

## 60 Основные сведения о воздушных линиях электропередачи

*Электрические воздушные линии (ВЛ)* предназначены для передачи и распределения электрической энергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным к различным опорным конструкциям. Воздушные линии электропередачи могут быть с напряжением до 1 кВ включительно и выше 1 кВ (3, 6, 10 кВ и выше по шкале стандартных напряжений).

Воздушные линии электропередачи широко распространены в России и для них характерны:

незначительный объем земляных работ при постройке;

простота эксплуатации и ремонта;

возможность использования опор воздушных линий с напряжением до 1 кВ для крепления проводов радиосети, местной телефонной связи, наружного освещения, телеуправления, сигнализации;

более низкая стоимость сооружения 1 км (примерно на 25...30 %) по сравнению со стоимостью сооружения кабельной линии).

Воздушные линии состоят из следующих основных конструктивных элементов:

опор различного типа для подвески проводов и грозозащитных тросов;

проводов различных конструкций и сечений для передачи по ним электрического тока;

грозозащитных тросов для защиты линий от грозových разрядов;

изоляторов, собранных в гирлянды, для изоляции проводов от заземленных частей опоры;

линейной арматуры для крепления проводов и тросов к изоляторам и опорам, а также для соединения проводов и тросов;

заземляющих устройств для отвода токов грозových разрядов или короткого замыкания в землю.

Проектирование и сооружение ВЛ ведется в соответствии с ПУЭ. Проектирование строительных конструкций опор и фундаментов производится на основании СНиП. ПУЭ устанавливают требования к линиям с различным напряжением исходя из их назначения: чем выше передаваемое напряжение и мощность линии, тем больший ущерб приносит ее повреждение, поэтому к линиям с более высоким напряжением предъявляются и более строгие требования.

Линии с напряжением до 1 кВ предназначены для передачи и распределения электроэнергии на небольшие расстояния внутри городов, поселков и деревень до вводов в дома или на предприятия.

Линии с напряжением 1... 35 кВ используются для передачи электроэнергии от районных подстанций к населенным пунктам и предприятиям на расстояние 10... 20 км.

Линии с напряжением 110... 220... 330 кВ предназначены для передачи больших мощностей между электрическими станциями и крупными районными подстанциями для энергоснабжения крупных городов или экономических районов на расстояние от 100 до 600 км.

Линии с напряжением 500 кВ используются для передачи мощности до 1 млн кВт и служат для связи различных энергетических систем, находящихся на расстоянии до 1200 км.

Линии с напряжением 750 кВ передают мощность 2... 2,5 млн кВт на расстояние 2000... 2200 км.

Основными факторами, определяющими конструктивное исполнение линий, являются воздействия ветра, температуры, дождя, гололеда, грозы и их возможных сочетаний.

Для линий на различные напряжения ПУЭ предусмотрены различные расчетные климатические условия, т. е. сочетание внешних атмосферных нагрузок (например, ветра и гололеда).

Расчетные скорости ветра принимаются не менее: 16 м/с – для линий с напряжениями до 1 кВ, 21 м/с – от 1 кВ до 35 кВ, 25 м/с – 110... 330 кВ, 30 м/с – 400 кВ и выше.

Расчетная толщина слоя гололеда принимается не менее 0,5 см для всех линий с напряжением до 330 кВ и не менее 1,0 см для линий с напряжением 400 кВ и выше.

На основании данных, полученных в результате достаточно продолжительных наблюдений за температурой воздуха, скоростью ветра, интенсивностью и удельным весом гололеда в районе, где сооружается линия, могут быть приняты для расчета другие, более высокие значения указанных величин.

Вся территория России делится на пять районов по уровню гололеда (I... IV и особый) и семь районов по силе ветра (I... VII).

Определение расчетных климатических условий для строящейся линии, как правило, производится в соответствии с картами климатического районирования, помещенными в ПУЭ и СНиП.

Различают нормальный и аварийный режимы работы линии. Нормальным режимом считается работа линии при неповрежденных проводах и тросах. Аварийный режим определяет работу линии при полностью или частично оборванных проводах или тросах. Для каждого режима работы предусматриваются соответствующие требования к конструктивным элементам линии. Кроме того,

требования ПУЭ обуславливаются типом местности, где проходит линия и плотностью населения.

*Населенной местностью* считаются территории городов, поселков, деревень, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, портов, пристаней, железнодорожных станций, парков, бульваров, пляжей в границах их реального перспективного развития на 10 лет.

*Ненаселенными* называют незастроенные местности, посещаемые людьми, доступные для транспорта и сельскохозяйственных машин, а также огороды, сады и другие участки с отдельными строениями и временными сооружениями.

*Труднодоступной* считают местность, недоступную для транспорта и сельскохозяйственных машин.

Для каждого типа местности ПУЭ установлены нормированные расстояния поднятия проводов над землей, а также от пересекаемых ими или параллельно расположенных с ними объектов, именуемые соответственно габаритами провода, габаритами пересечения и габаритами сближения.

*Габаритом провода ВЛ* называется расстояние по вертикали от точки наибольшего его провисания до земли.

*Габаритом пересечения* называется кратчайшее расстояние по вертикали от провода до пересекаемого им объекта. При пересечении объектов, расположенных под воздушной линией (дорог, рек), габарит пересечения определяется расстоянием от нижнего провода до пересекаемого объекта, а при пересечении объектов, расположенных выше ВЛ (мостов, линий электропередачи с более высокими напряжениями), — от верхнего провода до пересекаемого объекта.

*Габаритом сближения* называется допускаемое кратчайшее расстояние от нижних проводов линии до объектов (зданий, эстакад, надземных коммуникаций и др.).

Для нормальной работы и безопасного обслуживания ВЛ соблюдение норм, установленных ПУЭ, обязательно. Приведем примеры.

Расстояние от проводов до земли или проезжей части улицы при наибольшей стреле провеса должно быть не менее 6 м. В труднодоступной местности его разрешается уменьшать до 3,5 м, а в недоступной местности (скалы, утесы) — до 1 м. Если ответвление от ВЛ пересекает тротуар или пешеходную дорожку, расстояние от провода до земли также может быть уменьшено до 3,5 м (если это требование выполнить невозможно, устанавливают либо дополнительную опору, либо крепежную конструкцию на здании).

Судоходные реки и каналы, как правило, воздушными линиями не пересекаются, но если линия пересекает небольшую реку, пруд или озеро, то габарит до наивысшего уровня воды должен

быть не менее 2 м, а до поверхности льда — не менее 6 м, причем опора должна быть установлена от воды на расстоянии, равном или превышающем высоту опоры.

При пересечении железных дорог переходный пролет ВЛ монтируют на анкерных опорах, алюминиевые провода в этом пролете должны иметь сечение не менее 70 мм<sup>2</sup>, а медные — не менее 35 мм<sup>2</sup>; при пересечении железных дорог необщего пользования (заводские, узкоколейки) соответственно с соблюдением тех же условий разрешается воздушные линии устанавливать на промежуточных опорах (установка опор с оттяжками не допускается). Между опорой ВЛ и строением или опорой контактной сети должно выдерживаться расстояние не менее высоты опоры плюс 3 м (в крайнем случае в стесненных условиях — не менее 3 м). Крепление проводов к опоре должно быть двойным.

При пересечении воздушными линиями автомобильных дорог должны соблюдаться следующие правила. Переходный пролет над автодорогой первой категории монтируется на анкерных опорах, в остальных случаях разрешается использовать промежуточные опоры. В переходном пролете используются алюминиевые провода с сечением не менее 35 мм<sup>2</sup> и сталеалюминиевые — не менее 25 мм<sup>2</sup>, а габарит пересечения должен быть не менее 7 м. Опоры переходного пролета должны быть удалены от бровки земляного полотна не менее чем на свою высоту (в стесненных условиях не менее чем на 5 м).

Если трасса ВЛ проходит по населенному пункту, провода подвешивают не ближе 1,5 м от окон, террас и балконов и не ближе 1 м от глухих стен. Прохождение проводов над зданиями (за исключением пристанционных служебных строений и домиков путевых обходчиков) вообще не разрешается. Опоры могут быть расположены не ближе 1 м от трубопроводов и кабелей, не ближе 2 м от колодцев подземной канализации и водоразборных колодцев, не ближе 10 м от бензоколонок. От подземных кабельных линий связи и сигнализации опору ВЛ следует устанавливать как можно дальше, и даже в стесненных условиях расстояние между опорой и кабелем не должно быть менее 0,5 м.

Очень важно правильно выполнять пересечения ВЛ. Пересечение двух линий с напряжениями до 1 кВ чаще всего делают на перекрестных опорах (допускается пересечение в пролете при условии, что расстояние между ближайшими проводами при температуре воздуха +15 °С без ветра будет не менее 1 м).

При пересечении ВЛ разных классов провода линии с напряжением выше 1 кВ должны располагаться над проводами линии с напряжением ниже 1 кВ. Расстояние между ближайшими пересекающимися проводами должно быть не менее 2 м для линий с напряжением 6... 10 кВ и не менее 3 м — для линий с напряжением

35... 110 кВ. Место пересечения по возможности должно находиться ближе к опоре верхней линии, но при этом расстояние между этой опорой и проводами нижней линии (с учетом наибольшего отклонения проводов) должно быть не менее 6 м.

При пересечении ВЛ с линией связи вертикальное расстояние между их проводами должно быть не менее 1,5 м (провода линии связи располагают ниже проводов ВЛ).

#### **Вопросы для самоконтроля**

- I. 1. Что представляет собой ВЛ?  
2. Каковы преимущества ВЛ?  
3. Для чего используются линии электропередачи до 1 кВ?
- II. 1. Для чего используются линии электропередачи выше 1 кВ?  
2. Как климатические условия воздействуют на ВЛ?  
3. Какие типы местности вы знаете?
- III. 1. Что такое габарит провода?  
2. Что такое габарит пересечения?  
3. Что такое габарит сближения?  
4. Каковы габариты ВЛ, проходящей по населенному пункту?