрелки и силовой цепью вагона. Используют несколько конструкций таких контактов. Рассмотрим одну из них. Контакт состоит из изолированных 6 и неизолированных 5 контактных полозов, выполненных из стальной проволоки диаметром 10 мм.

Полозы смонтированы на двух стальных планках 2. В качестве изоляции применена бакелитовая трубка 3. Контакты установлены на контактном проводе 4 с помощью четырех зажимов 1. В серийных контактах, конструкция которых показана на рисунке, полозы изготовлены из стального уголка, а изоляционные вкладыши — из дельта-древесины.



Сериесный контакт автоматической стрелки:

- 1 - зажимы,
- 2 - стальные планки,
- 3 - бакелитовая трубка,
- 4 - контактный провод,
- 5, 6 - контактные полозья

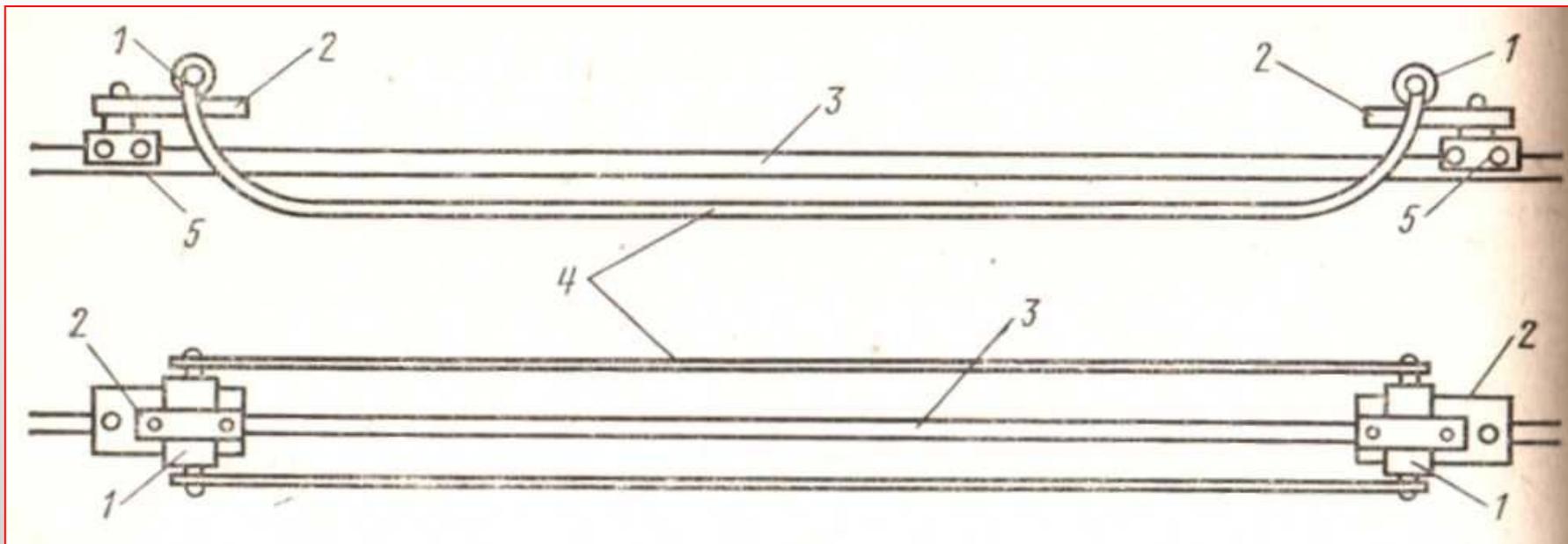


Шунтовые контакты включены параллельно силовой цепи вагона и последовательно с параллельной обмоткой электромагнита стрелки.

Контакт состоит из двух полозов 4, выполненных из стальной проволоки диаметром 5 мм. Они собраны на двух изоляционных колодках 2 из дельта-деревесины с дополнительной изоляцией из бакелитовой трубки 1.

В контактах некоторых типов вместо колодок и трубок применяется подвес из стеклопластика.

Шунтовой контакт устанавливают на контактном проводе 3 с помощью двух зажимов 5.



Шунтовые контакты автоматической стрелки:

- 1- бакелитовая трубка,
- 2 - изоляционные колодки,
- 3 - контактный провод,
- 4 - полозы,
- 5 - зажимы

Устройства сезонной регулировки контактного провода.

В связи с изменением температуры в течение года меняется и длина контактного провода, его натяжение и провес. Для создания благоприятных условий токосъема два раза в год — весной и осенью — проводят сезонную регулировку натяжения контактного провода. Весной, чтобы предупредить провесы, провода подтягивают, а осенью, перед наступлением морозов, натяжение проводов ослабляют. Регулируют натяжение контактного провода с помощью специальных температурных винтов, которые устанавливают через каждые 400—500 м.

В последнее время для этих же целей стали использовать грузовые компенсаторы. Контактный провод соединяют с анкерным тросом, закрепленным на грузовом компенсаторе.

Применение грузовых компенсаторов дает большие преимущества, так как отпадает необходимость сезонной регулировки натяжения контактного провода. Его удлинение и укорачивавшие происходит за счет передвижения по блокам троса с грузами.

Простая (жесткая) - регулируется вручную, **весной и осенью**.

Полукомпенсаторная (маршруты № 5 и «Вахитова - Лесная»), регулируется автоматически - грузами.

Характерные неисправности контактной сети.

В контактной сети под воздействием токоприемников, естественного износа, атмосферных явлений возникают изменения, которые могут вызвать неисправности и поломки сети. Наклон или падение опоры может произойти от удара при наезде транспорта или удара по закрепленной на опоре поперечине; при захвате токоприемником поперечины троса и других причин. Обрыв или пережог поперечины или элементов тросовой системы происходит от короткого замыкания, удара или зацепления токоприемником: вследствие коррозии и других причин.

- Обрыв контактного провода может произойти от удара по нему токоприемником, пережога при коротком замыкании, местного износа или надлома.
- Короткое замыкание возникает при замыканиях в силовой цепи трамвая, падении оборванных поперечин, проводов и тросов уличного освещения.
- Поджоги возникают при неплотном контакте токоприемника на узлах и спец.частях сети или при буксовании подвижного состава.