

Опоры воздушных ЛЭП



Классификация опор ЛЭП

- **Промежуточные**, на которых провода закрепляются в поддерживающих зажимах.
- **Анкерного типа**, служащие для натяжения проводов; на этих опорах провода закрепляются в натяжных зажимах.
- **Промежуточные прямые** - на прямых участках ЛЭП. Провода закрепляются в зажимах на гирляндах, либо проволочной вязкой.
- **Промежуточные угловые** - на углах до 20° .
- **Анкерно-угловые** - при больших углах поворота.
- **Специальные** - транспозиционные, ответвительные, переходные.

МАТЕРИАЛ ОПОР ЛЭП

- **Железобетонные**— из бетона, армированного металлом. Для линий 35—110 кВ и выше обычно применяют опоры из центрифугированного бетона.
- **Металлические (решетчатые, многогранные)** — из стали специальных марок. Соединения элементов сваркой или болтами. Металл оцинковывают или периодически окрашивают специальными красками.
- **Деревянные** - в основном, сосновые опоры и реже из лиственницы. Применяют в России для ВЛ напряжением до 220кВ (в США –до 330кВ).

Обозначения опор

- Для металлических и железобетонных опор ВЛ 35—330 кВ в России принята следующая система обозначений:
- **П, ПС** - промежуточные опоры
- **ПВС**- промежуточные опоры с внутренними связями
- **ПУ, ПУС** -промежуточные угловые
- **ПП** - промежуточные переходные
- **У, УС**- анкерно-угловые
- **К, КС** – анкерно-концевые
- Система обозначений иногда нарушается заводами-изготовителями.

Технология производства деревянных опор

- **1. Сортировка** на линии с электронным считывающим устройством.
- **2. Окорка** на линии, оборудованной окорочными станками, контроль качества обработки древесины и выбраковка.
- **3. Пропитка антисептиком.** Пропитка и сушка в автоклавах способом «вакуум – давление – вакуум».
Глубина пропитки не менее 85% заболони.
Фиксация пропитки в древесине перегретым паром.
Длина автоклавов-27,0м.; диаметр-2,0м; объем- 84,78 куб.м.

Сортировка, окорка и выбраковка древесины



Пропитка и сушка древесины

Пропитка антисептиком ССА

(медь, хром, мышьяк),

ТУ 5314-002-05020332-2005

Срок службы в контакте с почвой до

40-45 лет,

Опоры ЛЭП можно устанавливать

непосредственно в грунт без

применения железобетонных

приставок (пасынков).



Производительность современного цеха пропитки до 200 опор в смену (2сушильных и 2 пропиточных автоклава).

Годовой объем – до120 000 опор. Стандартная длина опор составляет 6,5 – 11м.

Цена порядка 100-150 USD(шт).

Отгрузка опор ЛЭП покупателям производится в полувагонах (норма погрузки до 4 вагонов в сутки) или автомобильным транспортом (норма погрузки до 20 автомобилей сутки).

Преимущества деревянных опор

Деревянные опоры легче и дешевле железобетонных на 40 %

- Высокие изоляционные свойства древесины позволяют снизить число изоляторов на линиях 35-110 кВ .

Срок эксплуатации деревянных опор достигает 45 лет, что на 20% превышает срок эксплуатации железобетонных опор

- Эффективна эксплуатация ЛЭП в сейсмоактивных зонах.
- Деревянные опоры хорошо работают на изгиб и не ломаются при больших ветровых и ледовых нагрузках.
- При падении деревянных опор нет эффекта "домино", так как повреждённая опора удерживается на проводах.
- Химический состав пропитывающих веществ делает опоры устойчивыми к огню .
- Деревянные опоры имеют исключительно высокие диэлектрические свойства.

Многогранные конические опоры (МКО ЛЭП)

- Опоры представляют собой многогранную коническую конструкцию, изготовленную из стального листа.

Опора может состоять из одной, двух и более секций. Длина секции – до 16 метров. Обычно, для удобства транспортировки, используются секции длиной до 11,5м,

- Соединение секций между собой возможно как фланцевое, так и безфланцевое (телескопическое).
- **Высота опор: до 40 метров и более. Толщина стенки: от 3 до 12 мм. Диаметр опор: до 2 метров.**

Установка опор многогранных металлических опор

- В грунт опоры устанавливаются либо непосредственно в пробуренную скважину, либо крепятся на фланцах к железобетонному фундаменту.
- Большое разнообразие типоразмеров многогранных металлических опор позволяет применять их
- в электроэнергетике (ВЛ 6-35кВ) ,
- на железнодорожном транспорте и т.д.

Преимущества МКО ЛЭП

- **Надежность.** Многогранные конические опоры значительно надежнее ж/б и решетчатых, особенно в сложных гололедно-ветровых условиях. В аварийном режиме многогранная стальная опора **выдерживает нагрузки в 2-3 раза больше**, чем ж/б опора.
- **Адаптивность.** Многогранные опоры, составляющие типовой ряд могут быть легко модифицированы путем увеличения или уменьшения высоты, толщины стенки, диаметра и т.д.
- **Транспортабельность.** Многогранные опоры в несколько раз легче бетонных и решетчатых. Промежуточная опора ВЛ-35 весит около 1 т., аналогичная ж/б – 4 т., решетчатая – 2 т.
- **Удобство монтажа.** Малый вес и высокая степень заводской готовности позволяют устанавливать опору за несколько часов.
- **Долговечность.** Срок службы многогранных опор (50 лет) в два раза выше, чем у ж/б опор.
- **Экономичность.** Капитальные затраты на сооружение 1 км ЛЭП на 25 – 50% ниже, чем при использовании ж/б и решетчатых опор. При этом эффект выше при сооружении ЛЭП в отдаленных и сложных регионах.

Срок службы железобетонных и металлических оцинкованных или периодически окрашиваемых опор достигает **50 лет и более**.

Стоимость металлических и железобетонных опор значительно превышает стоимость деревянных опор.

Выбор того или иного материала для опор обуславливается экономическими соображениями, а также наличием соответствующего материала в районе сооружения линии.

Расположение проводов на опоре

горизонтальное — в один ярус,

вертикальное — один над другим в два-три яруса,

смешанное — вертикально расположенные провода смещены один относительно другого по горизонтали,

“треугольник” — на одноцепных опорах,

“зигзаг” - на промежуточных опорах одноцепных ВЛ;

высота подвеса нижних проводов увеличивается в среднем на половину расстояния между нижней и верхней траверсами, что позволяет увеличить пролёт между опорами.

- Опоры **одноцепных ВЛ 6-220кВ** рассчитаны на подвеску трёх фазных проводов.
- На опорах **двухцепных ВЛ** подвешивают две параллельно идущие цепи.
- На опорах **ВЛ с расщеплёнными фазами (330кВ и выше)** подвешивается несколько проводов на фазу для устранения появления “короны”, создающей дополнительные активные потери и радиопомехи.
- При необходимости над фазными проводами подвешивается один или несколько **грозащитных тросов.**

- **ВЛ до 1 кВ** - подвешивают от 2-х до 5-и проводов (однофазные и трехфазные ЛЭП),
- **ВЛ 6-220 кВ** - по одному проводу на фазу,
- **ВЛ 330 кВ** - два провода (на фазу) горизонтально,
- **ВЛ 500 кВ** - три провода по вершинам треугольника,
- **ВЛ 750 кВ** - четыре или пять проводов ,
- **ВЛ 1150 кВ**- восемь проводов .

Маркировка проводов

- **Неизолированные провода.**

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

А — провод, скрученный из нескольких алюминиевых проволок.

ПСО и ПС — провода, изготовленные из стали, соответственно однопроволочный и многопроволочный.

В марке провода указывается и его номинальное сечение.

Например, А-50 означает алюминиевый провод 50 мм^2 .

Для стальных однопроволочных проводов в марке указывают диаметр провода. Так, ПСО-5 означает однопроволочный стальной провод диаметром 5 мм

- **АС** — провод, состоящий из стального сердечника и алюминиевых проволок (получил наибольшее распространение).
- **АСКС** — провод марки АС, но межпроволочное пространство стального сердечника, включая его наружную поверхность, заполнено нейтральной смазкой повышенной нагревостойкости.
- **АСКП** — провод марки АС, но межпроволочное пространство всего провода, за исключением наружной поверхности, заполнено нейтральной смазкой повышенной нагревостойкости.
- **АСУ** — сталеалюминиевые провода с усиленным стальным сердечником.
- **АСО** — сталеалюминиевые провода с облегчённым стальным сердечником.

Изолированные провода

- **Самонесущий изолированный провод (СИП)** - многожильный провод, содержащий изолированные жилы и несущий элемент, предназначенный для крепления или подвески провода.

Токоведущие жилы из медной или алюминиевой проволоки.

Изолирующая оболочка из резины или ПВХ пластиката.

- **Защитные покровы** проводов с резиновой изоляцией в виде оплётки из волокнистых материалов, пропитанной противогнилостным составом.

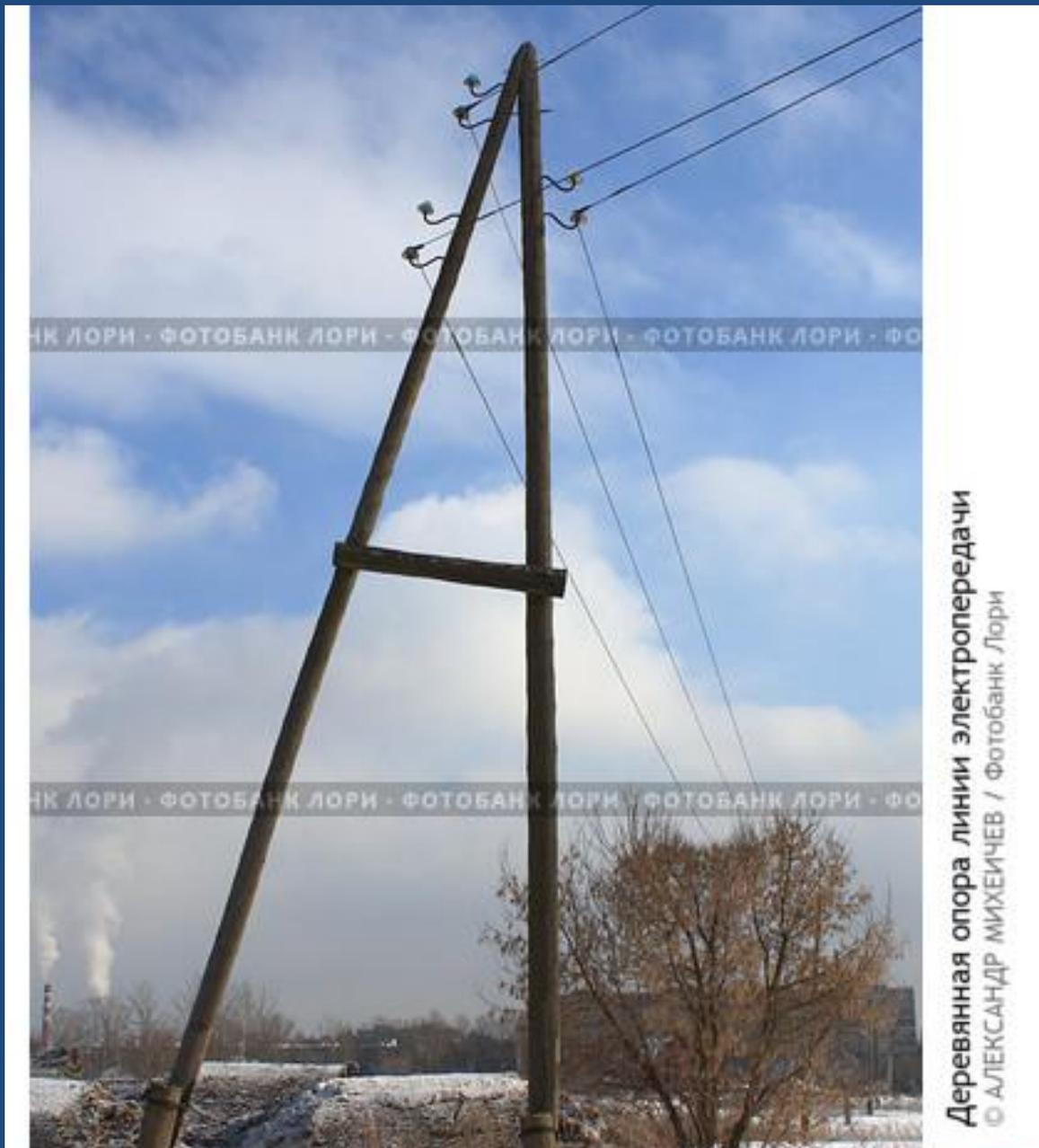
Провода с ПВХ-изоляцией обычно изготавливают без защитных покровов.

Применяют также металлические защитные оболочки для защиты от механических повреждений.

- **Защищённый провод** - провод с экструдированной полимерной защитной изоляцией поверх токопроводящей жилы (исключается короткое замыкание между проводами при схлестывании и снижается вероятность замыкания на землю).



ВЛ 0,4 -10кВ на деревянных опорах



Деревянная опора линии электропередачи
© АЛЕКСАНДР МИХЕИЧЕВ / Фотобанк Лори

Деревянная анкерно-угловая опора ВЛ 10кВ на деревянных пасынках



ВЛ 220кВ НА ДЕРЕВЯННЫХ ОПОРАХ



ВЛ с расщепленной фазой на деревянных
опорах (В России не применяется)



ВЛ 10кВ на ж/б опорах

**Двухцепная ЛЭП
на многогранных
металлических
конических опорах
(МКО)**





<http://harkovenergoservis.naprom.net/>

2-х цепная ВЛ 220кВ на ж/б опорах



**решетчатых металлических
опорах**



Многоцепные ВЛ 330кВ, ВЛ 220кВ СПб - Выборг



**ВЛ 750кВ ЛАЭС - Центр
(переход через трассу Спб-Москва)**



Качающиеся решетчатые металлические опоры ЛЭП СВН (Африка)



Концевая опора ВЛ 220кВ (Химки)



2 цепи ВЛ220кВ с грозозащитными тросами



Анкерно-угловая опора МКО ВЛ220кВ



Переходная опора ВЛ 220кВ (Химки)



Анкерно-угловая опора двухцепной ВЛ 220кВ



Переход ВЛ 220кВ через Волгу



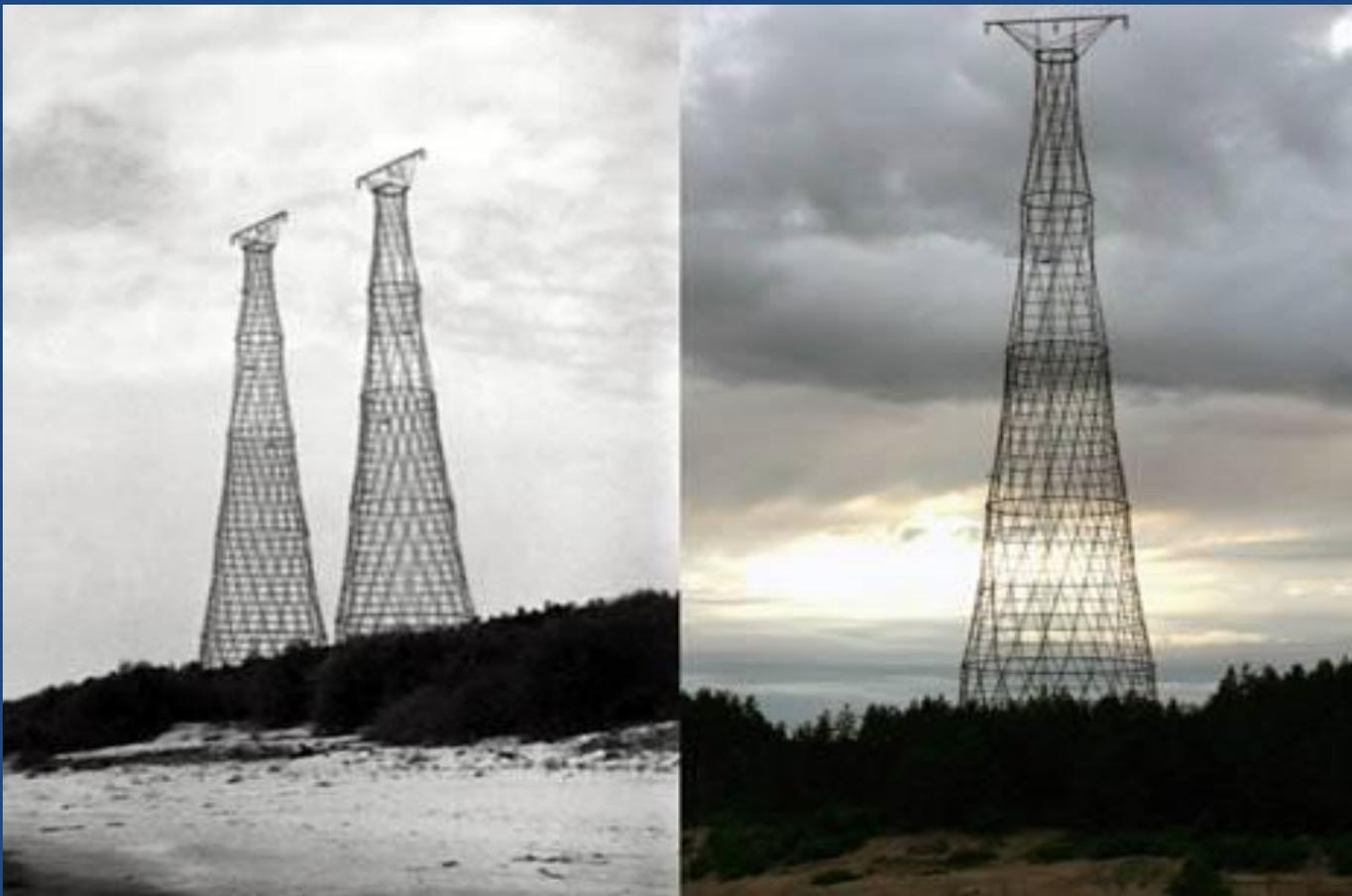
**Анкерно-угловая опора ВЛ 330кВ на решетчатых
металлических опорах**



Анкерно-угловая опора ВЛ 500кВ



Переход ВЛ 500кВ через Волгу



Переходные опоры ВЛ35кВ через Оку .

Проект архитектора В.Г. Шухова, 1929г. Он первым в мире предложил башни на основе гиперболоидной конструкции в 1896 г. 5 секций по 25м (128м). Болтовое соединение элементов опор. Для крепления проводов на верхней секции установлена опорная горизонтальная траверса (18м). Вокруг уникального сооружения — 30-метровый кольцевой бетонный фундамент.

Самые высокие опоры в мире

- В настоящее время самые высокие опоры установлены на переходе через реку Янцзы в КНР в местечке Янгун (Jianguyin) на ВЛ 500кВ.
- Высота обеих опор составляет по 346,5 метров, каждая имеет вес 4192 т.
- Переход, построенный в апреле 2004 года, имеет длину 2303 м.