

Комплекс устройств и схема электрообеспечения железных дорог.

**электрообеспечение
электрифицированной
железнодорожной
осуществляется
следующими устройствами
внешнего питания и
тягового электрообеспечения:**

Комплекс устройств и схема электроснабжения железных дорог.

внешнего снабжения:

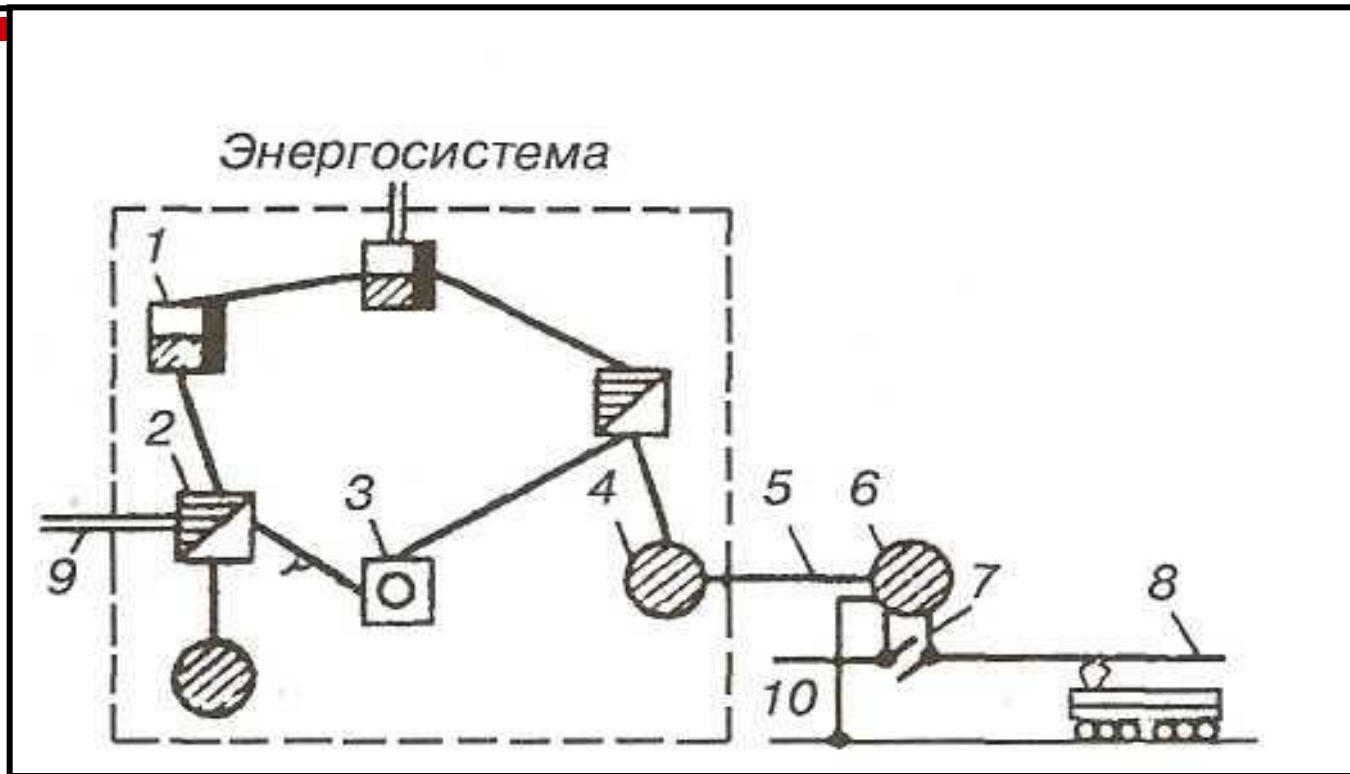
- электростанции,**
 - районные подстанции,**
 - сети и линии передачи**
-

1. Комплекс устройств и схема электроснабжения железных дорог.

тягового электроснабжения:

- тяговые подстанции**
 - и тяговая сеть. Тяговая сеть состоит из контактных и рельсовых проводов, питающих и отсасывающих линий.**
-

Общая схема электроснабжения электрифицированной дороги



1 — тепловая электростанция; 2 — гидроэлектростанция; 3 — атомная электростанция; 4 — районная трансформаторная подстанция; 5 — районная линия высокого напряжения; 6 — тяговая подстанция; 7 — питающая линия; 8 — контактная сеть; 9 — линия, связывающая энергосистемы; 10 — отсасывающая линия

- Железные дороги относятся к потребителям 1-й высшей категории, нарушение электроснабжения которых связано с опасностью для жизни людей и сбоями в движении поездов. Такие потребители должны получать электрическую энергию от двух независимых источников. В отдельных случаях допускается питание тяговых подстанций из одного источника по двум одноцепным ЛЭП или по одной двухцепной линии.

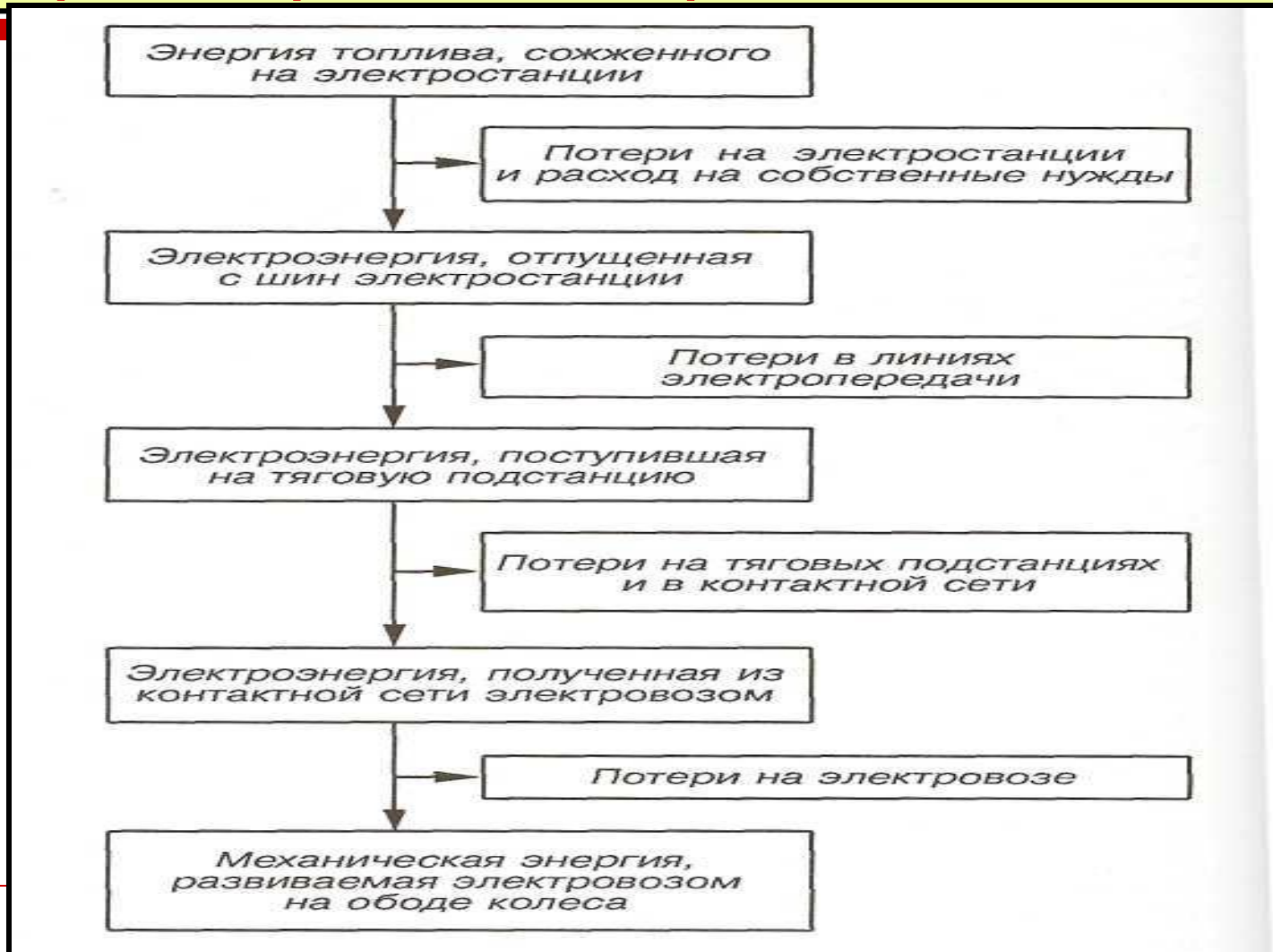
2. Системы тока и величина напряжения в контактной сети.

На отечественных электрифицированных дорогах применяются две системы электроснабжения:

- постоянного тока напряжением 3 кВ;**
- однофазного переменного тока напряжением 25 кВ стандартной частоты 50 Гц**

- При эксплуатации всегда стремятся обеспечить необходимый уровень напряжения на токоприемниках ЭПС и возможно меньшие **потери энергии** в тяговой сети, так как от этого зависит **скорость движения поездов**

Этапы преобразования энергии и характер её потерь.



Недостатком системы электроснабжения постоянного тока является его полярность.

- Из-за разности потенциалов между рельсами и землей, а также между металлическими элементами искусственных сооружений и землей возникает электролиз, что приводит к **электрохимической коррозии**. В результате **уменьшается срок службы рельсов и сооружений** (арматуры железобетонных сооружений, мостов, эстакад и т.п.), и во избежание их разрушения приходится применять соответствующие защитные меры (анодные заземлители, катодные станции и др.).

Недостатки системы электроснабжения постоянного тока

- **Основным недостатком системы постоянного тока** является относительно низкое напряжение ($U=3$ кВ).
- В результате по контактной сети к ЭПС подводится необходимая мощность ($W = UI$) с большой силой тока (I).
- Чтобы напряжение не оказалось меньше допускаемого минимального, на дорогах постоянного тока **расстояние между тяговыми подстанциями невелико** и составляет в среднем **15–20 км** (в отдельных случаях **7–10 км**); **чем реже расположены подстанции, тем больше потери энергии и ниже напряжение на токоприемниках ЭПС.**

Недостатки системы электроснабжения постоянного тока

- Кроме того, для передачи больших по силе токов приходится **увеличивать площадь сечения проводов контактной подвески** или дополнительно подвешивать усиливающие провода. А это значительно **удорожает устройства электроснабжения**, увеличивает расход материалов и особенно меди.

Достоинства применения переменного тока

- **Применение на железных дорогах системы однофазного переменного тока с номинальным напряжением 25 кВ дает возможность **повысить технико-экономические показатели электрической тяги.****

Достоинства применения переменного тока

- **уменьшается сечение проводов контактной сети примерно в 2 раза и увеличивается расстояние между подстанциями до 40 — 60 км, сокращается их количество.**

Достоинства применения переменного тока

- Кроме того, все устройства и оборудование подстанций переменного тока размещаются на открытых площадках, что также уменьшает затраты по сравнению с подстанциями на постоянном токе.

Недостатки системы переменного тока

- **электроподвижной состав переменного тока** по конструкции значительно **сложнее и дороже** из-за необходимости размещения на локомотиве устройств преобразования переменного тока в постоянный для питания тяговых электродвигателей.

Недостатки системы переменного тока

- **Существенным недостатком переменного тока является электромагнитное влияние,** которое он оказывает на металлические сооружения и коммуникации, расположенные вдоль железнодорожных путей. В результате на них наводится **опасное напряжение,** а на воздушных линиях связи и автоматики возникают **серьезные помехи.**

Недостатки системы переменного тока

- Для обеспечения нормальной работы указанных устройств и объектов применяют **меры защиты сооружений**, а воздушные линии заменяют на кабельные или радиорелейные. Защитные меры — это усиление изоляции между рельсовой сетью и землей, применение отсасывающих трансформаторов, калибрование воздушных линий. **Такие мероприятия дороги**, и на них приходится до 25% общей суммы затрат на электрификацию железнодорожных линий.

3. Устройство и требования к контактной сети.

Тяговая сеть **состоит** из контактной и рельсовой сетей, питающих и отсасывающих проводов.

Рельсовая сеть — это ходовые рельсы, которые имеют стыковые электрические соединения.

3. Устройство и требования к контактной сети.

Контактная сеть магистральных и пригородных электрических дорог - это совокупность проводов, конструкций и оборудования, обеспечивающих передачу электрической энергии от тяговых подстанций к токоприемникам ЭПС.

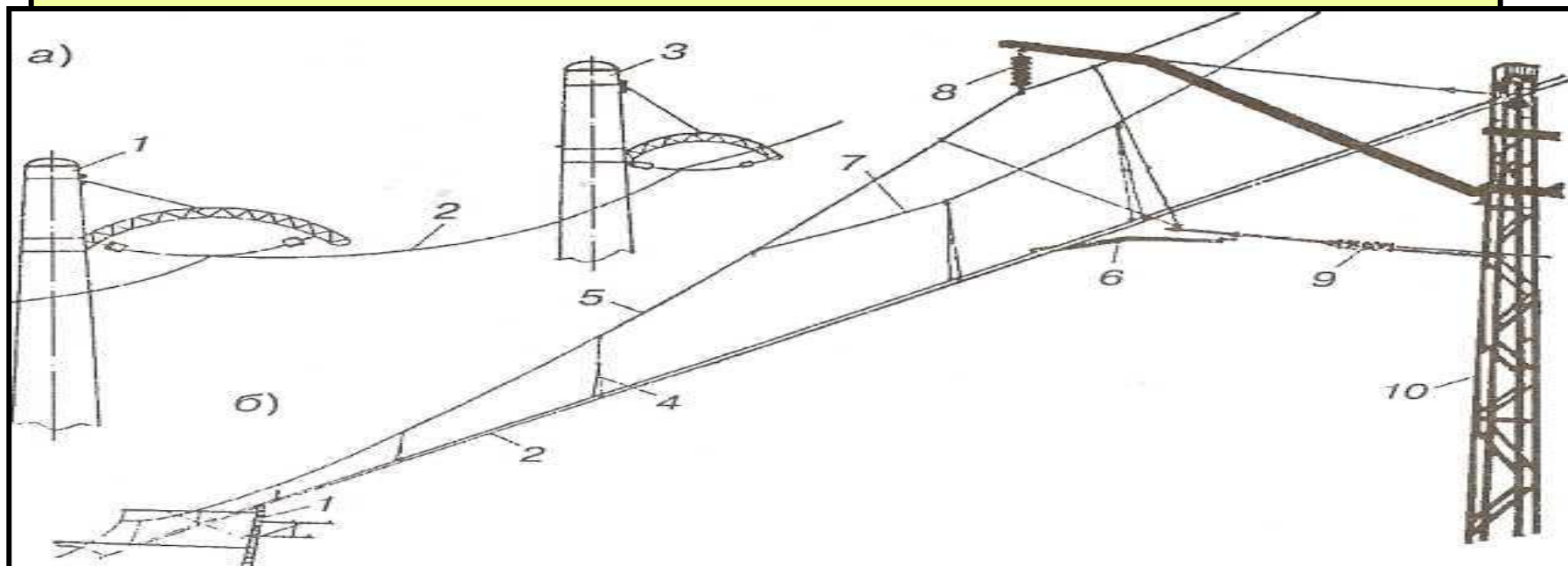
требования к конструкции и содержанию устройств контактной сети:

- **Надёжность** обеспечения ЭПС электрической энергией;
- **обеспечение необходимого уровня напряжения на токоприемниках ЭПС и возможно меньших потерь электрической энергии в тяговой сети, так как от этого зависит скорость движения поездов;**
- **обеспечение безопасности потребления** электрической энергии.

3.2 Устройство контактной сети.

- **Воздушные контактные сети делятся на простые и цепные.**
- **Простая контактная подвеска** (рис. .3, а) представляет собой провод 2, свободно висящий между местами подвеса на опорах 1 и 3.
- Такая подвеска применяется при сравнительно небольших скоростях движения, на деповских и второстепенных станционных путях.

Рис. 3. Схемы контактных подвесок



а) представляет собой провод 2, свободно висящий между местами подвеса на опорах 1 и 3.

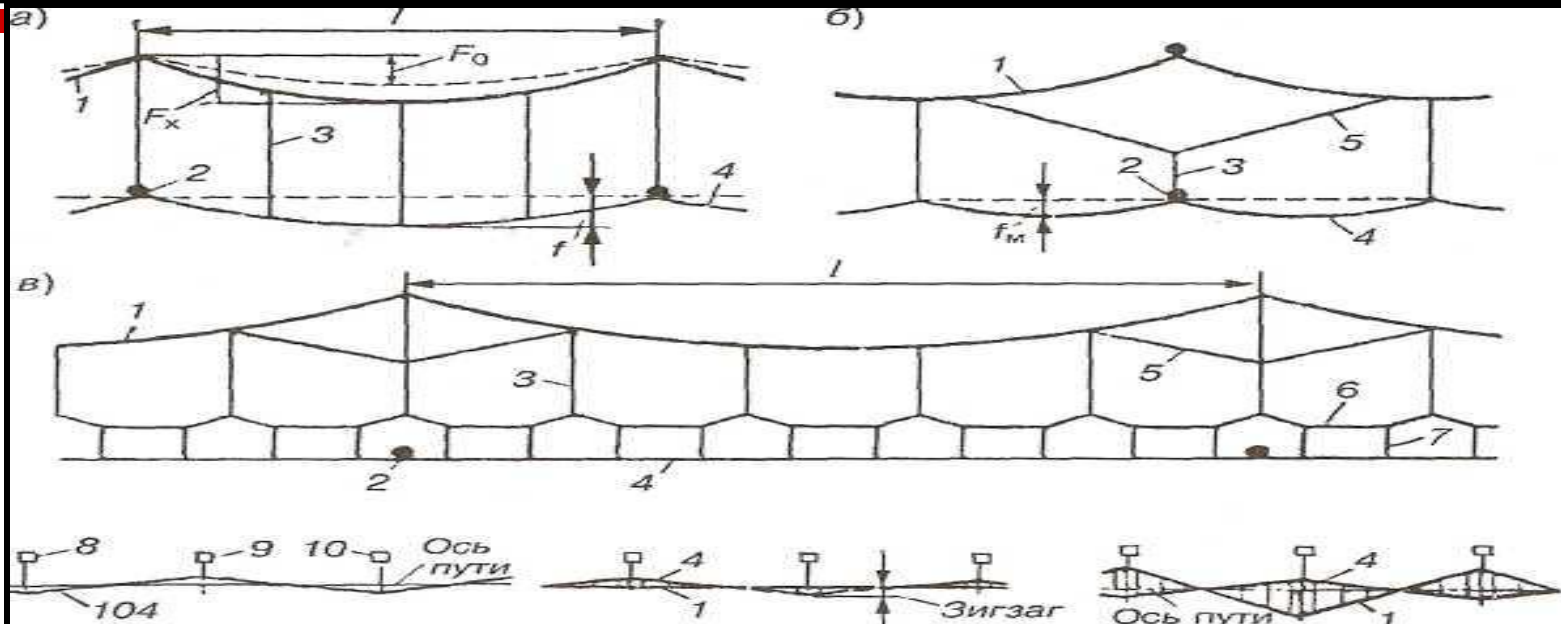
б) провод 2 висит в пролете между опорами 1 и 10 на часто расположенных проводах-струнах 4 и 7, которые соединены с несущим тросом 5. Контактный провод и несущий трос изолируются от опор изоляторами 8 и 9.

цепная контактная подвеска

- Применяется при высоких скоростях движения на электрифицированных железных дорогах (рис. 3, б).
- **При такой подвеске провод 2 висит в пролете между опорами 1 и 10 на часто расположенных проводах-струнах 4 и 7, которые соединены с несущим тросом 5. Контактный провод и несущий трос изолируются от опор изоляторами 8 и 9.**
- Для уменьшения величины стрелы провеса при сезонном изменении температуры оба конца контактного провода (иногда и несущего троса) оттягивают к опорам, **называемым анкерными**, и через систему блоков и изоляторов к ним подвешивают грузовые компенсаторы.
- Расстояние между анкерными опорами устанавливается с учетом допустимого натяжения контактного провода и может достигать **800 м и более.**

- Цепные контактные подвески имеют ряд разновидностей:**
- по способу подвешивания провода к несущему тросу;**
- типу опорных струн и фиксаторов;**
- по системе регулирования натяжения проводов и др. (рис. 4, а, б, в).**

Рис. 4. Схемы цепных подвесок:



а — одинарная с простыми опорными струнами в точках подвеса несущего троса;
б — одинарная с рессорными струнами; **в** — двойная с рессорными струнами; **г** — вертикальная; **д** — полукосая; **е** — косая; 1 — несущий трос; 2 — фиксатор контактного провода; 3 — опорная струна; 4 — контактный провод; 5 — рессорная струна; 6 — вспомогательный трос; 7 — короткая струна; 8—10 — опоры

- Для обеспечения равномерного истирания контактных пластин токоприемника по длине контактный провод располагают со смещением относительно оси пути. Смещение у опор называется зигзагом, а смещения в пролете — выносами. **Величина нормального зигзага +300** (рис.4, г, д, е).

высота подвески контактного провода

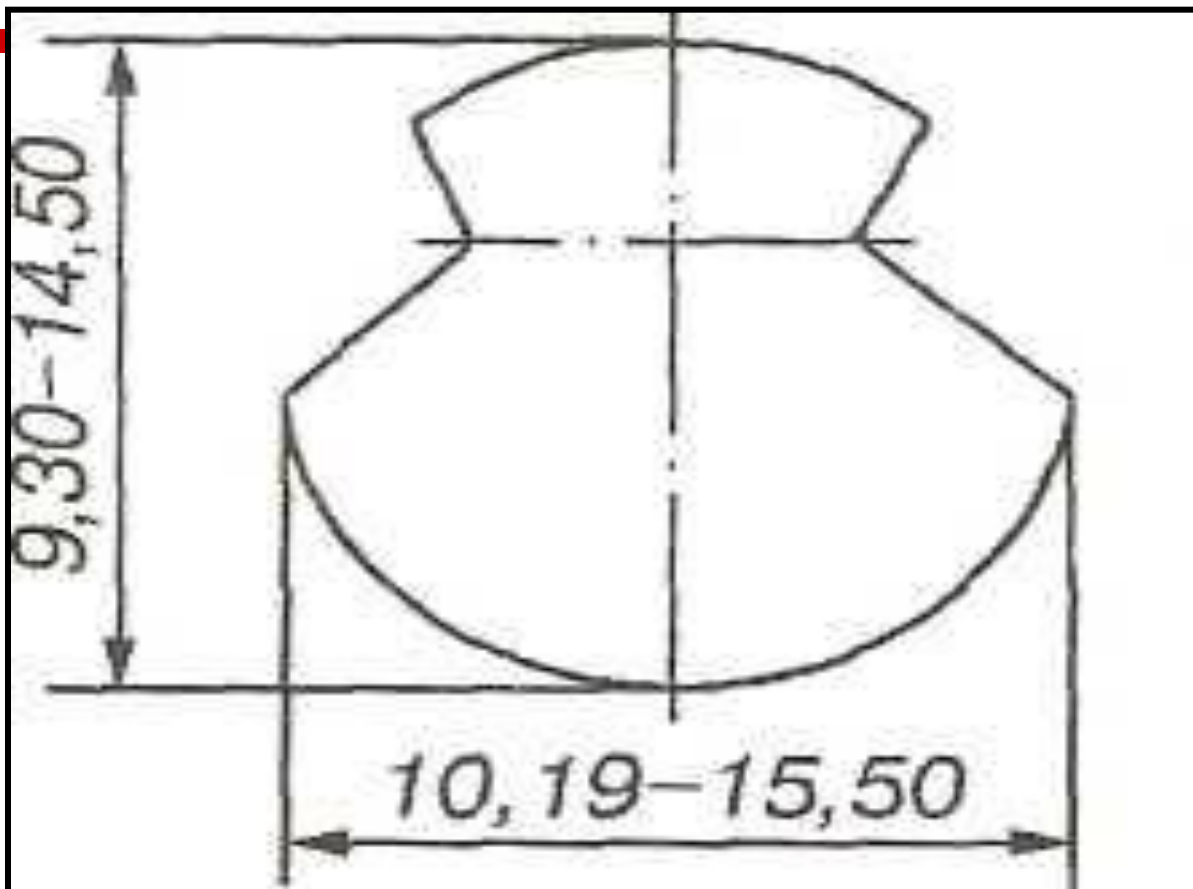
- В соответствии с ПТЭ, высота подвески контактного провода над уровнем верха головки рельса должна быть на перегонах и станциях не ниже 5750 мм, на переездах — не ниже 6000 мм. Максимальная высота подвески контактного провода составляет 6800 мм.**

Материал для контактных проводов

твердотянутая электролитная медь.

Наиболее распространены медные фасонные (МФ) **провода** (рис. 5) **сечением 100 и 150 квадратных миллиметров**, которые применяются **на главных путях станций и перегонах**; на остальных станционных путях, где нагрузка меньше, применяют провод МФ-85 (сечением 85 мм²).

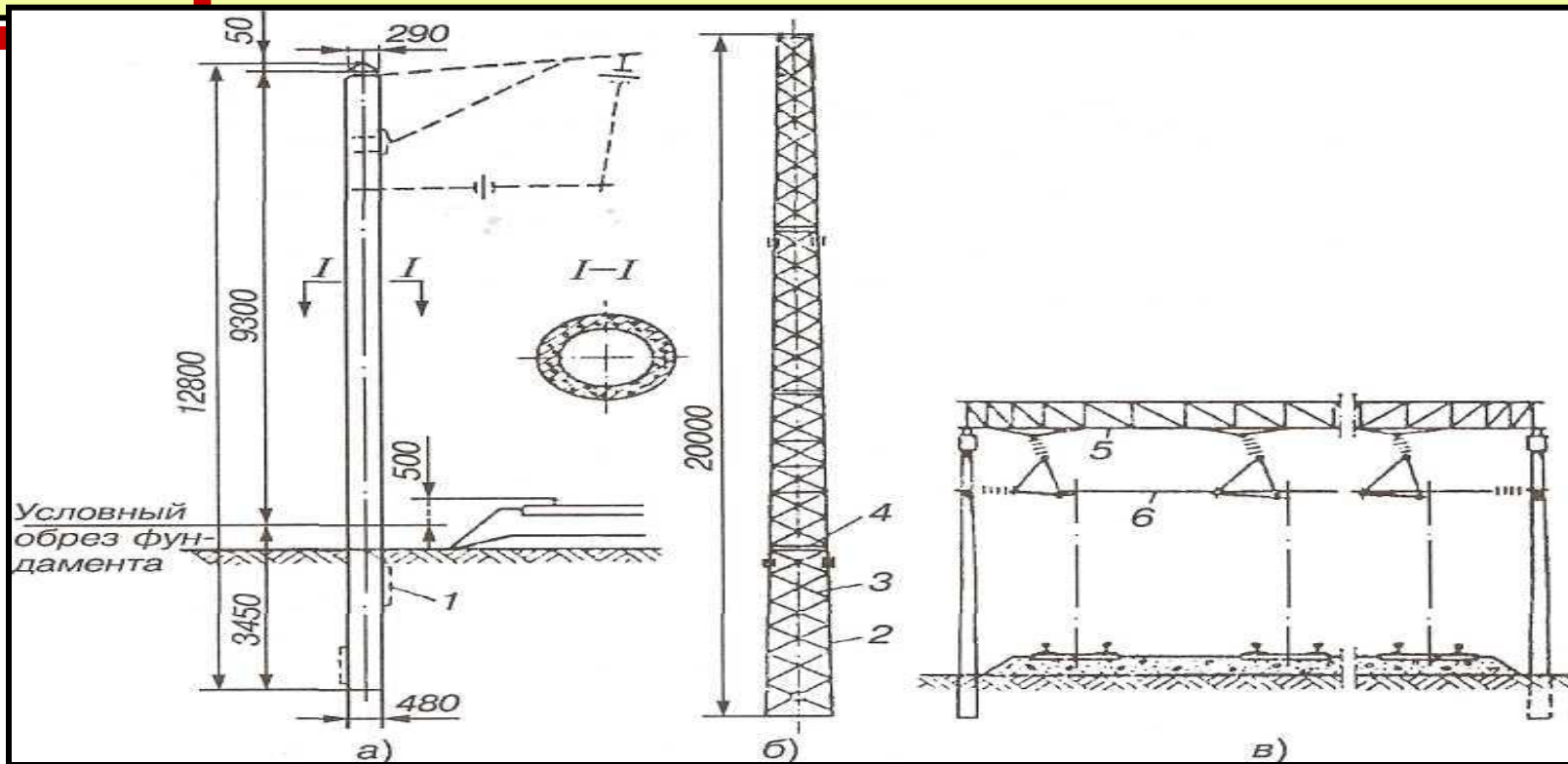
Рис. 5. Профиль контактного провода МФ



Опоры контактной сети

бывают - **железобетонные** и **металлические**. Чаще применяют более дешевые железобетонные (высота до 15,6 м), но установка их сложнее из-за более хрупкого верхнего слоя бетона, и они значительно тяжелее металлических.

Опоры контактной сети:



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

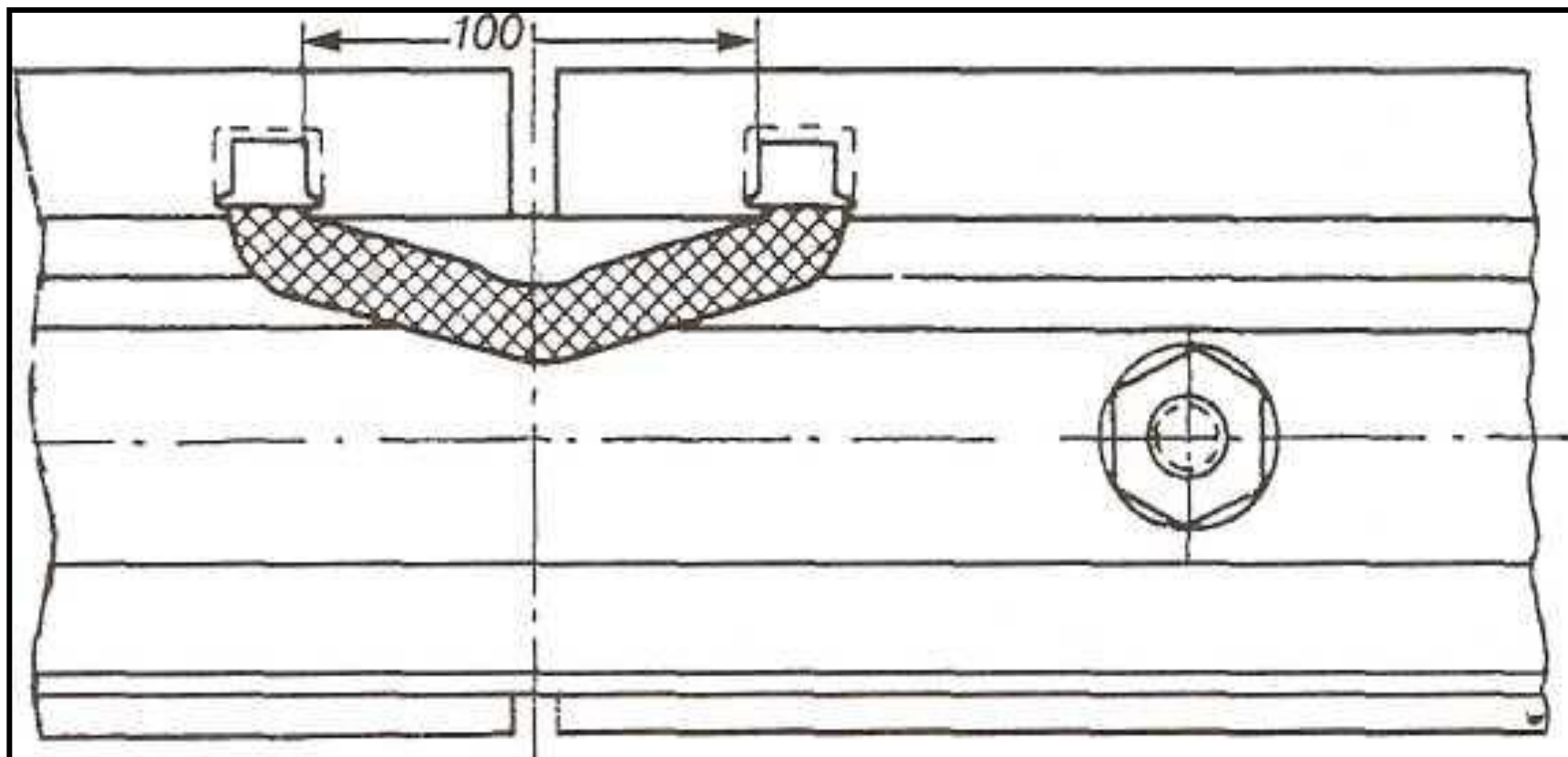
- Для надежной работы и удобства обслуживания контактную сеть делят на отдельные участки (секции) с помощью **воздушных промежутков и нейтральных вставок (изолирующих сопряжений)**, а также **секционных и врезных изоляторов**. При проходе электроподвижного состава по воздушному промежутку токоприемник кратковременно соединяет электрически обе секции контактной сети.

- Если по условиям питания секций это недопустимо, то их разделяют **нейтральной вставкой**, состоящей из нескольких последовательно включенных воздушных промежутков. **Применение таких вставок обязательно на участках переменного тока, когда смежные секции питаются от разных фаз трехфазного тока.** Длина нейтральной вставки устанавливается с таким расчетом, чтобы при любых комбинациях поднятых токоприемников подвижного состава полностью исключалось одновременное замыкание контактных проводов нейтральной вставки с проводами прилегающих к ней секций контактной сети.

- Для снабжения электроэнергией линейных железнодорожных потребителей на опорах контактной сети дорог постоянного тока подвешивают специальную трехфазную линию электропередачи напряжением 10 кВ. Кроме того, в необходимых случаях на этих опорах размещают провода телеуправления тяговыми подстанциями и постами секционирования, низковольтных осветительных и силовых линий и др.

- **На электрифицированных железнодорожных линиях ходовые рельсы используют для пропуска тяговых токов**, поэтому верхнее строение пути на таких линиях имеет следующие особенности: **к головкам рельсов с наружной стороны колеи приваривают стыковые соединители из медного троса**, вследствие чего уменьшается электрическое сопротивление рельсовых стыков (рис. 7); применяют щебеночный балласт, обладающий хорошими диэлектрическими свойствами, зазор между подошвой рельса и балластом делают не менее 3 см; железобетонные шпалы изолируют от рельсов резиновыми прокладками. Деревянные шпалы пропитываются креозотом, который защищает шпалы от гниения и одновременно является хорошим изолятором.

Рис. 7. Стыковой соединитель



- Линии, оборудованные автоблокировкой и электрической централизацией, имеют **изолирующие стыки**, с помощью которых образуются отдельные блок-участки. **Чтобы пропустить тяговые токи в обход изолирующих стыков, устанавливают дроссель-трансформаторы или частотные фильтры.** Питающие и отсасывающие линии выполняют воздушными или кабельными.
- **Электробезопасность** обслуживающего персонала и других лиц, а также защита от токов короткого замыкания обеспечивается **заземлением всех устройств, которые могут оказаться под напряжением** в случае поломок, обрыва провода или нарушения изоляции.
- Металлические опоры и конструкции (мосты, путепроводы, светофоры и т.п.), расположенные на расстоянии менее 5 м от контактной сети, должны быть заземлены или оборудованы устройствами защитного отключения.
- Для предохранения подземных металлических сооружений от повреждения блуждающими токами улучшают их изоляцию от земли, а также применяют специальные меры защиты.