

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Самарский государственный университет путей сообщения» в г.Саратове
Филиал СамГУПС в г. Саратове

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

ПМ 05. Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих,
должностям служащих

МДК 05.01. Специальные технологии

для студентов специальности

11.02.06 Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного
оборудования (по видам транспорта)

РАССМОТРЕНО

на заседании методического совета
Протокол № 1 от «21» 09 2023г.

СОГЛАСОВАНО

Протокол №1 от «31» 08 2023г.
Председатель ЦМК 11.02.06 Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования (по видам транспорта)

_____/Ю.А. Солдатенко/

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по учебной работе

_____/С.А. Крижановский/

Автор (составитель):

Калугин Б.Б – преподаватель филиала СамГУПС в г. Саратове

Рецензент:

Царенков - преподаватель высшей квалификационной категории
филиала СамГУПС в г. Саратове

Содержание

1. Линейные сооружения сетей связи	
2. Линейная арматура, материалы и инструмент ВЛС	
3. Опоры для воздушных линий связи	
4. Транспортирование опор	
5. Рытье ям под опоры, общие требования	
6. Установка и укрепление опор	
7. Технология монтажа воздушных и воздушно-кабельных линий	
8. Технология монтажа кабельных линий	
Список источников	

Лекция 1. Линейные сооружения сетей связи.

Местная телефонная сеть связи является составной частью сети связи общего пользования, входящей в состав Единой сети электросвязи Российской Федерации.

Местные телефонные сети состоят из линейных и станционных сооружений.

Линейные сооружения включают в себя **абонентские (АЛ) и соединительные линии (СЛ)**. Абонентская линия представляет собой совокупность цепей, соединяющих городскую или сельскую (районную) телефонную станцию с абонентским пунктом, и состоит из участков: магистрального, распределительного и абонентской проводки.

Абонентские линии могут быть прямого электропитания, включаемые посредством проложенных кабелей непосредственно на телефонную станцию, или включаемые в телефонную станцию по шкафной схеме через **шкафы распределительные (ШР)**. Линии от телефонных аппаратов до распределительных коробок являются **абонентской проводкой**. Абонентские проводки включаются в **коробку распределительную телефонную (КРТ)**, от которой отходит распределительный кабель.

Распределительные кабели от нескольких КРТ, как правило, включаются в распределительный кабель соответствующей емкости, который прокладывается к распределительному шкафу (ШР) и включается на его оконечные устройства.

Совокупность линий между распределительными коробками и распределительными шкафами носит название распределительной сети.

От распределительных шкафов к АТС прокладываются **магистральные** участки абонентской сети; станции, в том числе междугородные, связываются **соединительными линиями (СЛ)**.

Линейные сооружения местной сети связи представляют собой комплекс технических средств, образующих среду распространения, состоящую из кабельной или воздушной линии связи, по парам проводов (оптических волокон) которой создаются физические цепи (волоконно-оптические тракты), предназначенные для передачи сигналов электросвязи.

Линейно-кабельные сооружения местных сетей связи состоят: из кабелей, проложенных в кабельной канализации, в коллекторах, в грунте, в зданиях по стеновым основаниям и в каналах, а также подвешенных на столбовых и стоечных опорах; всех видов муфт и сростков; **необслуживаемых усилительных (НУП) и регенерационных пунктов (НРП)**; распределительных шкафов и коробок; оборудования для содержания

кабелей под избыточным воздушным (газовым) давлением; кабельных переходов через автомобильные, железные дороги, подземные коммуникации и водные преграды.

К сооружениям воздушных линий связи относятся: столбовые воздушные линии, провода которых подвешены на деревянных, железобетонных опорах или деревянных в железобетонных приставках опорах; кабельные опоры с устройствами кабельными переходными (УКС, ЯКГМ, ЯРКЗ и др.); вводы воздушных линий связи в предприятия связи, жилые и другие здания; переходы воздушных линий при пересечениях контактных сетей наземного электротранспорта, железных и шоссейных дорог, линий электропередачи и связи; стоечные линии, провода которых подвешены на установленных на крышах зданий промежуточных, угловых и оконечных стоечных опорах.

Основными видами строительно-монтажных работ при строительстве линейных сооружений местных сетей связи являются:

а) производство земляных работ, строительство кабельной канализации, прокладка кабелей в канализации, коллекторах, тоннелях, прокладка кабелей в грунте, прокладка кабелей через водные преграды, автомобильные и железные дороги, устройство кабельных вводов в здания с прокладкой кабелей по стенам с установкой оконечных устройств и абонентских пунктов;

б) строительство столбовых линий связи с установкой и оснасткой опор, подвеской воздушных проводов и кабелей, оборудованием молниеотводов; устройство стоечных линий с производством тех же работ, что и на столбовых линиях, а также абонентских пунктов с прокладкой однопарных кабелей, установкой телефонных аппаратов и подключением АЗУ (при воздушном вводе).

в) устройство линейных вводов в здания телефонных станций с установкой металлоконструкций и арматуры в помещениях вводов кабелей, перчаточных и прямках;

г) монтаж кабелей в колодцах кабельной канализации, в котлованах, на воздушных кабельных линиях и кабелей, проложенных на стенах зданий; симметрирование кабелей, а также включение (зарядка) кабелей в боксы, коробки УКС, кабельные ящики, оптические оконечные устройства;

д) производство электрических измерений в процессе монтажа кабелей, а также на законченном монтаже линиях связи; защита кабелей от коррозии, от опасных напряжений и токов;

е) монтаж оборудования для содержания кабелей под избыточным давлением и постановка кабелей под постоянное избыточное давление;

ж) составление исполнительной документации на законченные строительством линейные сооружения для предъявления их к сдаче приемочным комиссиям.

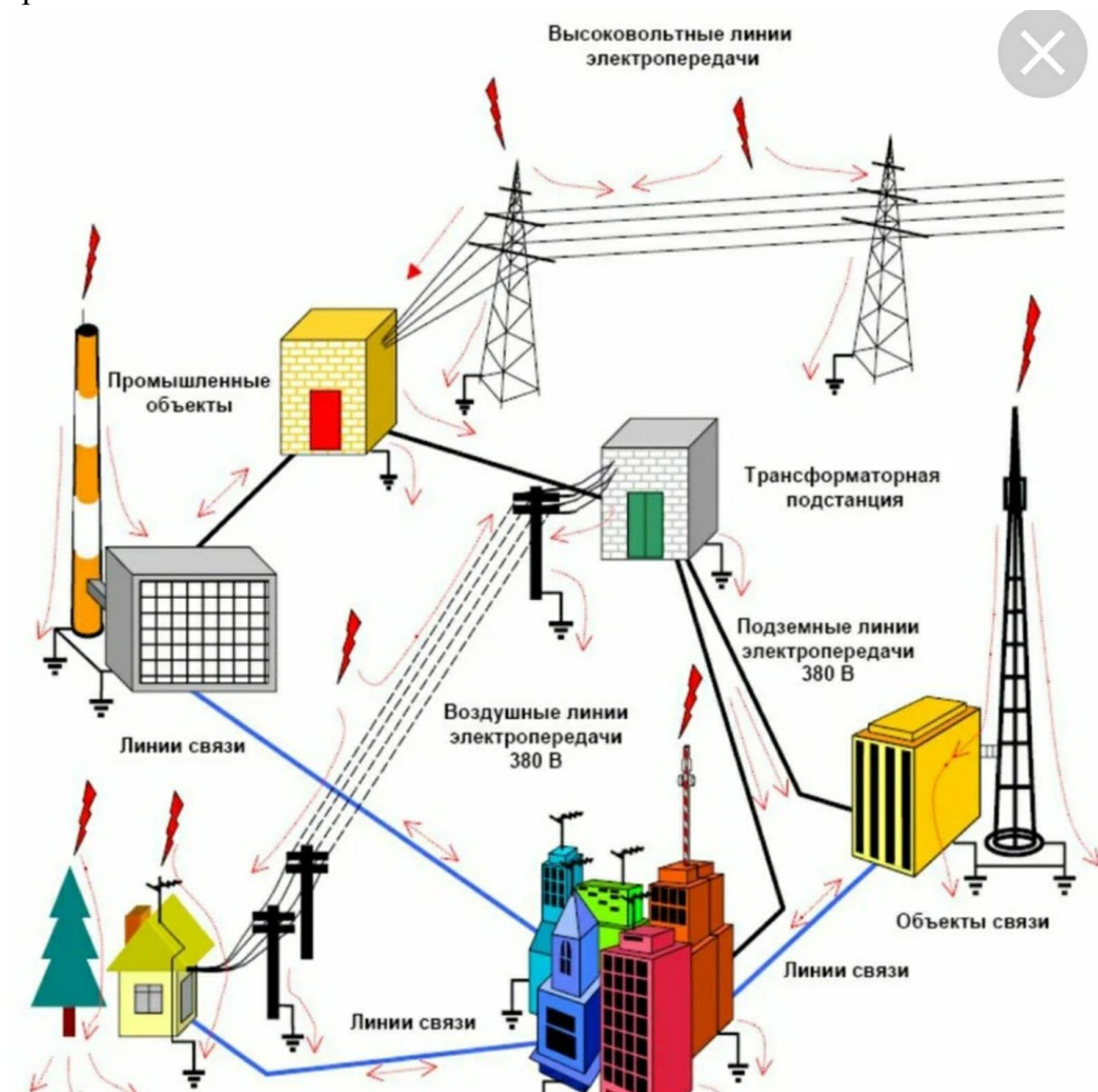
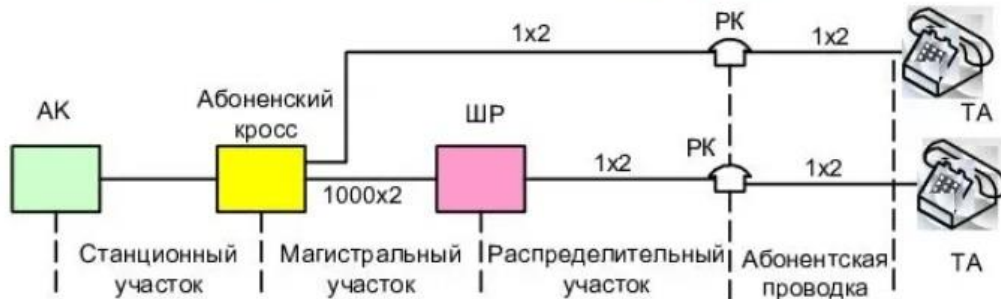


Рисунок 1 – Линейные сооружения сетей связи

Линейные сооружения



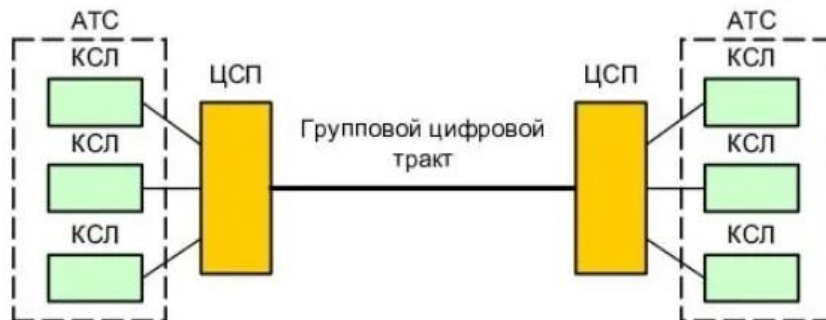
ШР - распределительный шкаф

АК - абонентский комплект

РК - распределительная коробка

ТА - телефонный аппарат

Структура абонентских линейных соединений



КСЛ – комплект соединительных линий

АТС – автоматическая телефонная станция

ЦСП – цифровая система передачи

Структура соединительных линий между АТС

Рисунок 2 – Структура соединительных линий между АТС

Лекция 2. Линейная арматура, материалы и инструмент ВЛС

На воздушной линии связи (ВЛС) применяется **линейная проволока**: стальная оцинкованная диаметром 1,5; 2 мм, биметаллическая (сталемедная) марок БСМ-1 и БСМ-2 диаметром 1,2; 1,6; 2 мм, сталеалюминиевая проволока марки БСА-КПЛ диаметром 2,7 мм, провода с атмосферостойкой изоляцией.

Для крепления (вязки) на изоляторах стальных проводов диаметром от 1,5 до 2 мм применяют стальную оцинкованную проволоку диаметром 1,2 мм.



Рисунок 3 - Вязка на изоляторе.

Для крепления биметаллической сталемедной проволоки Диаметр 2; 1,6 мм применяют медную или биметаллическую (БСА-КПЛ) проволоку диаметром 1,2 мм.

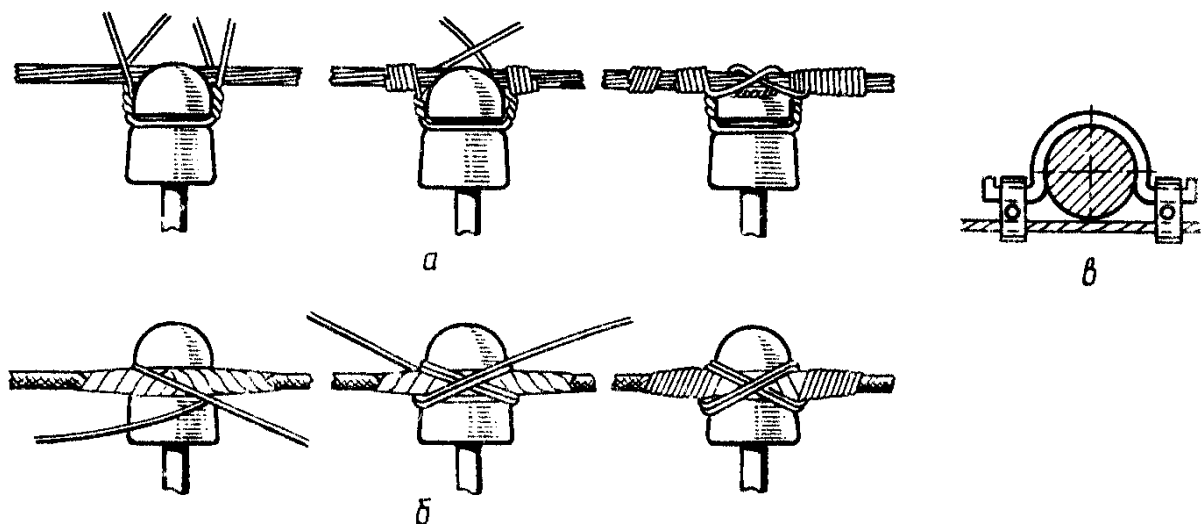


Рисунок 4- Способы крепления на изоляторе с помощью проволоки.

Для оснастки опор и траверс применяется следующая **арматура**:



б) штыри стальные типа ШТ для крепления изоляторов на траверсах. Они имеют типоразмеры: ШТ-16Д, ШТ-12Д – для оснастки деревянных траверс, ШТ-16С и ШТ-12С - для оснастки стальных траверс;



в) Г-образные кронштейны для скрещивания телефонных цепей, подвешиваемых на крюках;

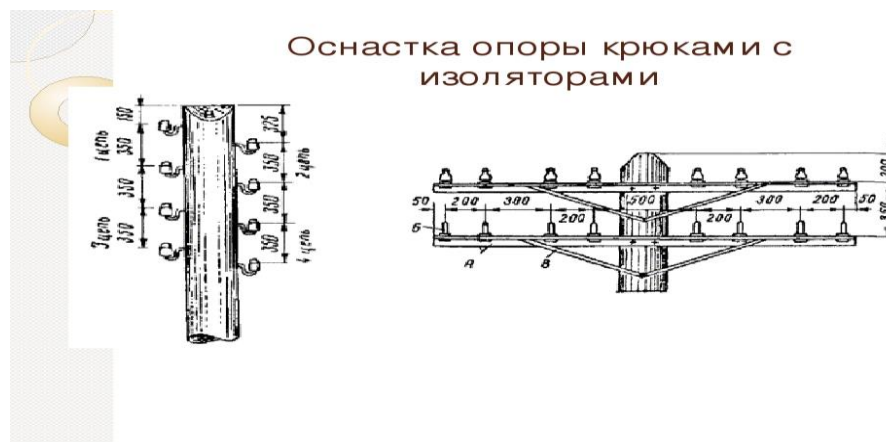


Рисунок 7 – Оснастка опоры крюками с изоляторами

г) подвесные крюки и накладки для скрещивания цепей, подвешиваемых на траверсах;

д) изоляторы фарфоровые типа ТФ, имеющие типоразмеры в зависимости от диаметров крюков и штырей ТФ-12, ТФ-16. Применяют также стальные траверсы с приваренными штырями и подкосами.



Рисунок 8 - Изолятор фарфоровый

Траверсы изготавливаются из древесины (сосна, ель, лиственница) и стали. Деревянные траверсы должны быть пропитаны антисептиком.

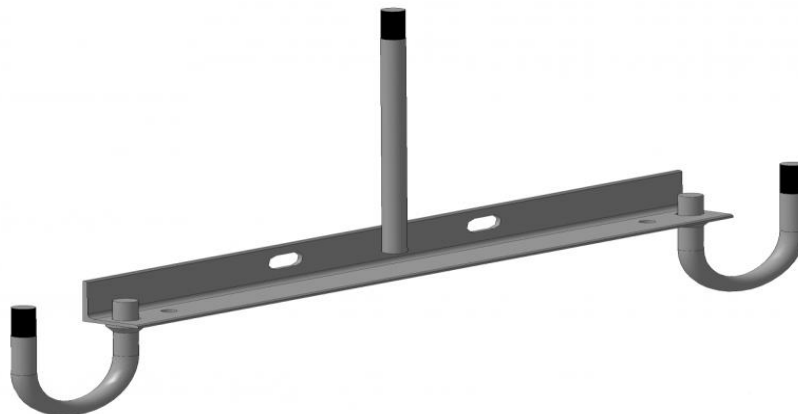


Рисунок 9 - Внешний вид траверсы

Как деревянные, так и стальные траверсы могут быть четырехштырные и восьмиштырные.

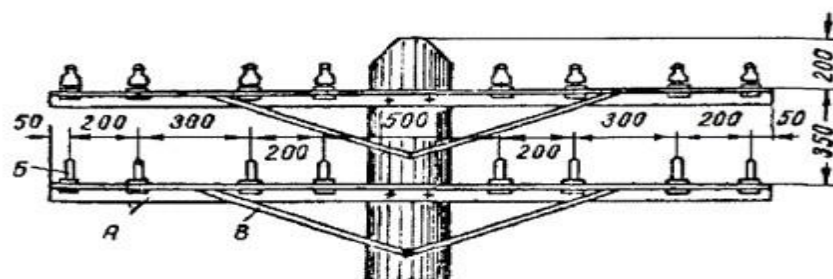


Рисунок 10 - Траверса восьмиштырная

В качестве линейных крепежных материалов применяют болты с гайками, шайбы, шурупы с шестигранной головкой ("глухарь"), барочные гвозди, скобы строительные, подкосы, коуши, зажимы двухболтовые и трехболтовые, трубки медные для соединения сталемедных проводов

При строительстве воздушных линий связи применяется следующий **специальный инструмент**: когти, пояса с цепью и карабином, полиспады, ключи для ввертывания крюков, багры, рогачи, струги, ломы хомутовые, бурава, плоскогубцы, острогубцы, клуппы вильчатые, тиски ручные.

В качестве средств малой механизации применяются машины ручные сверлильные, гайковерты, лебедки, ручные мотопилы, электропилы.

Порядок применения специального инструмента и средств малой механизации приведен ниже, по мере описания технологии выполнения работ.

Задание:

1. Знать назначение и внешний вид линейной арматуры.
2. Подготовить презентацию: « виды специального инструмента, применяемого при строительстве и эксплуатации ВЛС».

Лекция 3. Опоры для воздушных линий связи.

Опоры воздушных столбовых линий подразделяются на следующие типы:

а) промежуточные, устанавливаемые на прямолинейных участках линии;



Рисунок 11-Промежуточная опора

б) угловые, устанавливаемые в местах изменения направления линии;



Рисунок 12 - Угловая опора.

в) переходные, устанавливаемые в местах перехода линий связи через железные, автомобильные дороги, водные и другие преграды;

г) контрольные, устанавливаемые в местах, где провода линии подвергаются контрольным электроизмерениям и испытаниям;

д) оконечные (вводные) и кабельные, устанавливаемые в пунктах ввода проводов в предприятия связи или здания другого назначения или при переходе с воздушной линии на кабельную.

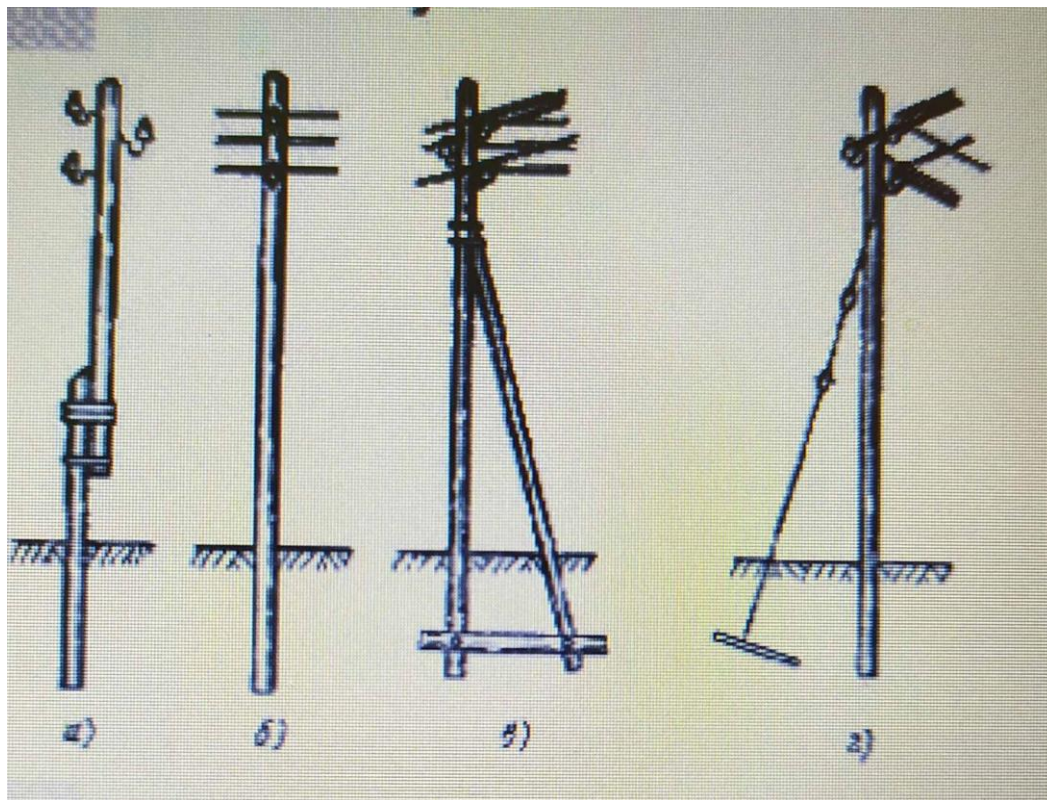


Рисунок 13 - Виды опор

А) промежуточная, б) угловая в) переходная, г) контрольная

По материалу изготовления опоры подразделяются на деревянные, железобетонные и деревянные в железобетонных приставках.

- Деревянные опоры должны изготавливаться из хвойных пород деревьев: сосны, лиственницы, кедра и ели.

- Деревянные опоры, приставки и траверсы должны быть пропитаны антисептиком.

- В целях экономии древесины и увеличения срока эксплуатации ВЛС необходимо осуществлять изготовление и применение железобетонных опор и приставок.

- Железобетонные опоры для воздушных линий связи различаются по форме поперечного сечения, прочности на изгиб и длине. Они изготавливаются длиной 6,5; 7,5 и 8,5 м. В зависимости от типов линий, числа подвешиваемых проводов, габарита линии и длины пролета

железобетонные опоры рассчитаны на изгибающие моменты в плоскости, перпендикулярной оси линии связи: 1,75; 2,75; 4,4и6,8т-м.

- Рекомендуется применять железобетонные опоры типа ПО (прямоугольная, облегченная с ненапряженной арматурой) или ГЮН (с предварительно напряженной стержневой арматурой)

Могут также применяться железобетонные опоры центрифугированные круглые.

- Для удлинения опор и с целью экономии древесины следует применять железобетонные приставки прямоугольного типа ПР с ненапряженной стержневой арматурой (рисунок 8.2) и трапецеидального типа ПТ с предварительно напряженной стержневой арматурой.

Деревянные опоры имеют ряд преимуществ:

- Низкая стоимость. Деревянные опоры дешевле железобетонных и металлических опор;
- Деревянная опора значительно легче железобетонной (примерно в 3 раза), что снижает затраты на их транспортировку к месту монтажа, кроме того для установки деревянных опор не требуется применение крановых механизмов большой грузоподъемности. При необходимости, деревянную опору можно установить в грунт вручную

Недостатки деревянных опор:

- При несоблюдении требований ГОСТ по производству стоек деревянных опор (что на практике случается довольно часто), а именно, технологии сушки и пропитки, срок их службы существенно снижается. При отсутствии пропитки срок службы деревянных опор составляет 4-6 лет;
- Один из недостатков деревянных опор - легкая возгораемость, причиной которой могут быть пожары, удары молнии и токи утечки, возникающие при загрязнении или пробое изоляторов



Рисунок 14 - Последствия возгорания опор

Достоинство железобетонных опор

Железобетонные опоры обладают высокой механической прочностью, долговечны (срок службы около 40 лет) и не требуют больших расходов при эксплуатации. Затраты труда на их сборку значительно ниже, чем на сборку деревянных и металлических опор.

Недостатком железобетонных опор является большая масса, что удорожает транспортные расходы и вызывает необходимость применения при сборке и монтаже кранов большой грузоподъемности. Железобетонные опоры ВЛ способны выдерживать в 2-3 раза меньшие аварийные нагрузки, чем металлические, и для строительства линий требуется вдвое больше опор



Рисунок 15 - Конструкция железобетонных опор.

Лекция 4. Транспортирование опор

Опоры, как правило, должны перевозиться на автомобилях с прицепами-ропусками.



Рисунок 16 - Транспортировка опор

Для погрузки и выгрузки опор следует применять автомобильные краны. При отсутствии автокранов применяются лебедки и самоудерживающиеся покати (по две штуки на погрузку).

Подъем железобетонных и деревянных опор при погрузке и разгрузке автокранами должен производиться с помощью строп, которые крепятся к железобетонным опорам и приставкам за монтажные петли, или через отверстия в теле опор.

Железобетонные опоры и приставки следует тщательно оберегать от повреждений, возникающих при толчках и ударах.

При погрузке железобетонных опор или приставок на автомашины нижний ряд должен укладываться на деревянные подкладки, размещаемые в местах расположения монтажных скоб или в местах, указанных для строповки. Между рядами опор или приставок должны прокладываться деревянные прокладки из досок или брусков.

Во избежание смещения деревянных или железобетонных опор (приставок) при транспортировке они должны быть надежно укреплены.

После обработки и оснастки опор их развозят по трассе, выгружая у колышков, забитых в грунт при разбивке Трассы. Опоры укладывают комлем к колышку.

Разгрузка опор сбросом не допускается. Запрещается перемещение опоры по трассе волоком.

Лекция 5. Рытье ям под опоры, общие требования

Рытье ям под опоры, как правило, должно производиться бурильно-крановыми машинами, которые бурят скважины диаметром 0,35; 0,5; 0,8 м глубиной от 2 до 3 м. Производительность бурильно-крановой машины при глубине ямы 1,6 м в грунте II группы составляет от 70 до 80 ям в смену (8,2 часа). При рытье ям с одновременной установкой опор без их выверки и засыпки ям производительность составляет 35-40 опор в смену.

Исходя из вышеизложенного и учитывая значительную трудоемкость работ по рытью ям, рекомендуется при строительстве ВЛС большой протяженности (более 10 км) использовать бурильно-крановую машину только для рытья ям, а установку опор производить с помощью автокрана.

Рытье ям под опоры вручную допускается, в виде исключения, в стесненных уличных условиях или при незначительных объемах работ, когда нецелесообразно направлять бурильно-крановую машину на трассу строящейся линии, находящуюся на значительном расстоянии от ее Дислокации.

При ручном способе рытье ям в грунтах I, II групп Производится с помощью штыковых подборочных лопат, Рыхление грунта - с помощью ломов и киркомотыг. В каменистых, скалистых и мерзлых грунтах рыхление должно осуществляться с Помощью компрессора и отбойных молотков и, в виде Исклучения, стальными клиньями и кувалдами.

Ямы для опор, пробуренные бурильно-крановой машиной, имеют круглую форму, а отрытые ручным способом - ступенчатую (рисунок 17).

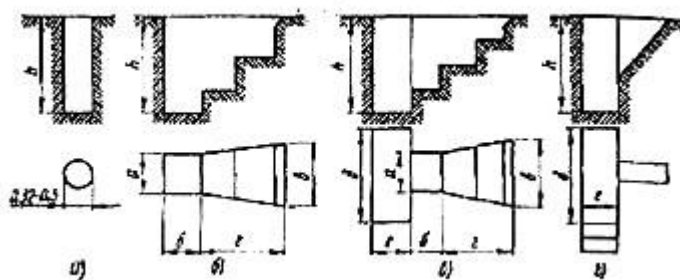


Рисунок 17 - Формы ям

а - для одинарной опоры, отрытая бурильно-крановой машиной или бурофрезом;

б - то же, отрытая вручную;

в - для подпоры, отрытая вручную;

г - то же, для оттяжки

Глубина ям (закопки опор) зависит от характера грунта, количества подвешиваемых проводов, длины опоры и определяется по таблице 8.5.

Таблица 5.1 - Глубина закопки опор.

Количество проводов	Грунт I-II групп при длине опор, м			Грунт IV группы при длине опор, м	
	7,5	8,5 и 9,5	11 и 13	7,5-9,5	11 и 13
2-12	1,4	1,5	1,6	1,1	1,3
14-24	1,5	1,6	1,7	1,1	1,3
26-40	-	1,8	1,9	1,1	1,3
Примечание - В слабых грунтах, а также на склонах холмов более 45°, ямы выкапываются на 150 мм глубже. Глубина ям для подпор в грунтах I и II групп должна быть равной 1 м, в грунтах III группы - 0,6 м, IV группы - 0,5 м. Глубина ям для отбойных тумб в грунтах I и II групп - 1м, III группы - 0,8 м и IV группы-0,6 м/td>					

Лекция 6. Установка и укрепление опор

Установка опор должна производиться бурильно-крановой машиной (БКГМ) или автокраном сразу же после отрывки ям.

При установке опоры с помощью БКГМ ее стропуют подъемным канатом на расстоянии не менее $\frac{2}{3}$ длины опоры от комля, после чего с помощью стрелы и лебедки опору поднимают и отпускают в яму (рисунок 18).

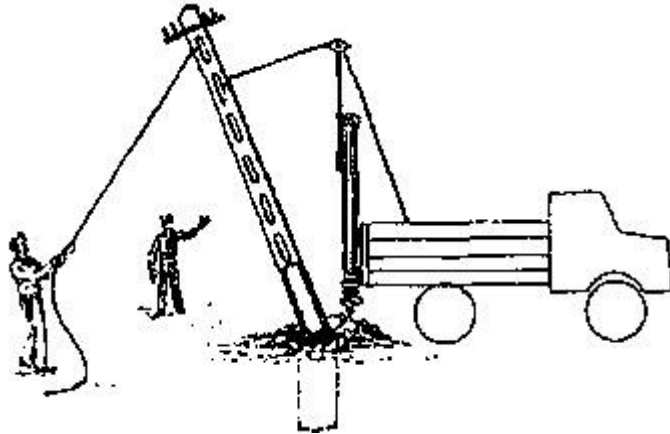


Рисунок 18 - Установка опор с помощью БКГМ

При этом рабочий-землекоп должен отводить опору с помощью рогаца от бурильной головки и направлять ее комлем в яму. Не снимая подъемного каната, опору следует выверить по вертикали и в створ опор линии, после чего яму засыпать грунтом с послойным трамбованием.

В тех случаях, когда отсутствует возможность применения машин, установку опор выполняют вручную. При этом оснащенную и подготовленную опору необходимо уложить вдоль линии со стороны ступенек ямы так, чтобы ее комель упирался в доску, установленную у задней отвесной стенки ямы.

Рабочие поднимают опору за вершину, затем один из рабочих подпирает ее вертикальную часть рогацом, а остальные, передвигаясь поочередно к середине опоры, поднимают ее при помощи рогачей и багра до тех пор, пока комель опоры не достигнет дна ямы и опора займет вертикальное положение. После подъема опоры доску вынимают из ямы и опору выравнивают в линию с ранее установленными. Промежуточные опоры следует устанавливать по отвесу точно в створе линии.

Одновременно с выравниванием поднятой опоры ее кантуют с расчетом, чтобы крюки или траверсы расположились перпендикулярно направлению линии. После окончательного выравнивания опоры яму засыпают грунтом, вырытым при ее выкапывании. Грунт плотно утрамбовывают слоями от 15 до 20 см при помощи механической или ручной трамбовки. Излишек грунта

насыпают вокруг опоры в виде конусообразного возвышения и также утрамбовывают.

До подвески проводов угловая опора должна быть укреплена оттяжкой или подпорой. Оттяжка или подпора устанавливается в плоскости, разделяющей угол между проводами на угловой опоре пополам. Подпора ставится к опоре с внутренней стороны этого угла, оттяжка - с внешней стороны.

Угловую опору следует устанавливать с некоторым наклоном вершины в сторону, противоположную направлению равнодействующей натяжения проводов или подвешенного кабеля (рисунок 19).

Оттяжки следует изготавливать из стальной оцинкованной проволоки диаметром от 4 до 5 мм, свиваемой в жгут. Количество проволок в жгуте зависит от нагрузки и угла поворота линии и может колебаться от двух до семи.

Нижний конец оттяжки необходимо закреплять за якорный жгут, который должен быть изготовлен из такой же проволоки, что и оттяжка, и заделан за якорный лежень (рисунок 20)

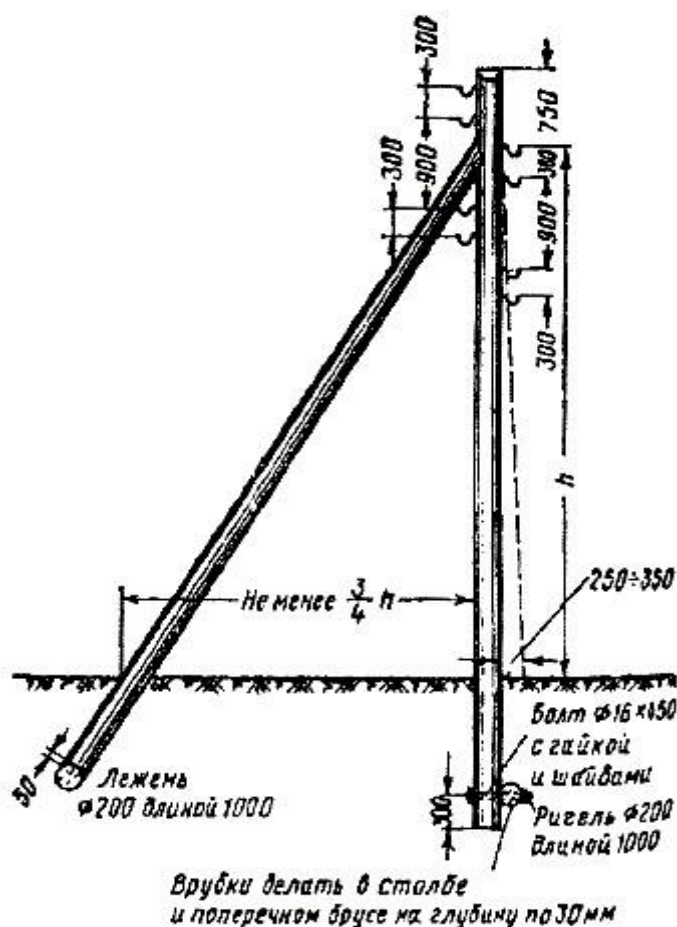


Рисунок 19 - Угловая опора, укрепленная подпорой (профиль 1а)

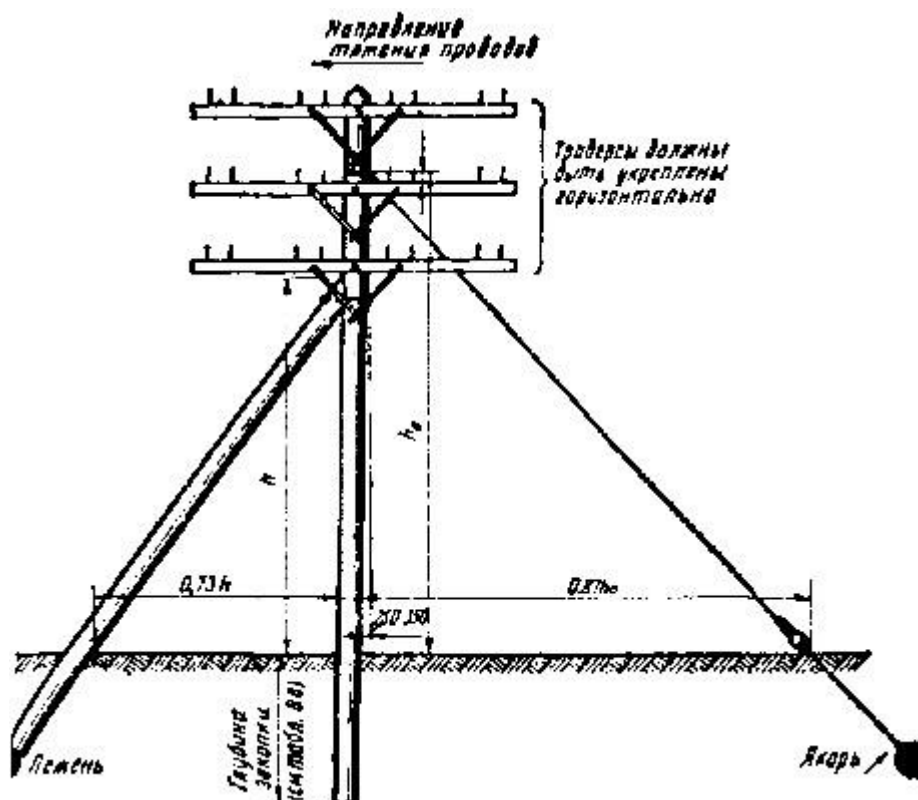


Рисунок 20 - Угловая опора, укрепленная подпорой и оттяжкой

Железобетонные опоры следует укреплять только оттяжками, которые нужно крепить к железобетонным опорам при помощи двухушковых хомутов (рисунок 21).

Угловую опору нужно укреплять одной оттяжкой, оконечные и кабельные опоры - двумя оттяжками. При этом хомут размещают под первой траверсой.

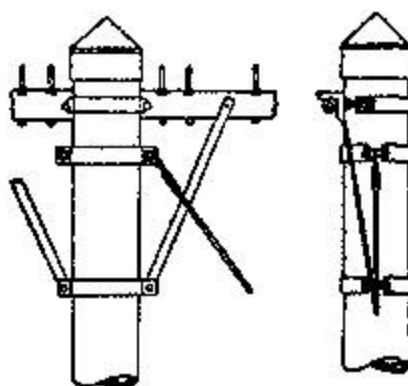


Рисунок 21 - Крепление подкосов и оттяжек

Полуанкерные опоры (рисунок 22) применяются при переходах через железные дороги, на удлиненных пролетах, в качестве вводных и кабельных опор, а также для увеличения устойчивости линии в гололедных районах.

Они должны укрепляться подпорами. Крепление подпоры к верхней части опоры следует выполнять так, как показано на рисунке 23

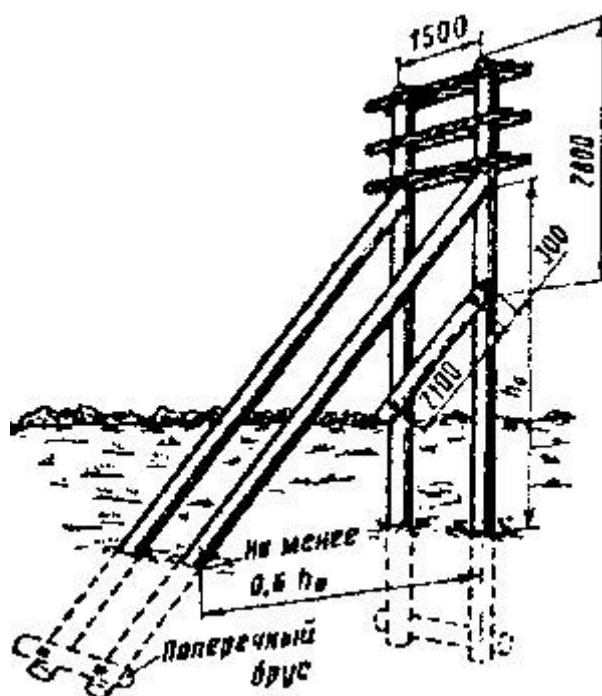


Рисунок 22 - Полуанкерная опора укрепленная подпорами

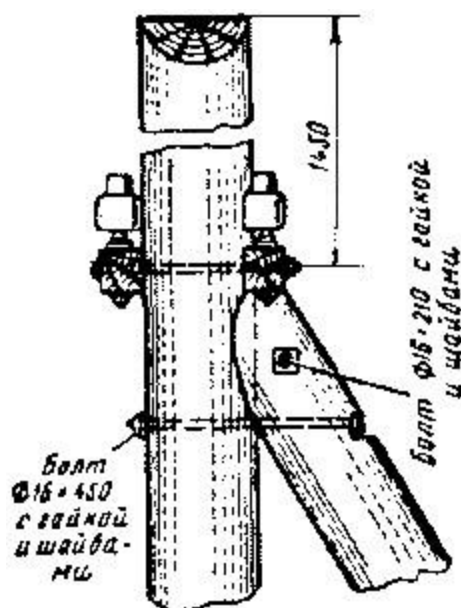


Рисунок 23 - Крепление верхней части подпоры к железобетонной опоре.

Лекция 7. Технология монтажа воздушных и воздушно-кабельных линий

Монтаж воздушных и воздушно-кабельных линий на 0,4 кВ делят на два периода: подготовительный период- разбивка мест установки опор, рубка просек, комплектация материалов, развозка опор по трассе; основной период – развозка конструкций и проводов, сборка опор на пикетах, разработка котлованов, установка опор, монтаж проводов.

В подготовительный период для прокладывания трассы местность должна расчищаться для проезда транспорта и механизмов на ширину не менее 25 м. Комплектация материалами и инструментом обеспечивается до начала строительства на 100%. В случаях выполнения работ в зоне линий связи, автодорог, газопроводов и других инженерных сооружений, при вырубке леса и зеленых насаждений, а также при поправах посевов - обязательно необходимо получить от заказчика письменное разрешение на право выполнения работ в этой зоне с указанием сроков.

При комплектации опор сверяют место расположения пикета на местности с его расположением на плане ВЛ, планируют площадку для сборки опоры и установки крана, проверяют комплектность материалов, доставленных на пикет, их качество и соответствие чертежам.

У железобетонных опор и приставок проверяют марку, отсутствие трещин и раковин, наличие и состояние закладных деталей; у деревянных опор -тип, марку и размеры элементов;

у изоляторов и колпачков - тип и их число, чистоту и отсутствие на поверхности изолятора трещин, отколов, наличие резьбы; у металлоконструкций и метизов - их число и соответствие деталей опоре, качество сварки, качество резьбовых соединений (состояние и длина резьбы), наличие метизов (гайки, шайбы) и соответствие их болтам, качество покраски.

Технология сборки железобетонных опор включает: выкладку стойки, крепление и заземление траверсы, установку колпачков и изоляторов.

Котлованы под опоры разрабатывают не раньше чем за сутки до их установки. Бурение производят специальными машинами типа МРК, БМ, БМТП и др. При установке машины на пикет проверяют вертикальное положение штанги бура, при бурении котлована под подкос бур устанавливают под углом 15. Котлованы можно отрывать вручную, придавая им ступенчатую форму.

Способ закрепления опоры в грунте и ее заложения принимают по проекту. Перед установкой опоры проверяют: комплектность сборки,

надежность крепления конструкции, отсутствие посторонних предметов, наличие и состояние стропов, тросов, ухватов. Машинист приводит машину в положение для установки опоры. На опору одевают строп, крепят "удавкой" и выполняют пробный подъем на 0,3 м над землей. Опору поднимают и ухватами направляют в котлован. Отвесом проверяют вертикальное положение опоры и ее установку в створе, придерживаясь допустимых отклонений от вертикального положения (0,01 м на 1 м высоты опоры), а выхода опоры со створа линии - не более 0,1 м.

Траверсы и крюки должны быть перпендикулярны оси линии ВЛ, допускается отклонения траверсы от горизонтали не более 0,02 м на 1 м ее длины. Котлован засыпают грунтом с послойным трамбованием через 0,2...0,3 м. Стропы разрешается снимать после засыпки $\frac{2}{3}$ глубины котлована. На опоры несмываемой краской при помощи трафаретов наносят порядковые номера и год установки.

К монтажу проводов приступают только после устранения обнаруженных недоделок и получения письменного разрешения от лица, ответственного за установку опор. При монтаже опор должны соблюдаться установленные ПУЭ расстояния от проводов до ближайших инженерных сооружений, древесных насаждений и земли.

Раскатывают провода по трассе одним из способов: по раскаточным роликам, временно установленным на опорах, автомашиной с раскаточного устройства. Запрещается раскатывать провода волочением по земле.

Подъем проводов на опору осуществляют механизмами или вручную. Запрещается поднимать провод на плечах или крепить к монтажному поясу при подъеме на опору.

По проекту определяют длину стрелы провеса проводов для конкретных условий монтажа. При выборе стрелы провеса учитывают: климатический район по гололеду и ветру, марку и площадь сечения проводов, длину пролета и температуру воздуха в момент регулирования провеса. Фактическую длину стрелы определяет (визирует) электромонтер находящийся на опоре, при помощи двух мерных реек. Сначала провод натягивают так, чтобы стрела провеса оказалась на 20% меньше заданной проектом, а затем отпускают до проектной отметки. Отклонение допускается $\pm 5\%$.

Первоначально провода крепят на концевых и анкерных опорах при помощи плашечных зажимов типа ПАБ или боковой вязки проволокой. Алюминиевые провода вяжут только алюминиевой проволокой диаметром 2,5 ...3,5 мм.

Длина пролета на ответвлениях к вводам должна определяться расчетом, в зависимости от прочности опоры на которой выполнено ответвление, габаритов подвески проводов, количества и сечения жил ответвления, а также климатических условий. Провода ответвлений к вводам должны иметь анкерное крепление. Соединение проводов выполняют скручиванием в овальных соединителях приспособлениями типа МИ 189. Болтовыми зажимами соединяют провода на опорах при отсутствии на них металлических нагрузок (например, в петлях анкерных опор).

Провода крепят на концевых и анкерных опорах при помощи плашечных зажимов типа ПАБ или боковой вязки проволокой. На промежуточных опорах провода крепят вязкой, прочность крепления не должна превышать 1500 Н. В пролетах пересечения инженерных сооружений выполняют двойное крепление проводов вязкой или зажимами

Лекция 8. Технология монтажа кабельных линий

Монтаж регламентирован рядом технологических правил и требований, при соблюдении которых обеспечивается сохранность того уровня электрической и механической прочности кабеля, который достигнут на заводе при его изготовлении.

Монтаж кабельных линий, как и других устройств канализации электроэнергии, состоит из двух стадий: подготовки трасс для прокладки кабелей и прокладки кабелей по подготовленным трассам.

Кабели прокладывают в земляных траншеях, воде, воздухе, каналах, блоках, туннелях по внутренним и наружным стенам зданий, по эстакадам, на лотках и тросах. Канализация энергии кабелями в земляных траншеях не является надежным способом электроснабжения территорий строительных площадок и промышленных предприятий, так как происходят частые разрывы и связанные с ними механические повреждения кабелей. Кроме того, траншейная прокладка создает трудности при ремонтах и заменах кабелей, особенно в зимних условиях.

Траншейная прокладка кабелей целесообразна только при ограниченном числе кабелей (не более пяти-шести), следующих в одном направлении, на участках территории, не загруженных другими подземными коммуникациями. При большом потоке кабелей на территориях, загруженных коммуникациями, обычно применяют прокладку в специальных кабельных сооружениях (каналах, блоках, туннелях) или открытую прокладку по технологическим эстакадам либо по стенам зданий и т.п.

В последнее время кабели прокладывают с использованием комплекса протяжных устройств с автономным приводом.

Внедрение индивидуальных приводов позволяет механизировать прокладку кабелей в стесненных условиях, на строительных площадках, не имеющих подъездных путей, а также при наличии подземных коммуникаций и переходов.

Прокладка кабельной линии в траншее состоит из следующих основных операций: рытье траншеи; доставка, раскатка и укладка кабелей в траншее; защита кабелей от механических повреждений и засыпка траншеи; монтаж соединительных муфт.

Кабельную трассу выполняют в соответствии с проектом. Глубина траншеи от планировочной отметки для кабелей напряжением до 10 кВ должна быть 0,8 м, а при пересечении улиц, площадей и на пахотным землям - 1,1 м. Меньшая глубина траншеи (до 0,6 м) допускается при вводе кабелей в здания, а также в местах пересечения с подземными сооружениями, при

условии защиты кабелей от механических повреждений на участках длиной до 5 м. Размеры траншеи для прокладки кабелей 1-10 кВ, рис 24,

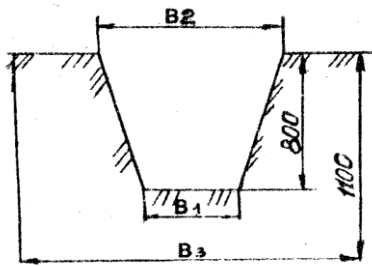


Рисунок 24 - Размеры траншеи для прокладки кабелей 1-10 кВ:

B_1 -размер на дне траншеи;

B_2 -размер у поверхности земли;

B_3 -размер зоны отвода.

При прокладке в земле параллельно с другими эксплуатируемыми кабелями или инженерными коммуникациями должны соблюдаться наименьшие расстояния между ними, табл. 6.2.

Таблица 6.2 Размеры траншей для кабелей 1-10 кВ.

Тип траншеи	Размеры мм, по рис. 8.			Число проклады- ваемых силовых кабелей, шт.
	B_1	B_2	B_3	
Т – 1	250	350	2150	1
Т – 2	300	500	2300	1 – 2
Т – 3	400	600	2400	2 – 3
Т – 4	600	700	2500	3 – 4
Т – 5	750	830	2600	4 – 5
Т – 6	900	1000	2800	5 – 6

Перед прокладкой кабелей проверяется готовность трассы, а именно:
- укладка и крепление (при необходимости) труб;

- заготовка кирпича или плит для механической защиты кабелей или наличие сигнальной ленты;
- отсутствие воды в траншеях;
- отсутствие камней и прочих предметов в траншее;
- углы поворотов траншеи;
- глубина траншеи по всей трассе;
- заделка труб в проходы при входе в здание через фундаменты и стены;
- на кабели, которые будут прокладываться, предъявляют протоколы испытания и акты осмотра.

После выполнения всех этих требований приступают к прокладке кабелей. Сначала дно траншеи по всей длине присыпают песком - или мелкой землей, не содержащей камней, мусора и т.д. Толщина подсыпки должна быть не менее 100 мм. Кабели в траншее укладываются с запасом 1 – 2% ("змейкой") от его длины для исключения возможности возникновения опасных механических напряжений при смещениях почвы и температурных деформациях. Способы прокладки кабелей показаны на рис.25 и 26.

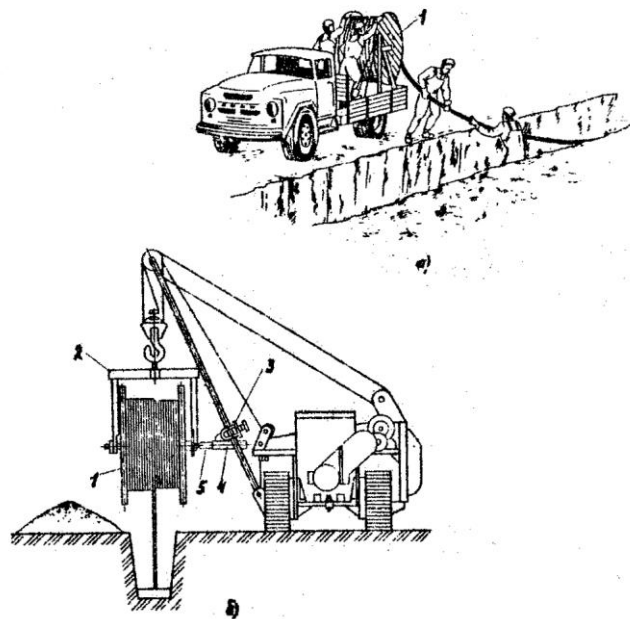


Рисунок 25 - Прокладка кабелей с помощью: а) с помощью оборудованного грузового автомобиля, б) с помощью крана трубоукладчика

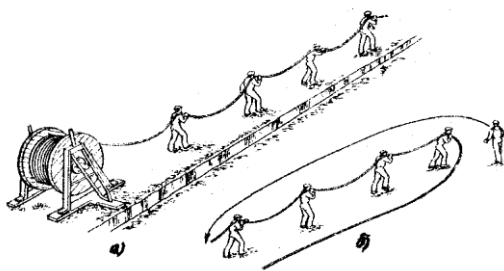


Рисунок 26 - Прокладка кабеля вручную.

а-с выносом всей строительной длины;

б-методом "петли".

Наименьшие расстояния между кабелями (до 10 кВ) и другими сооружениями представлено в таблице 6.3.

Таблица 6.3 Наименьшие расстояния между кабелями (до 10 кВ) и другими сооружениями.

Прокладка кабеля параллельно с другими сооружениями	Наименьшее расстояние, м
Между кабелем до 10 кВ	0,1
От кабеля до 35 кВ	0,25
От кабеля связи	0,5
От фундаментов зданий и сооружений	0,6
От трубопроводов, канализации и газопроводов низкого и среднего давления	1,0 2,0
От газопровода высокого давления и теплопроводов	2,75 10,0
От трамвайных путей	10,75
От крайнего провода ВЛ 110 кВ	
От электрофицированной железной дороги	

При параллельной прокладке кабелей в траншее концы кабелей, предназначенных для последующего монтажа соединительных муфт,

располагаются со сдвигом мест соединения не менее чем на 2 м. При этом предусматривается запас кабеля по длине, необходимый для проверки изоляции на влажность, для монтажа соединительных муфт и укладки дуг компенсаторов, предохраняющих муфты от повреждения при возможных смещениях почвы и при температурных деформациях кабеля, а также на случай перерезки муфт при ее повреждении. Запас кабеля в компенсаторе должен быть 350 мм. Муфты необходимо располагать на уровне прокладки кабелей.

Число соединительных муфт на 1 км вновь строящихся кабельных линий должно быть не более 4 шт. для трехжильных кабелей 1 - 10 кВ сечением до $3 \times 70 \text{ мм}^2$, 5 шт. - сечением 3×95 - $3 \times 240 \text{ мм}^2$ - 2 шт. для одножильных кабелей.

Кабели необходимо прокладывать, как правило, при положительной температуре окружающего воздуха. Размотка, переноска и прокладка кабелей с бумажной или пластмассовой изоляцией допускается только в том случае, если их температура не ниже 5 град С.

Изгибание кабеля при низких температурах представляет большую опасность прежде всего для его изоляции (как бумажной, так и пластмассовой), поскольку при низких температурах пропитанная бумага и пластмасса становятся неэластичными (при изгибаниях образуются разрывы).

Химическое воздействие среды на металлические покрытия кабелей происходит даже в помещениях с нейтральной средой, поэтому оголенная бронь кабеля должна иметь противокоррозионное покрытие (внутри помещений джутовый покров не применяется по противопожарным соображениям).

Места прохода кабелей через перекрытия, стены, огнестойкие перегородки в кабельных туннелях следует тщательно заделать негорючим материалом, при этом выполнять уплотнение и вокруг кабелей, проходящих сквозь патрубки. Эта мера препятствует распространению пожаров в кабельных сетях и проникновению воды в здание через трубы.

Монтаж кабельных концевых заделок и соединительных муфт является наиболее сложной работой при канализации электроэнергии кабелями. В последние годы разработаны и внедрены новые способы заделки и соединений кабелей, которые значительно повысили надежность работы кабельных сетей. Вместо применяемых ранее концевых заделок в стальных воронках и с помощью киперной ленты теперь используют заделки полихлорвиниловой лентой и эпоксидные. Эти заделки кабеля отличаются малыми размерами, обладают необходимой диэлектрической и механической

прочностями, стойкостью по отношению к минеральным маслам, влаго- и термостойкостью, меньшей трудоемкостью и рядом других преимуществ.

Общее требование ко всем видам заделок и соединений -обеспечение герметичности изоляции кабеля в месте вывода токопроводящих жил во избежание проникновения влаги в кабель.

Попадание влаги или грязи в муфту или заделку резко ухудшает электрическую прочность и приводит к выходу из строя кабеля при его испытаниях после монтажа или во время эксплуатации. Поэтому работы по монтажу муфт и заделок должны выполняться чистыми руками и инструментом без перерыва в работе до полного их окончания. Корпус муфты перед началом работы также необходимо тщательно очистить с обеих сторон и протереть тряпками смоченными в бензине.

Монтаж заделок и муфт начинают с монтажных операций, называемых разделкой конца кабелей, которые заключаются в последовательном удалении на определенной длине защитных покровов, брони, оболочки и изоляции кабеля. В результате получается ступенчатая разделка, размеры ступеней которой зависят от напряжения, типа и габаритов муфт и заделок.

Предварительно, до разделки, проверяют бумажную изоляцию на отсутствие влаги: обрывают с конца кабеля бумажные ленты и опускают в разогретый парафин до 140-150 град. С. При увлажненной изоляции наблюдается потрескивание и выделение пены. Увлажненную изоляцию на участке 250...300 мм удаляют и еще раз проверяют до получения положительных результатов.

Разделку кабеля с пластмассовой изоляцией выполняют в той же последовательности, что и с бумажной, ступенчатым удалением шланга, брони, подушек под ней, экранов и изоляции. После соединения жил удаленную изоляцию восстанавливают изолированием мест соединения и оконцевания бумажными рулонами и роликами, а в последнее время -самослипающимися лентами.

Соединение кабелей на напряжение до 1000 В выполняют, как правило, в чугунных муфтах, в которых основной изоляцией служит заливочная мастика, что вполне достаточно для низкого напряжения при сохранении изоляционных расстояний между жилами фарфоровыми распорками. Корпус муфты СЧ (СЧм) состоит из двух половин, соединяемых болтами. В нижней полумуфте по всему периметру имеется паз с уложенной в нем герметизирующей прокладкой из маслостойкой резины или пенькового просмоленного каната, в верхней полумуфте по всему периметру промокания - выступ, входящий в паз нижней полумуфты. На кабели в местах их ввода в

муфту подматывают смоляную ленту, которая обжимается в выступах, имеющих в горловине корпуса муфты.

Фарфоровые распорки устанавливают на жилах по одной с каждой стороны от места соединения (закрытые РМ - при соединении жил пайкой и открытые Р - при опрессовании или сварке). В муфтах СЧм вместо распорок используют изолирующие подмотки на оголенных местах жил. Распорки скрепляют с жилами хлопчатобумажной лентой, проваренной в кабельном составе. Основной изоляцией служит битумный состав, заливаемый в разогретом виде (до 50-60 град. С) через отверстия в верхней половине корпуса в 3-4 приема в избежание образования усадочных раковин и пустот.

После остывания состава до температуры окружающей среды закладывают в канавку заливочного отверстия прокладку из резины или пенькового каната, закрепляют крышку болтами и покрывают швы сочленений, шейки, муфты и болты горячим битумным составом или лаком. Муфты заземляют медным многопроволочным проводом, который присоединяют одним концом к оболочкам и бронелентам каждого кабеля, а другим (с напрессованным или приваренным наконечником) - контактной площадке (под болт заземления) в нижней полумуфте.

Соединение жил в муфте должно обеспечивать надежность контакта, обладать малым переходным сопротивлением и механической прочностью. Место соединения должно быть без наплывов, заусенцев и других выступающих частей, с ровной поверхностью и плавными закругленными переходами.

Соединение кабелей на напряжение до 1000 В выполняют также в эпоксидных муфтах СЭ, ПСсл др., которые выпускают в виде готовых комплектов, имеющих съемные или несъемные жесткие формы из пластмассы или металла, заливаемые на месте монтажа эпоксидным компаундом.

Соединительная муфта ПСсл из самослипающихся лент предназначена для соединения кабелей с пластмассовой изоляцией, проложенных в земле и кабельных сооружениях. При разделке концов пластмассовую изоляцию жил восстанавливают самослипающимися лентами, а пластмассовый шланг - термоусаживаемой трубкой на лаке КО-916. Смонтированную муфту укладывают в защитный пластмассовый или металлический кожух.

Для оконцевания кабелей рекомендуются концевые заделки внутренней и наружной установки с герметизацией жил трубками разных исполнений: ТВ (термоусаживаемая), К (кремний-органические), Н (из натриевой резины), Т (трехслойные пластмассовые), а также в резиновых перчатках и стальных воронках. В последнее время появились новые заделки

на основе самослипающихся лент КВсл и термоусаживаемых перчатках КВТп.

Прокладка кабелей через улицы, проезды и дороги с усовершенствованными покрытиями, а также через трамвайные и железнодорожные пути может осуществляться не только открытым, но и закрытым способами без разрытия траншей, разрушения дорогостоящего бетонного основания и асфальтового покрова, а также нарушения движения транспорта: методами горизонтального бурения, продавливания и прокола с одновременной прокладкой в земле трубопроводов для кабелей.

Применение того или иного метода определяется в зависимости от состояния грунтов, наличия и расположения действующих подземных коммуникаций, характера проектируемого трубопровода, а также экономической целесообразности.

Недостатками их являются, однако, ограниченность длины проходки и возможность отклонения от заданного направления.

Метод горизонтального бурения применяется для скрытой прокладки трубопроводов разных диаметров. Установкой, типа УГБ-150, выполняется буровая скважина для прокладки в ней трубы диаметром 100-150 мм, в которую затем затягивается кабель. Длина скважины и прокладываемых в ней труб достигает 15-20 м при скорости бурения 1 м за 1,5-3 мин.

Метод продавливания отличается от метода горизонтального бурения тем, что труба в месте забоя продавливается мощными домкратами в грунт. Длину проходки определяют в зависимости от характера грунтов (песчаные, глинистые), их степени влажности (сухие, мокрые), а также диаметра трубопроводов. Для прокладки трубопроводов как методом продавливания, так и прокола рекомендуется применение гидравлических домкратов типа ГД-170/1150, выпускаемых комплектно с масляными высоконапорными насосами. Гидродомкраты этого типа имеют грузоподъемность 170 т, ход штока 1150 мм.

Метод прокола наиболее часто применяется при устройстве кабельных переходов через проезды улиц, дорог, трамвайных и железнодорожных путей, взлетно-посадочных полос и т.д. В отличие от продавливания метод прокола не требует разработки и удаления грунта. Для снижения сопротивления грунта на передний конец трубы надевается специальный конусообразный наконечник. Производство прокола осуществляется с помощью домкратов по аналогии с продавливанием. Длина проходок составляет от 20 до 35 м и реже 50 м.

Заслуживает внимания разработанный институтом Мосинжпроект метод одновременного прокола пучком труб (до трех труб или футляров для

них) от 150 до 300 мм. Прокладка каждого кабеля в отдельной стальной трубе, имеющий надежное соединение с грунтом, создает более нормальное условие работы линий.

После окончания электромонтажных работ производят маркировку кабельных линий, облегчающую их эксплуатацию и предупреждающую возможные механические повреждения при выполнении земляных работ в зоне размещения кабелей.

Каждой кабельной линии присваивают свой номер или наименование. Если линия состоит из нескольких параллельных кабелей, каждый из них обозначают одним и тем же номером, но с добавлением прописных букв русского алфавита (А, Б, В, Г и др.). На трассе кабельной линии наносят опознавательные знаки в виде надписей на стенах постоянных зданий и сооружений. При отсутствии на трассе постоянных строений (например, в незастроенной местности) используют специальные опознавательные знаки (пикеты), устанавливаемые через каждые 100 м на прямолинейных участках, на всех поворотах и пересечениях с дорогами (с обеих сторон), другими земельными сооружениями, а также в местах размещения соединительных муфт. На пахотных землях расстояние между опознавательными знаками на прямолинейных участках могут быть увеличены до 500 м. На табличке опознавательных знаков наносят номера пикетов по проекту и знаки напряжения (красной краской), обозначения кабельных трасс, расстояний от сооружений и направлений к сооружениям (черной краской).

Открыто проложенные кабели и все кабельные муфты снабжают маркировочными бирками, на которых указывают марку, напряжение и сечение кабеля, номер или наименование кабельной линии. На бирках соединительных и концевых муфт (заделок) указывают номер муфты, дату монтажа и фамилию электромонтажника, производящего монтаж. Кроме того, на бирках у концевых муфт (заделок) обозначают конечные пункты (откуда или куда проложен кабель). На кабелях, проложенных в кабельных сооружениях, бирки устанавливают не реже чем через каждые 50-70 м, а также в местах изменения направления трассы, с обеих сторон проходов через междуэтажные перекрытия, стены и перегородки, в местах ввода (вывода) кабеля в траншеи и кабельные сооружения.

Маркировку контрольных кабелей и силовых небронированных кабелей с сечением жил до 16 мм² включительно прокладываемых многослойно и пучками на опорных конструкциях, лотках, в коробках и каналах, рекомендуется производить только у концевых заделок.

На скрыто проложенных кабелях в трубах или блоках бирки устанавливают на конечных пунктах у концевых муфт (заделок). В

колодцах и камерах блочной канализации, а также у каждой соединительной муфты. На скрыто проложенных кабелях в траншеях бирки устанавливают у конечных пунктов и у каждой соединительной муфты.

Для кабелей различного назначения применяют маркировочные бирки, отличающиеся геометрическими размерами и формой: прямоугольные - для силовых кабелей напряжения до 1 кВ; круглые - для силовых кабелей на напряжение выше 1 кВ; треугольные - для контрольных кабелей. Материал бирок выбирают в зависимости от условий среды. В сухих помещениях применяют бирки из пластмассы, стали или алюминия; в сырых помещениях, вне зданий и в земле - из пластмассы.

В соответствии с ПУЭ прокладку и монтаж КЛ, сооружаемых строительно-монтажными организациями, выполняют под техническим надзором эксплуатационного персонала. Выполняющий надзор контролирует качество работ, проверяет состояние кабеля, качество муфт и монтажных материалов, принимает скрытые работы, к которым относится осмотр проложенного кабеля, проверяет габаритные размеры в местах сближений и пересечений сооружаемой линии с другими кабелями и подземными коммуникациями, монтаж муфт и др.

Список источников: