

ЛЕКЦИЯ (11 декабря 2020 г)

Дисциплина: «Введение в профессиональную деятельность»

Студенту необходимо:

- 1. Проработать материал лекции.**
- 2. Посмотреть учебный фильм https://youtu.be/BSpaL_0alGU**
- 3. Ответить на контрольные вопросы.**
- 4. Разместить выполненное задание в личном кабинете студента для проверки.**

Воздушные и кабельные линии электропередачи

1. Воздушная линия электропередачи

Воздушная линия электропередачи (ВЛ) – устройство, предназначенное для передачи, распределения электрической энергии по проводам с защитной изолирующей оболочкой (ВЛЗ) или неизолированным проводом (ВЛ), находящимся на открытом воздухе и прикрепленным с помощью траверс (кронштейнов), изоляторов и линейной арматуры к опорам или другим инженерным сооружениям (мостам, путепроводам).

Главными элементами ВЛ являются:

- провода;
- защитные тросы;
- опора, поддерживающая провода и тросы на определенной высоте над уровнем земли или воды;
- изоляторы, изолирующие провода от тела опоры;
- линейная арматура.

За начало и за конец воздушной линии принимают линейные порталы распределительных устройств.

По конструктивному устройству ВЛ делятся на одноцепные и многоцепные, как правило 2-цепные.



Рис. 1. Фрагменты ВЛ 220 кВ

Провода воздушных линий электропередачи в основном изготавливаются из алюминия и его сплавов, в некоторых случаях из меди и ее сплавов, выполняются из холодноотянутой проволоки, обладающей достаточной механической прочностью. Однако наибольшее распространение получили многопроволочные провода из двух металлов с хорошими механическими характеристиками и относительно невысокой стоимостью. К проводам такого типа относятся сталеалюминиевые провода с отношением площадей поперечного сечения алюминиевой и стальной части от 4,0 до 8,0. Примеры расположения фазных проводов и грозозащитных тросов показаны на рис. 2.

Обычно ВЛ состоит из трех фаз, поэтому опоры одноцепных ВЛ напряжением выше 1 кВ рассчитаны на подвеску трёх фазных проводов (одной цепи), на опорах двухцепных ВЛ подвешивают шесть проводов (две параллельно идущие цепи). При необходимости над фазными проводами подвешивается один или два грозозащитных троса. На опорах ВЛ распределительной сети напряжением до 1 кВ подвешивается от 5 до 12 проводов для электроснабжения различных потребителей по одной ВЛ (наружное и внутреннее освещение, электросиловое хозяйство, бытовые нагрузки). ВЛ напряжением до 1 кВ с глухозаземлённой нейтралью помимо фазных снабжена нулевым проводом.

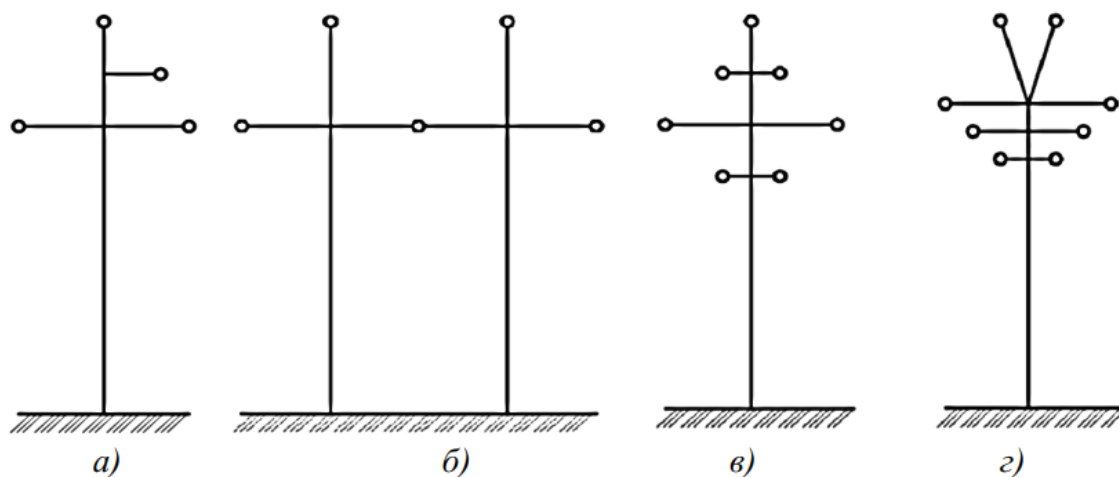


Рис. 2. Примеры расположения фазных проводов и грозозащитных тросов на опорах: *а* – треугольное; *б* – горизонтальное; *в* – шестиугольное «бочкой»; *г* – обратной «елкой»

Для всех приведенных вариантов расположения фазных проводов на опорах характерно несимметричное расположение проводов по отношению друг к другу. Соответственно, это ведет к неодинаковому реактивному сопротивлению и проводимости разных фаз, обусловленных взаимной индуктивностью между проводами линии и как следствие к несимметрии фазных напряжений и падению напряжения.

Для того чтобы сделать емкость и индуктивность всех трех фаз цепи одинаковыми, на линии электропередачи применяют транспозицию проводов, т.е. взаимно меняют их расположение друг относительно друга, при этом каждый провод фазы проходит одну треть пути (рис. 3). Одно такое тройное перемещение называется циклом транспозиции.



Рис. 3. Схема полного цикла транспозиции участков воздушной линии электропередачи: *1, 2, 3* – фазные провода

Транспозицию фазных проводов воздушной линии электропередачи с неизолированными проводами применяют на напряжение 110 кВ и выше и при протяженности линии 100 км и больше. Один из вариантов монтажа проводов на

транспозиционной опоре показан на рис. 4. Следует отметить, что транспозицию токопроводящих жил иногда применяют и в КЛ, кроме того современные технологии проектирования и сооружения ВЛ позволяют технически реализовать управление параметрами линии (управляемые самокомпенсирующиеся линии и компактные воздушные линии сверхвысокого напряжения).



Рис. 4. Транспозиционная опора

Провода и защитные тросы ВЛ должны быть жестко закреплены на натяжных изоляторах анкерных опор (концевые опоры 1 и 7, устанавливаемые в начале и конце ВЛ, как это показано на рис. 5 и натянуты до заданного тяжения. Между анкерными опорами устанавливают промежуточные опоры, необходимые для поддержания проводов и тросов, при помощи поддерживающих гирлянд изоляторов с поддерживающими зажимами, на заданной высоте (опоры 2, 3, 6), устанавливаемые на прямом участке ВЛ; угловые (опоры 4 и 5), устанавливаемые на поворотах трассы ВЛ; переходные (опоры 2 и 3), устанавливаемые в пролете пересечения воздушной линией какого-либо естественного препятствия или инженерного сооружения, например, железной дороги или шоссе.

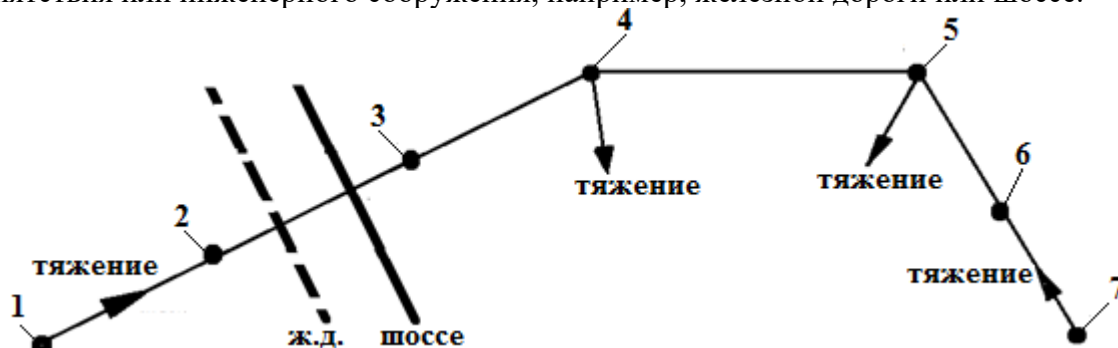


Рис. 5. Эскиз воздушной линии электропередачи

Расстояние между анкерными опорами называют анкерным пролетом воздушной линии электропередачи (рис. 6). Горизонтальное расстояние между точками крепления провода на соседних опорах называется длиной пролета L . Длину пролета выбирают в

основном по экономическим соображениям, кроме переходных пролетов, учитывая, как высоту опор, так и провисание проводов и тросов, а также количество опор и изоляторов по всей длине ВЛ.

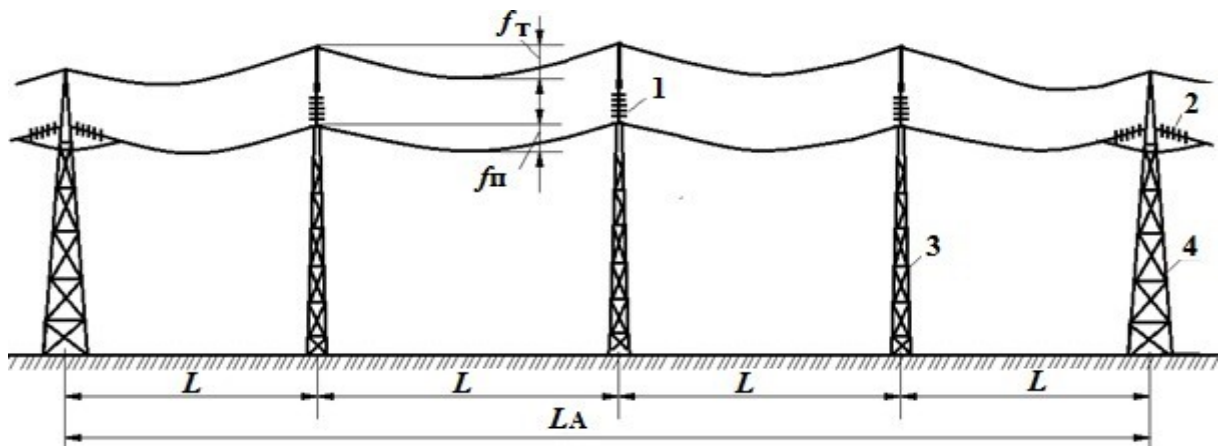


Рис. 6. Эскиз анкерного пролета ВЛ: 1 – поддерживающая гирлянда изоляторов; 2 – натяжная гирлянда; 3 – промежуточная опора; 4 – анкерная опора

Наименьшее расстояние по вертикали от земли до провода при его наибольшем провисании называют габаритом линии до земли – h . Габарит линии должен выдерживаться для всех номинальных напряжений с учетом опасности перекрытия воздушного промежутка между фазными проводами и наиболее высокой точкой местности. Также необходимо учитывать экологические аспекты воздействия высоких напряженностей электромагнитного поля на живые организмы и растения.

Наибольшее отклонение фазного провода $f_п$ или грозозащитного троса $f_т$ от горизонтали под действием равномерно распределенной нагрузки от собственной массы, массы гололеда и давления ветра называют стрелой провеса. Для предотвращения схлестывания проводов стрела провеса троса выполняется меньше стрелы провеса провода на 0,5 – 1,5 м.

Кабельная линия электропередачи

Кабельная линия электропередачи (КЛ) состоит из одного или нескольких кабелей и кабельной арматуры для соединения кабелей и для присоединения кабелей к электрическим аппаратам или шинам распределительных устройств.



Рис. 7. Силовой кабель

В отличие от ВЛ кабели прокладываются не только на открытом воздухе, но и внутри помещений (рис. 8), в земле и воде. Поэтому КЛ подвержены воздействию влаги, химической агрессивности воды и почвы, механическим повреждениям при проведении земляных работ и смещении грунта во время ливневых дождей и паводков.

Конструкция кабеля и сооружений для прокладки кабеля должна предусматривать защиту от указанных воздействий.

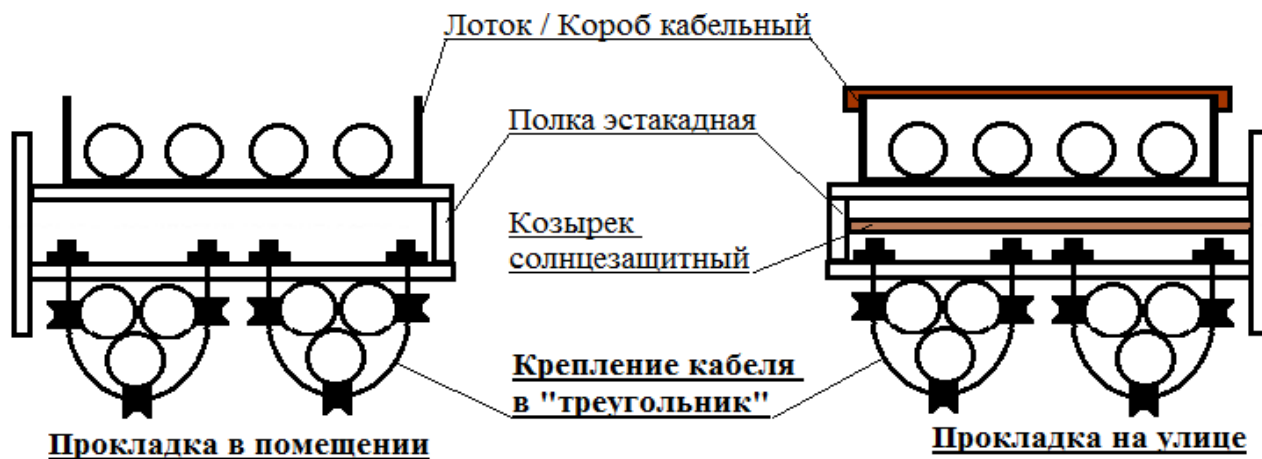


Рис. 8. Прокладка силовых кабелей в помещении и на улице

По значению номинального напряжения кабели делятся на три группы: кабели *низкого напряжения* (до 1 кВ), кабели *среднего напряжения* (6...35 кВ), кабели *высокого напряжения* (110 кВ и выше).

По роду тока различают кабели *переменного и постоянного тока*.

Силовые кабели выполняются *одножильными, двухжильными, трехжильными, четырехжильными и пятижильными*. Одножильными выполняются кабели высокого напряжения; двухжильными – кабели постоянного тока; трехжильными – кабели среднего напряжения.

Кабели низкого напряжения выполняются с количеством жил до пяти. Такие кабели могут иметь одну, две или три фазных жилы, а также нулевую рабочую жилу *N* и нулевую защитную жилу *PE* или совмещенную нулевую рабочую и защитную жилу *PEN*.

По материалу токопроводящих жил различают кабели с *алюминиевыми и медными жилами*. В силу дефицитности меди наибольшее распространение получили кабели с алюминиевыми жилами. В качестве изоляционного материала используется *кабельная бумага, пропитанная маслосиликоновым составом, пластмасса и резина*. Различают кабели с нормальной пропиткой, обедненной пропиткой и пропиткой нестекающим составом. Кабели с обедненной или нестекающей пропиткой прокладывают по трассе с большим перепадом высот или по вертикальным участкам трассы.

Кабели высокого напряжения выполняются *маслонаполненными или газонаполненными*. В этих кабелях бумажная изоляция заполняется маслом или газом под давлением.

Защита изоляции от высыхания и попадания воздуха и влаги обеспечивается наложением на изоляцию герметичной оболочки. Защита кабеля от возможных механических повреждений обеспечивается броней. Для защиты от агрессивности внешней среды служит наружный защитный покров.

Контрольные вопросы

1. Устройство и принцип работы воздушных и кабельных линий электропередачи.
2. Достоинства и недостатки воздушных и кабельных линий электропередачи.