

# Воздушные линии электропередачи напряжением до 1 кВ

## Общие сведения

1. Работы по сооружению воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ выполняются с соблюдением требований ПУЭ (гл. 2.4), СНиП 3.05.06-85, типовых чертежей опор, утвержденных в установленном порядке, и проектной документации.

2. Проектная документация на сооружения воздушной линии напряжением до 1 кВ должна содержать: план трассы, журнал размещения опор, чертеж опор и оснований, спецификацию на материалы и оборудование, смету на сооружение воздушной линии.

3. Проектная документация должна быть передана генподрядчиком (заказчиком) монтажной организации не позднее, чем за три месяца до начала работ для подготовки к их производству.

4. До начала электромонтажных работ по сооружению ВЛ должны быть выполнены подготовительные работы согласно требованиям СНиП 3.05.06-85 (пп. 3.116-3.118). Просека на трассе ВЛ должна быть очищена от вырубленных деревьев и кустарников. (Вырубка кустарников на рыхлых почвах, крутых склонах и местах, заливаемых во время половодья, не допускается). Древесина, оставленная в штабелях на трассе ВЛ, на пожароопасный период, а также оставшейся на этот период «валы» порубочных остатков должны быть окаймлены минерализированной полосой шириной 1 м, с которой полностью удаляется травяная растительность, лесная подстилка и прочие горючие материалы до минерального слоя почвы.

5. Для воздушной линии до 1 кВ могут применяться однопроволочные и многопроволочные провода; применение расплетенных проводов не допускается.

По условиям механической прочности сечения проводов должно быть не менее:

16 мм<sup>2</sup> - для алюминиевых;

10 мм<sup>2</sup> - для сталеалюминевых и биметаллических;

25 мм<sup>2</sup> - стальных многопроволочных и 4 мм для стальных однопроволочных.

36. Опоры ВЛ до 1 кВ могут применяться железобетонные, деревянные с железобетонными приставками, деревянные и металлические.

7. При сооружении ВЛ выполняют следующие операции и работы:

- подготавливают трассу;

- размечают места установки опор;

- сооружают фундаменты для опор;

- производят сборку и установку опор;

- раскатывают и натягивают провод;

- заземляют элементы ВЛ и монтируют устройства защиты от перенапряжения;

- законченную строительством ВЛ подвергают проверкам и испытаниям и сдают в эксплуатацию.

8. Контроль качества работ по сооружению ВЛ осуществляется в процессе выполнения всех операций, а также при сдаче ВЛ в эксплуатацию.

## Производственный контроль

9. При разметке трассы опоры должны размещаться так, чтобы не загораживали входы в здания и въезды во дворы и не затрудняли движение транспорта и пешеходов. В местах, где имеется опасность наезда транспорта на опоры необходимо предусмотреть защиту опор, например, отбойными трубами.

10. Прохождение ВЛ не допускается по территории стадионов и школ, по территории спортивных комплексов.

11. Наименьшее расстояние от опор ВЛ до подземных коммуникаций и надземных колонок различного назначения должно быть:

- кабелей силовых - 1 м;

- то же при прокладке их в изолирующей трубе - 0,5 м;

- трубопроводов - 1 м (водо-, газо-, теплопроводов, также канализационных труб);
- пожарных гидрантов - 2 м (колодцев, люков, подземной канализации, водозаборных колонок);

- бензиновых колонок - 10 м.

12. Наименьшее расстояние подземных кабелей линий связи (ЛС) и линий радиотрансляционных сетей (РС) до опор ВЛ должны быть:

- заземлителя опоры ВЛ (или до железобетонной опоры) в населенной местности - 3 м;
- то же в ненаселенной местности - 10 м;
- незаземленной деревянной опоры в населенной местности - 2 м;
- то же в ненаселенной местности - 5 м.

13. Расстояние по горизонтали от проводов при наибольшем их отклонении, до зданий и строений должно быть:

- не менее 1 м до глухих стен;
- 1,5 м до балконов, террас и окон.

Прохождение ВЛ над зданиями не допускается.

14. Расстояние от проводов при наибольшем их отклонении или провесе до кроны деревьев должно быть не менее 1 м.

15. Пересечение ВЛ до 1 кВ между собой рекомендуется выполнять на перекрестных опорах; допускается пересечение в пролете, при этом расстояние по вертикали между ближайшими проводами пересекающихся ВЛ при температуре окружающего воздуха +15 °С без ветра должно быть не менее 1 м. При пересечении ВЛ до 1 кВ в пролете место пересечения должно быть возможно ближе к опоре верхней пересекающей ВЛ, при этом расстояние по горизонтали между опорами пересекающей и проводами пересекаемой ВЛ должно быть не менее 2 м (рис. 1).

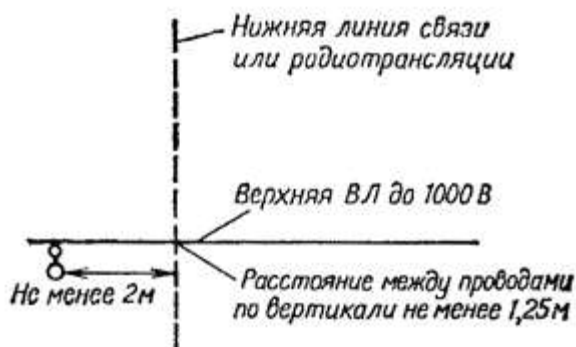


**Рис. 1.** Схема пересечения в пролете ВЛ до 1 кВ между собой.

16. Пересечение ВЛ до 1 кВ с линиями связи (ЛС) и линиями радиотрансляционных сетей (РС) должно выполняться под углом, близким к 90 °С и должно находиться на расстоянии не менее 2 м от опоры ВЛ.

Расстояние по вертикали от проводов ВЛ до проводов или подвесных кабелей ЛС и РС в пролете пересечения при наибольшей стреле провеса провода ВЛ должно быть не менее 1,25 м.

Место пересечения проводов ВЛ с проводами или подвесными кабелями ЛС и РС должно находиться на расстоянии не менее 2 м от ближайшей опоры ВЛ, но по возможности ближе к опоре ВЛ (рис. 2).



**Рис. 2.** Схема пересечения в пролете ВЛ до 1 кВ с линиями ЛС и РС.

Соединение проводов ВЛ, ЛС и РС в пролетах пересечения не допускается. Провода ВЛ должны быть многопроволочными с сечением не менее  $35 \text{ мм}^2$  для алюминиевых,  $25 \text{ мм}^2$  для сталеалюминевых и стальных.

Опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерного типа. Провода ВЛ на этих опорах должны иметь двойное крепление.

17. При пересечении ВЛ до 1 кВ с ВЛ до и выше 1 кВ угол пересечения не нормируется, но ВЛ до 1 кВ должна проходить ниже ВЛ выше 1 кВ. Место пересечения должно находиться возможно ближе к опоре верхней (пересекающей) ВЛ.

При этом расстояние по горизонтали от опоры пересекающей ВЛ до проводов нижней (пересекаемой) ВЛ при наибольшем отклонении проводов должно быть не менее 6 м, а от опор нижней (пересекаемой) ВЛ до проводов верхней (пересекающей) ВЛ не менее 5 м.

Расстояние по вертикали между проводами ВЛ до 1 кВ и ВЛ выше 1 кВ приведены в ПУЭ. В частности при прохождении ВЛ до 1 кВ под ВЛ 10 кВ оно должно быть не менее 2 м.

18. Опоры для ВЛ до 1 кВ должны быть изготовлены в соответствии с требованиями СНиП и проектов типовых конструкций.

Деревянные опоры и их детали должны отвечать требованиям СНиП II-25-80 и проекта типовых конструкций серии 3.407.5-136.

19. Для деревянных опор ВЛ до 1 кВ необходимо применять бревна из леса не ниже 3-го сорта по ГОСТ 9463-88\*, пропитанные антисептиком заводским способом. Допускается применение непропитанной лиственницы. Конусность бревна от комля к верхнему отрубам должна быть не более 8 мм на 1 м длины.

20. Диаметр бревен в верхнем отрубам для основных элементов опоры (стойки, приставки, траверсы, подкосы) должен быть не менее 14 см, для остальных элементов не менее 12 см.

21. Ж/бетонные опоры, поставляемые заводами-изготовителями, должны иметь сертификат качества, в котором указываются: тип опоры, марка бетона, вид армирования (стержневое, проволочное, прядевое), дата изготовления и отгрузки. На стволе опоры должны быть нанесены марка изделия, заводской номер и завод-изготовитель.

22. При приеме ж/бетонных опор от завода-изготовителя бракуются опоры (стойки опор), имеющие в одном сечении более одной продольной трещины шириной раскрытия 0,2 мм и более. Трещины шириной от 0,1 до 0,2 мм допускаются заделывать защитными эмульсиями. Подлежат отбраковке также опоры из проволочной и прядевой арматуры, имеющие поперечные трещины шириной 0,1 мм, а опоры со стержневой арматурой - при ширине поперечных трещин 0,2 мм и более.

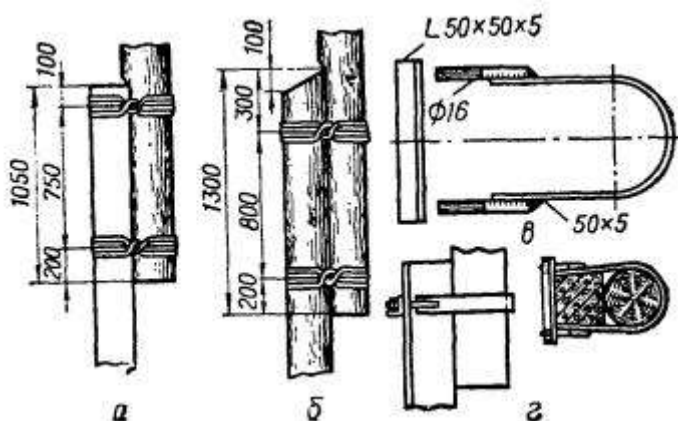
23. При перевозке и транспортировке ж/бетонных опор не допускается подвергать их ударам, резким толчкам. Погрузка опоры должна производиться краном со страховкой стойки в двух местах, симметричных относительно центра тяжести опоры. Запрещается транспортировка опор по земле волоком.

24. Элементы деревянных опор при сборке соединяются между собой болтами. Перед сборкой опор осматривают все детали, отбраковывают поврежденные. При сборке деревянных опор все детали должны быть пригнаны друг другу. Зазор в местах врубок и стыков не должен превышать 4 мм. Древесина в местах соединения должна быть без сучков и трещин. Зарубы, затесы и отколы должны быть выполнены на глубину не более 20 % диаметра бревна. Сквозные щели в стыках рабочих поверхностей не допускаются. Заполнение щелей или других неплотностей между рабочими поверхностями не допускается. Должна соблюдаться геометрическая схема и размеры, указанные в чертежах. Отклонения от проектных размеров всех деталей опоры допускается в пределах: по диаметру  $-1 +2$  см, по длине  $-1$  см на 1 метр. Минусовой допуск при изготовлении траверс не допускается. Места врубок и затесов перед сборкой обрабатываются антисептиком. Отверстие под болты просверливаются. При сборке болты должны плотно входить в отверстия. Под головки болтов и гайки должны быть подложены шайбы. Длину болтов выбирают такой, чтобы концы их выступали из гаек не менее 40 мм и не более 100 мм. Диаметр болтов должен быть не менее 16 мм. Для предупреждения отвинчивания гаек закернивают резьбу на концах болтов, которые будут располагаться над землей на высоте менее 3 м.

25. Стойки деревянных опор соединяются с приставкой с помощью бандажей из оцинкованной проволоки диаметром 4 мм. Допускается применение неоцинкованной проволоки диаметром 5-6 мм. Количество ниток проволоки в бандаже должно быть:

- для проволоки диаметром 4 мм - 12;
- 5 мм - 10;
- 6 мм - 8.

Затяжка бандажей должна быть выполнена так, чтобы все нитки проволоки плотно соприкасались друг с другом и были бы равномерно натянуты. Концы проволоки бандажа должны быть загнуты и забиты в стойку опоры на глубину 20-25 мм. Бандажи должны быть стянуты болтами пропускаемыми между опорой и приставкой. Под головкой и гайкой должны быть установлены фасонные (с загнутыми краями) прямоугольные шайбы. Допускается вместо стягивания болтами применять стягивание закруткой проволокой бандажа. Взамен проволочных бандажей допускается применять стяжные хомуты на болтах. Каждый бандаж (хомут) должен сопрягать не более двух деталей опоры (рис. 3).



**Рис. 3.** Соединение стойки опор ВЛ 0,4 кВ с приставкой:

- а* - железобетонной; *б* - деревянной; *в* - хомут для соединения деревянных стоек с железобетонной приставкой; *г* - готовое соединение хомутом.

26. Перед установкой опор они оснащаются штыревыми изоляторами. Изоляторы должны быть закреплены на крюках или штырях с использованием полиэтиленовых колпачков или каболки.

27. Для установки крюка в древесине стойки опоры высверливается отверстие диаметром, равным внутреннему диаметру нарезки крюка, и глубиной 0,75 длины

нарезной части. Крюк должен быть ввернут в отверстие на всю длину нарезной части плюс 10-15 мм. Для установки штыря в траверсе высверливается отверстие, равное диаметру штыря. Штырь вставляется в отверстие и закрепляется гайкой с прокладкой шайбы.

28. Стальные детали ж/бетонных опор (траверсы, скобы, хомуты) должны быть оцинкованы или покрыты атмосферостойкой краской. При сборке ж/бетонных опор траверсы крепят болтами или скобами.

29. Расстояние по вертикали между крюками и по горизонтали между штырями на траверсе должны быть: 40 см (в 1-м, 2-м и 3-м районах по гололеду) и 60 см (в 4-м и особых районах). Расстояние от верха опоры до первого крюка должно быть не менее 20 см, до первой траверсы 35 см.

30. Установленные опоры не должны отклоняться от вертикальной оси более чем 1:100 (отношение величины отклонения верхнего конца стойки опоры к ее высоте) для деревянных и 1:150 для ж/бетонных опор. Выход опоры из створа линии допускается не более 100 мм, уклон наклона траверсы на деревянной опоре должен быть не более 1:50, на ж/бетонной 1:100.

31. Оттяжки опор должны прикрепляться к анкерам, установленным в земле, или к каменным, кирпичным, ж/бетонным и металлическим зданиям и сооружениям. Сечение стальных оттяжек должны быть не менее 25 мм<sup>2</sup>.

32. Оттяжки опор в сетях с изолированной нейтралью, закрепленные нижним концом на высоте менее 2,5 м от земли, должны быть заземлены с сопротивлением заземляющего устройства не менее 10 Ом, или изолированы при помощи натяжного изолятора, рассчитанного на напряжение ВЛ и установленного на высоте не менее 2,5 м от земли. В сетях с глухозаземленной нейтралью оттяжки должны быть присоединены к нулевому защитному проводнику.

33. Для ВЛ, по условиям механической прочности, должны применяться провода сечением не менее: алюминиевые 16 мм<sup>2</sup>; сталеалюминиевые и биметаллические 10 мм<sup>2</sup>; стальные многопроволочные 25 мм<sup>2</sup>; стальные однопроволочные диаметром 4 мм.

34. Соединение проводов должно производиться при помощи соединительных зажимов или сваркой (в т.ч. термитной). Однопроволочные провода допускается соединять путем скрутки и последующей пайки. Соединения, подверженные натяжению, должны иметь механическую прочность не менее 90 % предела прочности целого провода. Соединения проводов из разных металлов или разных сечений должны выполняться только на опорах с применением переходных зажимов. Зажимы и участки провода, на которых они установлены, не должны испытывать механических усилий от натяжения проводов.

35. На опорах нулевой провод должен располагаться ниже фазных. Провода наружного освещения должны прокладываться над нулевым проводом.

36. Расстояние между проводами на опоре, а также в пролете, по условиям их сближения в пролете при наибольшей стреле провеса до 1,2 м должны быть не менее 40 см (в 1-м, 2-м, 3-м районах по гололеду) и 60 см (в 4-м и особых районах). Расстояние по вертикали между проводами разных фаз при ответвлении от ВЛ и пересечении разных ВЛ на общей опоре должно быть не менее 10 см. Расстояние по горизонтали между проводами при спусках на опоре должно составлять не менее 15 см. Расстояние от проводов до поверхности опоры, траверсы должно быть не менее 5 см.

37. Расстояние от проводов при наибольшей стреле провеса до земли и проезжей части улиц должно быть не менее 6 м. При пересечении улиц ответвлениями от ВЛ к вводам в здание расстояние от проводов до тротуаров и пешеходных дорожек допускается уменьшать до 3,5 м.

38. При пересечении несудоходных и замерзающих небольших рек, каналов и т.п. расстояние от проводов ВЛ до наивысшего уровня воды должно быть не менее 2 м, а до льда не менее 6 м.

39. При пересечении ВЛ между собой провода ВЛ низшего напряжения должны располагаться ниже проводов более высокого напряжения. Расстояние между ВЛ напряжением до 1 кВ и ВЛ напряжением 10 кВ должно быть не менее 2 м. Расстояние между проводами пересекающихся ВЛ до 1 кВ должно быть не менее 1 м (при температуре +15 °С).

40. Не допускается совместная подвеска на общих опорах проводов ВЛ и неизолированных проводов линий связи (ЛС), а также проводов радиотрансляционной сети (РС).

41. При пересечении ВЛ с автомобильными дорогами 3-й и 4-й категорий расстояние проводов до полотна дороги при наибольшей стреле провеса должно быть не менее 6 м; при пересечении автомобильных дорог 1-й и 2-й категорий - 7 м. Расстояние от проводов ВЛ до дорожных знаков и их несущих тросов должно быть не менее 1 м. Несущие тросы в местах пересечения с ВЛ должны быть заземлены с сопротивлением заземляющего устройства не более 10 Ом.

42. В сетях с глухо заземленной нейтралью крюки и штыри фазных проводов, устанавливаемые на железобетонных опорах, а также арматура этих опор должны быть присоединены к нулевому проводу (занулены). В сетях с изолированной нейтралью крюки и штыри фазных проводов установленные на ж/бетонных опорах должны быть заземлены. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 50 Ом. Заземляющие и зануляющие проводники должны иметь диаметр не менее 6 мм.

43. Крюки и штыри, устанавливаемые на деревянных опорах, заземлению (занулению) не подлежат, за исключением подлежащих заземлению по пп. 46 настоящего руководства. На рис. 3.3.4 показано, как выполняется заземление крюков в этом случае.

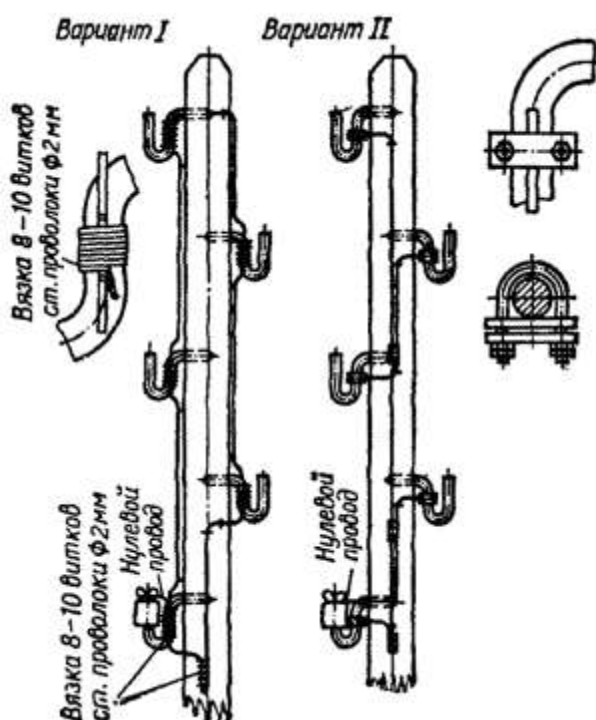


Рис. 4. Заземление крюков ВЛ 0,4 кВ на деревянных опорах.

44. В сетях с глухозаземленной нейтралью заземляющие устройства должны быть выполнены для повторного заземления нулевого провода, на концах ВЛ (или ответвлений от них длиной более 200 м), а также на вводах от ВЛ к электроустановкам, которые подлежат занулению. Сопротивление растеканию заземлителя каждого из повторных заземлений должно быть не более 15, 30 и 60 Ом, соответственно при напряжениях 660, 380 и 220 В.



45. В населенной местности с одно- и двухэтажной застройкой ВЛ, не экранированные промышленными дымовыми трубами, высокими деревьями и т.п., должны иметь заземляющие устройства, предназначенные для защиты от грозových перенапряжений. Сопротивление этих устройств должно быть не более 30 Ом, расстояние между ними не более 200 м для районов с числом грозových часов в году до 40 и 100 м для районов с числом грозových часов в году более 40.

46. На ВЛ до 1 кВ заземляющие устройства должны также быть выполнены:

а) на опорах с ответвлениями к вводам в помещения, где может быть сосредоточено большое количество людей (школы, ясли, больницы и т.п.) или которые представляют большую хозяйственную ценность (животноводческие помещения, склады, мастерские и т.п.);

б) на конечных опорах линий, имеющих ответвление к вводам, при этом расстояние от среднего заземляющего устройства этих линий должно быть не более 100 м для районов с числом грозových часов в году от 10 до 40 и 50 м для районов с числом грозových часов более 40. К указанным заземляющим устройствам должны быть присоединены на деревянных опорах крюки и штыри, а на ж/бетонных опорах также и арматура опор.

В местах, указанных в п. а) и б), кроме того, рекомендуется устанавливать разрядники.

### **Испытание и проверка**

47. Правила устройства электроустановок для ВЛ до 1 кВ предусматривают при проведении приемосдаточных испытаний измерение сопротивлений заземляющих устройств:

- в сетях с изолированной нейтралью измеряется сопротивление заземляющих устройств для заземления арматуры железобетонных опор, а также крюков и штырей, установленных на них. Сопротивления заземляющих устройств в любое время года должно быть не менее 50 Ом;

- в сетях с глухо заземленной нейтралью измеряется сопротивление заземляющих устройств для повторного заземления нулевого провода ВЛ. Общее сопротивление всех заземляющих устройств ВЛ в любое время года должно быть не более 5, 10 и 20 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В. При этом сопротивление каждого заземлителя для повторного заземления должно быть не более 15, 30 и 60 Ом, соответственно, при тех же напряжениях;

- сопротивление заземляющих устройств, предназначенных для защиты от атмосферных перенапряжений, должны быть не более 30 Ом.

48. Кроме проверок, предусмотренных ПУЭ, на ВЛ до 1 кВ, проверяется выполнение требований СНиП.

Отклонение опор от вертикальной оси вдоль и поперек оси линии (отношение отклонения верхнего конца стойки к ее высоте) должно быть не более 1/100 высоты деревянной и 1/150 высоты железобетонной опоры.

Выход опоры из створа линии при длине пролета до 200 м должен составлять не более 100 мм для деревянных и железобетонных опор.

Отклонение траверсы от горизонтальной оси должно быть не более 1/50 длины траверсы на деревянных опорах и 1/100 длины траверсы на железобетонных опорах.

Отклонение траверсы относительно линии, перпендикулярной оси ВЛ (для угловой опоры относительно биссектрисы угла поворота ВЛ) не более 1/50 длины траверсы на деревянных опорах и 1/100 длины траверсы на железобетонных опорах.

Проверяется фактическая стрела провеса проводов. Она не должна отличаться от проектной более чем на 5 % в сторону уменьшения. Разрегулировка стрелы провеса проводов в пролете должна составлять не более 10 % от проектной стрелы провеса, соответствующей фактической температуре.

Проверяется габарит линии - расстояния от провода до земли и различных пересекаемых объектов (в нормальном режиме работы линии). Расстояния должны соответствовать требованиям ПУЭ (см. пп. 36-39 настоящего руководства).

Расстояния по воздуху от проводов до деталей опор не должны отличаться от установленных ПУЭ более чем на 10 %.

49. На все измерения и проверки составляются протоколы.