

## ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ОПОР И УСЛОВИЙ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Рыжков Н.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Юршо Е.Л.

Опоры ЛЭП предназначены для сооружений линий электропередач при расчётной температуре наружного воздуха до  $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$  и являются одним из главных конструктивных элементов ЛЭП, отвечающим за крепление и подвеску электрических проводов на определённом уровне.

В зависимости от способа подвески проводов опоры делятся на две основные группы:

- опоры промежуточные, на которых провода закрепляются в поддерживающих зажимах;
- опоры анкерного типа, служащие для тяжения проводов; на этих опорах провода закрепляются в натяжных зажимах.

В соответствии с требованиями ПУЭ пересечения некоторых инженерных сооружений, например, железных дорог общего пользования, необходимо выполнять на опорах анкерного типа. На углах поворота линии устанавливаются угловые опоры, на которых провода могут быть подвешены в поддерживающих или натяжных зажимах.

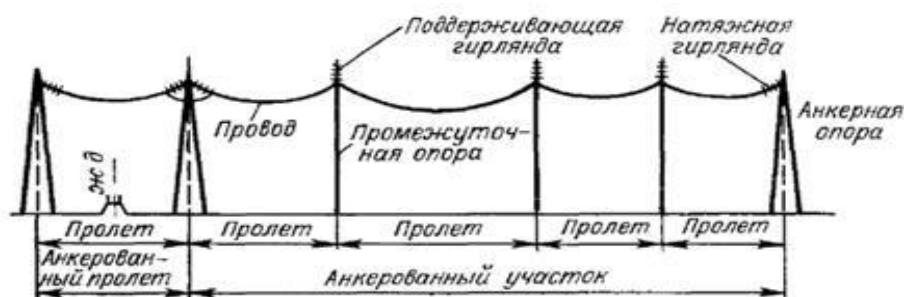


Рисунок 1. Схема анкерованного участка воздушной линии

Эти виды опор делятся на типы, имеющие специальное назначение:

Промежуточные прямые опоры устанавливаются на прямых участках линии. На промежуточных опорах с подвесными изоляторами провода закрепляются в поддерживающих гирляндах, висящих вертикально; на опорах со штыревыми изоляторами крепление проводов производится проволочной вязкой. В обоих случаях промежуточные опоры воспринимают горизонтальные нагрузки от давления ветра на провода и на опору и вертикальные — от веса проводов, изоляторов и собственного веса опоры.

Промежуточные угловые опоры устанавливаются на углах поворота линии с подвеской проводов в поддерживающих гирляндах. Помимо нагрузок, действующих на промежуточные прямые опоры, промежуточные и анкерно-угловые опоры воспринимают также нагрузки от поперечных составляющих тяжения проводов и тросов. При углах поворота линии электропередачи более  $20^{\circ}$  вес промежуточных угловых опор значительно возрастает. При больших углах поворота устанавливаются анкерно угловые опоры.

Классификация опор

По способу закрепления в грунте:

- Опоры, устанавливаемые непосредственно в грунт
- Опоры, устанавливаемые на фундаменты

По напряжению:

Опоры подразделяются на опоры для линий 0,4, 6, 10, 35, 110, 220, 330, 500, 750, 1150кВ. Отличаются эти группы опор размерами и весом. Чем больше напряжение, тем выше опора, длиннее её траверсы и больше её вес. Увеличение размеров опоры вызвано

необходимостью получения нужных расстояний от провода до тела опоры и до земли, соответствующих ПУЭ для различных напряжений линий.

По материалу изготовления:

### 1. Деревянные опоры

В качестве материала для опор на сельских линиях широко применяют древесину деревьев хвойных пород, в первую очередь сосны и лиственницы, а затем пихты и ели (для линий напряжением 35кВ и ниже). Для траверс и приставок опор ель и пихту применять нельзя.

Деревянные опоры изготавливают из круглого леса — бревен со снятой корой (рисунок 2). Стандартная длина бревен колеблется от 5 до 13 м через 0,5 м, а диаметр в верхнем отрубе — от 12 до 26 см через 2 см. Толщину бревна в комле, то есть в нижнем, толстом конце, определяют естественной конусностью ствола дерева. Изменение диаметра бревна на каждый погонный метр его длины, называемое сбегом, принимается 0,8 см. Чем больше длина бревен для опор (чем длинномернее лес), тем выше стоимость кубического метра древесины. Древесина опор подвергается воздействию внешних условий и особенно переменной влажности в месте заделки в землю. Вследствие этого она загнивает, разрушается и, если не принять специальных мер, быстро выходит из строя.



Рисунок 2. Бревна для изготовления деревянных опор.

Способы антисептирования древесины для деревянных опор воздушных линий:

Срок службы опор из непропитанной древесины составляет: для опор из сосны 4 - 5 лет, из лиственницы 14 -15 лет, из ели 3- 4 года. В южных районах, где высокие температуры способствуют ускоренному гниению древесины, срок службы непропитанных опор уменьшается в 1,5 - 2 раза против приведенных цифр. В связи с этим необходимо применять бревна, только пропитанные антисептиком, за исключением лиственницы зимней рубки, которая не требует пропитки.

Наилучшим способом антисептирования древесины опор признана пропитка ее каменноугольным маслом, получаемым при перегонке сырой каменноугольной смолы. Хорошие результаты дает также пропитка антраценовым маслом и флегмой. Влажность древесины должна быть не более 25 %.

Бревна, предназначенные для изготовления опор, при пропитке загружают в стальной цилиндр. В него вводят консервирующую жидкость и создают на некоторое время давление до 0,9 МПа для того, чтобы жидкость проникла вглубь древесины. После этого в цилиндре создают разрежение, чтобы жидкость стекла. На этом процесс пропитки заканчивается. Срок службы опор при описанном способе пропитки значительно увеличивается и достигает 25 - 30 лет. В зарубежной практике он принимается даже 35 - 40 лет.

Сосновую и еловую древесину можно пропитывать водорастворимыми антисептиками. Для этой цели рекомендуется доналит разных марок. При пропитке древесины в стальных цилиндрах под давлением влажность ее может быть в пределах от 30 до 80 %. Древесину загружают в цилиндр на 15 мин, создают в нем вакуум, затем на 1...2,5ч подают раствор антисептика под давлением 1,3 МПа.

Для увеличения срока службы опор, пропитанных водорастворимыми антисептиками, рекомендуют через 15 - 17 лет эксплуатации ставить на них антисептические бандажки. Бандаж ставят на часть опоры, расположенную выше поверхности земли на 30 см и ниже ее

также на 30 см. Его изготавливают из полосы толя, рубероида или пергамина шириной 70 см. На опору наносят слой антисептической пасты, бандаж прибивают гвоздями и обвязывают проволокой. Столб возле бандажа и сам бандаж покрывают слоем битума. Учитывая ядовитые и опасные в пожарном отношении свойства антисептиков, работу по пропитке древесины диффузионным методом проводят с соблюдением правил безопасности.

## 2. Железобетонные опоры воздушных линий

Железобетонные опоры широко применяются на ВЛ до 500кВ включительно. Срок службы железобетонных опор в среднем в два раза выше, чем деревянных, хорошо пропитанных опор. Отпадает необходимость в использовании древесины, повышается надежность электроснабжения.

При изготовлении железобетонных опор для обеспечения необходимой плотности бетона применяются виброуплотнение и центрифугирование. Виброуплотнение производится различными вибраторами (инструментами или навесными приборами), а также на вибростолах. На ВЛ 110кВ (рис. 4) и выше стойки опор и траверсы порталных опор – центрифугированные трубы, конические или цилиндрические. На ВЛ 10-35кВ (рис. 3) стойки – центрифугированные или из вибробетона, а для воздушных линий более низкого напряжения – только из вибробетона. Траверсы одностоечных опор – металлические оцинкованные.



Рисунок 3. - Железобетонная опора 10кВ.



Рисунок 4. - Железобетонная опора 110кВ.

Достоинством железобетонных опор является их стойкость в отношении коррозии и воздействия химических реагентов, находящихся в воздухе. Основной недостаток – значительный вес, относительно высокий процент возникновения дефектов при транспортировке (сколы, трещины) и выкрашивание бетона в приповерхностном слое грунта за счет воздействия влаги и циклического изменения температуры (замерзание-оттаивание).

## 3. Металлические опоры воздушных линий

Металлические опоры — выполняют из стали специальных марок (рис. 5). Отдельные элементы соединяют сваркой или болтами. Как правило, для предотвращения окисления и коррозии поверхность металлических опор оцинковывают (в том числе методом газотермического напыления) или периодически окрашивают специальными красками. Металлические опоры (стальные), применяемые на линиях электропередачи напряжением 35кВ и выше, достаточно металлоемкие и требуют окраски в процессе эксплуатации для защиты от коррозии. Устанавливают металлические опоры на железобетонных фундаментах. Независимо от конструктивного решения и схемы металлические опоры выполняются в виде пространственных решетчатых конструкций.



Рисунок 5. Металлические опоры воздушных линий

#### 4. Опоры из стальных труб

Композитные опоры — сравнительно новый тип опор (рис. 6). Получают распространение в США, Канаде, Норвегии, Китае. В России введено в экспериментальную эксплуатацию несколько участков ЛЭП различных классов напряжений с композитными опорами. Преимущества композитных опор обусловлены их диэлектрическими свойствами, хорошей устойчивостью к сложным климатическим условиям (ветер, гололед, циклы замораживание-оттаивание), а также малой массой, позволяющей вести их монтаж в труднодоступных местах.

Срок службы железобетонных и металлических оцинкованных или периодически окрашиваемых опор достигает 25 лет и более в определённых климатических условиях. 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.



Рисунок 6. - Опоры из стальных труб

#### Выводы

Основным преимуществом высоковольтных ЛЭП постоянного тока является возможность передавать большие объёмы электроэнергии на большие расстояния с меньшими потерями, чем у ЛЭП переменного тока. В зависимости от напряжения линии и способа преобразования тока потери могут быть снижены до 3 % на 1000 км.

Но хотелось бы отметить, что в воздушных линиях сверхвысокого напряжения присутствуют потери активной мощности на корону. Эти потери зависят во многом от

погодных условий (в сухую погоду потери меньше, соответственно в дождь, изморось, снег эти потери возрастают) и расщепления провода в фазах линии. Потери на корону для линий различных напряжений имеют свои значения (для линии ВЛ 500 кВ среднегодовые потери на корону составляют около  $\Delta P=9,0 - 11,0$  кВт/км).

#### Литература

1. Крюков К. П., Новгородцев Б. П. Конструкции и механический расчет линий электропередачи. — 2-е изд., перераб. и доп. — Л.: Энергия, Ленингр. отд-ние, 1979. — 312 с.
2. Линии электропередачи-2004 (-2006, -2008, -2010, -2012). Проектирование, строительство, опыт эксплуатации и научно-технический прогресс: Сборники докладов российских научно-практических конференций с международным участием / Под ред. Лаврова Ю. А. — Новосибирск.
3. Электромонтажные работы. В 11 кн. Кн. 8. Ч. 1. Воздушные линии электропередачи: Учеб. пособие для ПТУ. / Магидин Ф. А.; Под ред. А. Н. Трифонова. — М.: Высшая школа, 1991. — 208 с.