

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА СБОРКУ И МОНТАЖ ОПОР ПРИ СООРУЖЕНИИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Область применения

Типовая технологическая карта разработана на сборочные работы и монтаж опор для линий электропередачи.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОПОРАХ

Типы опор. По назначению опоры делят на промежуточные (П), анкерные (А), угловые (У), концевые (К) и специальные (С). Места расположения на трассе опор различных типов были показаны на плане и профиле участка ВЛ 10 кВ.

Промежуточные опоры, устанавливаемые на прямых участках трассы ВЛ, предназначены только для поддержания проводов и не рассчитываются на нагрузки от тяжения проводов вдоль линии. В нормальном режиме работы промежуточные опоры воспринимают вертикальные и горизонтальные нагрузки от массы проводов, изоляторов, арматуры и давления ветра на провода и стойки опор. В аварийном режиме (при обрыве одного или нескольких проводов) промежуточные опоры воспринимают нагрузку от тяжения оставшихся проводов, подвергаются кручению и изгибу. Поэтому их рассчитывают с определенным запасом прочности. Промежуточные опоры на линиях составляют 80-90%.

Анкерные опоры, устанавливаемые на прямых участках трассы для перехода ВЛ через инженерные сооружения (автодороги, линии связи) или естественные преграды (овраги, реки), воспринимают продольную нагрузку от разности тяжения проводов и тросов в смежных анкерных пролетах. При монтаже линии анкерные опоры воспринимают продольную нагрузку от тяжения подвешенных с одной стороны проводов. Конструкция анкерных опор должна быть жесткой и прочной.

Угловые опоры, устанавливаемые на углах поворота трассы ВЛ, при нормальных условиях воспринимают равнодействующую сил тяжения проводов и тросов смежных пролетов, направленную по биссектрисе угла поворота линии. Угловые опоры бывают промежуточные и анкерные. Промежуточные устанавливают при небольших углах поворота линии, где нагрузки невелики. При больших углах поворота применяют анкерные опоры, имеющие более жесткую конструкцию.

Концевые опоры являются разновидностью анкерных и устанавливаются в конце или начале линии. При нормальных условиях работы линии они воспринимают нагрузку от одностороннего тяжения проводов.

Помимо рассмотренных так называемых нормальных опор на линиях электропередачи устанавливают также специальные опоры:

- транспозиционные - для изменения порядка расположения проводов на опорах;

- ответвительные - для устройства ответвлений от магистральной линии;

- перекрестные - для пересечения ВЛ двух направлений;

- противоветровые - для усиления механической прочности ВЛ;

- переходные - для переходов ВЛ через естественные препятствия и искусственные сооружения и др.

По способу закрепления в грунте опоры подразделяют на устанавливаемые непосредственно в грунт и на фундаментах.

По конструкции опоры делят на свободностоящие и с оттяжками. Оба типа опор могут быть одностоечными и порталными. К свободностоящим опорам относят также А - образные опоры и опоры с подкосами. Свободностоящие опоры рассчитаны на передачу действующих на них нагрузок непосредственно через стойки на грунт или фундамент. Стойки опор с оттяжками передают на грунт или фундамент только вертикальные нагрузки; поперечные и продольные (относительно оси ВЛ) нагрузки передаются на грунт оттяжками, закрепленными за анкерные плиты.

По количеству проводов как опоры, так и ВЛ могут быть одно-, двух - и многоцепными.

По материалу опоры бывают деревянные, железобетонные и стальные.

Расположение проводов на опорах. Количество проводов на опорах может быть разным. Как правило, каждая ВЛ состоит из трех фаз, поэтому опоры одноцепных ВЛ напряжением выше 1 кВ (рис.1, а) рассчитывают на подвеску трех фазных проводов (2, 3, 5), т.е. одной цепи; На опорах двухцепных ВЛ (рис.1, б) подвешивают две параллельно идущие цепи, т.е. шесть проводов (2,3,5 и 6, 7, 8).

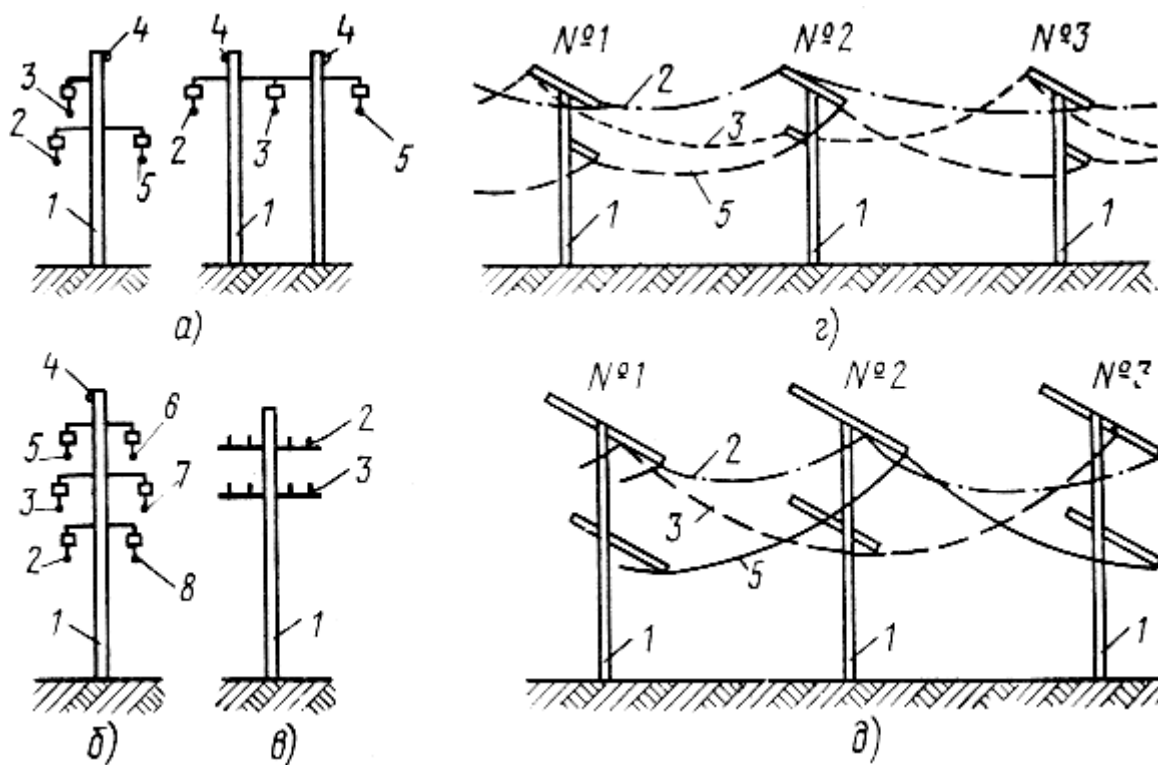


Рис.1. Расположение проводов на опорах ВЛ:

- а - одноцепной,
- б - двухцепной,
- в - до 1 кВ,
- г, д - при подвеске на одноцепной и двухцепной по схеме "зигзаг";
- 1 - опора,
- 2, 3, 5, 6, 7, 8 - провода,
- 4 - грозозащитный трос

Сооружают также ВЛ с расщепленными фазами, на которых вместо одного фазного провода большого сечения подвешивают несколько скрепленных между собой проводов меньшего сечения. Обычно в каждой фазе ВЛ 6-220 кВ подвешивают по одному проводу, ВЛ 330 кВ - два провода, расположенных горизонтально, ВЛ 500 кВ - три провода по вершинам треугольника, ВЛ 750 кВ - четыре провода по углам квадрата или пять проводов по углам пятиугольника и ВЛ 1150 кВ - восемь проводов по углам восьмиугольника. Расщепленные фазы позволяют увеличить передаваемую мощность, уменьшить потери (при одинаковой площади сечения проводов), а в некоторых случаях отказаться от установки гасителей вибрации.

Если необходимо, над фазными проводами подвешивают один или два грозозащитных троса 4.

Опоры ВЛ до 1 кВ (рис.1, в) позволяют подвешивать от 5 до 12 проводов для электроснабжения различных потребителей по одной ВЛ (наружное и внутреннее освещение, электросиловое хозяйство, бытовые нагрузки). На ВЛ до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью в дополнение к фазным подвешивают нулевой провод. Кроме того, на одних и тех же опорах могут быть подвешены провода линий разного напряжения и назначения.

Расположение проводов на опорах может быть горизонтальным (в один ярус), вертикальным (друг над другом в два-три яруса) и смешанным, при котором вертикально расположенные провода смещены относительно друг друга по горизонтали. Кроме того, на одноцепных опорах провода часто располагают треугольником.

Разрабатывается и совершенствуется новая система подвески проводов на промежуточных опорах по схеме "зигзаг". При этом на одноцепных ВЛ (рис.1, г) нижний провод 5 на первой опоре подвешивают к нижней траверсе, а на второй - к верхней; нижний провод 3 подвешивают наоборот: на первой опоре - к верхней траверсе, а на второй - к нижней. Верхний провод 2 крепят на первой опоре с правой стороны верхней траверсы, а на второй - с левой. Высота подвеса нижних проводов при такой схеме увеличивается в среднем на половину расстояния между нижней и верхней траверсами, что позволяет увеличить пролет между опорами или уменьшить высоту опор.

Подвеска проводов по схеме "зигзаг" на двухцепных ВЛ (рис.1, д) позволяет еще больше увеличить длину пролетов, однако при этом несколько усложняется конструкция опор.

Унификация и обозначение опор. По результатам многолетней практики строительства, проектирования и эксплуатации ВЛ определяют наиболее целесообразные и экономичные типы и конструкции опор для соответствующих климатических и географических районов, напряжений ВЛ и марок проводов и систематически проводят их унификацию. При этом количество типов опор и их деталей максимально сокращается. Многие унифицированные детали могут применяться как для различных типов опор, так и для

опор ВЛ разных напряжений. Так, железобетонные пасынки для деревянных опор ВЛ всех напряжений приняты одного профиля - трапецеидального (трех типоразмеров).

Унификацией, проведенной в 1976 г., принята следующая система обозначения металлических и железобетонных опор ВЛ 35-330 кВ. Буквами П и ПС обозначают промежуточные опоры, ПВС - промежуточные с внутренними связями, ПУ или ПУС - промежуточные угловые, ПП - промежуточные переходные, У или УС - анкерно-угловые, К или КС - концевые. Буквой Б обозначают железобетонные опоры, а отсутствие ее указывает, что опоры стальные. Цифры 35, 110, 150, 220 и т.д., следующие после букв, указывают напряжение ВЛ, а цифры, стоящие за ними после дефиса, - типоразмер опор. Буквы У и Т добавляют соответственно в обозначение промежуточных опор, используемых в качестве угловых, и с тросостойкой. Например, обозначение ПБ110-1Т расшифровывается так: промежуточная одноцепная одностоечная железобетонная опора с тросостойкой для ВЛ 110 кВ.

Деревянные опоры обозначают в соответствии с унификацией 1968-1970 гг., по которой после букв П, У, С и Д, означающих соответственно промежуточные, анкерно-угловые, специальные и деревянные опоры, следуют цифры, указывающие напряжение ВЛ и условный номер типоразмера опоры (нечетный - для одноцепных и четный - для двухцепных). Например, обозначение УД220-1 расшифровывается так: деревянная анкерно-угловая одноцепная опора для ВЛ 220 кВ.

Унификация опор позволяет применять индустриальные методы их сборки и монтажа с использованием электроинструмента, кранов, буровых машин, а также организовать массовое производство элементов на специализированных заводах, что сокращает время строительства ВЛ.

Железобетонные опоры

Для сооружения ВЛ напряжением до 750 кВ включительно широко применяются железобетонные опоры. В настоящее время доля ВЛ с железобетонными опорами составляет около 80% протяженности всех строящихся линий.

Железобетонные опоры обладают высокой механической прочностью, долговечны и не требуют больших расходов при эксплуатации. Затраты труда на их сборку значительно ниже, чем на сборку деревянных и металлических. Недостатком железобетонных опор является большая масса, что удорожает транспортные расходы и вызывает необходимость применения при сборке и монтаже кранов большой грузоподъемности.

В железобетонных опорах основные усилия при растяжении воспринимает стальная арматура, а при сжатии - бетон. Примерно одинаковые коэффициенты температурного расширения стали и бетона исключают появление в железобетоне внутренних напряжений при изменениях температуры. Положительным качеством железобетона является также надежная защита металлической арматуры от коррозии. Недостаток железобетона - образование в нем трещин.

Для повышения трещиностойкости железобетонных конструкций применяют предварительное напряжение арматуры, которое создает дополнительное обжатие бетона. В качестве арматуры применяют стальную проволоку периодического профиля или круглую, стержни и семипроволочные стальные пряди.

Основными элементами железобетонных опор являются стойки, траверсы, тросостойки и ригели.

Железобетонные стойки кольцевого сечения (конические и цилиндрические) изготавливают на специальных центробежных машинах (центрифугах), формующих и уплотняющих бетон. Стойки прямоугольного сечения изготавливают способом вибрирования, при котором уплотнение бетона в формах производят вибраторами. Для линий электропередачи напряжением 110 кВ и выше используют только центрифугированные стойки, а для опор ВЛ до 35 кВ - как центрифугированные, так и вибрированные.

Центрифугированные конические стойки СК изготавливают шести типоразмеров длиной 19,5-26 м (диаметр комля 560 и 650 мм), а цилиндрические СЦ - семи типоразмеров длиной 22,2-26,4 м (диаметр комля 560 мм). Начат выпуск новых центрифугированных цилиндрических стоек длиной 20 м и диаметром 800 мм, на базе которых разработаны свободностоящие анкерно-угловые опоры для ВЛ до 330 кВ включительно, а также промежуточные порталные опоры высотой 40 м, состоящие из двух стоек, соединенных фланцами.

Вибрированные стойки прямоугольного сечения имеют длину 16,4 м и сечение верхней и нижней частей соответственно 200Х200 и 380Х380 мм. Для опор ВЛ напряжением до 10 кВ применяют вибрированные стойки СНВ длиной 9,5 и 11 м с поперечным сечением нижней части от 170Х170 до 280Х185 мм, а также центрифугированные конические стойки С длиной 10 и 11 м с диаметром нижнего основания 320-335 мм и верхнего 170 мм, имеющие сквозные отверстия для крепления оснастки.

Опоры ВЛ до 1 кВ. На ВЛ до 1 кВ устанавливают унифицированные железобетонные свободностоящие одностоечные (промежуточные), а также одностоечные с подкосами и А - образные (угловые, анкерные и концевые) опоры. В отдельных случаях анкерные и угловые опоры собирают из двух установленных рядом вертикальных стоек.

Из вибрированных стоек СНВ собирают одностоечные опоры и опоры с подкосами, рассчитанные на подвеску от двух до девяти проводов ВЛ и двух - четырех проводов радиосети. Все типы опор имеют стальные траверсы с приваренными штырями. Стойки высотой 9,5 и 11 м снабжены закладными деталями с отверстиями, позволяющими крепить траверсы одним болтом. На этих опорах можно устанавливать светильники наружного освещения, кабельные муфты и кронштейны для ответвлений проводов.

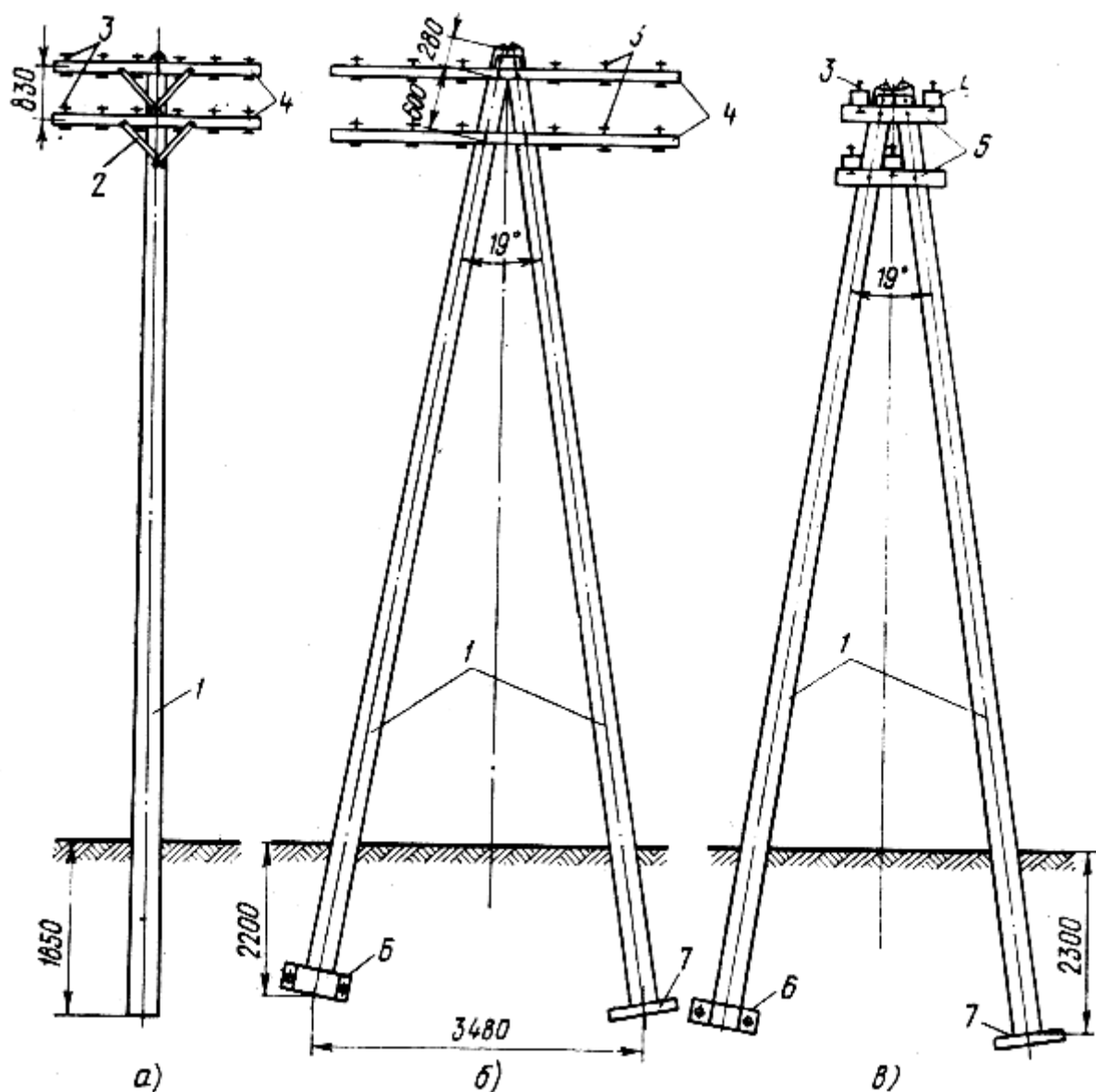


Рис.2. Железобетонные опоры ВЛ до 1 кВ:

- а - промежуточная,
- б - угловая,
- в - анкерная (концевая);
- 1 - центрифугированная коническая стойка,
- 2 - раскос,
- 3 - штыри,
- 4 - траверсы,
- 5 - подтраверсники,
- 6,7 - анкерная и опорная плиты

На рис.2, а - в показаны железобетонные опоры с коническими центрифугированными стойками длиной 10,1 м и деревянными траверсами из пропитанного бруса сечением 100X80 мм. Промежуточные опоры (рис.5, а) состоят из стоек 1 и траверс 4. В слабых грунтах или при большом числе проводов их укрепляют ригелями.

Угловые А - образные опоры (рис.2, б) имеют две стойки одинаковой длины, верхушки (рис.3) которых соединены между собой пластинами 2 и двойными траверсами 3. Траверсы закрепляют на стойках сквозными болтами и соединяют между собой для жесткости планками 6. На стойке, работающей на растяжение (см. рис.2, б), устанавливают анкерную плиту 6, усиливающую сопротивление опоры выдергиванию, а на сжатой стойке - опорную плиту 7, уменьшающую удельную нагрузку на грунт.

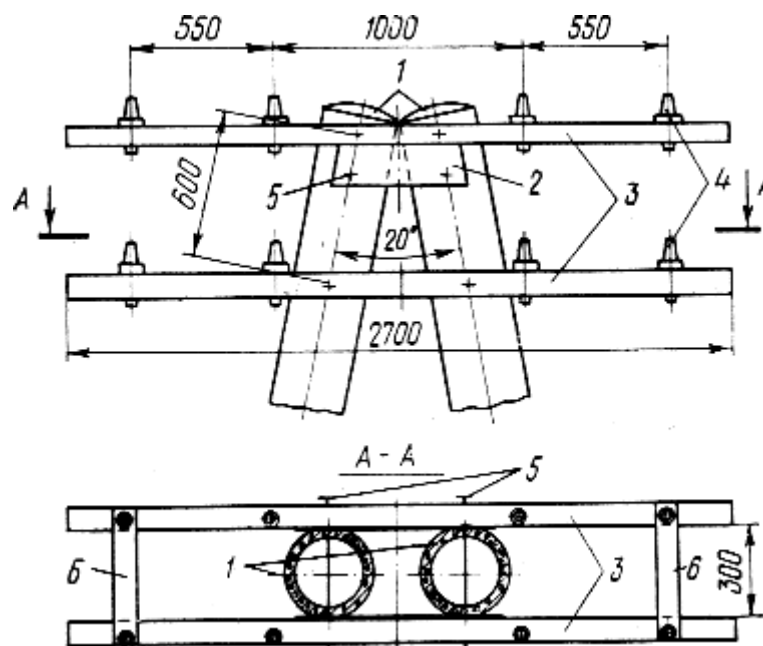


Рис.3. Верхушка. А- образной угловой железобетонной опоры ВЛ до 1 кВ:

- 1 - центрифугированные стойки,
- 2 - пластина,
- 3 - траверсы,
- 4- штыри,
- 5 - болты крепления траверс,
- 6 - планки,

Концевые А - образные опоры (см. рис.2, в) аналогичны по конструкции угловым и отличаются от них креплением траверс (применены подтраверсники 5).

Проводятся работы по созданию стеклопластиковых траверс, одностоечных анкерных и угловых опор. Отдельные участки ВЛ с такими траверсами и опорами находятся в опытно-промышленной эксплуатации.

Опоры ВЛ 6-10 кВ. На ВЛ 6-10 кВ применяют одностоечные промежуточные, одностоечные с подкосами и А - образные - угловые, концевые и анкерные опоры. Одностоечные промежуточные опоры из вибрированных стоек СНВ (рис.4, а) снабжены траверсой 2, рассчитанной на подвеску трех алюминиевых проводов сечением

до 120 мм². На одностоечных с подкосом угловых (рис.4, б) и анкерных опорах из таких же стоек подкосы 5 крепят металлическими кронштейнами 4, а провода - на отдельных для каждой фазы стальных траверсах 3.

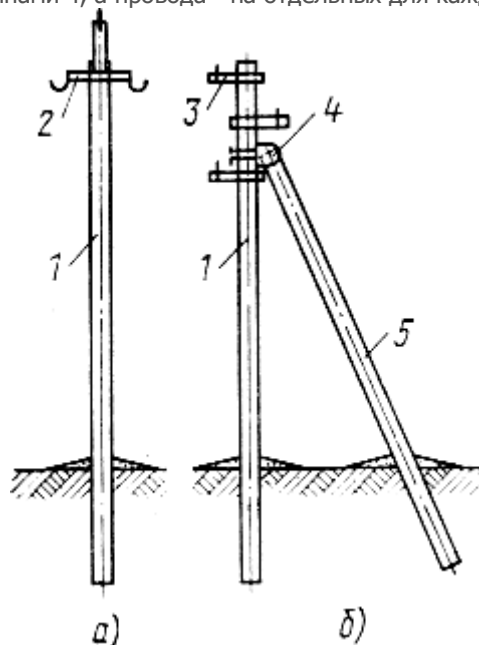


Рис.4. Железобетонные одностоечные опоры ВЛ 6- 10 кВ:

- а - промежуточная,
- б - угловая с подкосом;
- 1 - стойка,

- 2, 3 - стальные траверсы.
- 4 - кронштейн для крепления подкоса
- 5-подкос

Одностоечные промежуточные, а также угловые, концевые и анкерные А-образные опоры из центрифугированных стоек имеют стандартные деревянные траверсы сечением 100X80 мм (их крепят сквозными болтами и раскосами), а также верхушечные штыри.

Опоры ВЛ 35-500 кВ. На ВЛ 35-500 кВ применяют унифицированные свободностоящие и с оттяжками одностоечные и порталные опоры (рис.5, а - в), основными элементами которых являются стойка 1, траверсы 2 и тросостойка 3. Стойка 1 имеет гидроизоляцию нижней части на длине 3,2 м, выполненную асфальтобитумным лаком. Чтобы предупредить попадание влаги внутрь стойки, в ее торцах установлены крышки-заглушки. Нижняя крышка, кроме того, увеличивает площадь опирания стойки, что повышает прочность ее заделки в грунт. В верхней части стойки выполнены сквозные отверстия для крепления траверс. Внутри вдоль стойки в бетоне проложен специальный заземляющий спуск.

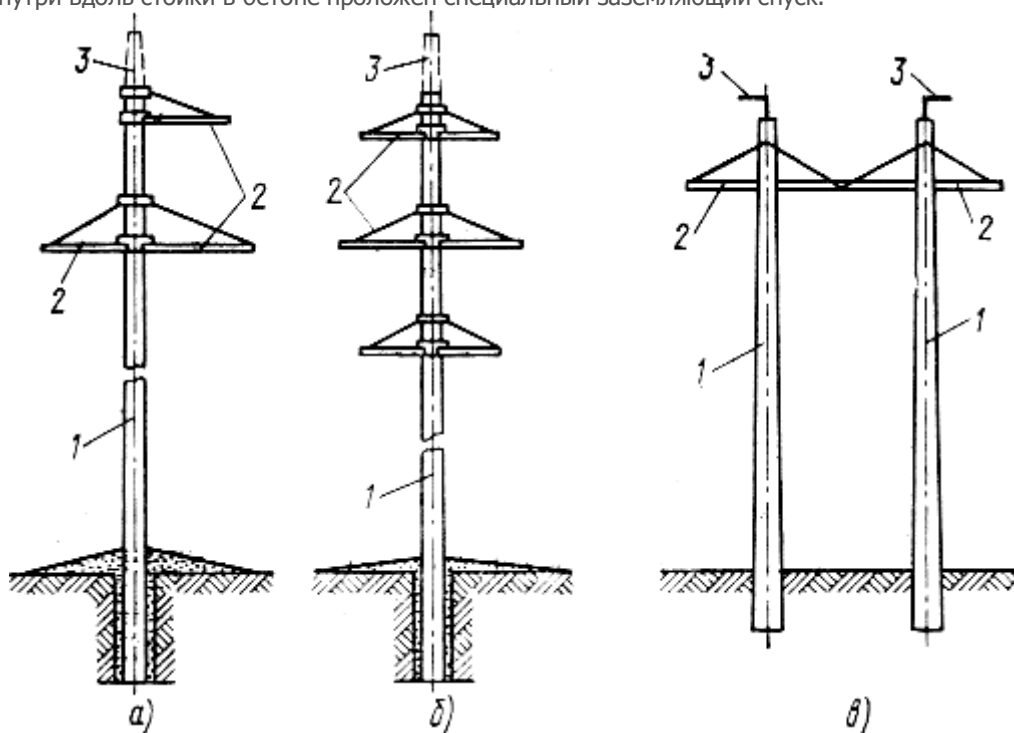


Рис.5. Промежуточные железобетонные опоры:

а, б - одностоечные одно- и двухцепные для ВЛ 35-220 кВ, порталная с металлической траверсой для ВЛ 330 кВ,

- 1-стойка,
- 2 - траверсы,
- 3 - тросостойка,

Траверсы крепят к стойке сквозными болтами (рис.6, а) или хомутами (рис.6, б), В траверсах и тросостойках делают отверстия для установки специальных скоб, хомутов, валиков, к которым крепят детали сцепной арматуры - серьги или скобы. Тросостойки имеют сварную металлическую конструкцию и крепятся к стойке хомутами.

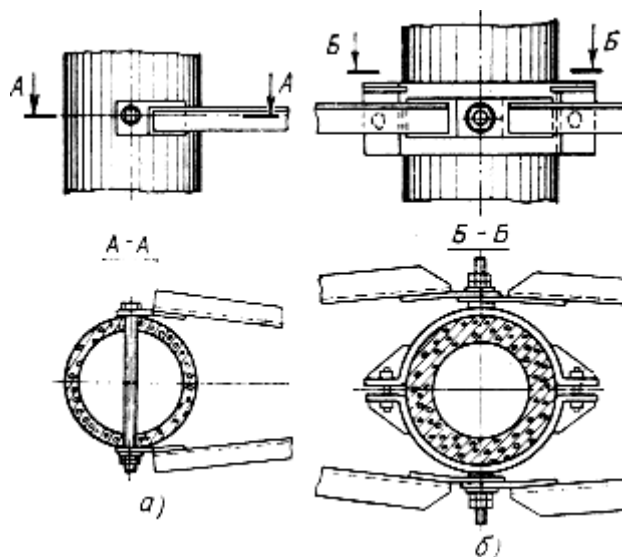


Рис.6. Крепление траверс к стойкам железобетонных опор:

а - сквозными болтами;

б - хомутами

На ВЛ 35-220 кВ в качестве промежуточных устанавливают железобетонные одностоечные свободностоящие одно- и двухцепные опоры с коническими и цилиндрическими стойками (рис.5, а, б), а на ВЛ 330-500 кВ - одноцепные порталные с металлическими траверсами (см. рис.5, в).

В качестве угловых опор на ВЛ 35-110 кВ используют одностоечные железобетонные опоры с оттяжками, а на линиях более высокого напряжения - металлические.

В последние годы на ВЛ 110-330 кВ в качестве угловых анкерных опор начали применять одностоечные свободностоящие железобетонные опоры, имеющие стойки диаметром 800 мм.

Металлические опоры

Металлические опоры обычно изготавливают из стали, а иногда - из алюминиевых сплавов. Большая механическая прочность стали позволяет создавать мощные и высокие металлические опоры, выдерживающие огромные механические нагрузки. Однако такие опоры значительно дороже железобетонных и деревянных. Кроме того, их недостатком является небольшая коррозионная стойкость. Меньше подвержены влиянию внешней среды опоры из алюминиевых сплавов, но высокая стоимость ограничивает их широкое применение.

Область применения металлических опор практически не ограничена. Стальные опоры устанавливают на линиях электропередачи всех напряжений, проходящих в районах с тяжелыми климатическими условиями, на труднодоступных трассах и в горных местностях. Угловые и анкерные металлические опоры устанавливают на ВЛ 110-500 кВ вместе с промежуточными железобетонными, а также в качестве переходных на переходах большой протяженности.

Основные элементы. Стальные опоры по конструкции могут быть одностоечными (башенными) и порталными, а по способу закрепления на фундаментах - свободностоящими и с оттяжками. При этом одностоечные опоры, имеющие размеры нижней части более ширины железнодорожного вагона (2,7 м), называют широкобазыми, а менее - узкобазыми. Основными элементами металлических опор (рис.7) являются ствол 1, траверсы 2 и тросостойка 3. Некоторые опоры имеют оттяжки 4.

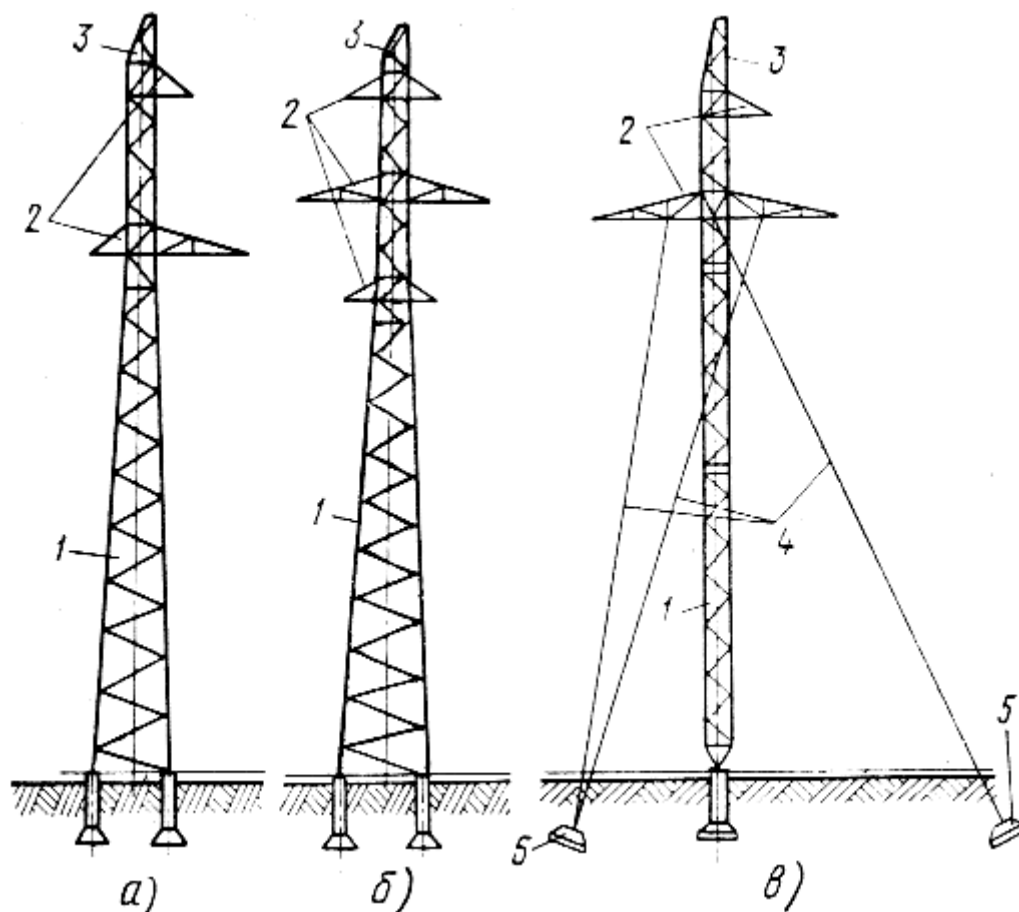


Рис.7. Промежуточные металлические опоры:

- а, б - свободностоящие одно- и двухцепная башенного типа,
 в - одноцепная с оттяжками;
 1 - ствол,
 2 - траверса,
 3 - тросостойка,
 4 - оттяжки,
 5 - анкерная плита

Ствол (рис.8) обычно представляет собой четырехгранную усеченную решетчатую пирамиду, выполненную из профилей стального проката (уголка, полосы, листа), и состоит из пояса 1, решетки 2 и диафрагмы 3. Решетка, в свою очередь, имеет стержни-раскосы и распорки, а также дополнительные связи.

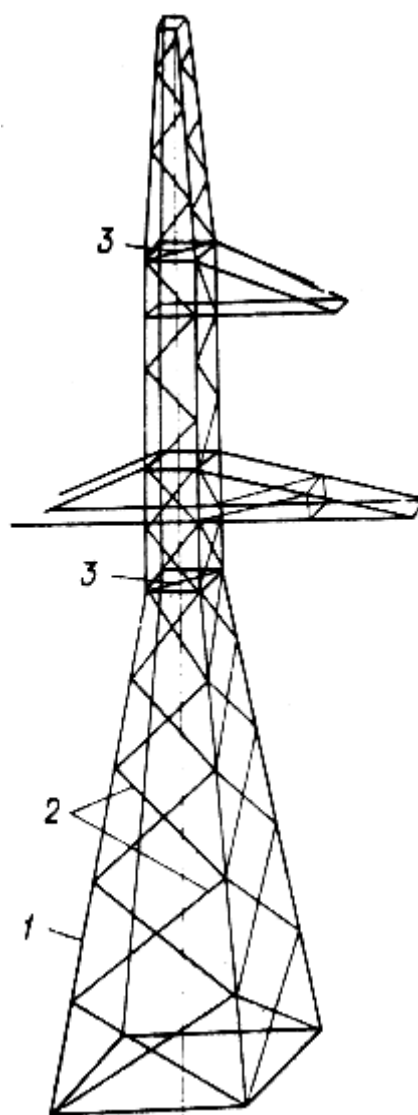


Рис.8. Элементы ствола металлической опоры:

- 1 -пояс,
- 2 - решетка,
- 3- диафрагма

Соединения поясов между собой, диафрагм и стержней-раскосов с поясами могут быть сварными (выполненными внахлест) или болтовыми (рис.9, а, б).

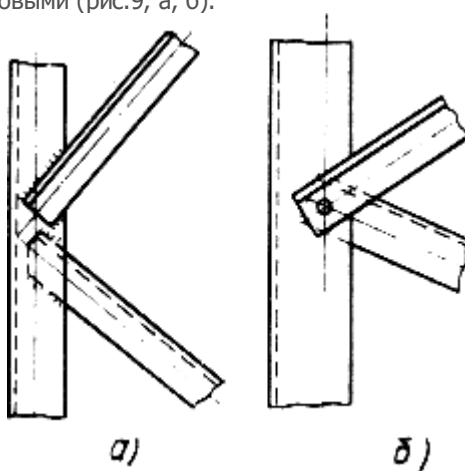


Рис.9. Соединение стержней-раскосов с поясом опоры;

- а - внахлест,
- б - болтами

В зависимости от способа соединения элементов опоры делят на сварные и болтовые и соответственно изготавливают в виде отдельных пространственных секций или небольших плоских оцинкованных элементов с

отверстиями для последующей сборки на трассе ВЛ. Секции сварных опор собирают на месте установки с помощью накладок и болтов. Элементы болтовых опор, а также болты, шайбы и другие детали отгружают с заводов комплектно.

При транспортировке сварных опор крайне низко используется грузоподъемность машин (не более 10-30%). Болтовые опоры экономичны в перевозках, но требуют значительного увеличения трудозатрат на сборку (в 1,5-2 раза).

Траверсы одностоечных опор имеют обычную плоскую рамную или пространственную конструкцию и выполнены из швеллеров. Для подвески грозозащитных тросов на вершине ствола опоры устанавливают тросостойку в виде решетчатой усеченной пирамиды. Тросостойки порталных опор, как правило, крепят на траверсах. На концах траверс и тросостоек металлических опор имеются отверстия или устанавливаются специальные детали для крепления сцепной арматуры.

Пояса стволов свободностоящих опор оканчиваются внизу опорными башмаками - пятami, которые крепятся к фундаментам анкерными болтами (рис.10, а). Стволы опор с оттяжками крепятся к фундаментам специальными шарнирными пятami (рис.10, б). Оттяжки таких опор одной стороной крепят к траверсам (или стволу), а другой - к анкерным плитам (рис.10, в). Узлы крепления оттяжек к анкерным плитам позволяют регулировать длину и натяжение оттяжек.

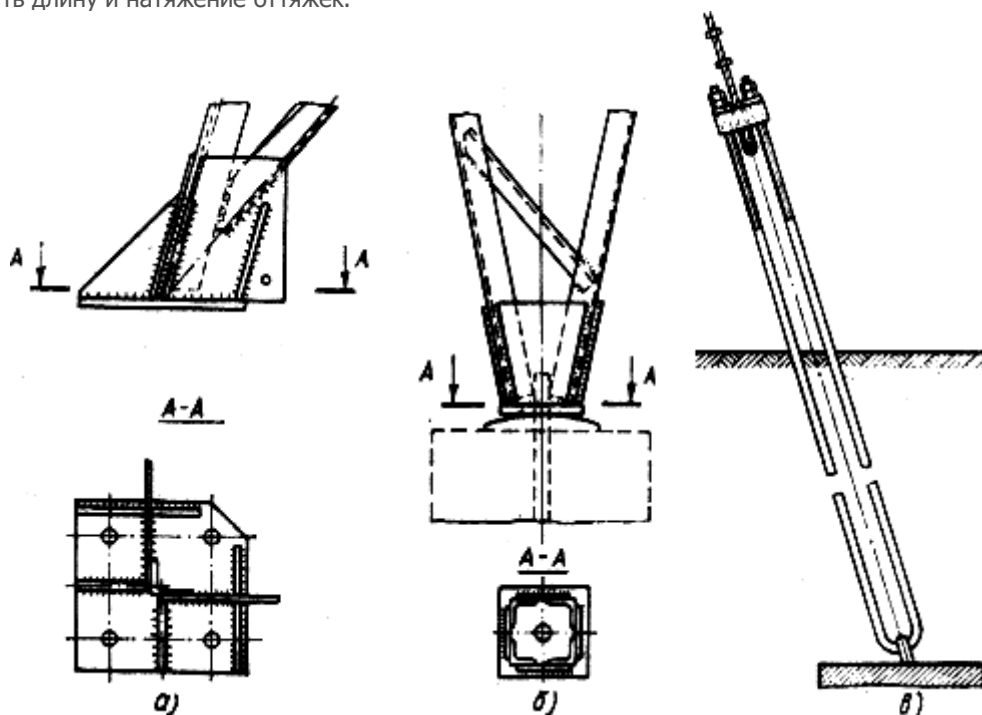


Рис.10. Крепление башмаков (пят) металлических опор свободностоящих (а), с оттяжкой (б) и оттяжки к анкерной плите (в)

Конструкции металлических опор. Основными типами металлических опор ВЛ 35-500 кВ являются одностоечные свободностоящие одноцепные и двухцепные с вертикальным расположением проводов, а также порталные с оттяжками. Для одноцепных линий, проходящих по труднодоступным трассам, разработаны одностоечные опоры с оттяжками.

Промежуточные опоры ВЛ 35-110 кВ (см. рис.7, а, б) изготавливают одно- и двухцепными. Свободностоящие промежуточные опоры имеют сварную верхнюю часть прямоугольной конструкции с параллельными поясами. Нижние секции болтовые. Провода на одноцепной опоре располагают треугольником, а на двухцепной - "бочкой". Траверсы двухцепных опор такого же типа, как и одноцепных. На тросовых участках ВЛ на вершине ствола монтируют тросостойки. Закрепляют опоры на фундаменте двумя анкерными болтами, имеющимися на каждом из четырех подножников.

Промежуточные опоры с оттяжками (см. рис.7, в) применяют только на одноцепных ВЛ 110 кВ. Эти опоры имеют три двойные расщепленные оттяжки. Нижние концы двух оттяжек крепят попарно к общему анкеру, а верхние - к серединам нижних траверс. Третью оттяжку, расположенную в плоскости траверс, крепят непосредственно к стволу со стороны, где расположены две траверсы (верхняя и нижняя). Оттяжки располагают под углом 120° одна к другой.

Промежуточные опоры ВЛ 220 и 330 кВ аналогичны опорам 110 кВ, показанным на рис.7, а, б, и обычно имеют болтовую конструкцию, за исключением некоторых сварных деталей (например, опорных башмаков, траверс), но отличаются от опор 110 кВ расстоянием между проводами и длиной траверс. Кроме того, на линиях 330 кВ используют порталные промежуточные опоры с оттяжками.

Анкерно-угловые опоры ВЛ 35-330 кВ изготавливают свободностоящими башенного типа. Из-за больших нагрузок поперечные размеры ствола этих опор значительно увеличены, а высота подвески нижнего провода уменьшена.

Окраска и оцинковка опор. Для защиты от коррозии металлические опоры окрашивают на заводах-изготовителях, окуная готовые сваренные секции в ванну с краской. Реже краску наносят кистями или

пневматическими распылителями - пистолетами. Иногда опоры окрашивают на месте установки. Для грунтовки и окраски опор применяют масляную краску, лаки с алюминиевой пудрой и эмали.

Более надежной защитой стальных опор от коррозии является горячая оцинковка. Предварительно обезжиренные конструкции очищают в травильной ванне с раствором серной кислоты, промывают горячей проточной водой, покрывают флюсом и опускают в вертикальную цилиндрическую ванну с расплавленным свинцом. В верхней части ванны на поверхности свинца плавает слой расплавленного цинка. При подъеме из ванны нагретая свинцом конструкция проходит через слой жидкого цинка, который образует на ее поверхности пленку толщиной, 0,10-0,12 мм.

Способ защиты металла опоры от коррозии во многих случаях определяет выбор вида соединения элементов решетки. Так, окраска опор позволяет применить как болтовые, так и сварные соединения, в том числе и внахлест с приваркой элементов по двум сторонам. В то же время горячая оцинковка не допускает сварку деталей внахлест, так как кислота, применяемая для травления элементов перед оцинковкой, может затечь в их зазоры и впоследствии разрушить соединение.

Ввиду дефицитности цинка начато опытно-промышленное внедрение покрытий из алюминия, механическая прочность и адгезия которых не уступают цинковым.

Степень готовности металлических опор. Количеством отправленных с завода деталей и частей определяется степень (группа) заводской готовности опоры и характеризуется объемом работ по ее сборке на трассе ВЛ:

I группа - с завода поступают отдельные элементы (россыпью) или отдельные части секций; на трассе ВЛ опоры собирают из элементов и частей на болтах;

II группа - с завода поступают отдельные пространственные секции и детали опор; на трассе ВЛ выполняется укрупнительная и общая сборка на болтах;

III группа - с завода поступают целые основные части, не требующие укрупнительной сборки на трассе; общая сборка выполняется на болтах.

Каждый элемент или часть опоры, отправляемые заводом, имеют условный шифр, называемый отправочной маркой. При комплектовании и сборке опор на трассе пользуются так называемым отправочным альбомом, в котором собраны чертежи отправочных марок опор.

Деревянные опоры

Широкое применение деревянных опор обусловлено главным образом небольшой стоимостью древесины, ее достаточно высокой механической прочностью, а также природным круглым сортаментом, обеспечивающим простоту конструкций и наименьшее сопротивление ветровым нагрузкам. Высокие электроизоляционные свойства древесины позволяют применять на деревянных опорах меньшее количество подвесных изоляторов, чем на металлических или железобетонных, а на ВЛ до 10 кВ использовать легкие и дешевые штыревые изоляторы. Кроме того, в некоторых случаях отпадает необходимость в подвеске грозозащитного троса и заземлении этих опор. В качестве фундаментов для деревянных опор используют железобетонные пасынки или сваи.

Деревянные опоры примерно в 1,5 раза дешевле железобетонных и металлических, но менее долговечны. Для продления срока службы древесины опор подвергают противогнильной обработке (антисептированию) на специальных заводах. Перспективным является использование опор из клееной древесины, конструкции которых разрабатываются в последнее время. Такую древесину изготавливают из сосновых досок, пропитанных масляным антисептиком и склеенных между собой. Применение клееной древесины позволяет повысить срок службы опор, ликвидировать скрытые пороки, а также использовать короткомерные столбы.

В РФ и других странах, богатых лесными ресурсами (США, Канаде, Швеции, Финляндии), на деревянных опорах сооружают ВЛ напряжением до 220 кВ. В США на деревянных опорах построены опытные участки ВЛ 330 и 460 кВ, а в РФ аналогичные опоры разработаны для ВЛ 330 и 500 кВ.

Технические свойства древесины. Для изготовления деревянных опор применяют сосну, лиственницу и ель - ель. Древесина сосны и лиственницы содержит много смолы и поэтому хорошо противостоит действию влаги. Стойки опор изготавливают из стволов деревьев. Нижняя часть ствола называется комлем, а верхняя, более тонкая, - отрубом. Естественную конусность ствола от отруба к комлю называют сбегом.

Прочность древесины в значительной степени зависит от влажности. При уменьшении влажности в деревянных опорах из-за усушки древесины нарушаются соединения: ослабляются гайки и бандажки. Чтобы получить древесину, пригодную для изготовления опор (с влажностью 18-22 %), ее сушат. Основным способом является атмосферная, т.е. естественная сушка на воздухе, которая хотя и является длительной, но дает наилучшие результаты. В последние годы применяют высокотемпературную сушку древесины в петролатуме, а также сушку токами высокой частоты.

На прочность древесины влияют также гниль, сучки, трещины, косослой и другие повреждения. Самым опасным пороком является гниль, возникающая от поражения древесины грибами. Загнившая древесина покрывается мелкими трещинами, становится трухлявой и распадается от легкого удара. Наиболее интенсивное гниение происходит при температуре 20-35 °С и влажности 25-30%.

Для защиты от гниения древесину пропитывают маслянистыми и минеральными антисептиками. Лучше всего поддается пропитке сосна; наружные слои лиственницы и ели пропитываются антисептиками очень плохо. В качестве маслянистых антисептиков обычно применяют чистое креозотовое масло или креозотовое масло в смеси с мазутом, который служит растворителем. Недостатками маслянистых антисептиков являются их вредное воздействие на кожу и слизистые оболочки человека, а также горючесть. Маслянистыми антисептиками пропитывают готовые элементы деревянных опор на заводе.

При сборке опор на трассе все места, подвергавшиеся обработке, дополнительно покрывают более безопасными минеральными антисептиками: фтористым натрием, динитрофенолом, уралитом, которые разводят в воде. В ряде зарубежных стран (США, Канаде) для пропитки древесины широко применяется раствор пентахлорфенола в мазуте или керосине. Разрабатываются и испытываются и другие синтетические материалы, служащие одновременно для антисептирования и защиты древесины от возгорания.

Средний срок службы непропитанной древесины составляет примерно пять лет. Пропитка столбов маслянистыми антисептиками увеличивает этот срок до 15-25 лет. Поэтому для опор ВЛ разрешается применять только пропитанные заводским способом сосновые и еловые бревна, а в исключительных случаях - непропитанную лиственницу воздушной сушки, имеющую влажность не более 25%. Опоры временных ВЛ (например, для электроснабжения строительных площадок, земснарядов и др.) также могут быть изготовлены из непропитанных столбов. Во всех случаях диаметр бревен в верхнем отрубе основных элементов опор (стоек, пасынков и траверс) должен быть для ВЛ 1, 6-35, 110 кВ и выше соответственно не менее 14, 16 и 18 см. Диаметр столбов для вспомогательных элементов для ВЛ до 1 кВ должен быть не менее 12 см, а для ВЛ выше 1 кВ - не менее 14 см.

Недостатком деревянных опор является их относительно легкая возгораемость, причиной которой могут быть пожары, удары молнии и токи утечки, возникающие при загрязнении или пробое изоляторов. Для защиты от низовых пожаров расчищают от травы и кустарника площадку радиусом 2 м вокруг каждой опоры или окапывают ее противопожарной канавкой глубиной 0,4 м и шириной 0,6 м. Токи утечки обычно вызывают возгорание опоры в местах крепления изоляторов к траверсе или сочленения деревянных деталей. Хорошая затяжка болтов и плотное прилегание металлических деталей к древесине обеспечивают уменьшение электрического сопротивления и снижение токов утечки до безопасных значений. За рубежом для защиты опор от возгорания применяют химические составы (антипирены), повышающие огнестойкость древесины.

Опоры ВЛ до 1 кВ. На ВЛ до 1 кВ устанавливают унифицированные деревянные опоры трех типов: одностоечные (рис.11, а, б), одностоечные с подкосами (рис.11, в) и А - образные (рис.11, г). Одностоечные опоры используют в качестве промежуточных, а одностоечные с подкосами и А - образные (так называемые сложные) - в качестве угловых, анкерных, конечных и ответвительных. Разработаны две серии таких опор: для подвески 5-8 и 8-12 проводов с креплением соответственно на крюках и штырях.

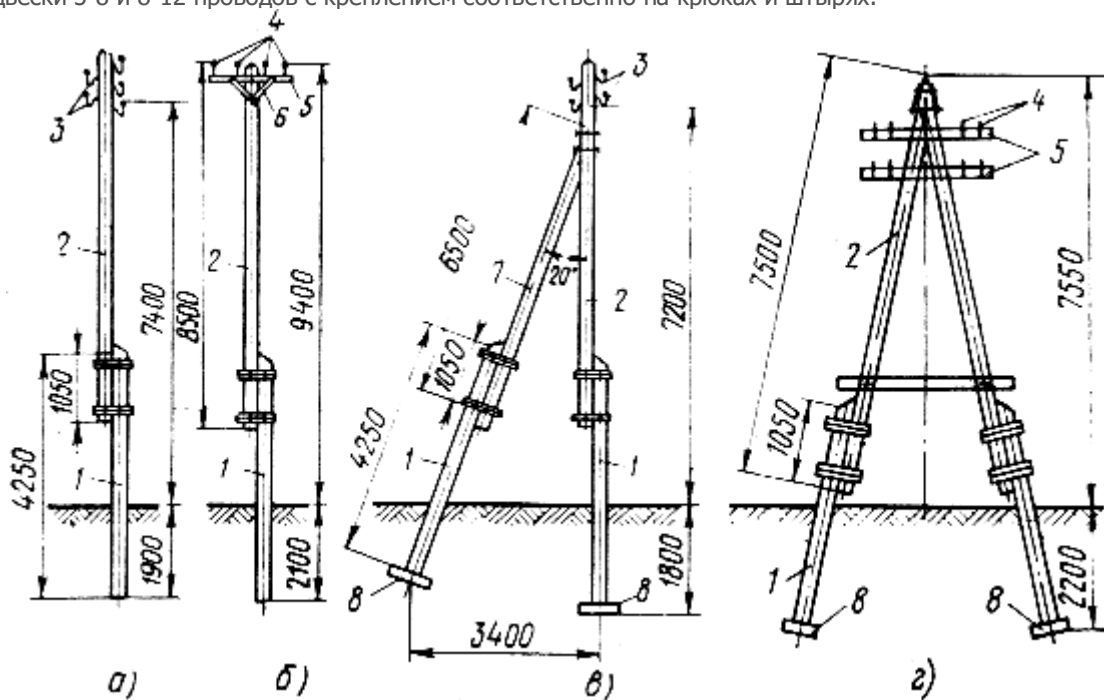


Рис.11. Деревянные опоры ВЛ до 1 кВ:

а, б - одностоечные промежуточные с креплением проводов на крюках и штырях,

в - одностоечная угловая с подкосом и креплением проводов на крюках,

г - А-образная угловая с креплением проводов на штырях:

1 - приставка,

2 - стойка,

3 - крюк,

4 - штыри,

5, 6 - траверса и ее раскос,

7 - подкос опоры,

8 - ригель

Основными элементами опор всех типов являются стойки 2, приставки 1 и подкосы 7. Стойки и подкосы изготовляют из деревянных пропитанных столбов длиной 6,5-11 км с диаметром в верхнем отрубе не менее 14 см. Для увеличения срока службы опор применяют, как правило, стандартные железобетонные приставки ПТ длиной 4,25 и 6 м, а в отдельных случаях - деревянные длиной 4,5 м. Устанавливают также опоры без

приставок (с цельными стойками и подкосами). В слабых грунтах прочность заделки опор повышают, закрепляя в их основаниях железобетонные плиты или деревянные ригели 8.

Для сопряжения (рис.12, а - в) деревянных 3 и железобетонных 9 приставок со стойками 1 используют проволоочные бандажы 2 и припасовочные хомуты 6. Бандажы для одностоечных опор выполняют из восьми витков стальной оцинкованной проволоки диаметром 4-6 мм, а для сложных - из 12 и стягивают скручиванием или стяжными болтами 5 с фасонными шайбами 4. Длина сопряжения стоек одностоечных опор с деревянными и железобетонными приставками составляет соответственно 1350 и 1050 мм, а сложных- 1500 и 1350 мм.

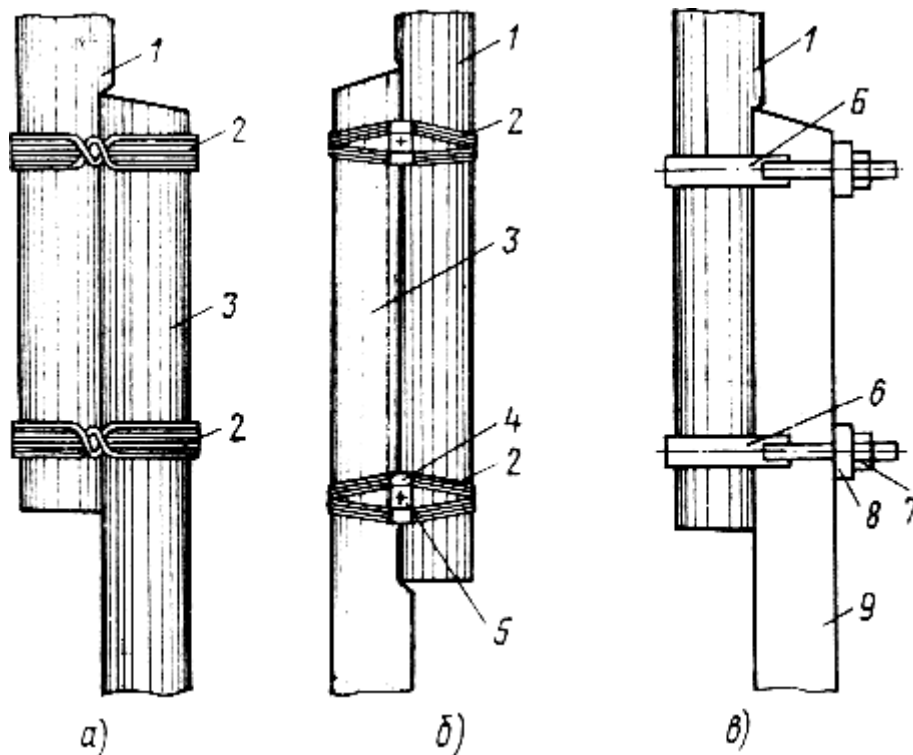


Рис.12. Сопряжение приставок со стойками опор ВЛ до 10 кВ:

- а, б - деревянных проволоочными бандажами,
- в - железобетонной припасовочными хомутами;
- 1 - стойка,
- 2 - проволоочный бандаж,
- 3, 9 - деревянная и железобетонная приставки.
- 4 - бандажная шайба,
- 5 - стяжной болт,
- 6 - припасовочный хомут
- 7 - гайка.
- 8 - планка

Подкосы со стойками и верхушки А-образных опор соединяют болтами. Траверсы изготовляют из пропитанной древесины и оснащают штырями и раскосами. Стандартные траверсы имеют прямоугольное сечение 100х80 мм; траверсы круглого сечения диаметром 140 мм применяют только на концевых опорах с 12 проводами. Крепят траверсы к стойкам сквозным болтом и двумя раскосами (см. рис.11, б).

Расстояние между проводами на траверсах промежуточных опор должно быть 400 мм, а на угловых и анкерных - 550 мм. Крюки на опорах располагают с обеих сторон стойки в шахматном порядке; при этом расстояние между ними (по одной стороне) должно быть на промежуточных и сложных опорах соответственно 400 и 600 мм. Верхний крюк устанавливают на расстоянии 200 мм от верхушки опоры.

Опоры ВЛ 6-10 кВ. На ВЛ 6-10 кВ устанавливают унифицированные свободностоящие деревянные опоры трех типов: одностоечные - промежуточные; А-образные - концевые, анкерные, ответвительные; трехстоечные (А-образные с подкосами)-угловые анкерные. А-образные фермы анкерных и концевых опор устанавливают по оси ВЛ, а угловых - по биссектрисе угла поворота линии.

На рис.13 показаны основные типы деревянных опор ВЛ 6-10 кВ с железобетонными и деревянными приставками и подвеской проводов на крюках и траверсах. Одностоечные опоры (рис.13, а) состоят из стойки 2, приставки 1 и крюков 3. Для подвески проводов больших сечений вместо крюков устанавливают траверсу 6 со штырями 4 и оголовком 5 (рис.13, б). А-образные и трехстоечные опоры (рис.13, в - д) помимо стоек и приставок имеют подтраверсники 9, с помощью которых траверсы крепятся к стойкам, а также поперечины 10 (усиливающие жесткость А-образной фермы), ригели 8 и подкосы 11. Кроме того, на ВЛ 6-10 кВ устанавливают опоры длиной 11 м без приставок (с цельными стойками).

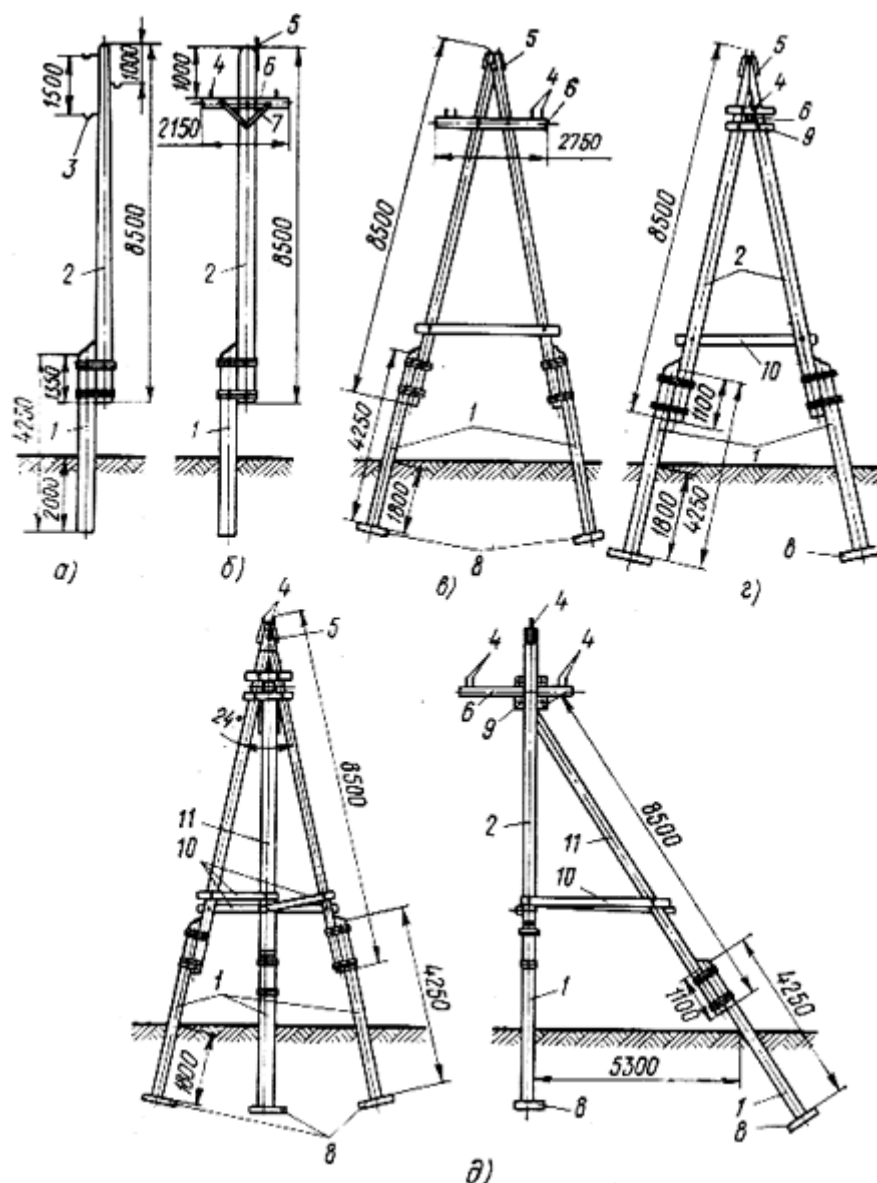


Рис.13. Деревянные опоры ВЛ 6-10 кВ:

- а, б - промежуточные с креплением проводов на крюках и на траверсе с оголовком,
 в - угловая промежуточная с креплением проводов на траверсе,
 г - ликерная,
 д - угловая анкерная;
 1 - приставке.
 2 - стойка.
 3 - крюк,
 4 - штырь.
 5 - оголовок.
 6 - траверса,
 7 - раскос,
 8 - ригель,
 9 - подтраверсник,
 10 - поперечина,
 11 - подкос

Детали опор всех типов унифицированы: стойки имеют длину 8,5 м, железобетонные приставки- 4,25 и 6 м, деревянные приставки - 4,5 м. Из деталей угловых анкерных опор (рис.13, д) можно собрать анкерные (рис.13, г) и концевые.

На ВЛ 6-10 кВ сопряжение стоек с приставками выполняют так же, как на ВЛ до 1 кВ (см. рис.12)- Стойки промежуточных опор сопрягают с деревянными приставками, двумя бандажми из стальной оцинкованной проволоки по восемь, витков в каждом, а стойки сложных опор - четырьмя бандажми по 12 витков. Длина сопряжения для промежуточных опор составляет 1350 мм, а для сложных-1100 и 1350 мм. Железобетонные приставки сопрягают со стойками как проволочными бандажми, так и припасовочными хомутами. Верхушки А - образных опор (рис.14) соединяют оголовком 3 и болтами 4.

Траверсы опор изготовляют из пропитанной древесины. На одностоечных опорах устанавливают стандартные траверсы сечением 100х80 мм, а на сложных - круглые диаметром 180 мм.

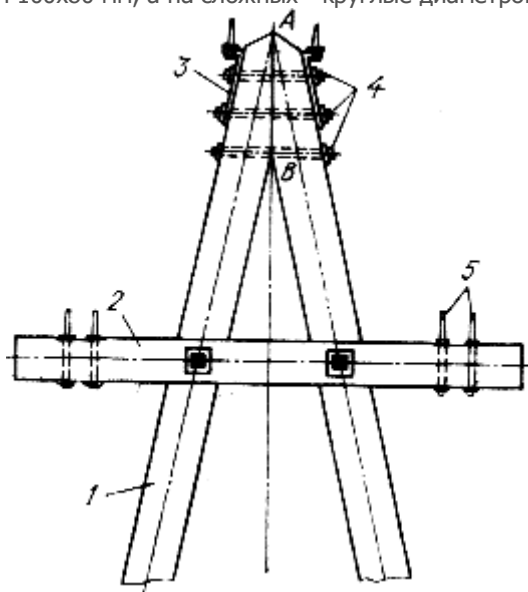


Рис.14. Верхушка угловой опоры:

- 1 - стойка,
- 2 - траверса,
- 3 - металлический оголовок,
- 4 - болты.
- 5 - штыри

При креплении проводов на анкерных опорах с подвесными изоляторами на их траверсах и верхушках устанавливают металлические накладки.

Опоры ВЛ 35 кВ для легких проводов. На одноцепных ВЛ 35 кВ с легкими проводами устанавливают деревянные опоры трех типов: одностоечные - промежуточные; А-образные - угловые промежуточные, анкерные и концевые; трехстоечные (А-образные с подкосом) - угловые анкерные и ответвительные.

Конструкция одностоечных и А-образных опор ВЛ 35 кВ со штыревыми изоляторами такая же, как опор ВЛ 6-10 кВ (см. рис.13, б - д). При креплении проводов на подвесных изоляторах применяют одностоечные опоры с угловой траверсой (рис.15, а). Деревянные стойки имеют длину 8,5; 9 или 11 м, железобетонные приставки - 6 м, а деревянные - 4,5 или 6,5 м.

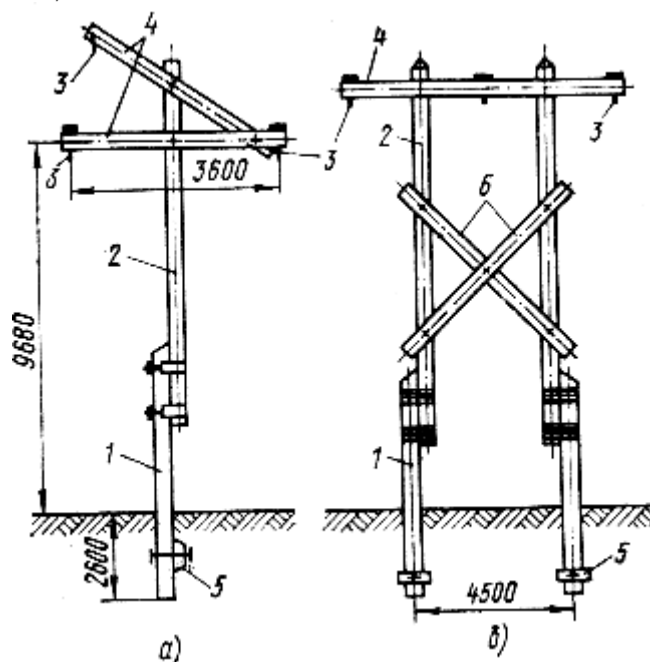


Рис.15. Промежуточные опоры:

- а - с угловой траверсой для ВЛ 35 кВ,
- б - П - образная с раскосами для ВЛ 35 -110 кВ;
- 1 - приставка,
- 2 - стойка.
- 3 - узел крепления гирлянды изоляторов.

- 4 - траверса.
- 5 - ригель.
- 6 - раскосы

Сопряжение железобетонных приставок со стойками выполняют хомутами (см. рис.12, в). Деревянные приставки (двойные для одностоечных опор и одинарные для А - образных) сопрягают со стойками бандажами из 16 витков проволоки диаметром 4- 6 мм. В слабых грунтах промежуточные опоры устанавливают с ригелями.

Опоры рассчитаны на подвеску одной цепи стальных, сталеалюминиевых и алюминиевых проводов сечением соответственно до 25, 70 и 95 мм². В населенной местности применяют двойное крепление проводов на штыревых изоляторах и одинарное на подвесных.

Опоры ВЛ 35 кВ для тяжелых проводов, ВЛ 110 и 220 кВ. На таких ВЛ устанавливают унифицированные опоры двух типов: П - образные - промежуточные и АП - образные - анкерные и угловые.

П - образные опоры представляют собой свободностоящий портал (рис.15, б), имеющий две стойки 2, горизонтальную траверсу 4 и внутренние перекрестные связи - раскосы 6 для усиления жесткости П - образной фермы. При подвеске троса применяют опоры с траверсой, смещенной вниз на 2 м.

Опоры ВЛ 35-110 кВ имеют стойки длиной 11 м, а также одинарные деревянные траверсы и приставки. Для усиления заделки опор в грунт устанавливают ригели 5. Длина стоек ВЛ 220 кВ равна 13 м, а их приставки и траверсы двойные. Разработаны также П - образные опоры ВЛ 110 кВ с цельной стойкой длиной 16 м (без приставок). Для исключения земляных работ в слабых и средних грунтах иногда применяют опоры на сваях-пасынках, которые погружают в грунт специальными механизмами.

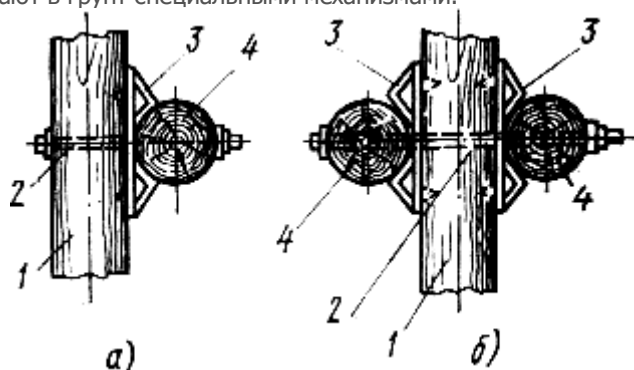


Рис.16. Крепление траверс на стойках опор ВЛ:

- а - 35- 110 кВ.
- б - 220 кВ,
- 1 - стойке,
- 2 - болт.
- 3 - седло,
- 4 - траверса

Стойки соединяют с приставками проволочными бандажами, для затяжки применяют специальные стяжные болты и фасонные шайбы. Траверсы 4 (рис.16, а, б) соединяют со стойкой 1 болтами 2 и специальными металлическими деталями - седлами 3 для уменьшения количества врубок. Провода на опорах располагают горизонтально на подвесных изоляторах. Расстояние между фазами ВЛ 35 кВ принято 3 м, ВЛ 110 кВ - 4 м и ВЛ 220 кВ - 5 м. Для присоединения гирлянд изоляторов и тросов применяют специальные детали крепления.

АП - образные опоры (рис.17) представляют собой пространственные деревянные конструкции, выполненные из двух А - образных ферм 1, соединенных между собой в плоскости Л траверсами 4 и 5, раскосами 6 и 9 и поперечинами 7 и 10 в двух ярусах. Если АП - образную опору устанавливают на прямом участке, раскосы в плоскости П не ставят и А - образные фермы связывают поперечинами только в одном ярусе. В отличие от П-образных опор стойки соединяют с деревянными приставками встык с помощью накладок 8 и болтов.

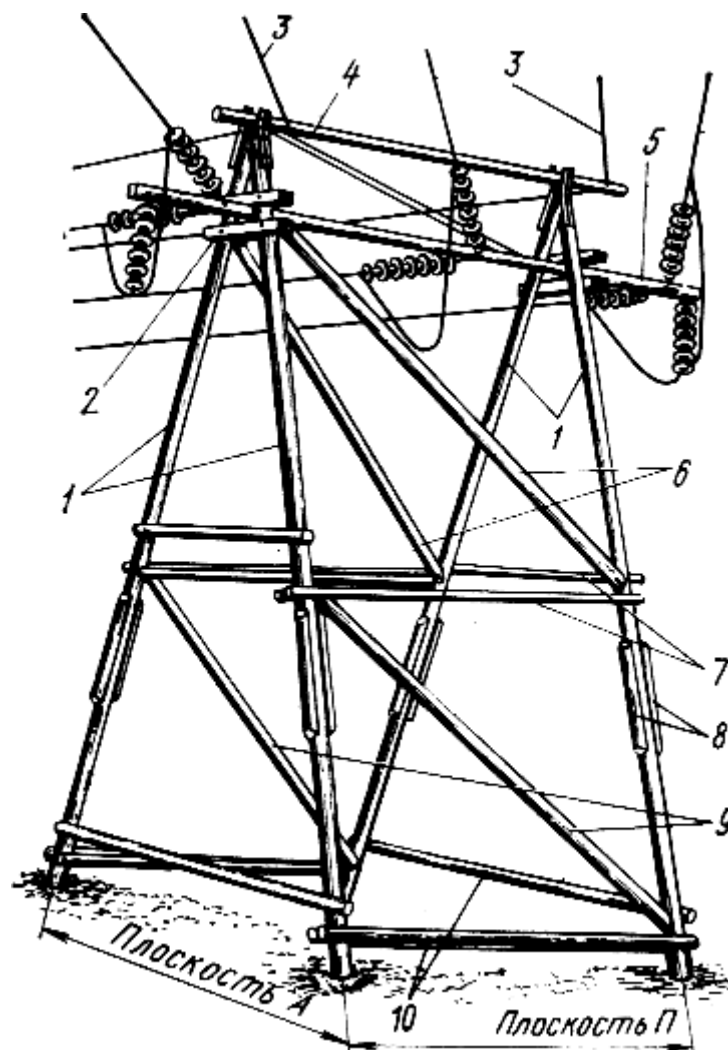


Рис.17. АП - образная тросовая опора ВЛ 35-110 кВ:

- 1 - А - образные фермы,
- 2 - подтраверсник,
- 3 - грозозащитный трос,
- 4, 5 - траверсы для крепления тросов и проводов,
- 6, 9 - раскосы верхнего и нижнего ярусов,
- 7, 10 - поперечины верхнего и нижнего ярусов,
- 8 - деревянные накладки

Траверса 5 АП - образных опор ВЛ 35-110 кВ проходит внутри угла, образованного стойками, и крепится к ним подтраверсными брусками 2 и металлическими поковками без врубок. Раскосы к стойкам и приставкам также присоединяют поковками, а поперечины крепят сквозными болтами. Траверсы угловых опор смещены относительно оси ВЛ в сторону внешнего угла.

АП - образные опоры ВЛ 220 кВ отличаются от АП - образных опор ВЛ 35- 110 кВ главным образом размерами. Траверса АП - образной опоры для ВЛ 220 кВ - двойная, состоящая из двух бревен длиной 13 м. Обе половины траверсы расположены снаружи А - образных ферм на подтраверсниках. Приставки имеют длину 7,5 м.

Фундаменты. Закрепление опор в грунте

В зависимости от конструкции опор закрепление (заделка) их в грунт может быть выполнено по-разному. Свободностоящие стальные опоры башенного типа имеют фундаменты в виде железобетонных подножников или бетонных блоков. Стойки металлических и железобетонных опор с оттяжками устанавливают на железобетонные фундаменты, а оттяжки крепят за анкерные плиты. Фундаментом деревянных и железобетонных опор, устанавливаемых непосредственно в грунт, служит низ стойки, иногда усиленный ригелями.

Глубина заложения фундамента зависит от плотности и глубины промерзания грунта. Кроме того, при расчетах учитывают нарушение структуры грунта (например, грунт при засыпке котлованов имеет гораздо меньшую прочность, чем до разработки). В зависимости от прочности и сложности разработки все грунты подразделяют на одиннадцать групп (категорий): от I (лёсс, растительный слой и др.) до XI (кремнистые сланцы, скальные породы и т.д.).

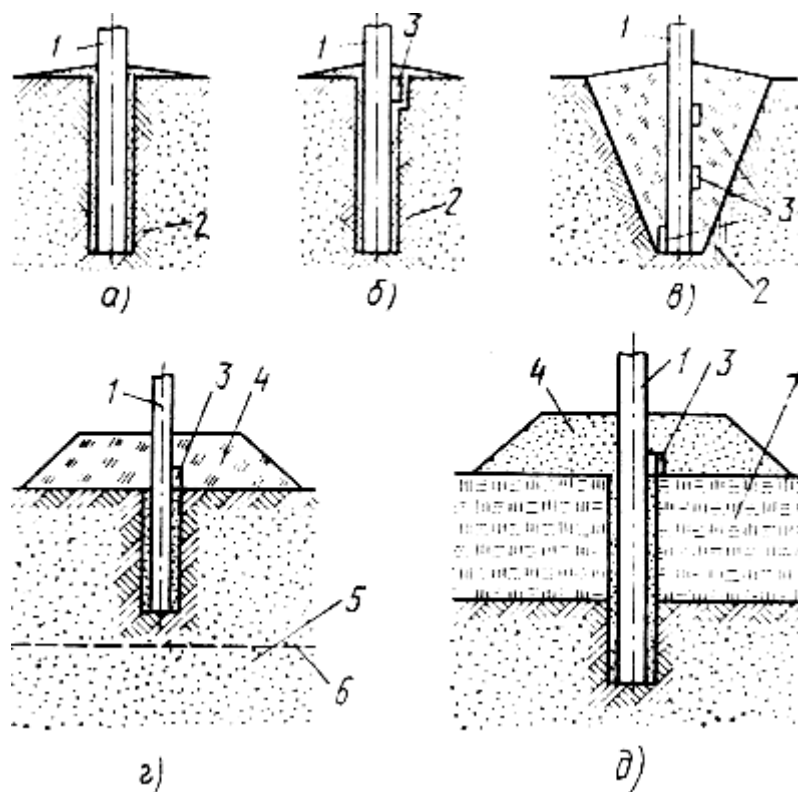


Рис.18. Установка опор без фундаментов:

- а - в пробуренный котлован без ригеля,
- б - то же, но с ригелей в верхней части котлована,
- в - с ригелями в нижней и верхней части котлована, отрытого экскаватором,
- г, д - водонасыщенный грунт с устройством банкетки и в подстилающий слой;
- 1 - стойка.
- 2 - сухой грунт,
- 3 - ригель.
- 4 - банкетка.
- 5 - водонасыщенный грунт,
- 6 - уровень грунтовых вод.
- 7 - торф

Закрепление свободстоящих опор в грунте без фундаментов. В настоящее время все промежуточные свободстоящие опоры ВЛ 1-220 кВ (кроме металлических), а также анкерно-угловые деревянные и железобетонные опоры ВЛ до 35 кВ со штыревыми изоляторами устанавливают непосредственно в грунт без фундаментов.

Котлованы для этих опор разрабатывают буровыми машинами с буровыми головками диаметром на 5-10 см больше устанавливаемой стойки. Таким образом, стойку 1 (рис.18, а) закрепляют в практически ненарушенном грунте 2, обладающем значительно более высокими механическими характеристиками, чем нарушенный грунт засыпки. Чтобы усилить заделку, в верхней части котлована устанавливают дополнительно один (рис.18, б) или два ригеля 3. Ригель размещается в специально выполненной узкой щели и, как стойка, опирается на грунт с ненарушенной структурой.

При разработке котлованов экскаватором для усиления заделки опор ригели устанавливают также в нижней части котлована (рис.18, в). Если под слоем сухого грунта находится водонасыщенный грунт 5, стойки 1 обычно устанавливают выше уровня 6 грунтовых вод и укрепляют насыпной банкеткой 4 (рис.18, г).

В слабых и заторфованных грунтах заделку одноствоечных опор усиливают дополнительными короткими железобетонными приставками, установленными рядом со стойкой и соединенными с ней металлическими хомутами, а также поверхностными плитами, закрепленными на стойке U-образными стяжками. При большой толщине торфа 7 (рис.18, д) стойку 1 заглубляют в подстилающий слой грунта и укрепляют банкеткой 4.

Использование буровых машин с головками диаметром 800- 900 мм позволяет размещать ригели некоторых типов опор без доработки котлованов.

Глубина заделки опор в грунт зависит от его характеристики. Так, в твердых грунтах глубина заделки может быть уменьшена на 10-15%; при этом прочность оказывается достаточной.

Основные типы фундаментов. Для опор ВЛ применяют монолитные, сборные и свайные железобетонные фундаменты. Монолитные железобетонные фундаменты используют редко из-за трудоемкости их изготовления и большого расхода материала. В основном их сооружают в слабых обводненных грунтах или под специальные опоры больших переходов.

Сборные фундаменты, изготовленные в заводских условиях, поступают на трассу ВЛ в виде готовых к установке конструкций (сваи, подножки) или отдельных деталей (плиты, стойки), соединяемых болтами или сваркой на месте установки. Наиболее распространенным типом фундаментов под металлические опоры являются сборные - подножки грибовидной формы (рис.19), устанавливаемые под опорные башмаки стволов. Подножки состоят из опорной плиты 1 и стойки 2 (вертикальной или наклонной) с анкерными болтами 3 и покрыты гидроизоляцией из асфальто-битумного лака. В слабых грунтах подножки устанавливают с ригелями.

Фундаменты опор с оттяжками имеют вместо анкерных болтов один штырь, являющийся осью шарнирного крепления ствола опоры к подножнику.

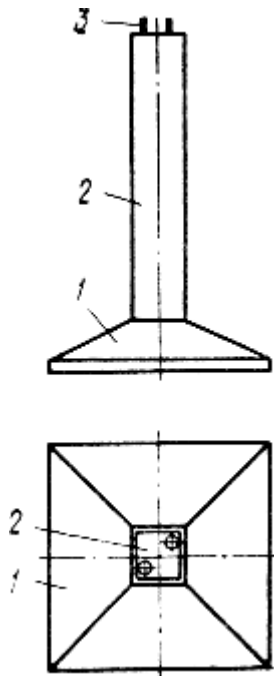


Рис.19.Подножник:

- 1 - опорная плита
- 2-стойка,
- 3-анкерныйболт

Для установки тяжелых двухцепных опор ВЛ 220 и 330 кВ, а также опор ВЛ всех напряжений в слабых грунтах разработаны специальные фундаменты с навесными пригрузочными плитами.

Широко используются также свайные фундаменты, которые обладают меньшей массой, чем грибовидные, и позволяют исключить земляные работы, а также резко повысить уровень механизации при сооружении ВЛ. Их применение особенно эффективно в слабых и водонасыщенных грунтах. Закрепление свайных фундаментов в грунте обеспечивается главным образом трением боковых поверхностей свай о грунт и частично сопротивлением грунта сжатию на уровне острия свай.

Унифицированные сваи имеют поперечные размеры от 25х25 до 40х40 см и длину 6 м и изготавливаются из предварительно-напряженного железобетона. В верхней части свай имеются два анкерных болта, к которым крепят опорные башмаки стволов. При погружении свай в грунт к этим же болтам крепят рабочий орган вибровдавляющего агрегата.

Разработана конструкция специальной "свай-стакана" с конусным наконечником и плоскими закрылками, предназначенной для установки в нее сверху центрифугированной стойки диаметром до 0,6 м. Сваю погружают в грунт на такую глубину, чтобы ее верхняя часть была над поверхностью земли не более 0,1 м. Предложены также конструкции винтовых свай с чугунным винтовым наконечником, с самораскрывающимися анкерами и комбинированных набивных свай с направляющим стержнем.

При больших нагрузках используют свайный куст, состоящий из нескольких свай и переходного элемента от оголовков свай к опорным башмакам опоры - ростверка. Ростверк обычно изготавливают в виде бетонной или металлической конструкции с отверстиями для свай.

Для устройства фундаментов в сложных климатических и геологических условиях, в слабых грунтах и на болотах используют специальные поверхностные, малозаглубленные и плавающие фундаменты. В монолитных скальных породах анкерные болты иногда закрепляют непосредственно в скале (без фундаментов).

2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Подготовительные работы на трассе ВЛ

К подготовительным работам, выполняемым на трассе ВЛ, относятся: организация прорабских пунктов, производственный пикетаж, вырубка просек, комплектация первоначального запаса материалов и конструкций, устройство временных сооружений, переустройство пересекаемых инженерных сооружений со сносом строений.

Прорабские пункты обычно располагают ближе к середине строящегося участка трассы ВЛ, по возможности неподалеку от населенных пунктов, и комплектуют инвентарными передвижными вагончиками различного назначения (общежитие, столовая, баня, склад, мастерские, контора, красный уголок) и необходимыми машинами, механизмами, приспособлениями и инструментами. Из таких вагончиков организуют временные поселки, создавая нормальные санитарно-бытовые условия для работающих. Как правило, на трассах длинных ВЛ размещают несколько прорабских участков.

Производственный пикетаж выполняет заказчик или по его поручению строительно-монтажные и проектные организации. Центры опор ВЛ фиксируют на местности центровыми знаками, на которые наносят номер и тип опоры, ее условное обозначение и год проектирования. Кроме того, обозначают в натуре ось ВЛ (створными знаками), границы будущей просеки, зоны прохождения ВЛ по сельскохозяйственным угодьям, места пересечения ее трассы с инженерными сооружениями и водными преградами и др. Для наглядности знаки окапывают круговой канавкой диаметром 1-1,2 м, а в лесу делают затесы на ближайших деревьях.

При выполнении производственного пикетажа необходимо тщательно следить, чтобы опоры не оказались в местах, непригодных для их установки (дороги, ручьи, коммуникации).

Непосредственно перед началом работ представители заказчика, проектной и строительно-монтажной организаций совместно проверяют правильность установки знаков на трассе, соответствие их проектному профилю ВЛ и журналу расстановки опор и оформляют приемку актом.

Разбивают котлованы для установки фундаментов строительно-монтажные организации при строительстве ВЛ.

Вырубка просек и расчистка трассы - наиболее трудоемкие подготовительные работы, занимающие до 20% общего объема трудовых затрат при сооружении ВЛ на лесных трассах..

Работы по валке деревьев, обрубке сучьев, трелевке хлыстов, корчевке пней, рубке кустарника, расчистке трассы от порубочных остатков, разделке и сортировке деловой древесины передают, как правило, специализированным организациям - леспромхозам и лесхозам. В отдельных случаях их выполняют строительно-монтажные организации.

Посреди трассы на ширине 4-6 м деревья вырубают вровень с землей, что необходимо для Проезда механизмов при строительстве ВЛ и вывоза древесины. На оставшейся части просеки высота пней не должна быть больше 7з диаметра срубленных деревьев. Пни корчуют только в местах сооружения фундаментов и на площадках для сборки и установки опор.

Вырубленный деловой лес и дрова вывозят с трассы или складывают для хранения в штабеля по краям просеки. Порубочные остатки, сучья и кустарник перерабатывают на щепу, а при невозможности - сжигают.

До начала работ заказчик должен оформить документы на отвод лесной полосы под вырубку и разрешения лесничества на вырубку (порубочные билеты), в которых указаны зоны вырубки, объем возврата деловой древесины и др.

Комплектация первоначального запаса материалов, конструкций и других изделий для сооружения ВЛ в количествах, достаточных для разворота работ, должна производиться до начала строительства. Сооружение ВЛ протяженностью до 5 км следует начинать только при полном обеспечении необходимыми материалами, оборудованием и конструкциями. К началу строительства ВЛ большей протяженности потребность в опорах, проводах и прочих материалах и оборудования должна быть обеспечена не менее чем на 75% для ВЛ напряжением 6-10 кВ и 85% для ВЛ 35-110 кВ. Во всех случаях запасов материалов, оборудования и конструкций должно хватать не менее чем на один квартал работы прорабского пункта.

Временные сооружения на ВЛ (склады, площадки и навесы для хранения материалов, стоянки для машин), для которых невозможно использовать передвижные инвентарные средства, собирают по типовым схемам, используя детали демонтированных сборно-разборных сооружений с предшествовавшего участка и подручные материалы. Иногда при строительстве ВЛ сооружают временные автодороги вдоль ее трассы, а также проезды с близлежащих автодорог или железнодорожных станций. Профиль временной тракторной лежневой дороги по трассе ВЛ показан на рис.20.

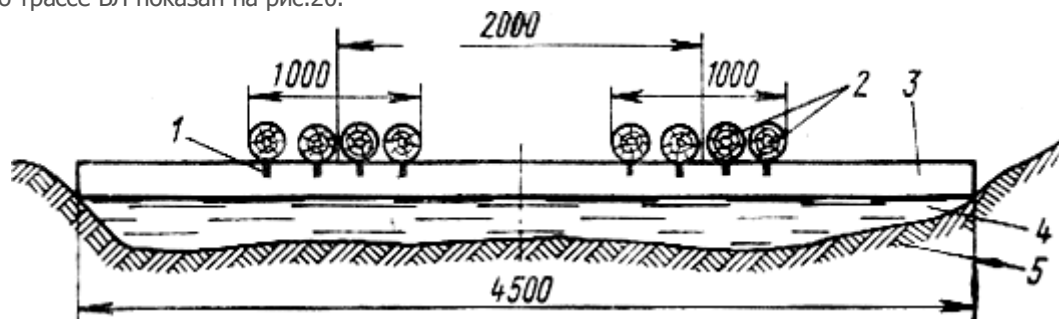


Рис.20. Профиль временной тракторной лежневой дороги по трассе ВЛ:

- 1 - металлические ерши,
- 2 - продольный настил из бревен,
- 3 - поперечные лаги.
- 4 - подстилающий слой из хвороста и отводов,
- 5 - торф

Переустройство пересекаемых инженерных сооружений и снос строений на трассе ВЛ необходимо выполнять до начала основных работ. Отдельные, небольшие по объему, переустройства могут производиться одновременно с основными работами. Наиболее часто выполняемыми работами по переустройству

инженерных сооружений на трассе ВЛ являются: вынос из зоны строительства воздушных линий электропередачи, линий связи и радио или каблирование их, защита линий связи от влияния в зоне их сближения со строящейся ВЛ, снос строений, попадающих на трассу ВЛ и др.

К работам по переустройству, которые выполняют строительно-монтажные организации или их специализированные подразделения, можно приступать только при наличии согласованного проекта и разрешения организации, эксплуатирующей инженерное сооружение.

Развозка материалов по трассе

Затраты труда на погрузку, выгрузку и транспортировку материалов составляют большую долю в общем объеме работ по строительству ВЛ. Так, для строительства ВЛ 110 кВ на деревянных опорах требуется вывезти до 35 т материалов на 1 км трассы, а такой же линии на железобетонных опорах - до 50 т. Поэтому складировать материалы с таким расчетом, чтобы перевозки их на трассу и перегрузка были минимальными.

Организация складского хозяйства. Материалы, конструкции, линейная арматура, механизмы и инструмент поступают на центральный и линейные склады МК.

Большую часть поступающих грузов - длинномерные и тяжеловесные конструкции и материалы - выгружают автокранами, сортируют по маркам и видам и хранят непосредственно у места выгрузки на площадках. Железобетонные и деревянные стойки хранят в штабелях высотой до 2 м (на деревянных прокладках), укрепляемых стойками с подкосами. Между штабелями устраивают с одной стороны проходы шириной 1,5 м, а с другой - проезды шириной 5 м для кранов и автомашин. Железобетонные подножки, приставки и сваи складывают так, чтобы не повредить анкерные болты.

Изоляторы, линейная арматура, поковки и метизы поступают на склады в таре - ящиках или контейнерах. Изоляторы складывают на открытых площадках в ящиках или на деревянных решетках штабелями высотой до 1,5 м, а поковки, метизы и линейную арматуру хранят рассортированными по маркам и видам в закрытых складах или под навесами.

Провода, тросы и канаты поступают на склады намотанными на барабаны (иногда - в бухтах), которые, не вскрывая обшивку, устанавливают на деревянные прокладки высотой не менее 100 мм. На щеки барабанов наносят складской порядковый номер, занося его в картотеку склада.

Погрузку, выгрузку и хранение легковоспламеняющихся и взрывоопасных материалов (термитных патронов и спичек, баллонов с кислородом, пропаном и другими газами, горюче-смазочных и антисептических материалов) выполняют в соответствии с противопожарными правилами и правилами Госгортехнадзора.

Отбор материалов и конструкций. Отправляемые на трассу материалы и конструкции должны быть осмотрены и приняты начальником линейного участка (прорабом, мастером), соответствовать действующим стандартам и техническим нормам и иметь штамп проверки ОТК завода-изготовителя.

При отборе и приемке железобетонных конструкций проверяют наличие паспорта завода изготовителя, его соответствие типу и марке изделия, а также количество раковин, выбоин, сколов и трещин, которое регламентируется СНиПом. Так, на один метр стойки допускается не более двух раковин и выбоин, длина, ширина и глубина которых должны быть не более 10 мм. Трещины и сколы на поверхности стоек не допускаются. Поверхность надземной части железобетонных конструкций должна быть покрыта битумом или другим изоляционным материалом в два слоя.

При отборе и приемке металлических конструкций проверяют наличие заводского сертификата, правильность геометрических размеров, качество сварных швов, размеры отверстий для болтов и расстояния между ними. Так, длина секций стволов, траверс или подкосов не должна отличаться от проектной более чем на ± 10 мм, а ширина их граней в местах стыков - более чем на ± 3 мм. Расстояния между любой парой отверстий не должны отклоняться от проектных более чем на ± 2 мм.

Диаметр деревянных стоек и глубину их пропитки антисептиком проверяют на поперечных срезах.

Болты для сборки опор должны строго соответствовать проекту, покрыты черным лаком, смазаны солидолом, а гайки - свободно проходить по резьбе.

При отправке изоляторов на трассу проверяют отсутствие в них трещин, сколов и повреждений глазури; фарфоровые изоляторы испытывают также мегаомметром на напряжение 2500 В. Сопротивление изоляции каждого фарфорового изолятора или его элемента должно быть не менее 300 МОм.

Транспортировка материалов на трассу. Транспортные работы на строительстве ВЛ сопряжены с рядом трудностей, которые вызваны большой протяженностью фронта работ, бездорожьем, относительно невысокой прочностью некоторых конструкций, негабаритностью большинства грузов. Так как с доставки материалов и конструкций начинаются основные работы по сооружению ВЛ, их транспортировка имеет первостепенное значение для организации работ на трассе. Особое внимание ей уделяют в подготовительный период.

Железобетонные, металлические и деревянные детали опор, фундаменты, барабаны с проводом и другие грузы перевозят от железнодорожных станций или речных портов на базы преимущественно грузовыми автомобилями обычной (ЗИЛ-130, МДЗ-5335, КамАЗ-5320 и др.) или повышенной (ЗИЛ-131, УРАЛ-375К, КрАЗ-255Б, ГАЗ-66-02 и др.) проходимости, а также автомобильными седельными тягачами (КамАЗ-5410, УРАЛ-377Н, КрАЗ-258Б1 и др.) с прицепами. При развозке по трассе автомобильные тягачи обычно меняют на тракторные или перегружают грузы на тележки или сани.

На труднодоступных участках трассы (горы, болота и др.) для транспортировки грузов, несмотря на высокую стоимость эксплуатации, часто используют вертолеты. Наиболее эффективно их применение при перевозке секций или полностью собранных опор ВЛ на расстояние 7-8 км. При этом производительность вертолетов МИ-6 и МИ-10К составляет 200-400 т·км/ч, что примерно в 30-50 раз эффективнее доставки аналогичных грузов тракторами (с учетом стоимости сооружения временных дорог). Для перевозки барабанов

с проводом, арматуры и изоляторов, а также доставки рабочих на трассу используют вертолеты других марок (МИ-8, МИ-4, МИ-2). Кроме того, с помощью вертолетов устанавливают опоры на трассе. Использование вертолетов позволяет избежать больших затрат на устройство дорог и значительно сокращает сроки строительства.

Иногда для транспортировки материалов и конструкций в горах применяют передвижные канатные установки ПКУ, которые позволяют перемещать грузы массой до трех тонн на расстояние до 400 м под углом 45°.

Железобетонные изделия развозят по пикетам особо осторожно, не допуская появления трещин. Транспортировка железобетонных стоек по трассе волоком и разгрузка их сбрасыванием запрещаются. При доставке свай и подножников необходимо обеспечить сохранность анкерных болтов и других выступающих металлических частей.

Элементы металлических опор перед отправкой на трассу максимально укрупняют, собирая в секции соответственно грузоподъемности и проходимости автомашин, а затем комплектуют необходимыми крепежными изделиями для последующей сборки на пикете. Секции укладывают на подкладки, принимая меры для обеспечения сохранности легкодеформируемых элементов решетки.

Барабаны с проводами и тросами перевозят в вертикальном положении, установив на обе щеки, подклиная и закрепляя растяжками. Для погрузки и разгрузки барабанов используют различные подъемные и тяговые механизмы (автокраны, лебедки, тали). В исключительных случаях допускаются погрузка и выгрузка барабанов вручную по наклонной плоскости. При разгрузке барабаны обязательно должны тормозиться, для чего используют лебедку (трактор), к которой крепят тормозной канат.

Изоляторы, линейную арматуру и крепеж перевозят в деревянной таре или металлических контейнерах.

Особую осторожность необходимо соблюдать при вывозке на трассу термитных патронов и спичек: ящики с теми и другими укладывают отдельно. В кузове машины не должно быть легковоспламеняющихся веществ и посторонних предметов, а машина должна быть снабжена противопожарными средствами.

Сборка железобетонных опор

Железобетонные опоры, как правило, собирают в соответствии с разработанными для каждого типа опор технологическими картами, в которых указаны порядок выкладки деталей (стоек, траверс, ригелей и др.), последовательность операций, а также рекомендуемые приспособления.

Опоры собирают на ровной площадке, очищенной от посторонних предметов. При этом стойки опор ВЛ 35 кВ и выше выкладывают на деревянные прокладки бригада такелажников при разгрузке их на трассе, а стойки опор ВЛ до 10 кВ - бригада по их сборке. Выложенные стойки не должны мешать подходу землеройной машины или подъемного крана.

При сборке одностоечных опор закрепляют на стойке изготовленные на заводе и оснащенные траверсы, тросостойку и ригели, прокладывают заземляющий спуск (если он предусмотрен проектом), наносят нумерацию и предупредительные плакаты.

Одностоечные опоры ВЛ до 10 кВ из вибрированных стоек собирают в такой последовательности: поднимают приспособлением для подъема стоек или каким-либо грузоподъемным механизмом верхушку опоры, закрепляют на ней траверсу и заземляющий спуск (если необходимо) и опускают опору на землю. Опоры из центрифугированных стоек собирают двумя способами: поднимают верхушку опоры приспособлением или вращают стойку вокруг ее продольной оси. При втором способе стойку сначала разворачивают на подкладках так, чтобы сквозные отверстия для болтов были горизонтальны, и вставляют в них болты для крепления верхушечных штырей (на ВЛ 6-10 кВ), траверс и раскосов. Затем стойку поворачивают так, чтобы головки болтов оказались внизу, надевают на болты траверсы, раскосы, устанавливают и затягивают гайки. После этого на штыри набивают полиэтиленовые колпачки, навинчивают на них изоляторы, кернят гайки болтов и наносят на стойку по трафаретам порядковый номер опоры, год ее установки и предупредительный плакат.

При сборке опор в населенной местности для двойного крепления проводов вместо верхушечного штыря применяют двухштырный оголовник, а вместо двухштырной траверсы - четырехштырную. Если необходимо, устанавливают опорные плиты или ригели.

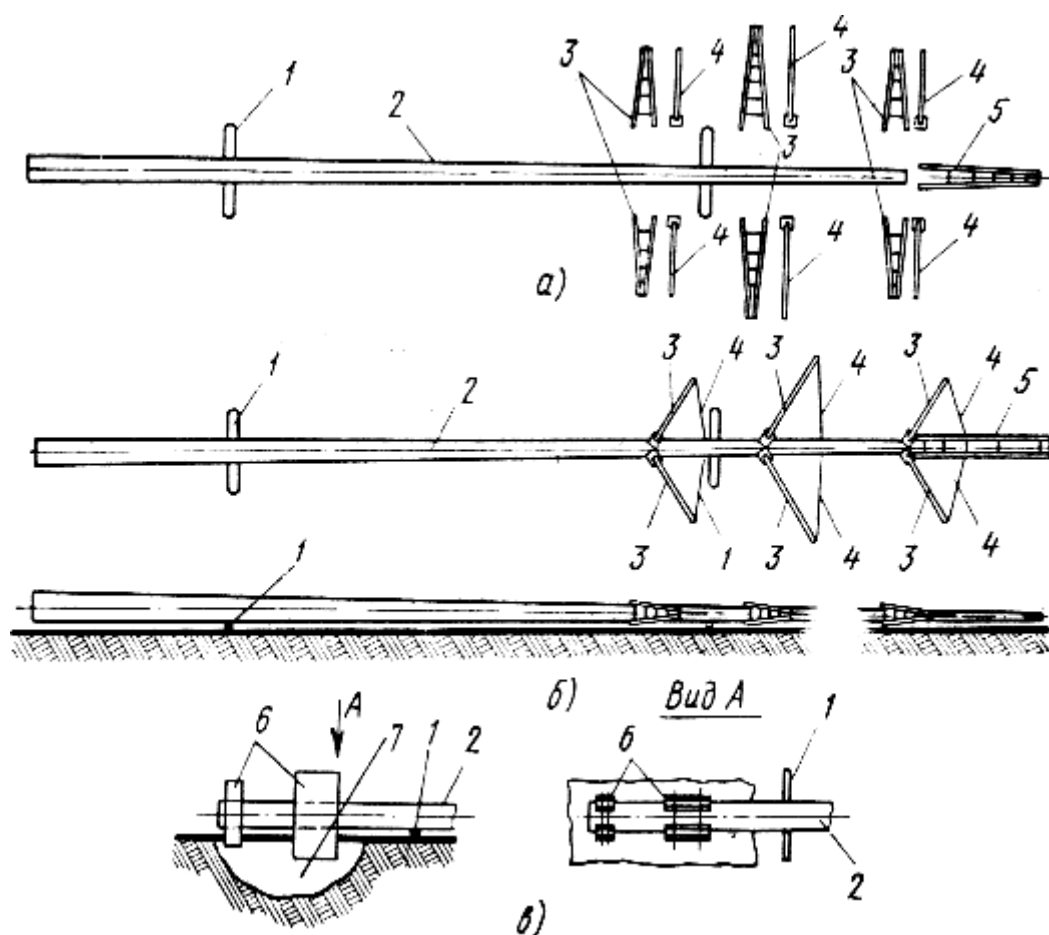


Рис.21. Сборка одностоечной двухцепной железобетонной опоры ВЛ 35-110 кВ:

- а - выкладка деталей.
- б - собранная опора,
- в - установка ригелей.
- 1 - подкладки для выкладки опоры,
- 2 - стойка,
- 3 - траверсы,
- 4 - тяги траверсы,
- 5 - тросостойка,
- 6 - ригель,
- 7 - котлован

Сборку одностоечных одно- и двухцепных тросовых опор ВЛ 35-110 кВ начинают с выкладки деталей (рис.21, а). Затем с помощью крана к стойке 2 крепят поочередно нижнюю, среднюю и верхнюю траверсы 3 (способы крепления траверсы были показаны в специальной литературе) и устанавливают тросостойку. Собранный опору (рис.21, б) подтаскивают к котловану по деревянным каткам или передвигают краном. Затем устанавливают ригели (рис.2, в). Плоскость ригелей должна быть перпендикулярна плоскости траверс, поэтому для их размещения отрывают небольшой котлован 7.

Сборку одностоечных опор с оттяжками ВЛ 35-110 кВ в зависимости от способа их установки выполняют различными методами. Если опору поднимают методом поворота (краном и трактором), ее сборку начинают с установки шарнира. Сначала подтаскивают стойку 4 к фундаменту 10, приподнимают ее нижний конец домкратом и укладывают на подкладку 5. На торце стойки закрепляют опорную пяту 2, к которой хомутом 3 прикрепляют верхнюю 6 часть шарнира. Затем устанавливают на фундаменте нижнюю 8 часть шарнира, выкладывают стойку на подкладки, монтируют траверсы, тросостойку, детали крепления оттяжек.

При подъеме опоры только краном шарниры не устанавливают.

Сборку А - образных угловых опор ВЛ до 10 кВ выполняют следующим образом. Выкладывают стойки на подкладки, сближая их вершины, и разводят нижние торцы на проектное расстояние. Стойки должны лежать так, чтобы отверстия для болтов были в вертикальном положении. Затем поднимают вершины приспособлением или краном и соединяют их: двумя трапецеидальными пластинами 2 с четырьмя болтами и приваренными верхушечными штырями. С обеих сторон верхушек монтируют траверсы, закрепляют на штырях изоляторы, а на стойках - анкерные и опорные плиты. Непосредственно перед подъемом опоры устанавливают монтажную распорку.

Сборку А - образных анкерных опор ВЛ до 10 кВ выполняют так же, как угловых, только сначала вместо траверс устанавливают подтраверсники, к которым затем крепят траверсу.

При сборке опор с подкосом для ВЛ до 10 кВ на их стойках закрепляют траверсы, спуски заземления и, если необходимо, плиты или ригели, а на подкосах - кронштейны для крепления к стойке. Окончательно соединяют подкосы со стойками непосредственно при установке опор.

При сборке порталных опор с оттяжками сначала выкладывают и закрепляют в шарнирах торцы стоек. Затем на верхушках стоек устанавливают детали крепления траверс и монтируют траверсы и тросостойки, устанавливают на траверсах конструкции крепления гирлянд, а на тросостойках - детали крепления тросов. Для усиления жесткости опоры портал стягивают перекрестными монтажными растяжками. Тросовые оттяжки закрепляют одним концом на стойках и укладывают в бухты. Портальные свободностоящие опоры собирают так же (кроме оттяжек).

Работы по сборке любых опор заканчиваются установкой деталей заземления. Если на стойках имеются верхние и нижние выпуски (обычно болты) внутреннего заземляющего стержня, все заземляемые элементы присоединяют к верхнему, а с нижним соединяют заземлители (после установки опоры). Если заземляющих болтов нет, по всей длине стойки прокладывают заземляющий спуск, который крепят проволочными бандажами, и присоединяют к нему заземляемые элементы.

При приемке собранных опор проверяют их соответствие рабочим чертежам с учетом допускаемых отклонений. Так, одностоечные опоры могут иметь наклон траверс не более $1/100$ их длины и разворот их в плане от проектного положения - не более 100 мм (конец траверс). Особое внимание уделяют качеству болтовых соединений. Размеры болтов и их антикоррозионное покрытие должны соответствовать проекту. Оси болтов должны быть перпендикулярны плоскости соединяемых элементов, а нарезная часть входить в соединяемые детали не более чем на 1 мм. Головки болтов и гайки должны плотно прилегать к шайбам и соединяемым деталям. Количество шайб должно быть не более трех. Гайки должны быть туго затянуты, резьба закернена. Качество стыков проверяют щупом толщиной 0,3 мм. Щуп должен проходить в стык соприкасаемых элементов на глубину не более 20 мм.

Данные о собранных опорах заносят в журнал с указанием основных отклонений от проекта. Приемку опор оформляют актом.

Сборка металлических опор

Подготовительные работы. Перед сборкой (рис.22) секции 2, 4 и 6 металлических опор, траверсы 5 и тросостойку 7 выкладывают на подкладки 3 в порядке, предусмотренном монтажной схемой и технологической картой. Направление выкладки зависит от схемы подъема опоры. Как правило, опоры собирают вдоль оси линии и лишь в исключительных случаях - поперек нее. У переходов через инженерные сооружения или естественные препятствия опоры выкладывают вершиной в их сторону.

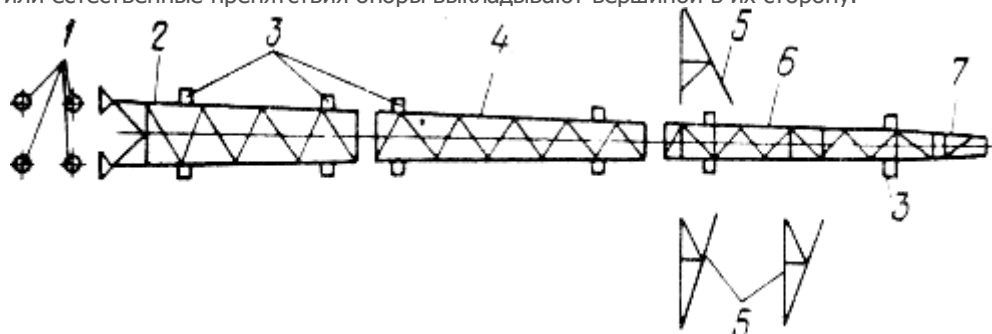


Рис.22. Выкладка секций металлических опор перед сборкой:

- 1-подножки.
- 2, 4, 6 - нижняя средняя и верхняя секции,
- 3-подкладки.
- 5 - траверсы.
- 7 - тросостойка

На уклонах направление выкладки принимают обычно таким, чтобы тяговый механизм при установке опоры перемещался вниз по склону.

Одновременно с выкладкой исправляют повреждения отдельных элементов секций. Небольшие изгибы уголков решетки устраняют без подогрева металла домкратом или специальным ключом. При значительных изгибах металл перед правкой подогревают газовыми горелками до 600 - 700 °С. Нагретые уголки выправляют струбциной, домкратом или специальным ключом. Выправка кувалдой во избежание расплющивания уголка и ослабления сварных швов запрещается. При отрыве уголков в местах сварки или частичном разрыве сварного шва старый сварной шов полностью срубают, поверхности тщательно зачищают до металлического блеска и сваривают заново. При большой деформации или разрывах элементов решетки поврежденный участок вырезают и взамен приваривают новый из стали того же сортамента.

Укрупнительная сборка. Сборке крупногабаритных опор на трассе обычно предшествует укрупнительная сборка их отдельных частей (стволов, секций, траверс, подкосов и др.), как правило, выполняемая на специальных монтажных площадках (полигонах) вблизи станций выгрузки. Укрупнительная сборка включает: предварительную выкладку секций; их соединение на временных сборочных болтах; рассверливание отверстий в стыках до проектного размера; соединение на расчетных болтах; выверку собранной конструкции.

Некоторые заводы металлоконструкций выпускают секции опор с отверстиями, рассверленными сразу на расчетный диаметр (с контрольной сборкой на заводе). В этом случае соединения при сборке выполняют сразу на расчетных болтах.

Рассверливают отверстия пневматическими или электрическими сверлилками. Диаметр отверстия не должен превышать диаметра болта более чем на 1,5-2 мм; допускается овальность отверстий для болтов диаметром до 22 мм не более 1 мм, до 25 мм - не более 1,2 мм, 27-30 мм - не более 1,5 мм. Забракованные отверстия могут быть рассверлены под больший диаметр или заварены и рассверлены вновь. Качеству болтовых соединений уделяют особое внимание.

Укрупнительную сборку опор болтового типа выполняют на нижнюю грань и методом параллельных граней.

В первом случае нижние поясные уголки нижней секции шарнирами крепят к двум подножникам со стороны выкладки опоры. На верхних и нижних концах поясных уголков устанавливают поперечные диафрагмы, к которым, в свою очередь, крепят два других поясных уголка. После этого между поясными уголками устанавливают и прибалчивают раскосы решетки сначала в боковых, а затем в нижних и верхних гранях секции. Поясные уголки следующей секции крепят к верхним элементам первой секции, а затем заполняют решетку в той же последовательности. Так же собирают остальные секции ствола, наращивая опору снизу вверх - от фундамента к вершине.

Этот метод обеспечивает точность сборки нижних секций по отношению к фундаментам и исключает последующие трудоемкие операции по установке опор на шарниры.

Во втором случае поясные уголки нижней секции попарно выкладывают на подкладках в горизонтальной плоскости. Затем из элементов решетки на каждой паре уголков собирают боковые грани секции, раскантовывают их кранами и устанавливают вертикально, после чего собирают верхние и нижние грани, прибалчивая соответствующие элементы решетки к поясным уголкам. Пяты нижней секции устанавливают в шарниры на двух подножках. Так же собирают другие секции.

Общая сборка. Порядок общей сборки определяется в основном конструкцией опоры и готовностью фундамента. Технология общей сборки такая же, как укрупнительной.

Общая сборка одностоечных опор заключается в сборке ствола из секций и присоединении к нему траверс и тросостойки. Сначала нижнюю секцию ствола закрепляют на шарнирах на двух подножниках фундамента и крепят к ней среднюю секцию, для чего захватывают ее краном и сближают с нижней, совмещают стыки и соединяют секции временными монтажными болтами. Затем рассверливают отверстия до проектных размеров и устанавливают расчетные болты. Некоторые опоры сразу собирают на расчетных болтах.

Таким же способом соединяют в ствол следующие секции и тросостойку. После сборки ствола к нему прикрепляют траверсы: сначала нижние, затем средние и, наконец, верхние. Собранный ствол выверяют по чертежам, исправляют дефекты отдельных элементов и восстанавливают поврежденную окраску.

При общей сборке опор portalного типа сначала закрепляют пяты обоих стволов в шарнирах на подножниках фундамента, собирают стволы, присоединяют к ним траверсы, устанавливают подкос и тросостойку и выверяют размеры.

В труднодоступных местах или стесненных условиях опоры можно собирать вертикальным наращиванием элементов снизу вверх с помощью монтажных мачт.

При сборке металлических опор широко применяют механизированный (электрические или пневматические гайковерты, сверлилки, кернеры) и ручной инструмент, а также различные приспособления.

Данные о сборке и выверке опор заносят в журнал, который подписывают прораб (или мастер) и бригадир сборщиков.

Сборка деревянных опор

Деревянные опоры собирают из заранее заготовленных заводских антисептированных деталей - стоек, траверс, раскосов затесами, врубками и просверленными - отверстиями. Однако вследствие различной кривизны и сбега бревен, а также отклонения размеров заводские детали могут не вполне точно подходить друг к другу и поэтому при сборке на трассе требуют дополнительной подгонки. Иногда деревянные опоры собирают из столбов.

Заготовка, обработка и сопряжение стоек и приставок. Эти операции выполняют на горизонтальных помостах или подкладках из бревен с помощью механизированного инструмента, а также различных такелажных средств и приспособлений. При этом заготовка и обработка деталей необходимы только при изготовлении опор из столбов.

Заготовку стоек начинают с обработки верхушки на конус или клин. Верхнюю часть деревянной приставки делают наклонной.

Для плотного сопряжения приставку и часть стойки на длину припасовки затесывают топором. При использовании двойных деревянных приставок 2 (рис.23) стойку 1 затесывают с обеих сторон. Стык стойки с приставкой должен быть плотным, без просветов. Если стойка или приставка имеет кривизну, припасовку выполняют так, чтобы кривизна их была направлена вдоль оси ВЛ.

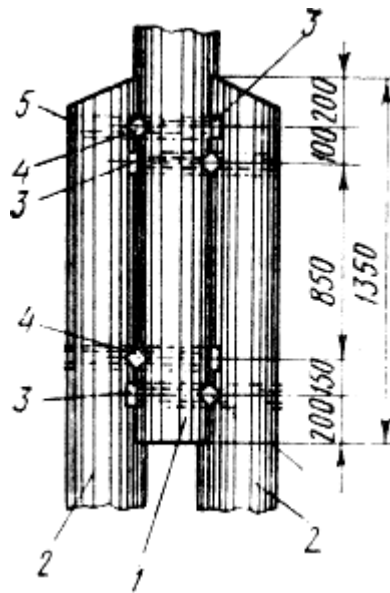


Рис.23. Подготовка стойки и двойных деревянных приставок к сопряжению:

- 1 - стойка,
- 2 - приставка,
- 3, 4 - врубки для прохода проволочного бандаж и стяжных болтов.
- 5 - проволочный бандаж

Затем на стойках и приставках размечают места расположения проволочных бандажей 5 или припасовочных хомутов и вырубают небольшие выемки для прохода бандажных проволок и стяжных болтов (при креплении проволочными бандажами). Проволочным бандажом или припасовочным хомутом можно стягивать не более двух деталей (стойку и приставку). Стягивать общим бандажом двойные приставки и стойку запрещается.

Крепление приставок к стойкам (припасовку) выполняют на монтажных площадках в том случае, когда имеется возможность вывезти на трассу длинномерные элементы опор. На небольших линиях припасовку выполняют непосредственно на месте сборки опор.

Для припасовки деревянных приставок стойку; разворачивают на подкладках затесанной плоскостью вверх, накладывают приставку и временно скрепляют ее со стойкой струбциной или строительными скобами так, чтобы врубки для прохода бандажных болтов совпадали. Под комель приставки кладут подкладку. Перед припасовкой все места, подвергавшиеся обработке, покрывают антисептиком, нагретым до 80- 90 °С.

При установке проволочных бандажей один конец заготовленной бандажной проволоки загибают и забивают молотком на 20-25 мм в стойку. Проволоку плотно наматывают рядами вокруг стойки и приставки, подбивая и выравнивая молотком витки бандаж, и обрубая. Свободный конец проволоки просовывают под уложенные витки и загибают. Затем весь бандаж натягивают ломом, проверяют правильность его укладки и рихтуют молотком, а конец проволоки забивают в приставку.

После этого середину бандаж с обеих сторон стойки раздвигают ломом и в образовавшееся отверстие между витками и ранее вырубленное отверстие 4 (см. рис.4) продевают стяжной болт с надетой на него бандажной шайбой. С противоположной стороны на болт надевают вторую бандажную шайбу, наворачивают гайку и затягивают бандаж. Между бандажными шайбами и стойкой с приставкой оставляют зазор 15-20 мм для последующей подтяжки бандаж при эксплуатации.

Так же монтируют второй бандаж, а затем снимают струбцины.

Для ВЛ до 10 кВ допускается припасовка стоек с приставками проволочными бандажами без стяжных болтов. В этом случае витки проволочного бандаж скручивают ломом с обеих сторон стойки.

Железобетонные приставки сопрягают со стойками как припасовочными хомутами, так и бандажами. Приставку укладывают на стойку не сверху, а сбоку так, чтобы плоскость сопряжения была вертикальной, охватывают их припасовочными хомутами, накладывают шайбы и затягивают гайки. При сопряжении стоек с двойными приставками вначале закрепляют одну приставку, затем прикладывают вторую и закрепляют ее.

При сопряжении стоек А - и АП - образных деревянных опор заготовленные стойки укладывают верхушками (без разделки) одна на другую, а их комли разводят на проектное расстояние. При этом приставки устанавливают с внешней стороны угла, образованного стойками.

Вершины стоек затесывают по линии их пересечения, прикладывают одну к другой затесанными плоскостями, временно скрепляют строительными скобами и размечают места установки болтов. Затем стойки разъединяют, затесывают верхушки и просверливают отверстия для болтов. Глубина врубки не должна отличаться от проектной более чем на 5 мм. Зарубы, затесы и отколы древесины допускаются на глубину не более 10% диаметра бревна.

Подогнанные стойки маркируют попарно. Остальные операции по сборке А - и АП - образных опор выполняют на трассе ВЛ.

Заготовка и обработка траверс, подтраверсников, поперечин, раскосов и ригелей. При отсутствии заводских деталей траверсы, подтраверсники, поперечины, раскосы и ригели нарезают из бревен.

Заготовки размечают по шаблону, затем просверливают в них отверстия и делают необходимые затесы. Отверстия под штыри и узлы крепления гирлянд сверлят точно по их диаметру. Места затесов и опилов антисептируют, ненужные отверстия забивают Пробками.

Подготовленные траверсы оснащают штырями и подкосами или узлами крепления гирлянд.

Под головки и гайки болтов подкладывают шайбы (не менее 60х60х5 мм). Под головки штырей шайбы не устанавливают древесину под шайбами тщательно подтесывают.

Сборка опор ВЛ до 35 кВ с креплением изоляторов на штырях или крюках. Сборка этих опор проста, не требует применения кранов и состоит в последовательной выкладке элементов, припасовке приставки к стойке, ввертывании крюков и закреплении изоляторов. При наличии прицепов для вывоза на трассу длинномерных грузов сборку организуют на монтажных площадках.

При сборке промежуточных одностоечных опор с штыревыми изоляторами соединяют приставки со стойкой и устанавливают оголовки и траверсу. Траверсы поступают на трассу полностью подготовленными с затесами, отверстиями, установленными штырями, в комплекте с раскосами и крепежными изделиями.

При сборке А - образных опор их верхушки собирают с помощью металлических оголовков 3 и стяжных болтов 4, соединяют стойки поперечиной и устанавливают на приставках ригели. Траверсы анкерных опор закрепляют на подтраверсниках, предварительно приподняв домкратом верхушку опоры. Иногда анкерные опоры собирают только с подтраверсниками, а траверсу крепят при установке опоры.

Подкосы опор ВЛ до 1 кВ и трехногих опор ВЛ 6-35 кВ собирают отдельно и соединяют со стойкой или А - образной фермой при установке опоры. Изоляторы наворачивают на крюки или штыри при сборке опор.

Сборка П-образных опор. Сборку П-образных опор ВЛ 35-110 кВ с приставками начинают с замера деталей и проверки их соответствия рабочим чертежам. Затем выкладывают краном или вручную приставки и стойки вдоль оси линии, параллельно друг другу, и соединяют их. При сборке опор из пропитанных столбов стойки и приставки предварительно обрабатывают.

Соединенные с приставками стойки выкладывают по обе стороны от оси ВЛ на одинаковом от нее расстоянии так, чтобы приставки были развернуты на внешнюю сторону опоры. Затем к стойкам присоединяют седла для крепления траверс. Отверстия в седлах и стойках должны совпадать, а расстояния от середины седла до верхушки и комля стойки у обеих стоек должны быть одинаковыми. Шипы седла забивают в стойку кувалдой так, чтобы опорная пластина седла плотно прилегала к стойке.

Размечают на траверсе положение осей стоек и вкладывают траверсу в седла так, чтобы метки пришлись посередине седел затем просверливают в траверсе отверстия, крепят ее к стойкам сквозными болтами и устанавливают детали крепления подвесных гирлянд.

Отверстия в стойках для крепления раскосов заранее просверливают на заводах или монтажных площадках. Раскосы обрабатывают только со стороны комля. Подгонку и обработку раскосов со стороны отруба выполняют при сборке опоры. В стойки и раскосы в местах соединения забивают контактные полосы, затем раскосы накладывают на стойки: один раскос - поверх обеих стоек, а второй - так, чтобы его комель лежал под одной из стоек, а отруб находился над второй стойкой. После этого, если надо, просверливают отверстия и вставляют сквозные болты. В месте пересечения раскосов также сверлят отверстия и устанавливают стягивающий болт. Наконец, крепят к приставкам ригели и укрепляют на верхушках стоек защитные крышки.

Сборка П-образных опор с цельными стойками, с грозозащитными тросами и со сваями-приставками, а также опор ВЛ 220 кВ имеет ряд особенностей, связанных с их конструкцией.

П - образные опоры с цельными стойками собирают значительно быстрее, чем с приставками, так как не надо выполнять припасовку приставок к стойкам.

На П - образных опорах с грозозащитным тросом траверсу устанавливают на расстоянии 2,35 м от верхушки стойки. Для крепления троса монтируют специальные поковки, а по одной из стоек прокладывают заземляющие спуски.

Сборку П - образной опоры на деревянных сваях-приставках начинают с погружения сваи в грунт. Плоскость сопряжения свай со стойками должна быть ориентирована вдоль оси ВЛ и обращена к центру опоры. Стойки выкладывают вдоль линии с внутренней стороны свай-приставок и закрепляют на них траверсы. При этом расстояния между центрами седел и центрами отрубов свай-приставок должны совпадать, так как при несоответствии этих размеров траверсы будут стоять наклонно. В каждой стойке и свае-приставке просверливают отверстия диаметром 22 мм для установки шарнирных болтов, вокруг которых вращают стойки опоры при установке. Нижнюю часть стоек поднимают вдоль свай-приставок домкратами или краном так, чтобы эти отверстия совпали, затем пропускают через стойки и сваи шарнирные болты и наворачивают гайки. После установки опоры стойку со сваями соединяют постоянными бандажами.

При сборке П-образных опор ВЛ 220 кВ диаметры двойных приставок одной стойки не должны отличаться больше чем на 2-3 см, так как иначе более тонкая приставка при эксплуатации может сломаться. Стойки опоры сначала соединяют с нижней половиной траверсы, а затем на сквозные болты устанавливают верхние седла и верхнюю половину траверсы.

Сборка АП - образных опор. До начала сборки бригада электролинейщиков из 5-6 человек выкладывает краном детали опоры на сборочной площадке в соответствии со схемой, показанной на рис.24, а, после чего приступает непосредственно к сборке опоры.

Вначале стойки 6 соединяют с приставками 11 встык деревянными накладками 9 и болтами. Стык должен быть плотным, без просветов, а стойка и приставка должны образовывать прямую линию. Заготовленные стойки собирают в А - образные фермы так же, как А - образные опоры со штыревыми изоляторами. Нижние ригели 1 устанавливают при сборке, а верхние крепят после установки опоры и частичной засыпки котлована.

Приставки каждой фермы соединяют временной монтажной распоркой 13 для увеличения жесткости и прочности опоры при монтаже.

Затем приступают к установке А - образных ферм на ребро, располагая их так, чтобы стойки, вокруг которых их будут кантовать, находились по оси котлованов или параллельно биссектрисе угла поворота трассы (рис.24, б). Кантуют фермы краном или трактором с помощью вспомогательной стрелы высотой 3,5-4 м, закрепляют по обе стороны расчалками и приступают к монтажу траверс.

Предварительно размеченную траверсу 4 заводят внутрь угла, образованного стойками А - образных ферм, и укладывают на нижние стойки. К стойкам и траверсе примеряют и подгоняют подтраверсные брусья 5. Сначала устанавливают нижние брусья подтраверсников и крепят их к стойкам болтами. Затем крепят к ним траверсу, к которой, в свою очередь, крепят верхние брусья и, наконец, крепят верхние брусья к стойкам.

На стойках и подтраверсных брусьях устанавливают металлические детали 10 крепления раскоса верхнего яруса, а на траверсе - узлы крепления натяжных гирлянд изоляторов. Затем устанавливают краном раскосы 3 и поперечины 2 нижнего и верхнего ярусов плоскости Я, для чего их предварительно оснащают деталями сопряжения со стойкой. Для работы на высоте при установке раскосов и поперечин используют переносные лестницы.

В правильно собранной опоре А-образные фермы образуют с траверсой прямые углы, а комли стоек находится в вершинах прямоугольника. Отклонения габаритных размеров не должны превышать 1 см на 1 м длины. На тросовых АП - образных опорах монтируют дополнительную тросовую траверсу и металлические тяги, усиливающие жесткость верхнего яруса, и прокладывают заземляющие спуски.

Порядок сборки АП - образных опор ВЛ 220 кВ аналогичен описанному, только два бревна, составляющих траверсу, крепят не внутри угла, образованного стойками А - образных ферм, а снаружи, причем комли бревен должны быть направлены в противоположные стороны.

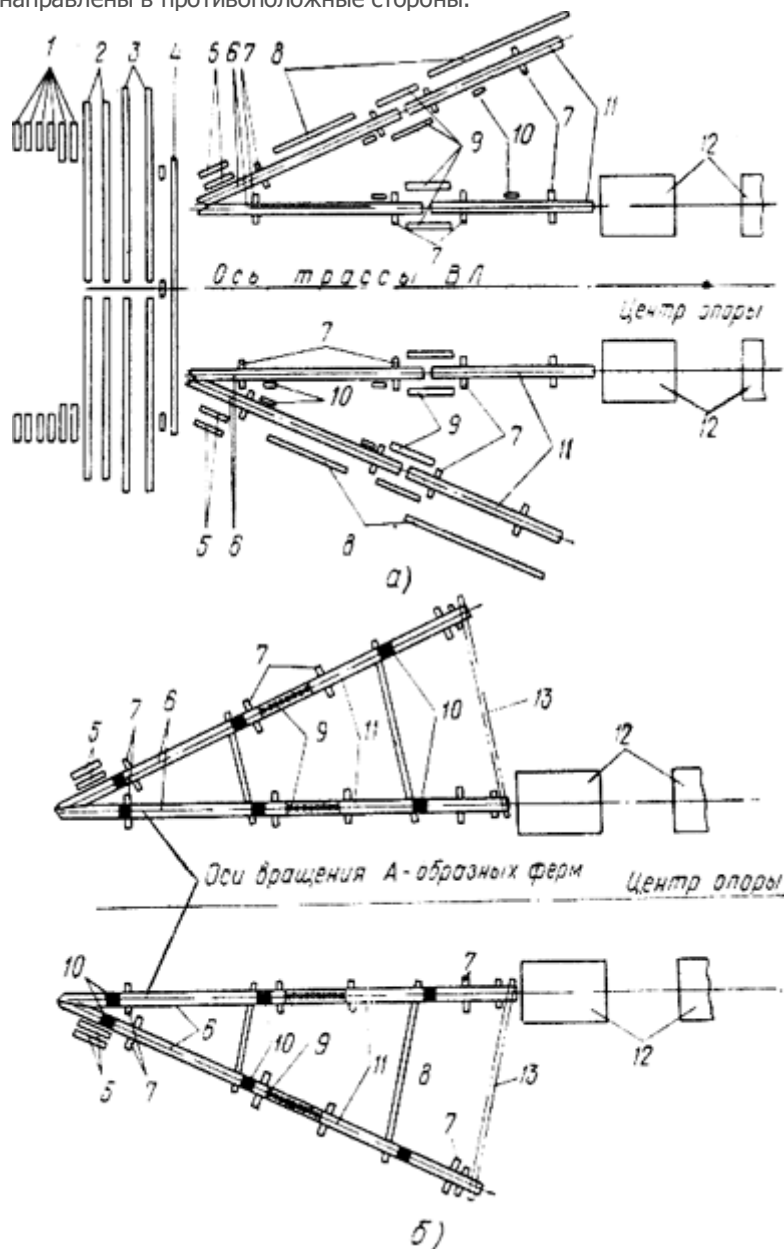


Рис.24. Выкладка деталей (а) и сборка А - образных ферм (б) АП - образных опор:

1- ригели,

- 2, 8 - поперечины плоскостей П и А.
- 3 - раскосы плоскости П,
- 4 - траверса,
- 5 - подтраверсники,
- 6 - стойки.
- 7 - подкладки,
- 9- накладки для соединения стойки с приставкой,
- 10 - детали крепления раскосой,
- 11 - приставки.
- 12 - котлованы,
- 13 - монтажная распорка

Иногда сборку АП - образных опор начинают с П-образных ферм. Сначала собирают все элементы нижней П - образной фермы, причем затес верхушек стоек должен быть обращен вверх. Затем на стойки нижней фермы накладывают верхние стойки, предварительно соединенные с приставками (затес верхушек должен быть обращен вниз). Верхние стойки временно соединяют в верхушке с нижними накладками и крайними от вершины болтами и собирают поперечины и раскосы верхней П - образной фермы. После этого к верхним стойкам присоединяют поперечины А - образных плоскостей, при этом свободные концы поперечины временно укладывают вдоль стоек. Поперечины не затягивают болтами, чтобы при подъема верхней фермы они могли спуститься под действием собственной массы. Затем поднимают краном верхнюю П - образную ферму, вращая ее вокруг скрепленных верхушек, пока расстояние между косяками приставок не достигнет проектного. Наконец, производят окончательную сборку верхушек, крепление поперечин плоскости А, установку подтраверсников и траверс.

Работы по сборке деревянных опор всех типов заканчивают прокладкой заземляющего спуска (если это указано в проекте) и крепления его скобами.

Общие требования по сборке опор. Сопряжения всех частей собранной опоры должны быть плотно пригнаны, а болты - надежно затянуты. Резьба болтов не должна выступать за гайку на длину более 10 мм, под гайкой должен быть достаточный запас резьбы для последующей подтяжки стыка при усыхании древесины. Выступающая часть болтов, находящихся на высоте до 3 м от земли, должна быть расчеканена.

Места обработки пропитанных деталей опоры необходимо промазать горячим антисептиком, а места поврежденной окраски металлических, деталей - покрыть битумным лаком.

Окончив работу, заполняют журнал сборки опор, в котором отмечают марку и тип собранной опоры, отклонения ее габаритных размеров от проекта, диаметры основных элементов и примененных болтов. Журнал подписывает мастер по сборке опор и проверяют производитель работ и инспектор технадзора заказчика. После устранения недоделок в нем делают отметку о приемке опоры и разрешении на ее установку.

Устройство котлованов под опоры

Разбивка котлованов. Основными данными для разбивки котлованов на местности являются: геометрические размеры и тип фундаментов, характеристика грунта и способ его разработки, глубина котлована. Исходной точкой для разбивки котлована является центровый знак.

При разработке котлованов для одностоечных деревянных и железобетонных опор буровыми машинами разбивка не требуется: центр бурового механизма просто совмещают с центровым знаком. Однако для точного определения положения опоры и ее элементов необходимо разбить поперечную ось ВЛ (рис.25). При отсутствии теодолита это выполняют так. От пикетного знака (точка Л) по продольной оси ВЛ откладывают стальной мерной лентой отрезок длиной 4 м (точка В) и проводят из точек А и В дуги соответственно

радиусами 3 и 5 м. Затем по обе стороны продольной оси ВЛ в точках С¹ и С² пересечения этих дуг, а

также на расстоянии примерно 15 м от них в точках D¹ и D² устанавливают разбивочные колышки, обозначающие поперечную ось ВЛ. Колышки позволяют легко определить положение опоры и разметить центры цилиндрических или прямоугольных котлованов для А - и П - образных опор.

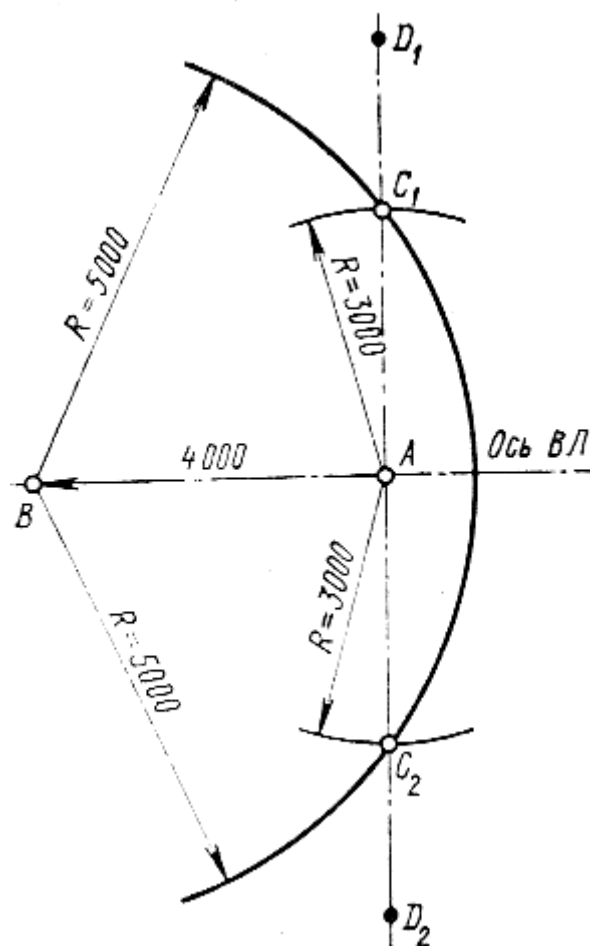


Рис.25. Разбивка поперечной оси ВЛ

Разбивку котлованов при рытье их экскаваторами выполняют по чертежу или схеме с помощью теодолита и стальной мерной ленты или рулетки. Для обозначения осей котлованов забивают колья длиной 0,5-0,7 м, а для разметки их контуров на поверхности земли - деревянные колышки или металлические шпильки. Размеры котлованов сверху должны быть больше, чем внизу; при этом учитывают крутизну откосов, допускаемую грунтом. Угол, или крутизна, откоса (рис.26) зависит от отношения его высоты H к основанию l . Угол, при котором не происходит оползание грунта, называется естественным откосом. Для песчаных грунтов естественный откос лежит в пределах от 1 : 0,5 до 1 : 1, а для глинистых - от 1 : 0,25 до 1 : 0,85. Так как при крутизне откосов котлованов больше естественного может происходить обвал грунта, их стенки необходимо крепить.

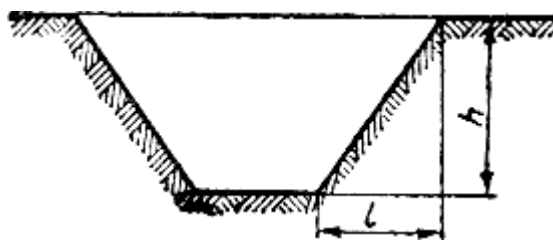


Рис.26. Крутизна откоса котлована

Разбивку котлованов под фундаментами стальной промежуточной опоры (рис.27, а) выполняют в таком порядке. Сначала устанавливают теодолит над центровым знаком и разбивают ось ВЛ и перпендикуляр к ней, для чего наводят визирную трубку теодолита на центры предыдущей и последующей опор и обозначают колышками продольную ось линии А-А. Затем поворачивают визирную трубку на 90° и разбивают поперечную ось Б-Б.

Колышки для обозначения осей забивают на расстоянии не менее 10 м от границ будущего котлована и сохраняют до окончания всех работ по монтажу опоры, включая выверку. Поэтому оси А-А и Б-Б часто называют "сторожкой". По оси А-А с обеих сторон центрального знака в точках II и III на расстоянии $a/2$ (где a - расстояние между центрами подножников) устанавливают колышки. Из точек II и III разбивают оси В-В и Г-Г (параллельно оси Б-Б), также обозначая их колышками. На осях В-В и Г-Г сначала разбивают центры подножников - на расстоянии $b/2$, равном половине расстояния между центрами подножников поперек оси трассы. Затем с учетом допустимой крутизны откосов и глубины котлована размечают его контуры.

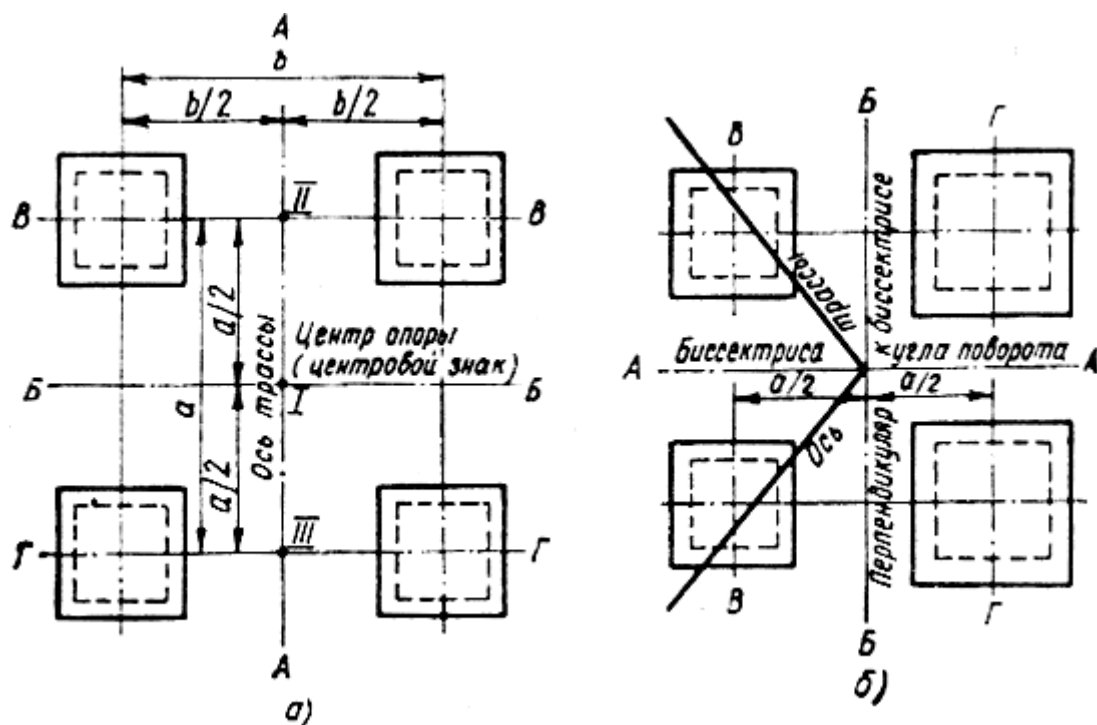


Рис.27. Разбивка котлованов под фундаменты стальных промежуточной (а) и угловой (б) опор

Разбивку котлованов под фундаменты стальной угловой опоры (рис.27, б) выполняют по вспомогательным осям - биссектрисе угла поворота и перпендикуляру к ней. Для этого теодолит устанавливают над центровым знаком, наводят визирную трубку на центры предыдущей и последующей опор и уточняют угол поворота ВЛ. Затем устанавливают визирную трубку по биссектрисе угла поворота ВЛ, разбивают и обозначают ось Л-А. Повернув визирную трубку на 90° по отношению к оси А-А, разбивают и обозначают ось Б-Б. После этого на осях В-В и Г-Г разбивают контуры котлованов (с учетом допустимой крутизны откосов).

Некоторые типы угловых опор имеют с внешней стороны угла поворота ВЛ большие подножки, чем с внутренней, поэтому размеры котлованов для фундаментов таких опор не одинаковы. Кроме того, некоторые типы угловых порталных опор устанавливают со смещением их центра внутрь угла поворота трассы.

Для свайных фундаментов определяют положение центров погружаемых свай. Четыре сваи фундамента под одностоечную опору обычно располагают по углам прямоугольника или квадрата. Для разметки центров свай применяют металлические или деревянные шаблоны, представляющие собой жесткую раму с отверстиями, через которые забивают колышки. После снятия шаблона колышки остаются в грунте, обозначая центры. Для ориентирования шаблона по центру опоры и оси трассы применяют теодолит.

Разработка котлованов. При разработке котлованов буровыми машинами буровой механизм устанавливают над центром котлована и выверяют его направление. Для разработки вертикальных котлованов буровой механизм устанавливают вертикально, а котлованов под А - образные опоры - под необходимым углом к горизонту.

Шнековые буровые машины (типа МРК) разрабатывают котлован за один проход (погружение) рабочего органа в грунт. Выброс разработанного грунта происходит непрерывно по мере заглубления шнека. Буровые машины (типа БМ) с лопастными рабочими органами разрабатывают котлованы за несколько проходов глубиной по 0,3-0,5 м. При этом машинист периодически поднимает буровую головку с грунтом из котлована (без вращения) и сбрасывает грунт с лопастей при увеличенных оборотах штанги. Разбросанный грунт с краев котлована отодвигают вручную лопатами при поднятой и заторможенной штанге.

При разработке глинистых грунтов, налипающих на лопасти, буровую головку очищают только после остановки. Находиться под бурильной штангой при ее опускании нельзя.

Глубину котлованов определяют деревянной рейкой с делениями. Некоторые буровые машины имеют штанги с насечками, по которым можно ориентировочно определить заглубление бура.

При разработке котлованов ковшовыми экскаваторами вынутый грунт укладывают на расстоянии 0,5- 0,8 м от бровки котлована так, чтобы он не мешал последующему монтажу подножников. Нижние слои грунта недобирают на 100- 200 мм, чтобы не нарушить его естественную структуру. Недобраный слой снимают вручную непосредственно перед установкой подножников. При случайном заглублении против проекта одного из котлованов (для фундамента с четырьмя подножниками) остальные котлованы выравнивают по первому (с перебранным грунтом).

Дно котлованов выравнивают по уровню, срезая грунт. Небольшие неровности до 50 мм допускается засыпать песком и тщательно утрамбовывать. Дно котлованов под анкерные плиты для крепления оттяжек выравнивают по шаблону в соответствии с проектным уклоном.

При разработке котлованов в увлажненных грунтах грунтовые воды откачивают насосами. Если приток воды угрожает разрывом откосов, котлован ограждают шпунтовыми стенками из деревянных досок. Возможно также уменьшение глубины котлованов с установкой подножников выше горизонта грунтовых вод. В этом случае после установки фундаментов делают дополнительную присыпку сверху - банкетку.

Разработку котлованов в зимний период выполняют буровыми машинами, оборудованными зубками из твердых сплавов, или отбойными молотками. При температуре воздуха ниже -5°C рытье котлованов производят не раньше, чем за 1-2 сут до установки фундаментов. Если разработку ведут заранее, грунт недобирают на 0,2-0,5 м. Оставшийся слой грунта предохраняют от промерзания листьями или хвоей и срезают непосредственно перед установкой подножников.

Разработку котлованов ковшовыми экскаваторами выполняют для сборных и монолитных фундаментов и сложных деревянных опор с ригелями, а также при отсутствии буровых машин.

Ручную разработку котлованов выполняют на участках с подземными коммуникациями, а также в местах, занятых садовыми и другими ценными насаждениями. Котлованы приходится отрывать вручную там, где невозможно обеспечить подъезд землеройных машин к месту работ (на склонах, в болотистых местах) и при небольших объемах работ. При ручной разработке используют ломы, штыковые и совковые лопаты, а иногда механизированный инструмент (пневматические отбойные молотки, электробетоноломы, электромолотки). Для уменьшения объема земляных работ, а также для облегчения установки опоры стенкам котлована придают ступенчатую форму (рис.28).

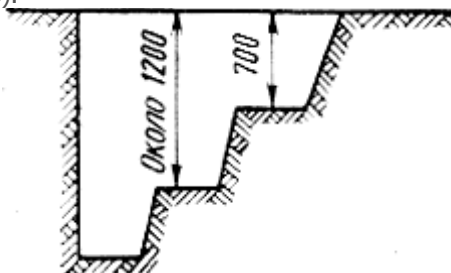


Рис.28. Котлован ступенчатой формы

При разработке небольшого количества котлованов в грунтах 1-й и 2-й категорий иногда используют ручной бур. При вращении бура ножи срезают слой грунта и направляют его через прорезы во внутреннюю полость крышки. После заполнения кольца бура вынимают из котлована и освобождают от грунта. По мере заглубления бура трубу 3 наращивают. Ручной бур позволяет за 20-30 мин вырыть (пробурить) в мягких грунтах котлован глубиной до 2 м и диаметром до 400 мм. Чаще ручной бур применяют для подчистки ранее отрытых котлованов, так как обычно их разработка опережает установку опор и бригаде, занятой этой работой, приходится очищать ранее пробуренные котлованы от осыпавшегося грунта. В этом случае при наличии крана используют ручной бур несколько иной конструкции. Размеры бура выбирают соответственно диаметру и глубине очищаемых котлованов. Бур навешивают на крюк 8 крана, вращают вручную и после заполнения всех витков спирали грунтом плавно поднимают из котлована краном.

При разработке котлованов в скальных грунтах используют взрывной способ. По контуру и площади котлована через 0,5-0,7 м высверливают шпуров, в которые закладывают взрывчатку. Глубина заложения шпуров зависит от крепости породы и глубины котлована. Силу взрыва рассчитывают из условия рыхления скалы без выброса. Разрушенную породу разрабатывают экскаватором, а дно котлована зачищают отбойными молотками. Взрывные работы разрешается выполнять только в дневное время специально обученным и имеющим разрешение лицам в присутствии прораба или мастера.

В населенной местности в целях безопасности котлован огораживают, устанавливая в ночное время на ограждении освещение.

Сооружение фундаментов. Заземление опор

Сооружение фундаментов. Сборные железобетонные фундаменты устанавливают с помощью автомобильных или тракторных кранов. Дно котлованов предварительно зачищают и выверяют по нивелиру. При наличии нескольких котлованов расхождения в отметках их оснований не должны превышать 10 мм.

Котлованы, заполненные водой, перед монтажом подножников осушают, зачищая их основания до плотного грунта. При отклонении от проектной отметки подсыпают основания гравийно-песчаной смесью, которую тщательно уплотняют. При установке подножников на слабый грунт делают бетонную или гравийную подушку. Гидроизоляцию подножников, как правило, выполняют на заводах. При монтаже обычно восстанавливают гидроизоляцию на поврежденных при перевозке местах.

Установленные подножники выравнивают и разворачивают в котловане по шаблону так, чтобы анкерные болты вошли в проемы шаблона. Средние метки шаблона должны быть расположены точно по шнурам, натянутым между кольями сторожки через центр опоры. Шаблон закрепляют гайками на анкерных болтах подножника. Затем выверяют по отвесу правильность установки подножников по вертикали, закрепляют на них ригели, укладывают заземлители (если они предусмотрены проектом) и начинают засыпку котлована.

Засыпают котлованы обычно бульдозерами. Грунт тщательно уплотняют слоями по 25-30 см. Засыпка котлована мерзлым грунтом допускается в количестве не более 15% общего объема. Поэтому зимой принимают меры против смерзания вынутого из котлована грунта, используемого для засыпки. Высоту засыпки принимают (с учетом возможной усадки грунта) обычно на 0,2-0,3 м выше планировочной отметки.

Шаблоны снимают с подножников после засыпки котлована не менее чем на половину глубины.

Фундамент принимают под установку опор, если расстояния между осями подножников отличаются не более чем на 20 мм от проектных, разность между верхними отметками подножников не превышает 20 мм, а отклонение верха подножника от вертикали вдоль и поперек линии не превышает 50 мм.

Данные об устройстве фундаментов заносят в журнал, в котором указывают характеристику грунта, уровень грунтовых вод, тип фундамента и номер его паспорта, отклонения в установочных размерах, наличие

и размер подсыпки, а также способ гидроизоляции. Журнал подписывается прорабом и мастером и проверяется представителем технадзора заказчика.

Сварные фундаменты сооружают с помощью сваебойных и вибровдавляющих агрегатов. Процесс погружения сваи состоит из следующих операций: подъема сваи в направляющие агрегата и закрепления ее в наголовнике, установки агрегата на домкраты, ориентировки сваи над точкой погружения и собственно погружения.

В плотные грунты сваи погружают, предварительно пробуриив направляющие (лидерные) скважины, которые по диаметру и глубине должны соответствовать размерам свай. Так, для свай сечением 300х300 мм и длиной 6 м диаметр лидерной скважины принимают 200 мм, а глубину -5,3 м. Увеличение размеров скважин или устройств дополнительной скважины рядом с основной облегчает погружение свай, однако уменьшает их несущую способность. Чтобы облегчить погружение свай, лидерные скважины разрешается заполнять водой - вымачивать в течение 1-2 ч.

Работы по погружению свай оформляют в специальном журнале. Расстояние в плане между центрами свай не должно отличаться от проектного более чем на 20 мм, а разность между верхними отметками анкерных болтов не должна превышать 20 мм.

Монолитные фундаменты обычно выполняют на месте установки опор, готовя бетон на бетономесительном узле или непосредственно у места укладки - на передвижной бетономешалке.

Для монолитных фундаментов устраивают опалубку из досок, в которую устанавливают арматуру и закладные детали. Анкерные болты подвешивают к установленным на опалубке шаблонам, выверяют по отвесу и смазывают солидолом. Бетон укладывают в опалубку по возможности без перерывов, уплотняя его вибратором. Уложенный бетон зимой защищают от замерзания, а летом от воздействия прямых солнечных лучей.

При бетонировании периодически проверяют положение шаблона с анкерными болтами и закладных деталей. Шаблоны разрешается снимать не раньше чем через сутки после окончания бетонирования. Распалубку фундаментов выполняют в зависимости от температуры наружного воздуха через 7-15 сут. Все дефектные места и раковины зачищают и заделывают цементным раствором, после чего на подземную часть фундамента наносят гидроизоляцию.

В журнал производства работ заносят дату укладки бетона и объем бетонирования, марку, состав и результаты испытаний контрольных образцов бетона, температуру наружного воздуха и бетона при укладке, дату распалубки.

При приемке монолитного фундамента под монтаж проверяют его геометрические размеры, отметки установки, расположение анкерных болтов. Отклонение от проектных размеров между осями болтов допускается до ± 10 мм, а разность между верхними отметками - до 20 мм.

Фундаменты, устанавливаемые в грунты, агрессивные по отношению к бетону, изготавливают из специального сульфатостойкого цемента и покрывают защитными покрытиями.

В монолитных скальных породах с ненарушенной структурой фундаменты под опоры не устанавливают. В скале высверливают скважины, которые после закладки анкерных болтов заливают цементным раствором. Иногда применяют специальные анкерные болты с расклинивающейся нижней частью. После отверждения цементного раствора сооружают наземную часть фундамента из монолитного бетона или металла. Скважины бурят перфораторами, работающими от передвижных компрессоров. Если прочность скалы недостаточна, устанавливают фундаменты.

Заземление опор. Для прокладки заземляющих проводников и лучевых заземлителей роют траншеи глубиной 0,5 м. В каменистых и скалистых грунтах траншеи глубиной не менее 0,1 м разрабатывают взрывным способом. После прокладки лучевых заземлителей или заземляющих проводников и забивки электродов заземления все элементы соединяют электросваркой внахлест. Длина сварного шва должна быть не менее шести диаметров (при круглом сечении) или двойной ширины (при прямоугольном сечении) заземляющего проводника. Затем траншею засыпают землей и утрамбовывают. Иногда заземляющие проводники укладывают на дно котлована под фундаменты.

В местах с большим удельным сопротивлением грунта устраивают выносные (если вблизи опоры имеются места с более низким удельным сопротивлением грунта) или глубинные (если на большей глубине сопротивление грунта снижается) заземлители. Для снижения удельного сопротивления грунта его обрабатывают поваренной солью или содой. При этом заземлители укладывают на глубину, несколько большую глубины промерзания грунта.

В районах вечной мерзлоты часто невозможно обеспечить необходимое сопротивление заземляющего устройства обычными способами. В этом случае заземлители укладывают в непромерзающие водоемы, используют обсадные трубы скважин или создают искусственные талые зоны грунта, покрывая его поверхность в зимнее время слоем торфа или другого теплоизолирующего материала.

На устройство заземления составляют акт скрытых работ и исполнительный чертеж.

Установка опор

Организация работ. К установке опор, являющейся завершающим этапом основных строительных работ, приступают при наличии достаточного количества собранных Опор и готовых фундаментов. Нельзя пропускать отдельные опоры, так как это, во-первых, не позволяет монтировать провода в анкерном пролете, а, во-вторых, приводит к значительным потерям времени на возвращение бригады. Кроме того, необходимо перед установкой опор проверить их и фундаменты на соответствие требованиям проектов, правил и норм, так как любой дефект намного проще и дешевле устранить на собранной опоре, чем на установленной.

Установка опор состоит из подготовительных работ, подъема, выверки, закрепления опор и демонтажа вспомогательного оборудования и приспособлений.

Подготовительные работы включают расстановку машин, механизмов и приспособлений (кранов, тракторов, лебедок, блоков, подъемных стрел) и устройство якорей. Подъем опоры заключается в выведении ее с помощью машин и механизмов в вертикальное положение. При выверке поднятую опору устанавливают в положение, которое она должна занимать согласно проекту. После закрепления (в грунте, на фундаменте, на оттяжках) опора приобретает расчетную устойчивость и готовность к монтажу проводов. Завершаются работы демонтажем оборудования и такелажных средств и переходом к следующей опоре.

Опоры ВЛ 35 кВ и выше устанавливают в соответствии с технологическими картами, в которых указаны последовательность и технология выполнения работ, применяемый такелаж и приспособления, схемы подъема, расстановка машин и механизмов. Последовательность выполнения операций при установке опор ВЛ до 10 кВ определяется картами трудовых процессов. При установке опор в стесненных условиях (вблизи действующих ВЛ, на пересечении с естественными и искусственными препятствиями, на косогорах и др.) разрабатывают специальные проекты производства работ, учитывающие местные условия и последовательность выполнения операций.

Способы установки опор. Такелажные средства. Опоры ВЛ устанавливают несколькими способами: краном, краном и тракторами, падающей стрелой и тракторами, краном-установщиком, а иногда - вертолетом. В отдельных случаях их устанавливают методом наращивания.

Если масса опоры меньше грузоподъемности имеющегося крана, а высота подъема крюка от поверхности земли достаточна, чтобы приподнять (вывесить) опору над котлованом, опору устанавливают одним краном. Если одно из указанных условий не может быть выполнено, опору устанавливают краном и тракторами, причем расчетное усилие на крюке крана при подъеме опоры должно быть не более его грузоподъемности, а высота подъема крюка должна обеспечивать поворот опоры на угол не менее 30-45°. Если установить опору этими способами невозможно, ее поднимают с помощью падающей стрелы и тракторов. Самым рациональным и экономичным является способ установки опоры краном, требующий минимального объема подготовительных работ, такелажа и механизмов.

Для выбора или проверки такелажных средств (тросов и канатов, блоков и полиспастов, шарниров, падающих стрел) необходимо знать усилия, возникающие при подъеме опор. Эти усилия непостоянны и изменяются в процессе подъема опоры.

При установке опор падающей стрелой максимальное усилие в тяговом тросе возникает в начальный момент подъема. Затем оно постепенно уменьшается и, когда опора принимает вертикальное положение, исчезает. Аналогично изменяется усилие в падающей стреле и "вожжах", соединяющих ее со стволом опоры. Это является достоинством способа установки опор падающей стрелой, так как выявленные в начале подъема неисправности такелажа могут быть легко устранены.

Нагрузки, действующие на шарнир и фундаменты при подъеме опоры, могут увеличиваться и достигать максимальных значений при углах ее наклона 30-50°. Кроме того, при установке некоторых типов опор возникают дополнительные усилия: сжимающие (от "вожжей"), изгибающие (от собственной массы) и др. По результатам расчетов опоры усиливают, устанавливая дополнительные временные элементы - распорки, раскосы, стяжки, и подбирают необходимые такелажные средства.

Установка деревянных и железобетонных опор ВЛ до 10 кВ. Одностоечные опоры, как правило, устанавливают буро-крановыми машинами БМ, БКМ и другими непосредственно после бурения котлованов. Машину располагают на расстоянии около 0,5 м от края котлована, опускают выносные опоры (аутригеры), распускают тяговый трос лебедки, цепляют универсальный строп на расстоянии 1-1,5 м выше центра тяжести стойки, крепят в 2,5-3 м от нижнего торца веревочные оттяжки, поднимают (вывешивают) опору над котлованом и, направляя ее комель оттяжками, опускают в котлован. Во время спуска опоры ее разворачивают так, чтобы траверсы или крюки были перпендикулярны оси ВЛ. Затем подсыпают в котлован немного грунта, выправляют и выверяют опору, засыпают котлован полностью грунтом, послойно трамбуя его, и снимают строп. Кроме того, для установки таких опор можно использовать кран, машину ММТС-2 с бесстроповым гидравлическим захватом или раскаточно-навешивающую машину РМТС-3 и др.

А-образные опоры устанавливают автомобильными или тракторными кранами, так как грузоподъемность буро-крановых машин недостаточна. Опору поднимают двухветвевым стропом, цепляя его за верхнюю часть опоры (деревянную - над поперечиной, железобетонную - чуть ниже траверсы). Чтобы избежать перекоса, обе ветви стропа закрепляют на равном расстоянии от вершины опоры.

При достаточной высоте подъема крюка крана опору устанавливают в заранее отрытый котлован так же, как одностоечную. Если высоты подъема крюка не хватает, опору предварительно выкладывают так, чтобы торцы стоек находились у краев котлованов. При подъеме опоры грузовым крюком комли стоек соскальзывают в котлован по доскам, предварительно установленным в качестве направляющих в верхней части котлована и одновременно защищающих его стенки от разрушения. После подъема крюка до верхней точки доводят опору до вертикального положения, перемещая стрелу крана.

Опоры с подкосами устанавливают буро-крановыми машинами. Сначала в один котлован опускают стойку опоры и присыпают ее основание грунтом. Затем поднимают подкос, опускают его нижний конец в другой котлован, а верхний подводят к стойке и, придерживая крюком, закрепляют болтами или специальными кронштейнами. После установки опоры выправляют, выверяют, засыпают котлован грунтом и снимают стропы.

Установка одностоечных деревянных и железобетонных опор ВЛ 35-220 кВ краном. Сравнительно большие масса и высота одностоечных деревянных и железобетонных опор ВЛ 35-220 кВ не позволяют применять для их установки буро-крановые машины. Поэтому такие опоры (рис.29) поднимают

кранами СМК-10, К-162 и другими соответствующей грузоподъемности. Собранную опору 2 поднимают краном и опускают в котлован 4 так же, как и опоры ВЛ до 10 кВ. Верхние ригели обычно закрепляют после установки опоры, для чего роют специальную траншею, укладывают в нее краном ригель и крепят его к стойке хомутами. Затем опору выверяют и засыпают котлован.

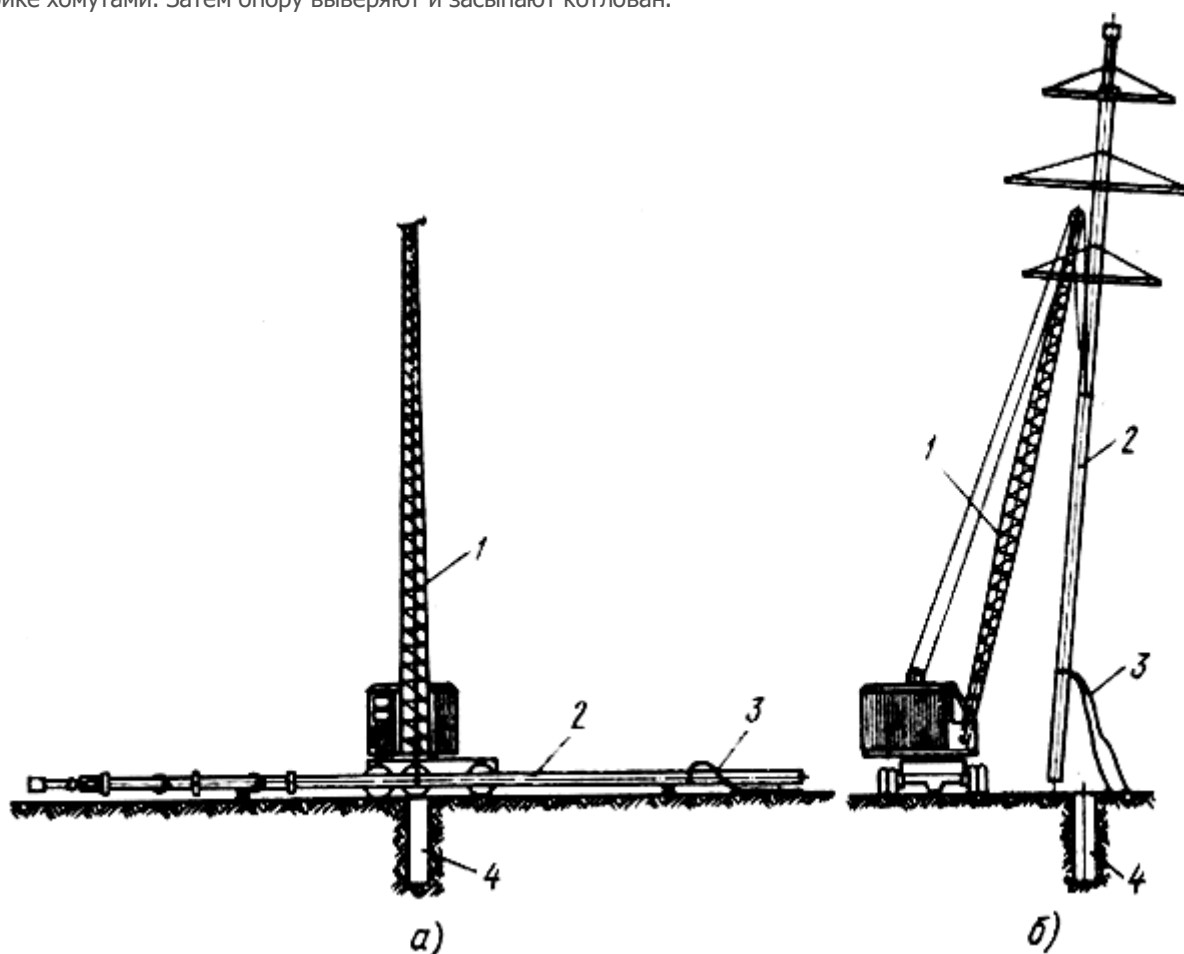


Рис.29. Установка одностоечной деревянной (железобетонной) опоры ВЛ 35-220 кВ краном:

- а - выкладка,
- б - подъем к опускание котлован;
- 1 - стрела крана,
- 2 - опора,
- 3 - оттяжка.
- 4 - котлован.

Аналогично устанавливают промежуточные П - образные деревянные опоры ВЛ 35-110 кВ массой до 2,5 т.

При подъеме одностоечных железобетонных опор 1 краном-установщиком К-ЛЭП-7 (рис.30) их выкладывают по оси ВЛ так, чтобы нижний торец стойки находился на расстоянии 1,5 м от центра котлована 3. Кран 2 с поднятой стрелой подводят к опоре со стороны торца и устанавливают на аутригеры 4. Выдвинутую телескопическую стрелу опускают на стойку и закрепляют на ней в двух точках. Затем поднимают стрелу вместе с опорой в вертикальное положение, опускают опору в котлован, выправляют и засыпают грунтом.

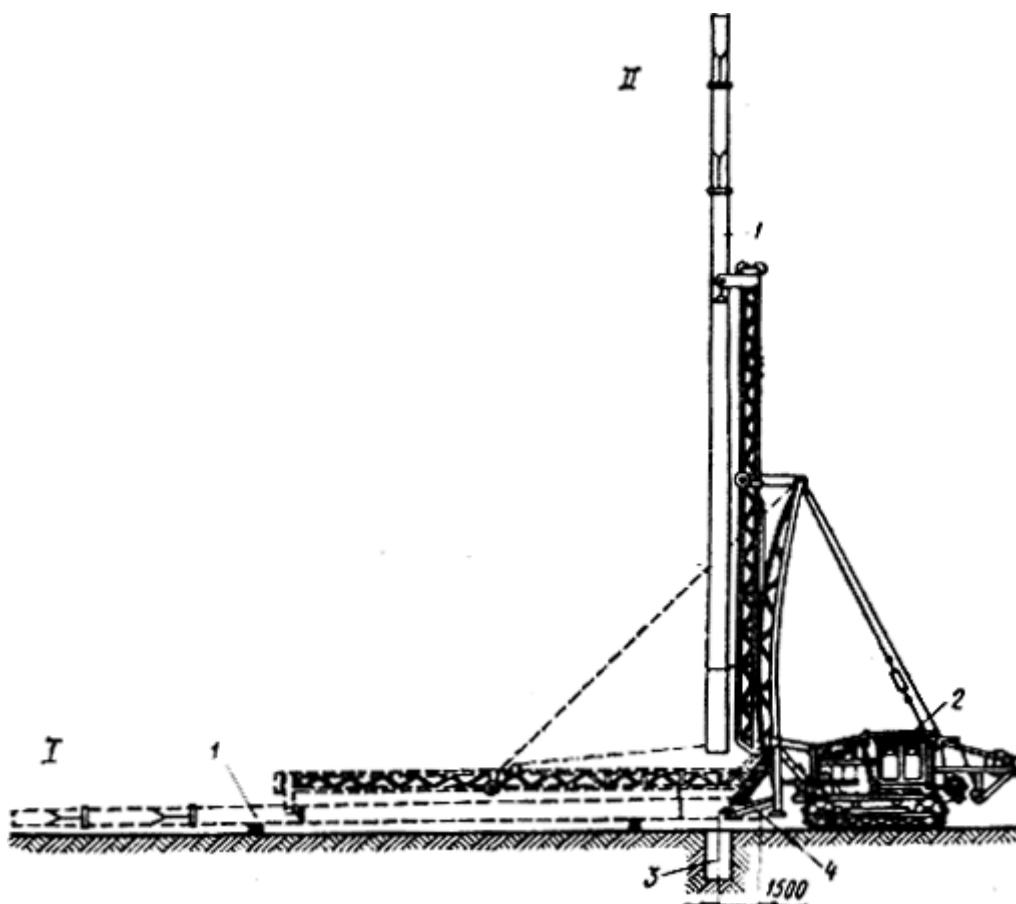


Рис.30. Установка одностоечной железобетонной опоры ВЛ 35-220 кВ краном-установщиком К-ЛЭП-7:

- 1 - опора.
- 2 - кран,
- 3 - котлован,
- 4 - выносные опоры (аутригеры);
- Ии II - положения опоры при подъеме

Установка одностоечных железобетонных опор ВЛ 35-220 кВ краном и трактором (рис.31). Если невозможно установить опору одним краном (например, в слабых грунтах, где котлован разрабатывают экскаватором и кран не может подойти близко), собранную опору 1 выкладывают по оси линии над вырытым котлованом 8 так, чтобы нижний торец стойки находился на расстоянии 1,5-2 м от бровки котлована (положение I). Кран 4 устанавливают поперек оси ВЛ на аутригеры на расстоянии 0,5-1 м от центра тяжести опоры на краю котлована под нижней траверсой опоры крепят две боковые расчалки 3 из троса длиной около 50 м и разводят их к двум лебедкам 2, установленным на расстоянии 25-30 м от оси ВЛ и от центра котлована. К стойке опоры крепят тормозной трос 7, идущий к лебедке трактора 6, а к нижней траверсе - веревочную лестницу, предназначенную для снятия оттяжек после установки.

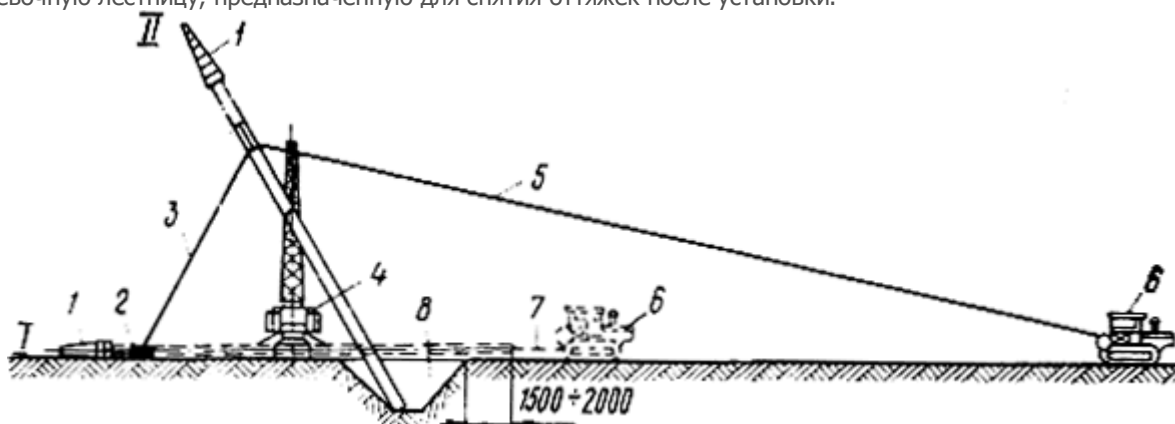


Рис.31. Установка одностоечной железобетонной опоры ВЛ 35- 220 кВ краном и трактором:

- 1 - опора.
- 2 - лебедка.
- 3 -боковые расчалки.
- 4 - кран.
- 5, 7 - тяговый и тормозной тросы.

- 6 - трактор,
- 8 - котлован,
- 10 и 11 - положения опоры при подъеме

Сначала опору поднимают краном на максимально возможную высоту (не менее чем на 30-45°), при этом низ стойки, подтормаживаемый лебедкой трактора, опускается в котлован. Когда стойка упрется в дно котлована (положение //), подъем опоры краном прекращают, отцепляют от трактора тормозной трос и переводят трактор на подъем опоры. Для этого прицепляют к тракторной лебедке тяговый трос 5 и натягивают его до тех пор, пока грузовой трос крана не ослабнет. После этого строп крана отцепляют от опоры и переводят кран на торможение. Одновременно боковыми лебедками натягивают расчалки. Дальнейший подъем опоры продолжают тяговой лебедкой трактора, регулируя положение опоры по оси ВЛ боковыми расчалками. При подходе к вертикальному положению опору подтормаживают этими же боковыми расчалками. После выверки опоры устанавливают ригели и засыпают котлован.

Аналогично устанавливают П - образные деревянные опоры ВЛ 110 кВ массой свыше 2,5 т.

Иногда тяговый трос прикрепляют не к лебедке, а непосредственно к трактору и поднимают опору передвижением трактора. При этом особое внимание обращают на то, чтобы трактор двигался строго по оси ВЛ, а расчалки были все время натянуты. Во многих случаях расчалки крепят не к лебедкам, а к автомашинам или тракторам, что несколько упрощает установку опоры.

Одностоечные опоры с оттяжками устанавливают также краном и трактором. До начала подъема стойки опор соединяют с фундаментами шарнирами, вокруг которых вращают опору при подъеме. Торможение низа опоры в этом случае не требуется. К стойкам опор присоединяют оттяжки, используя их в качестве боковых растяжек. После установки опоры оттяжки присоединяют к ранее смонтированным анкерным плитам и, регулируя их натяжение, выправляют опору.

Угловые опоры с оттяжками устанавливают с небольшим наклоном к внешней стороне угла поворота ВЛ, чтобы в дальнейшем под тяжением смонтированных проводов они заняли проектное положение.

Установка АП - образных деревянных опор ВЛ 35-220 кВ падающей стрелой (рис.32). При установке этих опор в качестве тяговых средств применяют тракторы Т-100М, а в качестве якорей - бульдозеры.

Опору 1 выкладывают на подкладках 13 по оси котлованов 12 так, чтобы приставки находились над котлованами, между которыми устанавливают падающую стрелу 7. К верхушке стрелы крепят "вожжи" 6. Свободные концы "вожжей" прикрепляют к стойкам опоры в местах их соединения с траверсой. Тяговый трос 9 тракторной лебедки 10 крепят к верхушке стрелы через полиспаст 8, к приставкам в местах их соединения с ригелями крепят нижние тормозные тросы 2, а к середине траверсы - верхний тормозной трос 5. Устанавливают в нижней части А-образных ферм временные распорки и усиливают дополнительными накладками сопряжения приставок со стойками (если они выполнены встык).

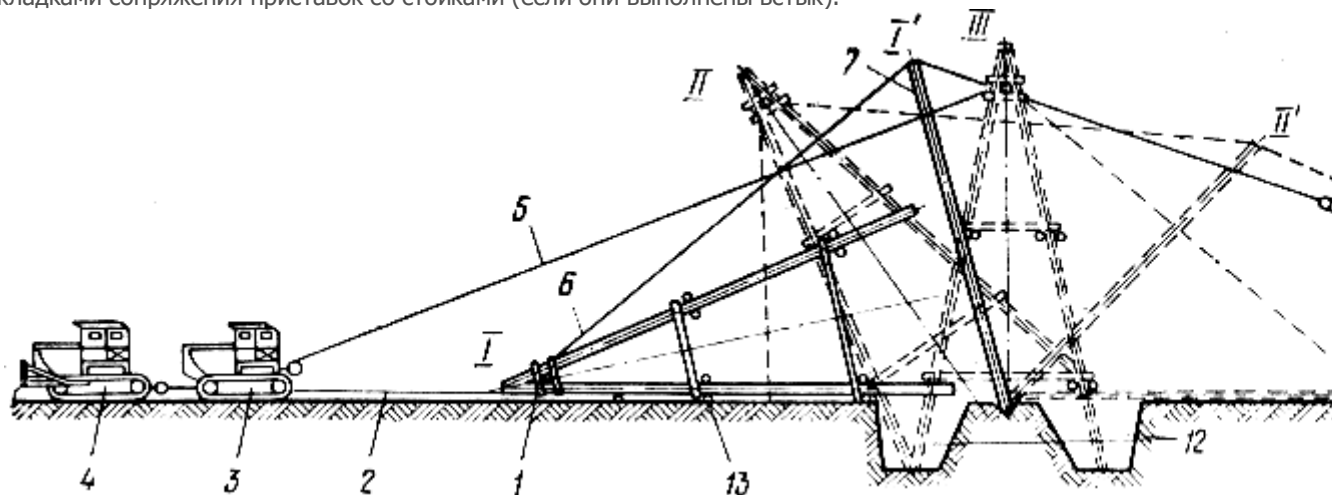


Рис.32. Установка АП - образной деревянной опоры ВЛ 35-220 кВ тракторами и падающей стрелой:

- 1-опора,
- 2,5 - нижний и верхний тормозные тросы,
- 3,4 - тормозные тракторы,
- 6 - "вожжи",
- 7 - падающая стрела,
- 8 - полиспаст,
- 9- тяговый трос,
- 10 - тракторная лебедка,
- 11 - тяговый трактор,
- 12 - котлован, 1
- 13 - подкладки;

I, II, III и I', II', III'-положения опоры и падающей стрелы при подъёме

В начале подъема опора поворачивается на подкладках вокруг точек крепления нижних тормозных тросов. После поворота опоры на 40-45° начинают плавно отпускать нижние тормозные тросы и приставки опускаются вниз до упора в дно котлованов. Дальнейший подъем производят поворотом опоры вокруг точек

упора приставок в котлованах. Нижние тормозные тросы отпускают и переводят трактор на верхний тормозной трос.

При дальнейшем подъеме падающая стрела выходит из работы и повисает на тяговом тросе или специальном канатике, а опора выходит в вертикальное положение и становится на четыре приставки. После этого выверяют ее положение, засыпают котлованы и демонтируют такелаж.

Таким же способом устанавливают тяжелые П - образные деревянные промежуточные опоры ВЛ 220 кВ.

Установка металлических опор ВЛ 35-220 кВ. Металлические опоры устанавливают в основном теми же методами, что и железобетонные. Одностоечные свobodностоящие опоры массой до 4-5 т и высотой 10-15 м поднимают краном, массой 5-10 т и высотой до 22 м - краном и трактором, более 10 т - падающей стрелой и тракторами. Портальные опоры почти всех типов устанавливают падающей стрелой и тракторами. Одностоечные опоры некоторых типов поднимают кранами-установщиками КВЛ-8 или КВЛ-12Б.

Опору, устанавливаемую краном, предварительно выкладывают у фундамента так, чтобы ее центр тяжести находился как можно ближе к центру фундамента. Затем опору строят выше ее центра тяжести и поднимают краном над фундаментом. Отверстия в пятах опоры совмещают с анкерными болтами, после чего плавно опускают опору на фундамент, выверяют и закрепляют на анкерных болтах.

Опоры, устанавливаемые краном и трактором, предварительно выкладывают строго по оси трассы и закрепляют в шарнирах на фундаментах, усиленных, если необходимо, деревянными распорками. Грузовой строп крана крепят над центром тяжести опоры, выше него - к жесткой диафрагме - цепляют тяговый трос, а за верхушку опоры - тормозной.

Поднимают опору краном, поворачивая на шарнирах не менее чем на 30-45° и выводя в вертикальное положение трактором так же, как одностоечную железобетонную. Затем снимают домкратами поочередно с каждой ноги опоры шарниры, надевают пяты на анкерные болты, выверяют и затягивают гайки.

Установка опор вертолетами. В тяжелых условиях, когда обычные способы применить невозможно или экономически нецелесообразно, используют вертолеты. Собранный на монтажной площадке опору доставляют вертолетом на пикет и сразу устанавливают на подготовленный фундамент (способ свободного монтажа опор). Предварительно на фундаменты устанавливают специальные улавливающие устройства, снабженные съемными наклонными боковыми стенками. Так обычно устанавливают металлические опоры сравнительно небольшой массы.

Тяжелые металлические опоры устанавливают вертолетом с помощью шарниров. Для этого на двух фундаментах предварительно монтируют шарниры специальной конструкции, соединяют с ними пяты (башмаки) заранее собранной опоры и закрепляют на ее верхушке подъемный грузовой трос. Вертолет, поднимаясь в воздух, поворачивает на тросе опору вокруг шарниров и выводит ее в вертикальное положение. После этого шарниры снимают и закрепляют опору на фундаменте.

Аналогично иногда устанавливают железобетонные одностоечные и металлические порталные опоры на оттяжках.

Выверка и закрепление опор. Поднятая опора должна быть выверена, т. е. приведена в положение, при котором ее ось вертикальна поверхности земли, а траверсы находятся под углом 90° к оси ВЛ. Все опоры должны быть расположены в створе линии. Траверсы угловых опор должны быть направлены по биссектрисе угла поворота ВЛ.

Свободностоящие опоры выверяют теми же кранами и тяговыми механизмами, которые применялись при их установке, а опоры с оттяжками, - натягивая оттяжки. Контролируют выверку теодолитом, отвесом, биноклем. Одностоечные опоры разворачивают в проектное положение, различными приспособлениями.

После выверки опоры окончательно закрепляют в грунте или на фундаментах. Опоры, устанавливаемые непосредственно в грунт, закрепляют, засыпая котлован грунтом, песком, песчано-гравийными или щебеночными смесями (в соответствии с указаниями проекта). При засыпке слоя грунта тщательно трамбуют.

Металлические свobodностоящие опоры закрепляют гайками на анкерных болтах фундаментов. На промежуточных опорах устанавливают на болт одну гайку, а на анкерных и угловых - две. Опоры с оттяжками закрепляют, натягивая оттяжки до создания в них расчетных усилий, контролируемых специальным прибором.

На смонтированных опорах закрепляют тонкую стальную пластину с порядковым номером и годом установки опоры, а также плакаты, предупреждающие об опасности. Железобетонные опоры часто маркируют трафаретными штампами.

После выверки опор соединяют проложенные при их сборке заземляющие спуски или заземляющие болты, расположенные у основания, с заземлителями. На железобетонных и металлических опорах такое соединение выполняют сваркой или болтовыми зажимами, а на деревянных - болтовыми зажимами. В любом случае соединение заземляющих спусков или болтов с заземлителями должно быть доступно.

Установка опор оформляется в журнале, в который заносят отклонения опор и их элементов от проектного положения и другие данные.

Особенности сооружения опор в сложных условиях

Сооружение ВЛ в районах с суровыми климатическими и тяжелыми геологическими условиями (например, по трассе Байкало-Амурской магистрали) имеет ряд особенностей, основными из которых являются труднодоступность районов строительства, отсутствие производственных баз и транспортных коммуникаций, сезонность отдельных работ, короткий световой день, сложность закрепления опор на вечномерзлых и просадочных грунтах и марях (заболоченных участках, не промерзающих даже зимой), большие потери рабочего времени из-за низких температур (до -65 °С), сильных ветров, дождей, завалов снега и др. Особые

трудности возникают при транспортировке материалов и оборудования, устройстве фундаментов, сборке и установке опор.

Транспортировку грузов в неосвоенных и труднодоступных районах выполняют главным образом смешанными перевозками, т. е. используют все возможные виды транспорта, вплоть до авиации (вертолеты), что приводит к неоднократной перегрузке, устройству перевалочных баз и временных дорог, а также увеличивает стоимость доставки в десятки раз. При этом из-за отсутствия и нехватки специальных машин для перевозки грузов в условиях бездорожья приходится использовать обычные серийные машины и механизмы, плохо приспособленные к суровым климатическим условиям.

В северной климатической зоне большую часть грузов перевозят по "зимникам" - временным зимним дорогам, сооружаемым по специальным правилам и оборудованным пунктами обогрева, складами горюче-смазочных материалов, жильем.

Для удешевления стоимости и повышения надежности доставки грузов в настоящее время разрабатываются новые специальные транспортные средства и механизмы: на воздушной подушке, аэростаты, дирижабли, вертолеты повышенной грузоподъемности.

Устройство фундаментов в вечноммерзлых грунтах и на болотах - одна из самых важных проблем при сооружении ВЛ. Если в обычных условиях затраты на закрепление опоры составляют примерно 20-30% общей стоимости ее сооружения, то в районах с вечноммерзлыми и сильно заболоченными грунтами их доля увеличивается до 60-70%. Поэтому наибольшее распространение в таких зонах получили свайные и поверхностные (незаглубленные) фундаменты различных типов, значительно уменьшающие или совсем исключающие земляные работы.

Так как свай для свайных фундаментов невозможно забить в вечноммерзлые грунты, их погружают в заранее подготовленные лидерные скважины, для проходки которых грунт желательно отогревать. Между тем вечноммерзлые грунты обладают несущей способностью только в замороженном состоянии. Талый грунт представляет собой разжиженную массу. Поэтому нагружать установленные в скважины сваи можно только после полного смерзания нарушенного и окружающего грунта со свайей в единый монолит.

Проходку скважин в вечноммерзлых грунтах для погружения сваи в основном ведут двумя способами: механическим (бурильными установками) и тепловым. В последнее время все большее распространение получают комбинированные способы: ударно-канатный, термомеханический и ударно-вращательный. Так, при термомеханическом способе скважины разрабатывают паровым вибролидером, в режущую кольцообразную коронку которого подается пар. Отогрев грунта происходит лишь по кольцевому сечению коронки. После проходки внутри скважины остается буровой шлам в количестве, достаточном для заполнения пространства между ее стенками и свайей. Этот способ повышает производительность труда и сокращает время вмерзания свай в грунт.

Сваи для вечноммерзлых грунтов в основном изготавливают из металлических труб, а иногда - из дерева и железобетона. Наиболее эффективны термосваи, представляющие собой полый герметизированный металлический цилиндр из толстостенных труб, внутренняя полость которого заполнена аммиаком или другим хладагентом (керосином, пропаном). Заглубляют термосваи так, чтобы их нижний торец находился ниже границы сезонного оттаивания вечноммерзлого грунта. В результате грунт вокруг сваи имеет в летнее время отрицательную температуру и тем самым постоянно сохраняется несущая способность фундамента.

Для устройства таких фундаментов бурят установкой МРК или паровым вибролидером в грунте скважины диаметром, несколько большим диаметра термосваи, погружают в нее краном сваю и заполняют, если необходимо, пространство между стенкой скважины и свайей грунтовым раствором (буровым шламом).

Кроме того, для сооружения свайных фундаментов используют стальные многооборотные винтовые сваи и анкеры, которые погружают в грунт машинами МРК, или деревянные сваи, которые заглубляют относительно легкими механизмами.

При сооружении ВЛ на болотах по возможности избегают участков с глубоким залеганием торфа, стараются проходить болото по прямой линии без угловых опор, везде, где можно, применяют свайные основания, поверхностные или плавающие фундаменты. Сваи обычно погружают через торф и забивают в подстилающий слой грунта сваебойными агрегатами (например, СП-49), смонтированными на болотных тракторах Т-100БМГП с широкими гусеницами.

На заболоченных, вечноммерзлых и пучинистых грунтах устанавливают поверхностные фундаменты, представляющие собой свободно расположенные на поверхности грунта плоские прямоугольные тяжелые рамы значительных размеров, которые обычно собирают из железобетонных элементов, свай или металлических труб. Для большей устойчивости фундамента ячейки верхней ребристой поверхности железобетонных элементов иногда заполняют грунтом. Большая масса таких фундаментов и соответственно значительное сопротивление поверхности грунта сдвигу противодействуют внешним опрокидывающим нагрузкам. Поверхностные фундаменты для промежуточных опор могут быть собраны из четырех железобетонных свай: две укладывают на выровненную поверхность грунта поперек оси ВЛ под пятнами опор и две, выполняющие роль противовесов, - вдоль оси ВЛ по краям уложенных свай. Фундаменты под анкерно-угловые опоры монтируют из десяти свай, собираемых в общую конструкцию с помощью стальных хомутов, уголков и прокладок.

Металлические поверхностные фундаменты (рис.33) представляют собой вытянутую поперек оси ВЛ прямоугольную раму из труб 1, на которые приварены опорные пяты 2. Иногда концы труб загивают вверх, что позволяет транспортировать фундамент к месту установки волоком.

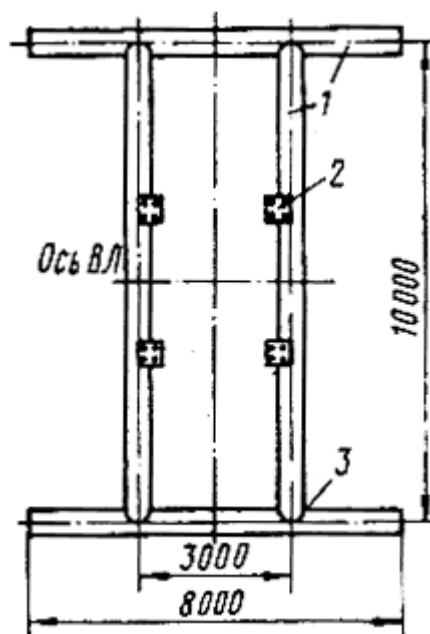


Рис.33. Поверхностный фундамент из металлических труб:

- 1 - трубы.
- 2 - опорная пята,
- 3 - сварочный шов

Для установки опор на болотах с открытой водой, где невозможно смонтировать поверхностные фундаменты, применяют плавающие фундаменты из металлических поплавков цилиндрической формы, соединенных перемычками из труб.

Сборку и установку опор ведут способами, которые требуют минимальных затрат труда на трассе. Наименее трудоемки железобетонные опоры, однако недостаточная морозостойкость бетона и сложность транспортировки стоек не позволяют использовать их. Поэтому разработаны специальные стальные и деревянные опоры уменьшенной массы, рассчитанные на работу при -40°C , довольно простые в сборке и установке. Стойки таких стальных опор ВЛ 110 кВ и малогабаритные секции промежуточных одностоечных опор ВЛ 220 кВ собирают на полигонах и транспортируют на трассу любыми средствами, в том числе вертолетами. Для электроснабжения газо- и нефтепромыслов северной зоны применяют облегченные опоры ВЛ 35-110 кВ из металлических труб.

Разработана также конструкция облегченной болтовой стальной опоры ВЛ 110 кВ, совмещенной с фундаментом, роль которого выполняют металлические емкости, закрепленные в нижней части основания. Масса опоры вместе с фундаментом 3 т. Опору доставляют на место монтажа, собирают, устанавливают на выровненную поверхность грунта и засыпают емкости балластом, после чего она приобретает необходимую устойчивость и готова к монтажу проводов.

Деревянные опоры упрощенной конструкции устанавливают на сваи, вмороженные в вечномёрзлый грунт. Так, А-образные фермы опор ВЛ 6-10 кВ (рис.34) собирают из заводских деталей, на полигоне или трассе и с помощью шарниров 2 устанавливают на деревянные сваи 3.

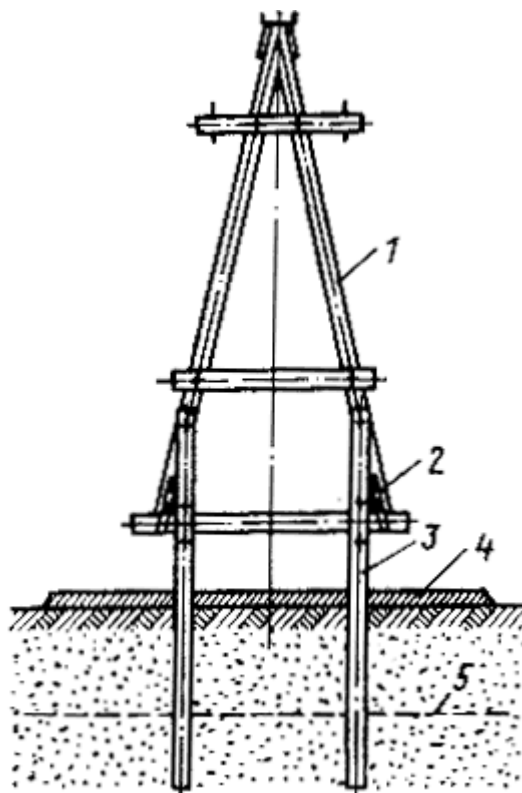


Рис.34. Установка А - образной опоры ВЛ 6-10 кВ на деревянных сваях в вечномёрзлом грунте:

- 1 - опора.
- 2 - шарнир,
- 3 - деревянные сваи,
- 4 - насыпная теплозащитная банкетка,
- 5 - граница между слоями деятельного и вечномёрзлого грунтов

3. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Охрана окружающей среды

Сооружение ВЛ, как и любая другая производственная деятельность человека, наносит ущерб окружающей среде. Это выражается в повреждении верхнего плодородного слоя земли, вырубке деревьев и кустарников, потраве сельскохозяйственных культур, нарушении устойчивости поверхностного слоя грунта а полупустынях и вечной мерзлоты в тундре и лесотундровой зоне, а также гибели птиц, вредном влиянии сильных электромагнитных полей на здоровье людей и животных и др.

Самый значительный ущерб природе наносит отчуждение под ВЛ пахотных земель (исключение их из севооборота). Поэтому, как правило, для сооружения ВЛ отводят земли, непригодные для сельского хозяйства. В исключительных случаях ВЛ прокладывают через поля, причем ее трассу обычно располагают вдоль дорог, оврагов, лесополос и других разграничителей. При этом ширина полосы земли в ненаселенной местности, отводимая на период строительства ВЛ, составляет не более 8-17 м, а площадь дополнительных участков в местах сборки и установки опор - не более $150-800 \text{ м}^2$ (для ВЛ 1-220 кВ). В населенной местности эти размеры обуславливают проектом.

На участках отвода полосы ВЛ должны приниматься меры по сохранению плодородия земли. При рытье котлованов и траншей верхний слой грунта следует до начала работ срезать и сдвигать в кучи, а после окончания работ укладывать на место (рекультивирование земли). Повреждения плодородного слоя можно уменьшить, применяя машины и механизмы с небольшим удельным давлением на грунт, а также производя работы в зимний период. Правильный выбор времени строительства ВЛ (например, после уборки урожая) позволяет избежать потравы сельскохозяйственных культур.

Особое внимание охране окружающей среды должно уделяться при производстве работ в зоне вечной мерзлоты. Уничтожение растительности, удерживающей влагу и закрывающей грунт от прямых солнечных лучей, нарушает устойчивость поверхностного слоя земли, увеличивает глубину сезонного промерзания и оттаивания грунта и, как следствие, приводит к выпучиванию (выталкиванию) фундаментов и опор. При этом заметное пучение грунта, т.е. увеличение его объема при замерзании, обычно происходит до глубины 2 м. Еще большие нарушения естественного природного равновесия возникают при тепловом способе бурения скважин для свай. Поэтому в первую очередь необходимо организовать транспортировку грузов строго по дорогам, так как мерзлые и заболоченные грунты необратимо деформируются при интенсивном движении гусеничных машин, и ограничить тепловые способы разработки котлованов.

При транспортировке материалов по трассе нельзя ломать кусты и деревья, повреждать поверхностный слой земли, загрязнять почву продуктами отработки машин и механизмов. Чтобы исключить оползни грунта на склонах, следует применять косогорные опоры с разной длиной стоек и оттяжек, что позволяет отказаться

от выравнивания грунта в месте установки опор. Уменьшение ширины просек вблизи опор значительно сокращает вырубку деревьев. Такие просеки могут быть криволинейными или ступенчатыми. Для сохранения птиц, сажащихся на провода и выющих гнезда в местах их крепления на опорах, устраивают специально противоптичьи заградители, насесты, площадки для гнезд в безопасных местах.

Вредное влияние сильных электромагнитных полей ВЛ высокого и сверхвысокого напряжения уменьшают, размещая их провода на такой высоте, при которой напряженность электрического поля не превышает допустимую (15 и 5 кВ/м - соответственно в ненаселенной и населенной местности, 10 кВ/м - на пересечениях дорог). Поэтому ВЛ сверхвысокого напряжения, как правило, сооружают не ближе 250-300 м от границ населенных пунктов.

Для сохранения окружающих ландшафтов при сооружении ВЛ необходимо совершенствовать конструкции опор с эстетической точки зрения, а также располагать их на трассе так, чтобы они как можно меньше выделялись на местности и гармонизировали с ней.

Очень большой ущерб окружающей среде наносят пожары, обычно возникающие в весенне-летний период. Поэтому при сооружении ВЛ значительное внимание следует уделять противопожарным мероприятиям. Необходимо, чтобы просеки строящихся ВЛ были расчищены от сухого валежника, хвороста, кустарника и других горючих материалов, места разведения костров - окопаны канавами, а невывезенные штабеля древесины и порубочных остатков - окаймлены минерализованной полосой шириной 1 м (с полностью удаленным до минеральных слоев почвы растительным грунтом). В жилых поселках, на территориях складов и мест стоянок машин и механизмов необходимо иметь полные комплекты средств пожаротушения (огнетушители, помпы, багры, ведра и др.).

После завершения строительно-монтажных работ территория строительства ВЛ должна быть приведена в состояние, пригодное для использования по прямому назначению.

Основные положения охраны труда

Охрана здоровья трудящихся, обеспечение безопасных условий труда, предупреждение профессиональных заболеваний и производственного травматизма являются основными заботами Российского государства. Ежегодно на мероприятия по охране труда расходуются миллионы рублей. Особое внимание уделяется охране труда при производстве работ в условиях, отличающихся от нормальных.

Нормы и правила техники безопасности при сооружении ВЛ приведены в гл. "Техника безопасности в строительстве" Строительных норм и правил, а также в Государственных стандартах, входящих в Систему стандартов безопасности труда (ССБТ), и распространяются на все строительно-монтажные организации.

По СНиПу ответственность за выполнение норм и правил техники безопасности в строительно-монтажных организациях возлагается на главных инженеров и начальников, которые должны планировать мероприятия по охране труда, проводить своевременное обучение и инструктаж рабочих и ИТР и расследовать каждый несчастный случай, связанный с производством.

Осуществление мероприятий по технике безопасности и производственной санитарии на месте производства работ, инструктаж рабочих по технике безопасности на рабочих местах, своевременное обучение их безопасным приемам труда возлагается на производителей работ и мастеров. Надзор за техническим состоянием механизмов, машин, инструментов и приспособлений, своевременное испытание и инструктаж обслуживающих их рабочих входят в обязанности механиков и главных механиков строительно-монтажных организаций.

Во всех строительно-монтажных организациях должна быть создана служба техники безопасности во главе с главным инженером, работники которой могут запрещать производство работ на участках при нарушении правил техники безопасности и требовать от руководителей участков выполнения работ в строгом соответствии со СНиПом и правилами техники безопасности.

Вновь поступающие рабочие могут быть допущены к работе только после прохождения вводного (общего) инструктажа по технике безопасности и производственной санитарии и первичного инструктажа по технике безопасности непосредственно на рабочем месте. Кроме того, вновь поступившие рабочие в течение одного месяца должны быть обучены безопасным приемам труда и правилам оказания первой помощи пострадавшим от электрического тока и других несчастных случаев и сдать соответствующие экзамены. Проверка знаний производится комиссией под председательством главного инженера и оформляется протоколом. При дальнейшей работе повторный инструктаж на рабочем месте должен проводиться систематически, не реже одного раза в три месяца и при каждом переходе на другую работу. Проведение инструктажей регистрируется в специальном журнале.

Рабочие, занятые на строительно-монтажных работах с повышенными требованиями по технике безопасности (верхолазные, погрузочно-разгрузочные), должны быть также обучены по специальным программам и иметь удостоверения на право производства этих работ. Персонал, обслуживающий машины, оборудование, объекты и установки, подконтрольные Госгортехнадзору РФ, должен быть обучен и иметь удостоверения, подписанные инспектором Госгортехнадзора.

Электромонтерам, обслуживающим электроустановки, в соответствии с правилами Госэнергонадзора РФ после обучения и испытания присваивают квалификационные группы по технике безопасности от первой до пятой в зависимости от уровня знаний и стажа работы. Рабочие, занятые на работах с повышенными требованиями по технике безопасности (верхолазы, электромонтеры), должны проходить предварительный и периодический (один раз в год) медицинский осмотр.

К самостоятельным верхолазным работам допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, имеющие стаж верхолазных работ не менее одного года и тарифный разряд не ниже третьего. Рабочие, впервые допускаемые к верхолазным работам, в течение одного года должны работать под

непосредственным надзором опытных рабочих электролинейщиков, назначенных руководителем организации. Верхолазными считаются все работы, которые выполняются на высоте более 5 м от поверхности грунта, перекрытия или рабочего настила. Учащиеся профессионально-технических учебных заведений и техникумов в возрасте от 17 до 18 лет допускаются к верхолазным работам не более чем на три часа в день для прохождения производственной практики (производственного обучения) под постоянным руководством и наблюдением мастера производственного обучения и работника, назначенного приказом для руководства практикой.

Линейный инженерно-технический персонал (прорабы, мастера, механики) должен ежегодно проходить проверку знаний правил техники безопасности. Инженерно-технические работники, обслуживающие объекты, контролируемые Госгортехнадзором, должны, кроме того, не реже одного раза в три года сдавать экзамены по соответствующим правилам.

Контроль за выполнением правил техники безопасности при производстве работ возложен на технических инспекторов районных профсоюзных организаций и общественных инспекторов по технике безопасности, избираемых местными профсоюзными организациями.

Руководители и инженерно-технические работники несут административную и уголовную ответственность за невыполнение возложенных на них обязанностей по соблюдению правил техники безопасности и производственной санитарии.

Меры безопасности при строительных работах

При расчистке трассы линии электропередачи расстояние между отдельными группами рабочих, занятых валкой деревьев, должно быть не менее 50 м. Запрещается одновременно валить несколько деревьев, влезать на подрубленные и подпиленные деревья, подрубить деревья с нескольких сторон, стоять со стороны падения дерева, а также работать при сильном ветре, тумане и гололеде. При работе с электро- и мотопилами должны быть соблюдены меры безопасности, предусмотренные специальными инструкциями.

К валке, погрузке и штабелевке деревьев лица моложе 18 лет не допускаются.

При земляных работах в местах, где могут находиться действующие подземные коммуникации, надо строго выполнять устанавливаемые их владельцами требования по производству работ.

При рытье котлованов и траншей вынутый грунт следует укладывать на расстоянии не менее 0,5 м от их края. Рыть котлованы с вертикальными стенками без креплений можно на глубину не более 1 м в песчаных и насыпных грунтах, 1,25 м - в супесчаных и 1,5 м - в глинистых, суглинистых и сухих. В котлованах большей глубины надо крепить стенки или разрабатывать их с естественным углом откоса. При разработке бурильно-крановыми машинами котлованов спуск рабочих в них не разрешается.

При работе экскаватора запрещается находиться в радиусе действия полного вылета его стрелы, а при бурении ям под опоры бурильно-крановыми машинами не разрешается приближаться к вращающемуся буру на расстояние менее 1 м. Запрещается также отбрасывать грунт от края котлована при вращающейся штанге бура и очищать буровую головку при работающем двигателе бурильно-крановой машины.

Котлованы, вырытые вблизи мест прохода людей, следует ограждать или закрывать щитами с предупредительными плакатами, а в ночное время - зажженными фонарями. При рытье котлованов на крутых склонах в населенных районах должны быть приняты меры против падения и скатывания камней.

При появлении запаха газа земляные работы должны быть немедленно прекращены, а места их - ограждены и обозначены указателями.

При устройстве фундаментов под опоры подъемные механизмы следует устанавливать на расстоянии не менее 1 - 1,5 м от края котлована в зависимости от плотности грунта и глубины разработки. Опускать подножки в котлованы нужно осторожно, не касаясь стенок. При этом запрещается находиться в котлованах.

При работе с подъемными и тяговыми механизмами и приспособлениями предварительно должна быть проверена их исправность, а также надежность заделки в землю якорей для оттяжек. К работе могут быть допущены механизмы и приспособления, испытанные в установленные сроки. На всех механизмах и приспособлениях должны быть указаны предельная нагрузка и сроки испытания. Масса поднимаемых грузов и тяговые усилия на тросах не должны превышать допустимые.

Перед началом работ должно быть проверено знание сигналов всеми членами бригады, включая персонал, обслуживающий механизмы. При подъеме опор, а также грузов на опоры и подтягивании канатов рабочие должны быть расставлены так, чтобы исключалась возможность травматизма в случае падения опоры, груза или повреждения тяговых приспособлений.

Категорически запрещается проходить или стоять под поднимаемой или опускаемой опорой, тяговыми тросами и расчалками, между падающей стрелой и тяговым механизмом, около упоров или креплений со стороны тяжения. Запрещаются работа неисправными механизмами и устранение в них мелких неполадок во время подъема.

При сборке и установке опор все рабочие должны четко знать свои действия, а также подаваемые условные сигналы и команды. Предварительно следует убедиться в исправности такелажа (отсутствие трещин в крюках, разработанность осей роликов, целостность тросов и пеньковых канатов). Необходимо также проверить прочность крепления тросов и расчалок к элементам опоры и трактору, причем должна быть исключена возможность их перетирания.

При подъеме опоры с помощью падающей стрелы под ее стойку должны быть подложены доски или бревна. Подъем опоры без боковых и тормозных расчалок не разрешается.

Одностоечные деревянные опоры допускается поднимать вручную, при этом снимать поддерживающие багры и ухваты разрешается только после ее установки и полной засыпки котлована. Багры и ухваты должны иметь длину 2,5-4,5 м, диаметр не менее 50 мм и прочные металлические наконечники.

При установке опор бурильно-крановыми машинами следует после закрепления на ней троса отойти от котлована на безопасное расстояние, регулировать положение опоры при подъеме только расчалками и направлять комель в котлован после того, как она будет полностью оторвана от земли. Нельзя при подъеме опоры находиться непосредственно под ней, натягиваемыми тросами и расчалками, а также в котлованах.

Запрещается прекращать работы по засыпке котлованов с установленной опорой до полного их окончания, а также на время обеда или на ночь. Расчалки с поднятой опоры снимают после закрепления ее на фундаменте или засыпки котлована.

Влезать на установленную опору для снятия такелажа можно только после надежного ее закрепления опоры на фундаменте или в котловане по специальному разрешению производителя работ; при этом используют испытанный предохранительный пояс.

В охранной зоне действующих ВЛ и других инженерных сооружений поднимать опору разрешается только в присутствии руководителя работ, соблюдая условия, изложенные в специальной литературе.

При погрузочно-разгрузочных работах место производства работ по подъему и перемещению грузов должно быть освещено в соответствии с нормами. Все чалочные и захваточные приспособления должны быть испытаны и иметь клеймо или бирки с указанием срока испытания и предельной грузоподъемности.

Рабочие, занятые на погрузочно-разгрузочных работах, должны иметь соответствующие удостоверения. Работы, связанные с погрузкой и выгрузкой железобетонных и металлических конструкций (столбов, опор, подножников), выполняются под руководством прораба, мастера или опытного бригадира. Предварительно прораб (мастер или бригадир) обязан провести подробный инструктаж по технике безопасности.

Строповку длинномерных и тяжеловесных грузов выполняют в соответствии со схемой, выдаваемой такелажнику и крановщику. Для разворота грузов при подъеме или перемещении такелажник должен применять специальные оттяжки, а также следить за тем, чтобы при подъеме груза тяговые канаты находились в вертикальном положении, и не допускать подтаскивания груза крюком. Перед опусканием груза необходимо осмотреть место выгрузки и убедиться в невозможности падения, сползания или опрокидывания груза при установке.

При работе с антисептированными деревянными столбами открытые или недостаточно защищенные части тела работающего должны быть покрыты предохранительной пастой ИЭР-1 (следует избегать попадания пасты в глаза). После окончания работы или перед принятием пищи работающие должны смыть пасту теплой водой с мылом и прополоскать рот, а по возвращении с работы - принять горячий душ.

Рабочие, постоянно занятые антисептированием древесины, должны проходить периодические медицинские осмотры, обучение, а также иметь спецодежду и аптечку с предохранительной пастой и медикаментами. Все отходы, загрязненную траву и верхний слой земли на месте работ с антисептированными столбами нужно собирать и закопать.

К работе с переносным электроинструментом допускаются лица, имеющие I группу по технике безопасности, прошедшие производственное обучение и имеющие удостоверение на право пользования электроинструментом.

Напряжение электроинструмента должно быть не выше 220 В для работы в помещениях без повышенной опасности и не выше 42 В - в особо опасных помещениях, с повышенной опасностью и вне помещений. Корпус электроинструмента, работающего при напряжении выше 42 В, обязательно заземляют через специальный

болт и медный проводник сечением не менее 4 мм². Электрические соединители для подключения электроинструмента должны иметь специальный заземляющий контакт.

Электроинструмент должен ежемесячно проверяться специально выделенным рабочим, имеющим III (и выше) квалификационную группу по технике безопасности, на отсутствие замыкания на корпус и обрыва заземляющей жилы. Кроме того, контролируют состояние изоляции питающих проводов.

Меры безопасности при монтажных работах

При монтаже проводов и тросов до начала работ следует проверить исправность подъемных механизмов, приспособлений и монтажного инструмента. Все рабочие, занятые на раскатке, подъеме и натягивании проводов, должны твердо знать сигналы и команды, связанные с производством работ.

При разгрузке и перекалке барабанов с проводом надо следить, чтобы их выступающие части не захватывали одежду. Перевозят и разгружают барабаны так, чтобы исключалась возможность их падения на землю. Запрещается сбрасывать барабаны с машины. Как правило, выгрузка барабанов механизирована. При ручной разгрузке барабан спускают по слегам, оттягивая его тросом или канатом в противоположную сторону.

При раскатке проводов нужно проверить устойчивость раскаточных устройств, на которые установлены барабаны, тормозные приспособления и удалить выступающие гвозди. Раскатку и вытяжку проводов производят в брезентовых рукавицах, а при ручной раскатке используют брезентовые наплечники. Запрещается при раскатке и вытяжке проводов вручную опоясываться проводом и надевать его петлю на руку или плечо. Раскатку проводов на косогорах выполняют сверху вниз.

Раскатанный провод или трос необходимо тщательно осмотреть и устранить обнаруженные дефекты, которые могут стать причиной обрыва при натягивании и нанести травму. Если натягиваемый провод или трос зацепился за какой-нибудь предмет на земле, не разрешается подходить к нему с внутренней стороны угла или со стороны, куда провод может соскочить после освобождения. Нельзя находиться под проводами и тросами во время их подъема и вытяжки. При раскатке, подъеме и натягивании проводов и тросов через

проезжие дороги нельзя допускать проезд транспорта до подъема проводов на проектную высоту и надежного закрепления. Для остановки транспорта с обеих сторон перехода должны быть выставлены сигналисты.

Соединять провода опрессовкой и термитной сваркой могут только специально обученные рабочие, имеющие удостоверение на право выполнения этих работ. Производить термитную сварку можно только в защитных очках с темно-синими стеклами и в брезентовых рукавицах. Запрещается поправлять руками горящий термитный патрон. Сгоревший патрон можно сбивать с провода только после охлаждения в направлении от себя.

К монтажу проводов и тросов на установленных опорах допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие специальное медицинское обследование и обученные безопасным приемам работы. Работы на установленных опорах следует вести, как правило, со специальных подъемных механизмов, а если невозможен подъезд к опорам, надо использовать когти и лестницы. Перед подъемом на опору необходимо убедиться, что она прочно закреплена в грунте или что ее загнивание не превышает допустимой нормы. Следует также проверить исправность лестниц, предохранительных поясов, когтей, ремней и убедиться по клеймам, что срок периодического испытания не истек и они пригодны к работе. Лестницы необходимо закреплять на всех опорных точках, предусмотренных их конструкцией.

При подъеме на опору запрещается брать с собой арматуру, оборудование и материалы. Поднимают грузы рабочие, стоящие на земле, с помощью специального каната через блок, установленный на опоре. Подавать на опору инструмент, приспособления и мелкие детали следует так же.

К работам на высоте можно приступать только после надежного закрепления цепью предохранительного пояса за стойку опоры поверх траверсы. При работе на высоте с корзины (люльки) монтажной вышки цепь предохранительного пояса обязательно пристегивают к ограждению, а сам пояс застегивают на все ремни. При перемещении вышки от одной опоры к другой электролинейщикам запрещается находиться в корзине.

Нельзя находиться под опорой, на которой ведется работа. Личный инструмент при работе на опоре электролинейщик должен держать в сумке и не допускать его падения вниз. Запрещается влезать на анкерную опору и находиться на ней при монтаже проводов на стороне натянутого провода, а также влезать на угловые опоры и работать на них со стороны внутреннего угла проводов.

При ветре силой более 5 баллов, грозе, гололеде, тумане и с наступлением темноты работы по монтажу проводов и тросов должны быть прекращены.

После окончания монтажа ВЛ ее прохода должны быть замкнуты и заземлены через каждые 3 км.

При демонтаже ВЛ снимать одновременно все провода с опоры запрещается: их следует демонтировать по одному. Чтобы предупредить падение рабочего вместе с опорой при снятии двух последних проводов, опору необходимо укрепить с 3-4 сторон временными оттяжками или баграми. Так же нужно укрепить две соседние опоры.

Демонтаж проводов и спуск их на землю при замене опор следует начинать с нижнего провода, а укладку проводов на вновь установленную опору - с верхнего. При перекладке проводов рабочий должен закрепиться обоими когтями на новой опоре. Запрещается опираться одним когтем на новую опору, а другим - на старую.

Меры безопасности при работах в охранной зоне действующей ВЛ

Охранной зоной действующей ВЛ считается полоса земли шириной, равной расстоянию между крайними проводами плюс 2, 10, 15, 20, 25, 30 и 40 м для ВЛ соответственно 1, 1-20, 35, . НО, 150-220, 330-500 и 750 кВ.

Строительно-монтажные работы в охранной зоне действующих ВЛ при сближениях и пересечениях с ними строящихся ВЛ считаются особо опасными и требуют проведения ряда технических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность. Все работы в охранной зоне действующих ВЛ должны выполняться под непосредственным руководством инженерно-технического работника, ответственного за безопасное производство работ, при наличии письменного разрешения организации - владельца ВЛ и наряда-допуска, выданного строительно-монтажной организацией и утвержденного ее главным инженером.

К работам могут быть допущены лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр и имеющие квалификационную группу по технике безопасности. Бригада должна состоять не менее чем из двух человек.

Представитель владельца ВЛ (допускающий) должен выполнить все мероприятия, указанные в наряде (например, при полном снятии напряжения - отключить линию, проверить отсутствие напряжения на месте производства работ, наложить заземления), и допустить бригаду к работе. Заземление ВЛ должно быть в пределах видимости от места работ.

Предварительно руководитель проводит инструктаж по технике безопасности, а во время работы - ведет непрерывный надзор за рабочими и не допускает посторонних лиц и животных к месту работ. Чтобы не создавалась угроза несчастного случая для рабочих или посторонних лиц во время прекращения работ (например, ночью), следует оградить котлованы, расчистить незакрепленные опоры и др. При выезде на линию бригада должна получить набор необходимых медицинских средств для оказания первой помощи на месте.

До начала работ в охранной зоне напряжение с действующей ВЛ должно быть снято. Если ВЛ отключить нельзя, допускается производство работ в ее охранной зоне при условии, что расстояние от строительных машин или грузов при их любом положении до вертикальной плоскости, проходящей через крайние провода, будет не менее 1.5; 2; 4; 5; 6 и 9 м соответственно для ВЛ до 1, 1-20, 35-110, 150-220, 330 и 750 кВ. Разрешается также работа машин непосредственно под проводами действующих ВЛ 110-750 кВ при условии, что расстояние от любой части машины или груза до проводов будет не менее 4, 5, 6 и 9 м соответственно

для ВЛ 110, 150-220, 330 и 500-750 кВ. При этом грузоподъемные машины должны быть заземлены, а их машинисты - иметь квалификационную группу по технике безопасности не ниже II.

При пересечении строящейся ВЛ с действующей последняя, должна быть обязательно отключена и заземлена. Исключение возможно только при проходе монтируемых проводов под действующей линией, причем работы без снятия напряжения в этом случае могут выполняться лишь при взаимной договоренности монтажной и эксплуатационной организаций по наряду-допуску.

Переустройство действующей ВЛ при реконструкции и строительстве новых автомобильных и железных дорог, трубопроводов и других сооружений разрешается производить только с отключением ВЛ и заземлением участка работ с двух сторон.

Строительные и монтажные работы в охранной зоне действующих ВЛ, на переходах и пересечениях должны производиться с соблюдением следующих требований.

Валку деревьев, которые могут упасть на провода действующей ВЛ, выполняют по наряду под руководством бригадира, имеющего квалификационную группу по технике безопасности не ниже III. В других случаях работы производят без наряда - по устному распоряжению. Валят деревья в сторону, противоположную проводам, для чего до начала рубки на них устанавливают не менее двух оттяжек.

Рытье котлованов механизированным способом и сборку опор кранами производят по наряду под руководством бригадира, имеющего квалификационную группу по технике безопасности не ниже IV. При других способах рытья котлованов и сборки опор достаточно устного разрешения.

Установку опор выполняют по наряду под руководством бригадира, имеющего квалификационную группу по технике безопасности не ниже IV, в строгом соответствии с местной инструкцией, утвержденной главным инженером организации, ведущей работы. При этом устанавливать такелажные приспособления под проводами действующей ВЛ и закреплять их за опоры этой линии не разрешается. Снимают такелажные приспособления с установленной опоры только после надежного закрепления ее основания и засыпки котлованов.

Монтировать провода и тросы при переходе над проводами действующей ВЛ разрешается только после оформления допуска-отключения ВЛ и наложения заземления.

При переходе под проводами действующей ВЛ выше 1 кВ без ее отключения через раскатанный провод до его подъема и вытяжки надо перекинуть веревки с обеих сторон пересекаемой линии и закрепить их концы за анкер. Длина веревок должна, во-первых, исключать возможность соприкосновения проводов обеих ВЛ, а во-вторых, обеспечивать подъем проводов при вытяжке до проектной отметки. Натягиваемый провод и применяемые механизмы следует надежно заземлить с обеих сторон действующей ВЛ.

После окончания работ по устройству перехода провода с обеих сторон должны быть замкнуты и заземлены до окончания монтажа ВЛ, так как в случае обрыва проводов, смонтированных в переходном пролете, все провода строящейся ВЛ могут оказаться под напряжением. Вместо заземления допускается разъединять анкерные петли проводов на переходных опорах.

Вблизи действующей ВЛ (и охранной зоне) монтаж проводов и тросов строящейся ВЛ выполняют, соблюдая те же меры безопасности, что на переходах и пересечениях действующих линий.

Если строящаяся ВЛ на отдельных, хотя бы небольших, участках сближается с действующими ВЛ высокого напряжения или находится в зоне их влияния, в проводах и тросах строящейся ВЛ появляется наведенное напряжение, которое может достигать опасных значений. Поэтому провода и тросы строящейся ВЛ, а также тяговые механизмы должны быть заземлены на все время производства работ на каждом анкерном участке.