



Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования

Электрические сети и электрическое освещение



Новокуйбышевск, 2008



Негосударственное образовательное учреждение
Новокуйбышевский нефтетехнический
учебный комбинат



Источники электрической энергии

ТЭЦ, ТЭС, ГЭС — 70 %

ГРЭС — 12 %

АЭС — 16 %

**дизельные, ветроэлектростанции,
гелиоэлектростанции,
геотермальные, приливные**



Принципиальная схема электроснабжения

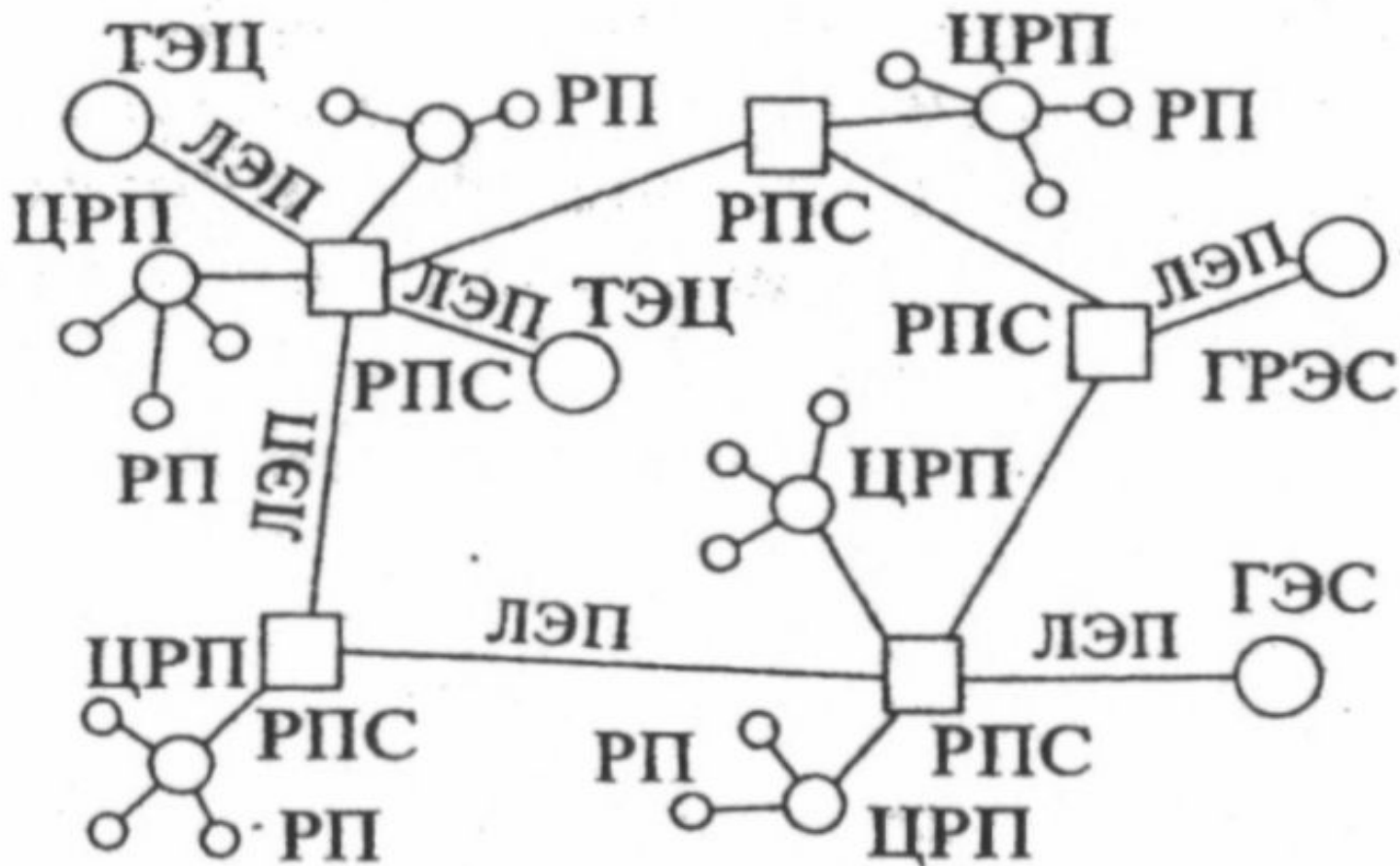
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

ТРАНСФОРМАТОРНАЯ
ПОДСТАНЦИЯ

УСТРОЙСТВА ДЛЯ
ВКЛЮЧЕНИЯ И
ОТКЛЮЧЕНИЯ И СРЕДСТВА
ЗАЩИТЫ

Принципиальная схема электроснабжения





Принципиальная схема электроснабжения

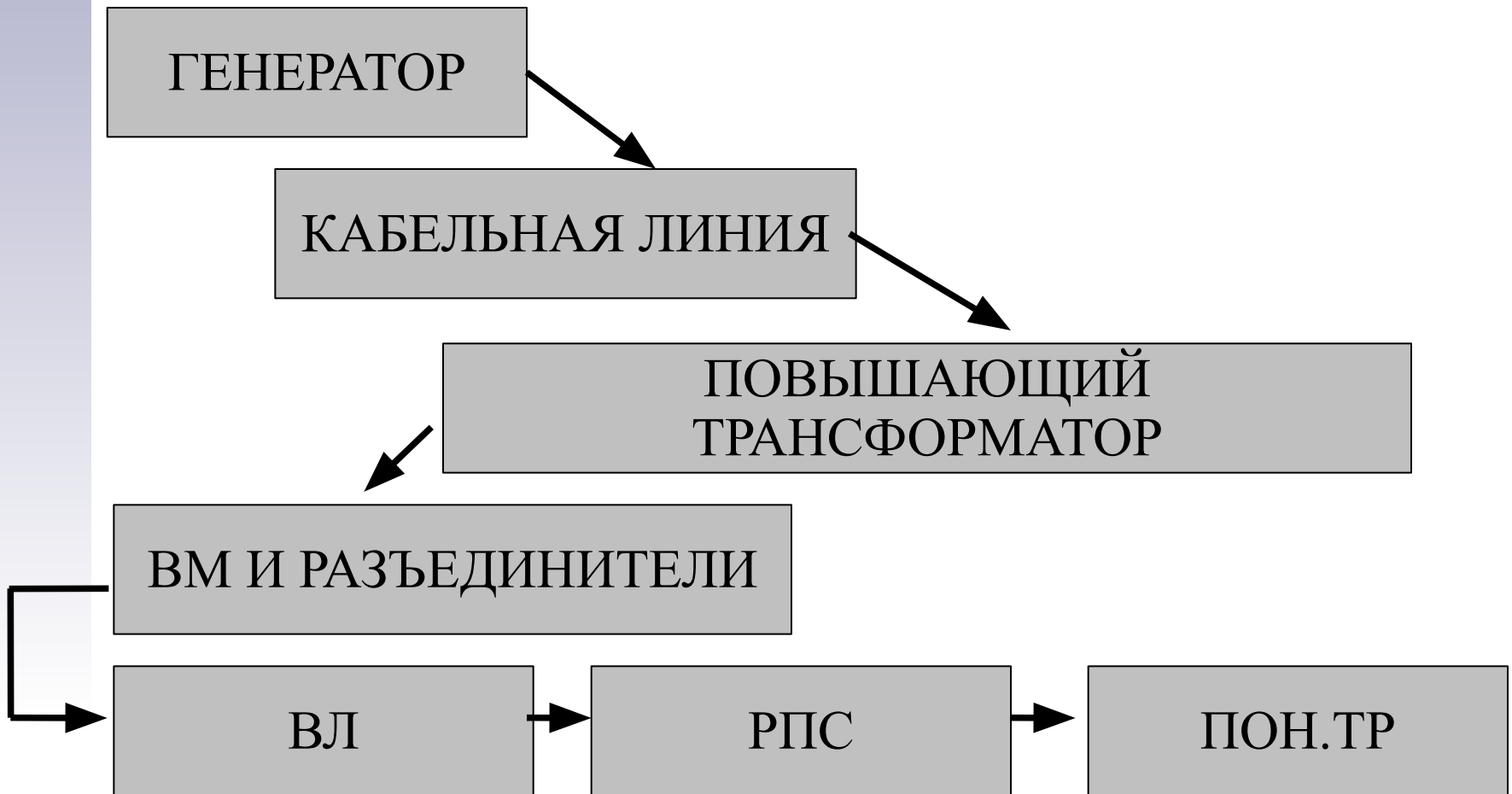
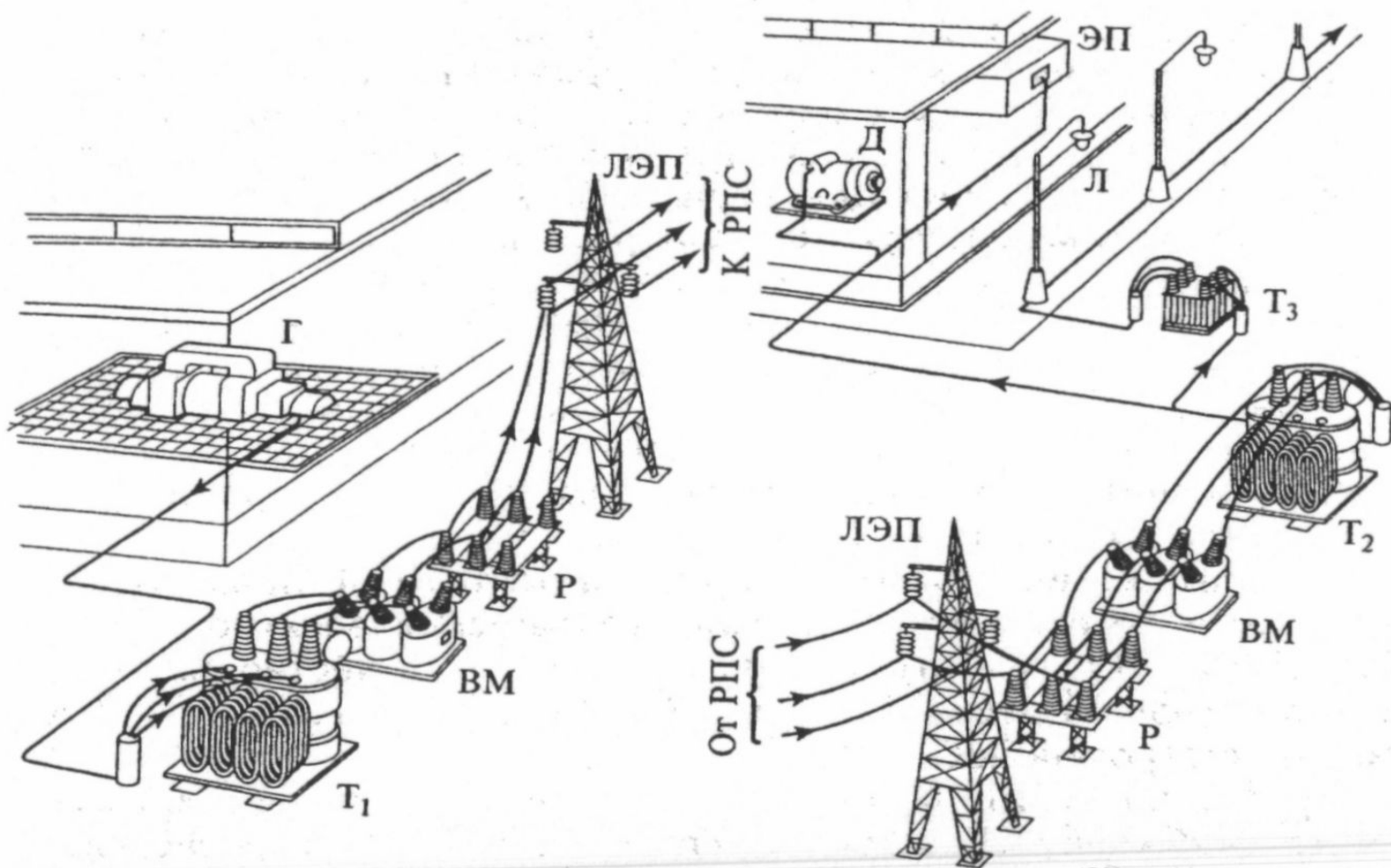


Схема размещения электрооборудования





Электроснабжение

ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ:

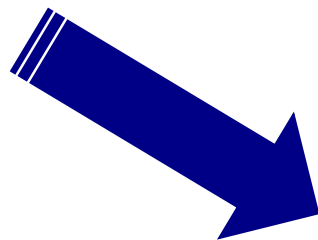
- источники энергии, которые устанавливаются на электростанциях;
- повысительные трансформаторные подстанции;
- линии электропередач;
- понизительные трансформаторные подстанции;
- распределительные сети

Электроснабжение — совокупность устройств, служащих для приема, передачи и распределения электроэнергии



Категории потребителей электроэнергии

категории

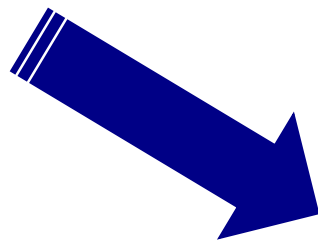


1 категория — потребители электроэнергии, нарушение снабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, повреждение оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного оборудования и нарушение функции особо важных элементов городского хозяйства



Категории потребителей электроэнергии

категории

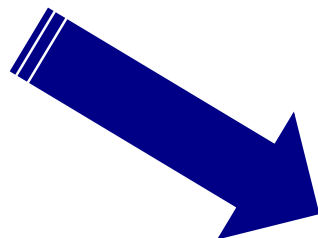


2 категория — потребители электроэнергии, нарушение снабжения которых может повлечь за собой массовый недоотпуск продукции, простоем рабочих, механизмов, технологического оборудования и промышленного транспорта, нарушением нормальной жизнедеятельности значительного количества людей.



Категории потребителей электроэнергии

категории



3 категория — все остальные потребители электроэнергии, не подходящие под определения потребителей 1-ой и 2-ой категории.



Обеспечение электроэнергией

1 категория

два и более источника питания, а перерыв их электроснабжения может быть допущен лишь на время автоматического ввода в действие резервного питания

два источника питания, а перерыв их электроснабжения может быть допущен лишь на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной бригады резервного питания

2 категория

один источник питания, а перерыв их электроснабжения может быть допущен лишь на время, необходимое для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, но не более одних суток

3 категория



Классификация электрических подстанций

Электрические подстанции включают в себя понижающие или повышающие трансформаторы, распределительные устройства, устройства управления и защиты.

□ **распределительные** — предназначены для распределения энергии при неизменной величине напряжения между отдельными потребителями. Бывают *главные и цеховые* подстанции.

□ **преобразовательные подстанции** - предназначены для преобразования энергии с помощью повышающих и понижающих трансформаторов, а также с помощью выпрямителей и частотно-преобразовательных устройств.



Классификация электрических подстанций

Распределительные устройства включают в себя распределительное устройство высокого напряжения, понижающие трансформаторы, распределительные устройства низкого напряжения. Оно предназначено для приема и распределения электрической энергии между потребителями.

- открытые распределительные устройства,
- закрытые распределительные устройства,
- комплектные распределительные устройства.



Классификация электропроводки

по способу выполнения

- **открытая** — проложенная по поверхности стен, потолков, ферм, станин машин,
- **скрытая** — проложенная в конструктивных элементах здания. Скрытая проводка может быть стационарной, передвижной и переносной

Наружная — проложенная по наружным стенам зданий и сооружений, под навесам, между зданиями на опорах вне улиц и дорог, может быть **открытой и скрытой, иметь различные конструктивные формы, определяющие методы ее монтажа с учетом условий окружающей среды, пожарной безопасности.**



Проводниковые изделия

Медная проволока

круглого и прямоугольного сечения

ММ — медная мягкая,

МТ — медная твердая,

МС — медная для связи

$d = 0,02-11$ мм,

ПММ — прямоугольного сечения,

ПМТ - прямоугольного сечения с — $0,08-5$ мм,
b — $2-30$ мм

Провода, проволока, шины и кабели классифицируются по материалу, сечению, виду изоляции, способу защиты от механических повреждений и воздействию окружающей среды.

Алюминиевая проволока

круглая АТ, АПТ, АМ $d = 0,1-18$ мм,

прямоугольная ПАТ, ПАМ
с — $2 - 18$ мм, b — $0,8 - 5,6$ мм



Проводниковые изделия

ПРОВОДА

- **неизолированные** — применяются в ВЛ, изготавливаются из меди, алюминия, бронзы, стальной сердечник с одним или несколькими навивами алюминиевой проволоки.
- **монтажные** — применяются для внутриблочного и межблочного монтажа аппаратов и устройств. Токопроводящая жила выполняется из меди с покрытием из олова, никеля, серебра. Жилы могут иметь изоляцию из поливинилхлорида, полиэтилена, пластикада, стекловолокна, волокна лавсана, волокна капрона и фторопласта.



Проводниковые изделия

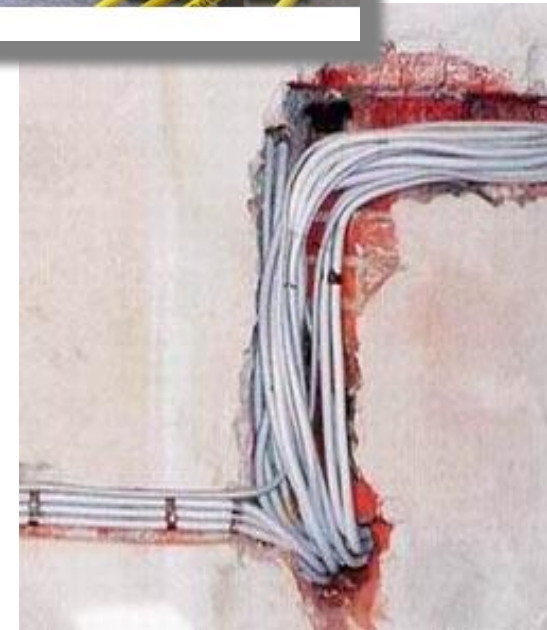
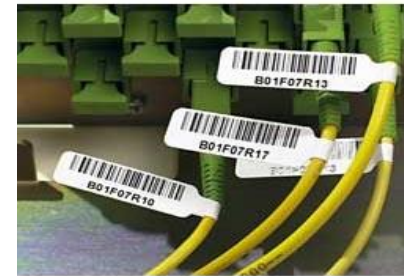
ПРОВОДА

- **обмоточные** — применяются при изготовлении обмоток электрических машин, аппаратов, приборов. Токпроводящие жилы изготавливаются из меди, алюминия, нихрома, монтанина, константана. В качестве изоляции применяют эмалевые лаки, натуральный шелк, синтетическую и натуральную пряжу, пленку, бумагу, пластмассы, $S = \text{до } 80 \text{ мм}^2$, круглый или прямоугольный профиль.
- **силовые** — применяются в силовых и осветительных сетях на открытом воздухе и внутри помещения, для скрытой проводки под штукатуркой, $d = 0,5 — 120 \text{ мм}^2$



Маркировка электропроводки

- Р — резиновая изоляция,
- С — стальной,
- Г — гибкий,
- Н — несгораемая изоляция,
- В — поливинилхлоридная изоляция,
- П — провод,
- ПП — провод плоский,
- А — алюминиевый,
- Ш — шнур,
- О — оболочка,
- АС — алюминиевый со стальной жилой,
- М - монтажный





Маркировка электропроводки

М — провод, состоящий из одной или нескольких медных проволок,

А — провод, состоящий из скрученных алюминиевых проволок,

АКП — провод алюминиевый, межпроволочное пространство всего провода, кроме наружной поверхности, заполнено нейтральной смазкой повышенной термостойкости,

АС — провод, состоящий из стального сердечника и алюминиевых проволок,

АСКС - провод, состоящий из стального сердечника и алюминиевых проволок, межпроволочное пространство всего провода, включая и его наружную поверхность, заполнено нейтральной смазкой повышенной термостойкости,

АН — провод, скрученный из проволок из нетермообработанного алюминиевого сплава,

АНКП -



Монтаж электропроводки

1. ОТКРЫТЫЕ электропроводки:

- прокладка на изолирующих опорах — роликах, клипах и изоляторах,
- подкладных несущих стальных полосах или натянутой проволоке-струне,

2. ТРОСОВЫЕ электропроводки,

3. Электропроводка на ЛОТКАХ и в КОРОБАХ,

4. Электропроводка в ТРУБАХ.



Монтаж электропроводки в взрывоопасных помещениях

В взрывоопасной среде уплотнение трубопровода должно выдерживать повышенное давление. В качестве защитных оболочек используют водогазопроводные трубы. Сечение проводов не более 16 мм². Провода применяются изолированные и изолированные с защитной оболочкой.

Общие требования:

изолированные провода прокладываются только в трубах, коробах и на изоляторах. Не допускается их прокладывать под слоем штукатурки, открыто на стене и в кирпичной кладке. Для этих целей необходимо использовать стальной патрубков или кабель.



Монтаж электропроводки в взрывоопасных помещениях

В взрывоопасной зоне трубы должны применяться водогазопроводные обыкновенные или легкие (тонкостенные). Соединение труб — резьбовое; в муфтах завинчивание до упора (для обеспечения непрерывности цепи заземления); уплотнение — лента ФУМ. Допускается применение сантехнических изделий (тройников и т. д.).

Трубные проводки обеспечивают степень защиты IP 65 – пыленепроницаемая оболочка и защита от струй воды.

Провода ПВ2 и ПВ3 многопроволочные.

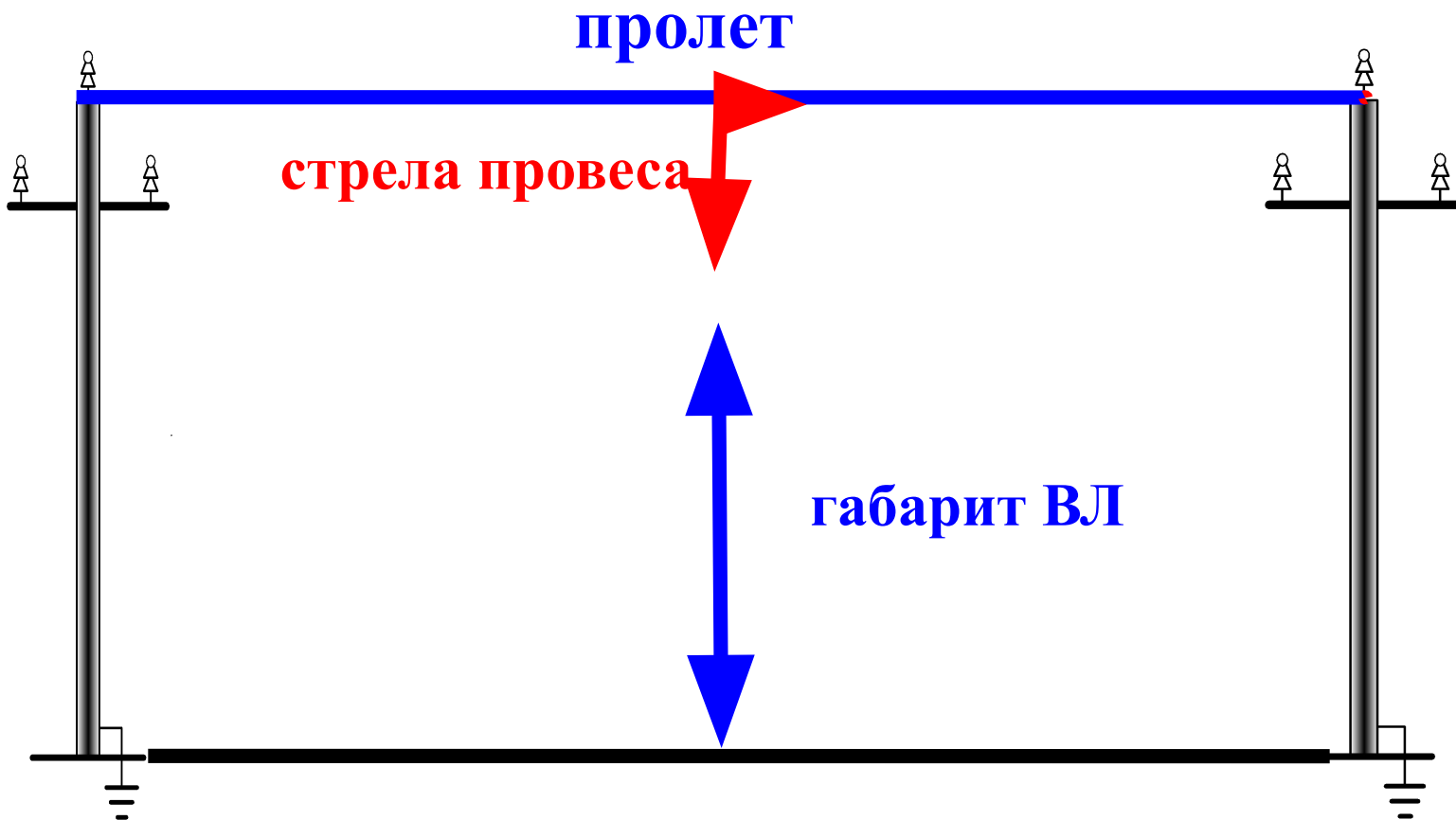


Устройство ВЛ электропередач

**Воздушные линии электропередач
состоят из :**

- **опор и опорных конструкций;**
- **изоляторов;**
- **проводов;**
- **линейной арматуры для крепления
проводов к изоляторам;**

Опоры и опорные конструкции





Опоры и опорные конструкции

ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ



УСТАНОВЛИВАЮТСЯ НА ПРЯМЫХ УЧАСТКАХ ТРАССЫ, ОНИ СЛУЖАТ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ПРОВОДОВ НА ПРЯМЫХ УЧАСТКАХ ЛИНИЙ.

СОСТАВЛЯЮТ 60 — 80 %

АНКЕРНЫЕ



УСТАНОВЛИВАЮТСЯ НА ПРЯМЫХ УЧАСТКАХ ВЛ ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИИ ДОРОГ, РЕК, КАНАЛОВ.

УГЛОВЫЕ



УСТАНОВЛИВАЮТСЯ НА УГЛОВЫХ ПОВОРОТАХ ТРАССЫ. БЫВАЮТ ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ- ПРИ НЕБОЛЬШИХ УГЛАХ И АНКЕРНО-УГЛОВЫЕ- В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ И ПРИ УГЛАХ ПОВОРОТА БОЛЕЕ 20° В ОСОБЫХ РАЙОНАХ ПО ГОЛОЛЕДУ



Опоры и опорные конструкции

КОНЦЕВЫЕ



**УСТАНАВЛИВАЮТСЯ В НАЧАЛЕ И
КОНЦЕ ВЛ. СЧИТАЮТСЯ
РАЗНОВИДНОСТЬЮ АНКЕРНЫХ**

СПЕЦИАЛЬНЫЕ



**УСТАНАВЛИВАЮТСЯ НА
ОТВЕТВЛЕНИЯХ,
ПЕРЕКРЕЩИВАНИЯХ,
ПОВЫШЕНИЯХ ИЛИ ПониЖЕНИЯХ**

**ВСЕ ВИДЫ
СВОБОДНО
ОТТЯЖКАМИ.**

**ОПОР МОГУТ БЫТЬ
СТОЯЩИМИ И С**



Опоры и опорные конструкции

ДЕРЕВЯННЫЕ ОПОРЫ

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ



Маркировка опор ВЛ

П 110-6 – ПРОМЕЖУТОЧНАЯ,
СТАЛЬНАЯ, ДВУХЦЕПНАЯ НА 110 кВ

УБ 35-3 – АНКЕРНОУГЛОВАЯ,
ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ, ОДНОЦЕПНАЯ НА
35 кВ

ПД 110-5 – ПРОМЕЖУТОЧНАЯ,
ДЕРЕВЯННАЯ, ОДНОЦЕПНАЯ НА 110 кВ

Специальные условия – **С**

Одноцепные – **нечетные**

Двухцепные - **четные**





Провода ВЛ

До 1000 В

- голые алюминиевые многопроволочные А
 $S = 120 \text{ мм}^2$,
- стальные марок ПСО $d = 4-5 \text{ мм}$, ПС или ПМС
 $S = 25-70 \text{ мм}^2$,
- сталеалюминиевые многопроволочные АС
 $S = 16 - 120 \text{ мм}^2$

Расстояние между проводами: по горизонтали 0,2-0,4 м, по вертикали 0,4-0,6 м в зависимости от длины пролета и района гололедности. Нулевой провод располагают всегда ниже фазных проводов.



Требования к линейной арматуре

Для крепления гирлянд изоляторов к опорам, подвески проводов к гирляндам и крепления тросов используются наборы узлов и деталей линейной арматуры

ТРЕБОВАНИЯ:

- достаточная механическая прочность с учетом различных нагрузок на ВЛ;
- хорошая подвижность шарнирных соединений;
- высокая коррозионная стойкость материалов и антикоррозионных покрытий.

СТАНДАРТЫ:

- сопряжение и взаимозаменяемость;
- климатические условия;
- токопроводящие условия;
- коэффициент прочности;
- гарантированная разрушающая нагрузка



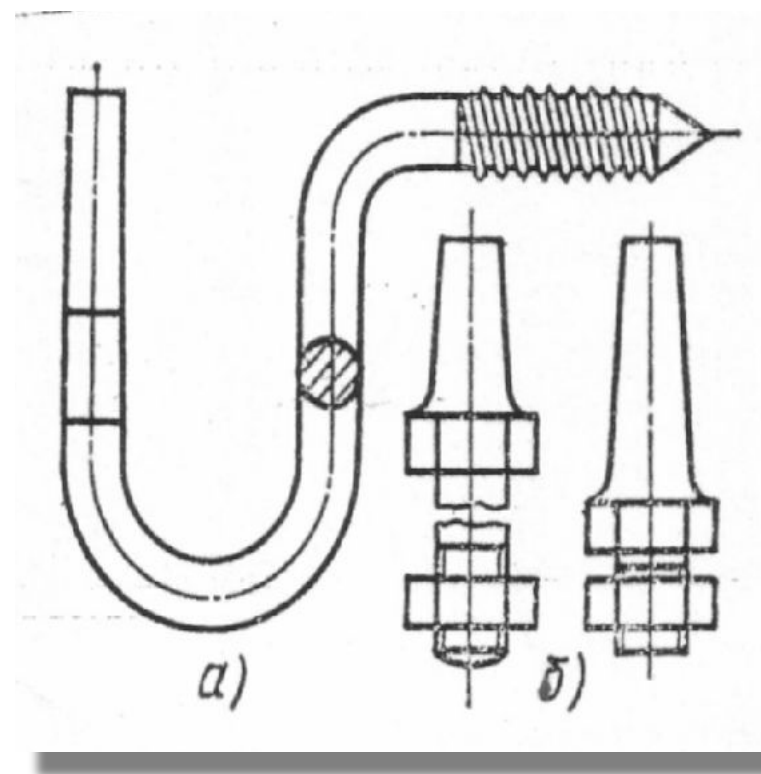
Линейная арматура для ВЛ до 1000 В

Для крепления гирлянд изоляторов к опорам, подвески проводов к гирляндам и крепления тросов используются наборы узлов и деталей линейной арматуры.

ТРАВЕРСЫ

- а) крюк,
- б) штыри.

Крюки $d = 16, 18, 20$ мм (КН-16, КН- 18, КН — 20),
Штыри $d = 22, 25, 28$ мм



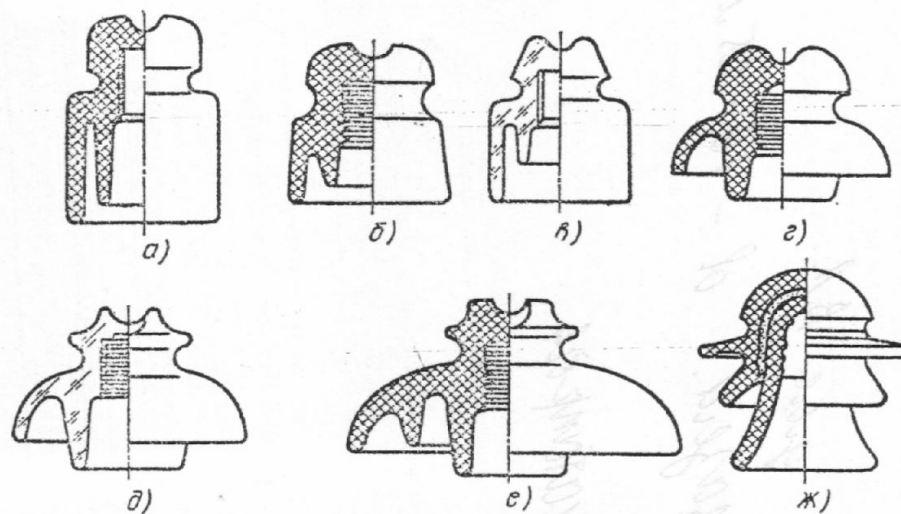
Изоляторы



- а) ТФ,
- б) ШЛН,
- в) ТСБ,
- г) ШС,
- д) ШСС,
- е) ШЖБ (ШФ),
- ж) ШД

ШТЫРЕВЫЕ

ПОДВЕСНЫЕ



ФАРФОРОВЫЕ (ТФ, ШЛН)

СТЕКЛЯННЫЕ (ТСБ)

Требования к изоляторам

УЧИТЫВАЕТСЯ:

- СТЕПЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ;**
- ХАРАКТЕР ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ**

В
□ К

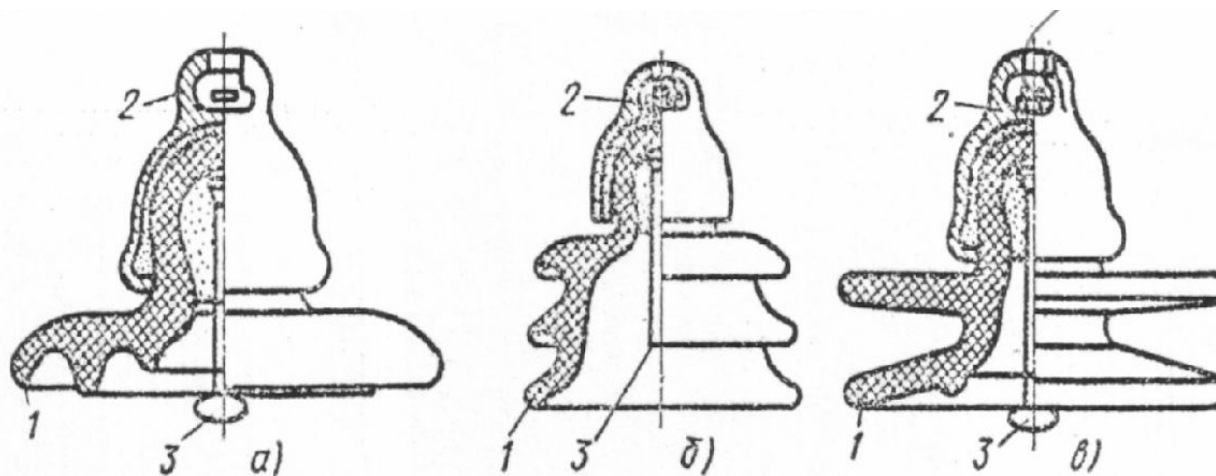
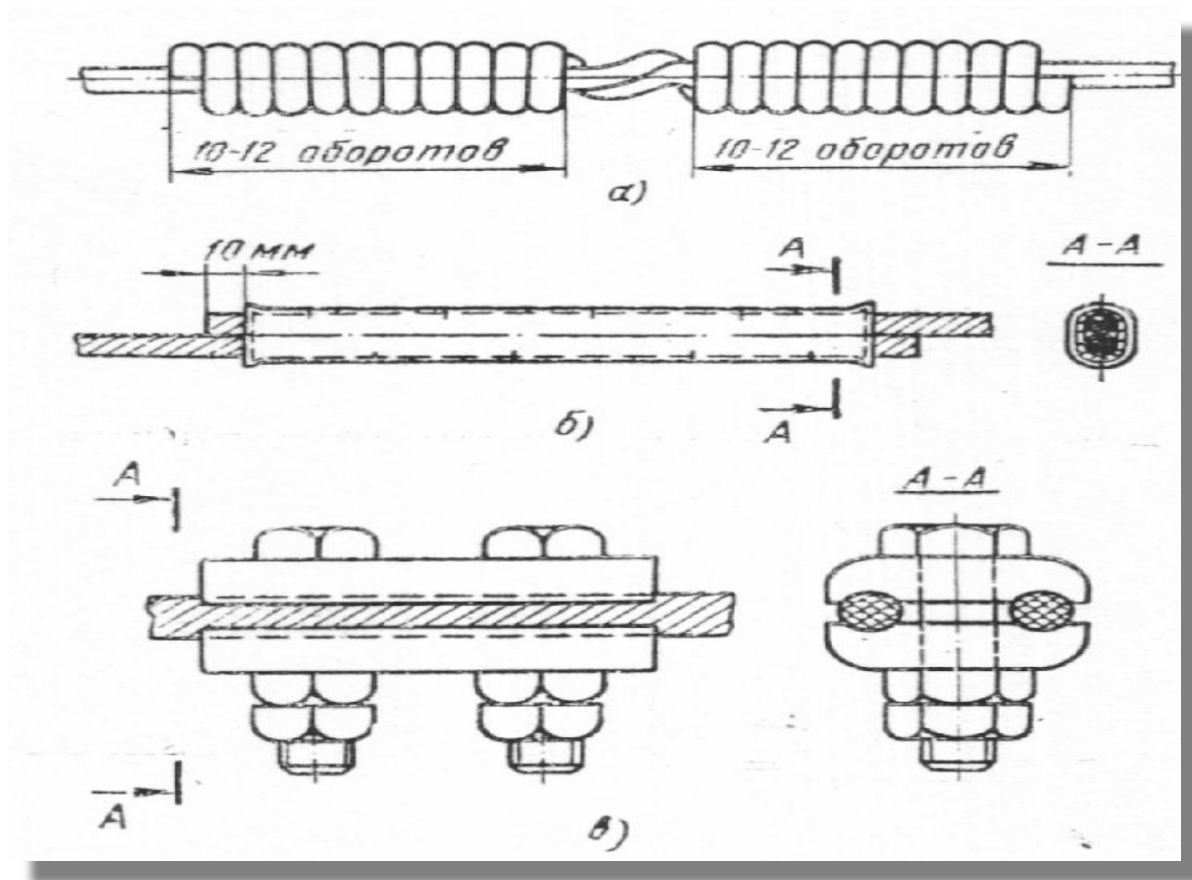


Рис. 8. Подвесные изоляторы:

а — нормальный ПФ-6А, *б* и *в* — для загрязненных районов ПР-3,5 и НС-2;
1 — изолирующая тарелка, *2* — шапка, *3* — стержень

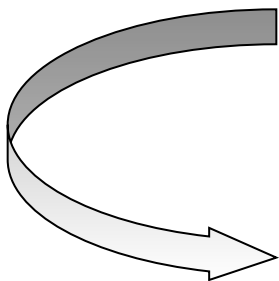
Соединение проводов



- а) скрутка,
- б) соединительные зажимы с обжатием клещами,
- в) плашечные зажимы,
- г) термитная сварка или опрессовка.

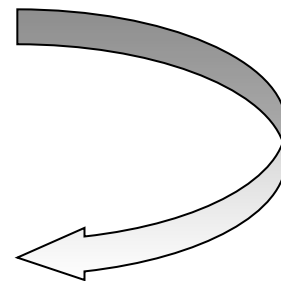


заземление



Переносное заземление на линии накладывают на опоре, ближайшей к месту проведения работ.

На ВЛ с заземленной нейтралью на месте работ переносные заземления можно присоединять к нулевому проводу



При работах, связанных с нарушением целостности проводов, заземление устанавливают с двух сторон поврежденного участка. Все заземления привариваются сваркой или прикручиваются болтами.



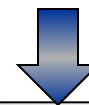
Грозозащита

УГОЛ В 30°



**Грозы редки.
Один трос**

УГОЛ В $20^{\circ} - 25^{\circ}$



**Грозы часты.
Два троса**

Конструкция и сечение грозозащитных тросов выбирают по механическим расчетам и должно быть проверено на термическую стойкость при прохождении по ним токов короткого замыкания.

Для гашения корональных явлений применяются трубчатые разрядники, где происходит гашение разряда, при их отсутствии применяются защитные промежутки.





Общие требования

Для ВЛ до 1000 В ПУЭ требуют:

- в сетях с заземленной нейтралью крючья и штыри на проводах, стальную арматуру ж/б опор соединять металлически с нулевым заземленным проводом;
- сопротивление стекания тока должно быть не более 50 Ом;
- в сетях с изолированной нейтралью крючья и штыри должны быть заземлены;
- на ВЛ, не защищенных высокими зданиями выполнять повторное заземление опор через каждые 100-200 м при сопротивлении заземляющего устройства не более 30 Ом.



Ремонт ВЛ

ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЙ РЕМОНТ

РЕМОНТ- комплекс

ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ – это основное мероприятие, обеспечивающее нормальную работу ВЛ и увеличение срока их службы.
(Осмотры 2 рабочих со II группой)

технических мероприятий по восстановлению первоначальных эксплуатационных характеристик на всей ВЛ или отдельных ее элементов и конструкций

1. Обрыв или ослабление проволочных бандажей;
2. Набросы на провода, провес проводов;
3. Искрение в местах соединений;
4. Ослабление вязки к штыревым изоляторам, проверка изоляторов на целостность;
5. Обрыв заземляющих проводников;
6. Коррозия или обрыв отдельных проволок троса оттяжек;
7. Наклон и искрение стоек опор;
8. Трещины и щели в ж/б опорах, проверка д/о на загнивание



Общие требования

С точки зрения техники безопасности на ВЛ работают в следующих случаях:

□ на отключенных линиях (II группа);

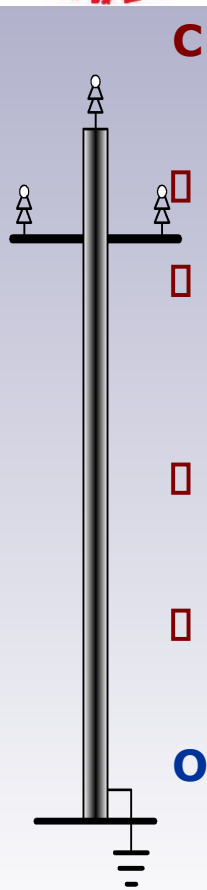
□ на линиях, находящихся под напряжением (производитель работ наблюдает на земле IV группа, а член бригады с III группой);

□ на отключенных линиях при совместной подвеске проводов с другими линиями напряжением до и выше 1000В;

□ на линиях, находящихся вблизи других действующих линий электропередач.

Организационные мероприятия – это оформление наряда или распоряжения, допуск к работе, надзор во время работы и оформление окончания работ.

Технические мероприятия – отключение напряжение, принятие мер от случайной подачи напряжения, вывешивания плакатов «Не включать – работают люди!», проверка отсутствия напряжения, наложение заземлений.





Провода типа СИП

- провода защищены от сжестывания;
- на таких проводах практически не образуется гололед;
- исключено воровство проводов, так как они не подлежат вторичной переработки;
- существенно уменьшены габариты линии и соответственно требования к просеке для прокладки и в процессе эксплуатации;
- простота монтажных работ и соответственно уменьшения их сроков;
- высокая механическая прочность проводов и соответственно невозможность их обрыва;
- пожаробезопасность таких линий, основанная на исключении КЗ при сжестывании;
- сравнительно небольшая стоимость линии (примерно на 35 % дороже "голых"). При этом происходит значительное сокращение эксплуатационных расходов (реальное сокращение доходит до 80 %).



СИП провода – одножильные самонесущие изолированные

Жила выполнена из
алюминиевого сплава высокой
прочности или из сталеалюминия.

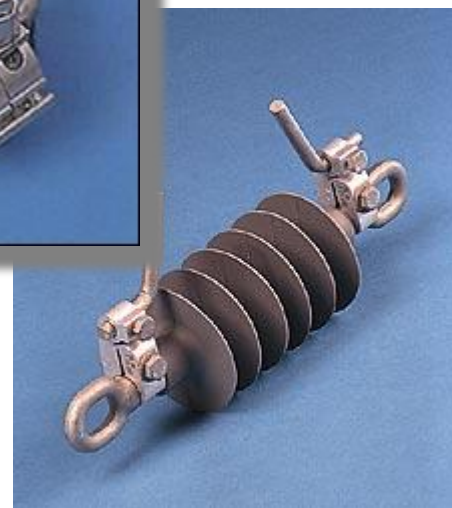


Для изоляции применяется
термопластичный
светостабилизированный полиэтилен
или силанольно-сшитый
светостабилизированный полиэтилен
с соответствующими термическими
характеристиками. Изоляционный
слой имеет толщину около 2,5 мм,
поэтому такой слой можно считать
только защитным. Несмотря на то, что
изоляция и выдерживает 60 кВ на
пробой, провод необходимо
подвешивать пофазно на отдельные
изоляторы. При схлестывании
проводов или падении на линию,
например, дерева, когда провода
собираются в пучок, защитный
покров выдерживает рабочее
напряжение и линия может работать



СИП провода боятся грозовых перенапряжений

Одним из первых появился метод защиты искровым промежутком. Еще одним широко применяемым, но при этом довольно дорогим стал способ с использованием ограничителей перенапряжения .





Провод самонесущий изолированный (СИП) предназначен

для передачи электроэнергии в воздушных линиях электропередачи и ответвлений к вводам в жилые дома и хозяйственные постройки. Провода самонесущие изолированные применяются в воздушных линиях электропередач классов напряжения 0,6/1 кВ и 20 кВ.

Основные технические характеристики

- Рабочее напряжение:	
- СИП-1, СИП-1А, СИП-2, СИП-2А, СИП-4, СИПн-4, СИПс-4,	0,66/1 кВ
- СИП-3	до 20 кВ
- Температура окружающей среды при эксплуатации:	от -50°C до +50°C
- Относительная влажность воздуха (при +35°C):	до 98%
- Минимальный радиус изгиба при прокладке:	10 сечений

Сечения провода самонесущего СИП

СИП-1	СИП-1А	СИП-2	СИП-2А
1x16+1x25	1x16+1x25	1x16+1x25	1x16+1x25
3x16+1x25	3x16+1x25	3x16+1x25	2x16
3x25+1x35	3x25+1x35	3x25+1x35	3x16+1x25
3x35+1x50	3x35+1x50	3x35+1x50	3x25+1x35
3x50+1x70	3x50+1x70	3x50+1x70	3x35+54.6
3x70+1x95	3x70+1x95	3x70+1x95	3x50+54.6
4x16+1x25	4x16+1x25	4x16+1x25	3x70+54.6
4x25+1x35	4x25+1x35	4x25+1x35	4x16
			4x25