

Коррозия кабельных оболочек и меры защиты

Коррозия — процесс разрушения металлических оболочек кабелей (свинцовых, стальных, алюминиевых), а также защитных и экранирующих покровов (стальной брони, медных и алюминиевых экранов) вследствие химического, механического и электрического воздействий окружающей среды. Различают следующие виды коррозии: почвенную (электрохимическую), межкристаллитную (механическую) и электрокоррозию (коррозию блуждающими токами).

Коррозия оболочек приводит к потере герметичности кабелей связи, ухудшению их электрических свойств и в ряде случаев выводит кабель из строя. Разрушающее действие коррозии характеризуется следующими данными: 1 А блуждающего в земле тока приводит к потере в течение года 12 кг стали, 36 кг свинца, 100 кг алюминия.

В зависимости от характера взаимодействия оболочки кабеля и почвы, в которой он находится, а также от прохождения блуждающего тока, вдоль кабеля образуются анодные, катодные или знакопеременные зоны.

Анодной зоной называется участок кабеля, на котором он имеет положительный электрический потенциал по отношению к окружающей среде. В этой зоне токи стекают с оболочки, унося частицы металла и разрушая ее.

Катодной зоной называется участок, на котором он имеет отрицательный электрический потенциал по отношению к окружающей среде. В этой зоне ток втекает в оболочку, не создавая опасности ее разрушения.

Знакопеременной зоной называется участок, на котором имеет место чередование положительных и отрицательных потенциалов по отношению к земле.

Скорость коррозии зависит от тока, протекающего между анодом и катодом, и природы процессов. Ее можно определить по формуле

$$v = \frac{k}{S_a} \frac{U_k - U_a}{R}$$

где U_k и U_a — катодный и анодный потенциалы; S_a — площадь анодного участка; R — внутреннее сопротивление цепи; k — коэффициент, определяемый числом Фарадея.

Почвенной коррозией называется процесс разрушения металлической оболочки кабеля, вызванный электрохимическим взаимодействием металла с окружающей его почвой. Основные причины, вызывающие почвенную коррозию: содержание в почве влаги, органических веществ, солей, кислот, щелочей, неоднородность оболочки кабеля, неоднородность химического состава грунта, соприкасающегося с оболочкой кабеля, неравномерное проникание кислорода воздуха к оболочке кабеля. В результате на поверхности металла образуются гальванические пары, что сопровождается циркуляцией тока между металлом и окружающей средой. В местах выхода токов из оболочки кабеля в грунт образуются анодные зоны, в которых и происходит разрушение оболочки.

Известна также биологическая коррозия, обусловленная воздействием микроорганизмов (бактерий), которые, изменяя химический состав почвы, ускоряют процесс коррозии.

Интенсивность коррозии зависит от степени агрессивности среды, которая характеризуется двумя параметрами: удельным сопротивлением грунта ρ и химической характеристикой грунта по кислотному содержанию pH (pH — это кислотное число, характеризующее число ионов водорода в единице объема грунта).

По удельному сопротивлению грунты подразделяются на три категории

- низкоагрессивные (песчаные, глинистые, каменистые);
- среднеагрессивные (суглинистые, лесные, слабый чернозем);
- высокоагрессивные (торф, известь, чернозем, перегной, мусор).

Третья категория грунтов весьма опасна для металлических оболочек в коррозионном отношении.

Для защиты направляющих систем связи от коррозии применяют разные меры.

Принцип действия катодной защиты состоит в том, что к оболочке кабеля, имеющей положительный потенциал по отношению к земле (анодная зона), присоединяют отрицательный полюс от специального источника тока, тем самым придавая оболочке отрицательный потенциал. Таким образом, напряжение источника тока переводит анодную зону на оболочке кабеля в катодную. Положительный полюс источника тока заземляют.

Для катодной защиты применяются катодные станции, представляющие собой выпрямительное устройство с селеновыми выпрямителями или германиевыми диодами. Выпускаются катодные станции с встроенными выпрямителями, имеющими плавную или ступенчатую регулировку выпрямительного напряжения.

Вследствие сравнительно больших эксплуатационных расходов катодные станции используются преимущественно для совместной защиты нескольких подземных сооружений и главным образом для защиты от коррозии блуждающими токами.

Протекторная защита по существу аналогична катодной защите, только в данном случае для создания отрицательного потенциала на оболочке кабеля используется не посторонний источник тока, а ток, появляющийся за счет разности электрохимических потенциалов при соединении различных металлов (меди — 0,377; свинца — 0,126; стали — 0,44; алюминия — 1,66; магния — 2,37). Этот ток направлен от более высокого потенциала к более низкому. В результате его действия разрушению подвергается металл с более низким потенциалом. Обычно для протекторных электродов (протекторов) используются магниевые сплавы МЛ, состоящие из магния, алюминия и цинка. Электрод представляет собой размещаемый в почве цилиндр длиной 600...900 мм, диаметром 150...240 мм с контактным стальным стержнем. Применяются три типа протекторов: ПМ-5У, ПМ-10У и ПМ-20У. Принцип протекторной защиты состоит в том, что катодная зона на оболочке кабеля

создается в результате ее соединения изолированным проводом с заземленным протекторным электродом, имеющим более низкий электрохимический потенциал, чем потенциал оболочки кабеля.

Технология прокладки направляющих систем связи

Строительство линейных сооружений электросвязи выполняется в соответствии с требованиями утвержденных инструкций и имеет ряд особенностей, усложняющих организацию работ:

- растянутость фронта работ и необходимость частого перемещения строительных объектов, отличающихся по составу и характеру работ;
- необходимость выполнения работ в любое время года, в большинстве случаев на открытом воздухе и в стесненных условиях;
- необходимость обеспечения движения транспорта в местах строительства;
- выполнение большого объема земляных работ в условиях насыщения трассы различными подземными коммуникациями, что снижает возможность использования механизмов.

До начала работ должна быть изучена техническая документация и проведено обследование района строительства. На основе полученных данных составляют план производства работ, определяют сроки завершения строительства и ввода в действие сооружений связи, технологию выполнения работ.

Основными видами работ при строительстве линейных сооружений являются:

- строительство телефонной кабельной канализации;
- прокладка кабелей в кабельной канализации, коллекторах, тоннелях, по мостам, стенам зданий и подвеска кабелей;
- монтаж кабельных линий связи;
- устройство вводов кабелей.

Подземная телефонная кабельная канализация, состоящая из подземных трубопроводов и смотровых устройств (колодцев) различных конструкций и размеров, предназначена для прокладки, монтажа и эксплуатации кабелей связи. Телефонную канализацию прокладывают в основном под пешеходной частью улиц и по кромке газонов, а на пересечении дорог - под проезжей частью улиц.

Наибольшее распространение на ГТС получили асбестоцементные и полиэтиленовые трубы, из которых формируется от 1 до 48 каналов (отверстий). Асбестоцементные трубы для связной канализации выпускают длиной 2, 3 и 4 м. Полиэтиленовые трубы изготавливают из полиэтилена высокой и низкой плотности длиной 5, 8, 10 и 12 м. Достоинством этих труб являются: повышенная гибкость, большая длина, малая масса, высокая водо- и газонепроницаемость. Полиэтиленовые трубы из полиэтилена низкой плотности с внешним диаметром 63 мм поставляются длиной 30...200 м, свернутыми в бухты диаметром 2,5 м.

Смотровые устройства (колодцы) устанавливают на расстоянии не более 25...150 м друг от друга. Они предназначены для затягивания, монтажа

и контроля кабелей связи. Колодцы бывают железобетонные и кирпичные. На ГТС в основном используют типовые сборные железобетонные колодцы, форма и размеры которых зависят от количества вводимых в них каналов. По конструкции колодцы делятся на проходные ККС (на прямых линейных участках канализации); угловые ККСу (в местах поворотов трассы) и разветвительные ККСр (в местах разветвления трассы). Непосредственно у телефонной станции размещают стационарные колодцы в основном из кирпича.

Перед началом прокладки трубопровода в соответствии с рабочими чертежами проводят разбивку трассы канализации и копку траншей и котлованов для колодцев. Копка траншей и котлованов в основном выполняется экскаватором, а в местах пересечения или сближения с подземными коммуникациями - вручную. Размеры траншей зависят от числа каналов и глубины их прокладки. В тех местах, где возможны обвалы стенок траншей, последние крепят при помощи деревянных щитов и распорок. Дно траншеи выравнивают и утрамбовывают таким образом, чтобы трубопровод имел уклон от середины пролета к колодцам 3...4 мм на каждый метр длины пролета для стока воды, попавшей в трубопровод. Если на местности имеется такой естественный уклон, то трубопровод можно укладывать с одинаковым заглублением по всей длине пролета, и лишь у подхода к колодцам на расстоянии 10 м трубопроводу придается уклон, обеспечивающий ввод в колодец на заданной вертикальной отметке. Укладку труб производят по шнуру, натянутому по боковой линии траншеи. В колодцы трубы вводят таким образом, чтобы их торцы находились в одной вертикальной плоскости. Асбестоцементные трубы укладывают в ряд(на расстоянии 20....25 мм. друг от друга. Последующие ряды укладывают аналогично со смещением концов труб на 200...250 мм. Промежутки между трубами, а также между трубами и стенками траншеи засыпают мягким грунтом и утрамбовывают. Между рядами труб также насыпают и уплотняют слой мягкого грунта толщиной 20 ... 25 мм.

Стыковка асбестоцементных труб осуществляется следующими, получившими наибольшее распространение, способами: при помощи полиэтиленовых муфт - манжетным способом с обмазкой цементным раствором; манжетным способом с прогревом. При помощи полиэтиленовых муфт трубы соединяют в следующей последовательности: муфту, предварительно подогретую в горячей воде, надвигают одной стороной на конец трубы. В другую сторону муфты вводят конец второй трубы, которую ударами деревянного молотка загоняют до упора в перегородку муфты.

Манжетный способ с обмазкой цементным раствором заключается в следующем: стыки труб обматывают в один слой лентой из гидроизола, металлоизола или смоляной лентой. Поверх ленты накладывают и затягивают стальную манжету, а затем стык обмазывают цементным раствором толщиной 10...15 мм. При соединении труб манжетным способом с прогревом стык обматывают двумя слоями смоляной ленты, поверх которой накладывают и затягивают стальную манжету. Манжету прогревают,

и на горячую поверхность накладывают еще два слоя смоляной ленты. Монтаж стыков полиэтиленовых труб производят у бровки траншеи способом стыковой сварки. Сущность этого способа состоит в оплавлении при помощи нагревательного диска и прижатии друг к другу до полного затвердения концов стыкуемых труб. Сваренные таким способом плети на длине пролета между смежными колодцами опускают в траншею и укладывают рядами.

За рубежом для телефонной канализации находят применение тонкостенные многоотверстные блоки из полиэтилена высокой плотности, каналы которых имеют прямоугольную форму. Наличие ребер жесткости, несмотря на сравнительно тонкие стенки, обеспечивает достаточные жесткость, прочность и малую массу.

Сборные железобетонные колодцы обычно состоят из двух частей: нижней с днищем и верхней с перекрытием. К моменту установки колодцев подготавливают хорошо выровненный котлован. Установка колодцев в котлован осуществляется при помощи автокранов. Установленный колодец оборудуют круглыми чугунными люками, которые имеют наружную (чугунную) и внутреннюю (стальную) крышки. Внутри колодца на боковых стенах крепят стальные кронштейны с консолями, имеющими углубления, в которые укладывают кабели связи.

В каналах телефонной канализации прокладывают как электрические, так и оптические небронированные кабели связи. Прежде чем приступить к прокладке кабеля в канализации, необходимо провести соответствующую подготовку каналов трубопровода. Подготовительные работы начинаются с так называемой «заготовки каналов», которая может быть выполнена из металлических полых палок (чаще всего дюралюминиевых), которые снабжены по концам винтовыми штырями и втулками. Палки последовательно свинчивают одну с другой и вводят в канал. На конец первой палки навинчивают наконечник. Когда наконечник появится в соседнем колодце, к нему крепят стальную проволоку диаметром 3 мм и вытаскивают палки обратно, постепенно их отвинчивая. После вытаскивания всех палок в канале остается проволока - это и есть заготовка. Если заготовка выполняется на прямолинейном участке канализации, то палки, не развинчивая, пропускают в канал следующего пролета. Способ заготовки каналов из палок достаточно трудоемок, однако он не требует дополнительных механизмов и приспособлений. Известны также способы заготовки при помощи пневматического каналопроходчика, упругой стальной ленты, полиэтиленовой трубки, стеклопластиковых прутков. Если заготовка выполняется в занятых каналах, то необходимо принять меры, исключающие повреждение проложенных кабелей.

После заготовки проверяют исправность канала. Для этого к заготовке крепят пробный цилиндр, а за цилиндр крепят металлическую щетку, диаметр которой равен диаметру канала. Пробный цилиндр, проходя по каналу, удаляет наплывы на стыках труб, а щетка удаляет из канала мелкий мусор и остатки грунта. При большой засоренности канала его прочищают

специальным совком с острыми краями, который навинчивают на конец первой палки.

После проверки исправности каналов приступают к затягиванию кабеля. Кабели емкостью до 100 пар затягивают в пролеты канализации, как правило, вручную. Тяжелые кабели затягивают с помощью механизмов следующим образом. Кабельную тележку или козлы-домкраты с кабелем устанавливают у колодца со стороны, обращенной к направлению протяжки. При этом кабель должен поступать в колодец обязательно с верха барабана. Кабельную машину или лебедку устанавливают у второго колодца. Стальной канат лебедки соединяют с заготовкой и вытягивают в колодец, у которого установлен барабан с кабелем. Конец каната соединяют с помощью концевого стального чулка с концом кабеля, а затем лебедкой затягивают кабель в канал.

Для подтягивания конца кабеля в колодце используют сквозной кабельный чулок, а для подтягивания кабеля в промежуточном колодце - разрезной чулок. Во избежание кручения кабеля канат соединяют с чулком через компенсатор кручения; чтобы предохранить оболочку кабеля от повреждения и края отверстия канала, в него вставляют разъемную предохранительную или кабельное колено.

Прокладка оптических кабелей в кабельной канализации.

Волоконно-оптические линии связи, проходящие в черте населенных пунктов, как правило, прокладывают в телефонной канализации. Основу составляют трубы круглого сечения диаметром 100 мм - асбоцементные, бетонные или пластмассовые. Телефонную канализацию прокладывают на глубине 0,4... 1,5 м отдельными блоками, герметично состыкованными между собой. Через 80... 150 м по трассе телефонной канализации размещают смотровые устройства - телефонные колодцы. По стенкам колодцев имеются особые консоли, на которых укладывают кабели, а в местах стыка двух строительных длин - кабельные муфты. Устройство для размотки ОК с кабельного барабана устанавливают в начале трассы у люка входного колодца со стороны входа в канал кабельной канализации. Барабан ставят таким образом, чтобы размотка ОК шла с его верхней части. На трассе во всех местах, где происходит изменение ее направления от прямолинейного, расставляют направляющие устройства.

Перед прокладкой ОК верхний на барабане конец строительной длины, с которого начнется протяжка, должен быть оснащен специальным наконечником. Заготовочную проволоку или трос присоединяют к концу наконечника, укрепленного на конце ОК.

При затягивании ОК вручную скорость прокладки может составлять 5...7 м/мин. Процесс затягивания должен осуществляться равномерно, без резких рывков и остановок, с соблюдением минимально допустимого радиуса изгиба кабеля.

Оптические кабели по сравнению с электрическими имеют существенно меньшую массу. Поэтому в телефонной канализации их можно затягивать на прямолинейных участках длиной до 1 км, а на трассе с

изгибами длину кабеля уменьшают до 0,5 км. Общее число оптических кабелей в одном канале не должно превышать трех, а суммарная площадь сечения этих кабелей 20...25% площади сечения канала.

Для уменьшения трения кабель при протяжке смазывают тонким слоем технического вазелина. Чтобы исключить воздействие растягивающих усилий на оптические волокна, используют специальное устройство захвата оптического кабеля, которое обеспечивает восприятие всей нагрузки армирующими элементами кабеля.

Для увеличения длины затягиваемых оптических кабелей и повышения надежности их работы в эксплуатации находят применение пластмассовые трубки диаметром 30...40 мм. Эти трубки затягивают по две-три одновременно в каналы трубопроводов.

Монтаж электрических кабелей связи

Монтаж кабелей связи является наиболее ответственной работой, так как от качества монтажа в значительной степени зависит качество связи. Большинство работ по монтажу кабелей связи связано с монтажом муфт. На узлах связи в основном используют соединительные, разветвительные, изолирующие, газонепроницаемые муфты. Монтаж муфт выполняется в колодцах кабельной канализации, шахтах, коллекторах, котлованах. Монтируются также муфты кабелей, прокладываемых по стенам зданий и подвешиваемых на столбовых и стоечных опорах. Соединительной муфтой сращивают два кабеля одинаковой емкости.

Разветвительная муфта (перчатка) служит для распаивания кабеля большой емкости на два или более кабелей меньшей емкости. Изолирующая муфта обеспечивает прерывание электрического контакта металлической оболочки соединяемых кабелей без нарушения герметичности. Газонепроницаемая муфта представляет собой газонепроницаемую пробку, обеспечивающую герметичность кабельной линии по ее концам.

Подготовка кабеля к монтажу заключается в его проверке на обрыв жил и экрана, сообщение жил между собой, с экраном или оболочкой, герметичность оболочки, соответствие сопротивления изоляции жил норме (≥ 5000 МОм/км). Разделку концов сращиваемых муфт выполняют с учетом размеров муфт. Размеры муфт подбирают в зависимости от типов монтируемых кабелей, их емкости и диаметра жил. Муфты должны выступать на 10...15 мм за обрезы оболочек или защитных шлангов кабелей. Сращивание токопроводящих жил и восстановление их изоляции в зависимости от местных условий осуществляется ручной скруткой путем изолирования с помощью гильзы каждой жилы или пары жил, механизированной скруткой сразу четырех жил, а также при помощи групповых сжимаемых соединителей (модулей). При ручной скрутке с изолированием пары жил общей гильзой (полиэтиленовой или бумажной) скрутки разносят друг от друга

Наиболее прогрессивным способом монтажа является использование групповых соединителей, например соединителя на 10 пар (СМЖ-10). Соединитель СМЖ-10 имеет две части - корпус и крышку. Сращиваемые

жилы вводят в корпус соединителя, который устанавливают в гнездо пресса. Затем на корпус накладывают крышку. При помощи пресса обе части соединителя сжимаются, жилы вдавливаются в щели контактных элементов, изоляция жил прорезается острыми гранями и обеспечивается хороший электрический контакт.

Восстановление кабельных оболочек осуществляют после восстановления поясной изоляции готового кабельного сердечника и экрана (для кабелей с пластмассовыми оболочками). Свинцовые оболочки восстанавливают при помощи свинцовых муфт и припоя марки ПОССу-30. Алюминиевые оболочки восстанавливают горячей пайкой, склеиванием и опрессованием. Пластмассовые оболочки и защитные шланги кабелей связи восстанавливают пластмассовыми муфтами способом сварки. Основным способом сварки полиэтиленовых муфт является сварка при помощи наплавления полиэтиленовой ленты под слоями стеклоленты. В настоящее время для восстановления пластмассовых оболочек и шлангов широкое применение находят термоусаживающиеся пластмассовые трубки, внутренняя поверхность которых покрыта тонким подклеивающим слоем. Эти трубки при нагревании «усаживаются», плотно обтягивают места соединения, вместе со сплавившимся подклеивающим слоем обеспечивают хорошую герметичность.

Монтаж оптических кабелей

На узлах связи оптические кабели связи используют на соединительных линиях между станциями и прокладывают в телефонной канализации, поэтому монтаж соединительных муфт кабеля осуществляется в основном в кабельных колодцах.

Процесс подготовки ОВ к сращиванию включает в себя операции снятия первичного защитно-упрочняющего покрытия волокна и скалывания для получения хорошо обработанной торцевой поверхности волокна, а также обтирку зачищенных концов мягким материалом, пропитанным растворителем (спиртом). В настоящее время в ОК, выпускаемых отечественной промышленностью, используются ОВ только с эпоксикарилатным первичным защитно-упрочняющим покрытием. Такое покрытие может быть удалено либо механическим, либо химическим способом. Для удаления эпоксикарилатного покрытия механическим способом используется инструмент, основным рабочим элементом которого служат стальные лезвия толщиной 0,3 мм. Защитное покрытие желательно удалять за один проход. При этом повреждение поверхности световода должно быть минимальным. Необходимо тщательно подобрать усилие зачистки, что требует приобретения навыков и постоянной тренировки. Механический способ удаления покрытия уменьшает прочность сварного соединения примерно на 10%. Надрезание покрытия и последующее его стягивание вызывают на поверхности ОВ миниатюрные повреждения вследствие фрикционных сил, создаваемых скольжением ножа инструмента (лезвия) и сдираемого покрытия по поверхности стекла. Зачищенное ОВ

закрепляют в держателях сварочного аппарата, что также повреждает его поверхность.

Наиболее удобным, исключая указанные дефекты является химический способ снятия эпоксиакрилатного покрытия с помощью подогретого до определенной температуры растворителя. Для этой цели целесообразно использовать специальное нагревательное устройство типа УН-1. Конец ОВ погружают в подогретый растворитель (например, ацетон) и выдерживают в течение некоторого времени (как правило, около 20...25 с). Покрытие разбухает, отстает от поверхности световода и легко снимается механическим путем с помощью чистой мягкой ветоши.

Для получения хорошо обработанной торцевой поверхности ОВ проводят операцию скалывания: на поверхность световода с удаленным первичным покрытием наносят насечку с последующим приложением к ней растягивающей, изгибающей или комбинации этих нагрузок, вызывающих рост трещины и облом световода в данном месте. Торцевая поверхность должна быть плоской, гладкой и перпендикулярной оси ОВ. При скалывании поверхность торца может быть зеркальной (давление резца оптимально и диаметр ОВ близок к номинальному), с ребристой и волнистой зонами (не подобрано давление резца на ОВ либо диаметр ОВ отклоняется от номинального значения), иметь небольшой выступ (отклонение диаметра ОВ от номинального). Зеркальная зона обеспечивает наилучшие условия для соединения ОВ, ребристая зона характеризует область, где трещина начинает разветвляться, волнистая является промежуточной между двумя первыми.

Стабильно высокое качество сколов ОВ при минимальных требованиях к квалификации персонала получают при использовании автоматических устройств - электронных скалывателей. Волокно с удаленным покрытием фиксируется в инструменте. Под действием электронно-управляемого двигателя резец вибрирует с низкой частотой и нарастающей амплитудой, приближаясь к волокну, которое натягивается синхронно с частотой вибрации резца. При нанесении резцом насечки на поверхности волокна под действием растягивающих усилий ОВ обламывается. Электронные скалыватели могут быть использованы как при монтаже, так и при подготовке к измерениям многомодовых и одномодовых кабелей. Скол одномодовых ОВ рекомендуется выполнять только с помощью электронных скалывателей.

В настоящее время для соединения ОВ кабелей связи применяется сварка ОВ. Сварку проводят с помощью электрической дуги, кислородно-водородной горелки, хлороводородной горелки, СО-лазера, плазменного генератора.

Из всех способов практическое применение при монтаже ОК в процессе строительства и эксплуатации ВОЛС нашел только способ сварки с помощью электрической дуги. При сварке одномодовых волокон приходится решать сложные инженерные задачи, связанные с необходимостью обеспечения малых значений осевого и углового смещений, например, осевое смещение свариваемых одномодовых ОВ не должно превышать 0,1 мкм. Жесткий

допуск по смещению продольных осей соединяемых одномодовых ОВ обусловлен тем, что силы поверхностного натяжения не могут обеспечить для данного типа волокна с диаметром сердцевины 5...8 мкм точную юстировку. Такие допуски при юстировке одномодовых ОВ не могут быть достигнуты вручную.

В комплектах для сварки одномодовых ОВ используются системы автоматической юстировки со специальными микроподвижками, системой контроля качества юстировки и электронным блоком управления. Известны два основных способа контроля качества автоматической юстировки ОВ. При первом способе качество юстировки оценивают по уровню мощности оптического сигнала, проходящего через стык ОВ, а ввод и вывод оптического излучения в ОВ осуществляют через участки изгиба волокна в специальных устройствах. При втором способе принцип работы системы контроля заключается в следующем. Если пучок света падает перпендикулярно на торец ОВ, то возникает отраженный поток света, анализ распределения мощности которого позволяет определять профиль показателя преломления и выявлять максимум оптической мощности, т.е. оптическую ось. Как правило, потери на стыках одномодовых ОВ, выполненных методом сварки, выполненной автоматическим сварочным аппаратом, составляют 0,05...0,01 дБ.

Разъемные соединители применяются в оконечных разделочных муфтах и 19-дюймовых полках, а также в промежуточных кроссах. Соединитель SC, дизайн которого принадлежит японской фирме NTT, считается самым перспективным и применяется во всех отраслях, связанных с ВОЛС. Поэтому для линии связи целесообразно применять соединители типа SC и ST. Вносимые потери при применении соединителей SC для волокна SMF составляют менее 0,5 дБ; соединителей ST для волокна SMF составляют менее 0,7 дБ.

Основными требованиями к конструкции коммутационно - распределительных устройств являются:

- надежная защита световодов оптического кабеля от механических повреждений;
- возможность закрепления концов кабеля;
- удобство размещения в корпусе технологического запаса волокна с соблюдением заданного радиуса изгиба, защитных гильз сварных соединителей и корпусов механических сплайсов (при их наличии). Потребность в таком запасе обусловлена как необходимостью выноса сращиваемых волокон за пределы корпуса муфты, например, для установки в сварочный аппарат, так и необходимостью обеспечения возможности повторного сращивания в случае обнаружения каких-либо дефектов;
- создание простого и удобного доступа к волокнам, сплайсам, розеткам и коннекторам разъемных соединителей во время ремонтных и профилактических работ;
- обеспечение удобства подключения коннекторов и розеток разъемных оптических соединителей;

- хорошие массогабаритные показатели в сочетании с большой емкостью и высокой плотностью упаковки оптических портов.

Промежуточные (линейные) защитные муфты применяются главным образом для сращивания кабелей внешней прокладки. Потребность в установке муфты возникает при ремонтах поврежденного кабеля, а также при переходе с кабеля большей емкости на два или более кабеля меньшей емкости. Муфты обеспечивают размещение технологического запаса волоконных световодов, укладку защитных гильз или сплайсов сростков на специальных кассетах и защиту их от механических повреждений, предохранение внутреннего объема оптических кабелей от воздействия влаги. Смонтированные муфты укладываются в коллекторах и колодцах кабельной канализации, имеются варианты, допускающие укладку непосредственно в грунт, болото или под воду на глубину до 10 м, а также для подвески на столбах воздушных линий связи.

Устройство вводов кабелей связи

Основные оконечные кабельные устройства размещают в помещении кросса узла связи (защитные полосы, рамки, разделительные блоки) и в распределительных шкафах (кабельные боксы). Способ ввода кабелей связи в здание станции зависит от емкости и расположения станции, а также размещения линейного оборудования внутри здания. Для станции большой емкости кабели связи вводят, как правило, через кабельные шахты. Кабельные шахты устраивают в помещениях подвальных этажей зданий телефонных станций, как правило, непосредственно под помещением кросса. На станциях небольшой емкости вместо шахт используют приямки, в которых кабели распаивают и подают непосредственно к кабельным оконечным устройствам.

Монтаж и прокладка оптического кабеля с учетом выбранной трассы.

При строительстве ВОЛС выполняются следующие работы: разбивка линии; доставка кабеля и материалов на трассу; испытание, прокладка и монтаж кабеля; устройство вводов. При прокладке кабеля в пределах города сооружается кабельная канализация, в полевых условиях кабель кладется непосредственно в землю на глубину 1,2 м. При строительстве решают вопросы прокладки кабеля в канализации и грунте, монтажа оптического кабеля, предусматривают меры защиты ВОЛС от влияния воды, грозы, грызунов. Для прокладки междугородных ОК в грунт в настоящее время получили применение три способа: прокладка кабелеукладчиком, траншейная прокладка и прокладка кабеля в пластмассовой трубе.

Бестраншейный способ прокладки кабеля с помощью кабелеукладчика, благодаря высокой производительности и эффективности, является основным. Он широко применяется на трассах с размытыми рельефами местности и разными грунтами. Для прокладки используются кабелеукладчики с активными и пассивными рабочими органами. С помощью ножевого кабелеукладчика в грунте прорезается узкая щель, и кабель укладывается на ее дно на заданную глубину залегания 0,9... 1,2 м. При этом на кабель действуют механические нагрузки. Кабель на пути от

барабана до выхода из кабеленаправляющей кассеты подвергается воздействию продольного растяжения, поперечного сжатия и изгиба, а в случаях применения вибрационных кабелеукладчиков - вибрационному воздействию. В зависимости от рельефа местности и характера грунтов, конструкции и технического состояния кабелеукладчиков, а также режимов его работы механические нагрузки на кабель могут изменяться в широких пределах.

Особенности изысканий и проектирования.

Эффективность применения метода прокладки кабеля определяется по трем параметрам: стоимость кабеля, стоимость строительно-монтажных работ, время прокладки кабеля. Первоначально для построения сети связи определяется топология сети и выбирается количество оптических волокон в кабеле. В настоящее время с переходом на системы синхронной цифровой иерархии SDH эти параметры не являются критичными. По группе специальных параметров кабели имеют высокую термостойкость и высокую стойкость к баллистическим ударам. При проектировании необходимо проанализировать детальные планы, рабочие чертежи необходимо дополнить локальными картами, которые позволяли бы определить место подъезда, трудоемкость и технологию строительно-монтажных бригад. Отсутствие планов во время строительства может привести к значительным транспортным расходам. Места прокладки трассы необходимо выбирать с учетом вероятности пожаров, ремонтных работ по замене путепроводов, эстакад, опор контактной сети и путевого полотна, падения деревьев, зон охотничьих хозяйств. После тщательного анализа полученных планов до начала эксплуатации при производстве пусконаладочных работ может выясниться, что некоторые участки трассы требуют перепроектирования или других методов прокладки. В процессе строительства могут быть внесены многочисленные корректировки

Техническая эксплуатация направляющих систем связи

Основной задачей технической эксплуатации является обеспечение качественной и бесперебойной работы систем связи при минимальных эксплуатационных затратах. Для обеспечения бесперебойной работы связи необходимо содержать линейные сооружения в соответствии с установленными техническими нормами и требованиями нормативно-технической документации. Эту функцию осуществляют создающиеся службы технической эксплуатации. В состав таких служб входят группы (участки) технической эксплуатации кабельно-канализационных сооружений и абонентских пунктов, группа по проведению электрических измерений линий, а также группа развития сети, которая занимается оборудованием новых базовых станций и перестановкой ранее включенных. Кроме того, организуется группа технического учета и паспортизации сооружений связи. На сетях небольшой емкости количество групп сокращается, при этом организуются комплексные бригады, выполняющие более широкий диапазон работ.

В соответствии с возложенными задачами технический персонал, состоящий из монтеров и инженерно-технических работников, выполняет следующие основные виды работ:

- профилактические мероприятия, направленные на предупреждение повреждений сооружений связи;
- текущий ремонт линейно-кабельных сооружений;
- технический надзор за подземными работами, проводимыми в зоне размещения линейно-кабельных сооружений сторонними организациями;
- электрические измерения линий, отыскание и устранение повреждений, проведение мероприятий по защите кабелей от коррозии;
- приемку в эксплуатацию новых, реконструированных и капитально отремонтированных сооружений связи.

Ремонт линейных сооружений ГТС проводится в объеме, позволяющем обеспечить поддержание и восстановление их первоначальных эксплуатационных характеристик. Ремонт подразделяется на текущий и капитальный. Текущий ремонт предусматривает проведение минимального по объему ремонта, при котором выполняется работа по систематическому и своевременному предохранению сетей связи от преждевременного износа и возникновения повреждений (доведение до норм электрических характеристик кабелей, восстановление поврежденных кабельных пар, замена неисправных пролетов кабеля в телефонной канализации, осмотр и ремонт распределительных шкафов и др.). Капитальный ремонт предусматривает проведение более сложных и трудоемких видов работ, которые не могут быть выполнены силами работников эксплуатации, проводящими текущий ремонт. Капитальный ремонт сетей связи в каждом отдельном случае планируют на основе данных технического осмотра, результатов электрических измерений и состояния герметичности оболочек кабелей связи. Работы по капитальному ремонту, как правило, проводят по отдельно утвержденным сметам. При капитальном ремонте выполняют все работы, относящиеся к текущему ремонту.

В РФ находят применение три метода эксплуатации линейно-кабельных сооружений: восстановительный, профилактический и контрольно-корректирующий. Восстановительный метод предусматривает проведение работ после возникновения и обнаружения повреждения сооружений связи с целью восстановления их работоспособности. Этот метод применяют при проведении текущего и капитального ремонтов, а также устранении повреждений на кабельных линиях связи. Профилактический метод предусматривает проведение систематических работ, направленных на предупреждение повреждений и их обнаружение до того, как они вызовут ухудшение качества связи или отказ. Профилактический метод эксплуатации находит широкое распространение на линейных сооружениях связи при профилактических осмотрах и ремонтах линейно-кабельных сооружений, а также проведении периодических плановых электрических измерений и испытаний. Этот метод эксплуатации весьма трудоемок и требует больших эксплуатационных расходов.

Контрольно-корректирующий метод эксплуатации предусматривает организацию систематического автоматического контроля за состоянием линейно-кабельного оборудования и проведение восстановительных работ, которые определяются на основе результатов контроля (корректирующие работы). При таком методе эксплуатации работы выполняют только на оборудовании, требующем ремонта. Достоинством контрольно-корректирующего метода эксплуатации являются низкие эксплуатационные расходы. Выбор метода эксплуатации зависит от надежности линейно-кабельных сооружений и степени автоматизации их эксплуатации.

Проектирование линейных сооружений связи

Проект - комплексный технико-экономический документ, в котором техническая и экономическая стороны строительства неразрывно связаны. Проект должен содержать исследования, обосновывающие что, где и в какой очередности надо строить для сокращения сроков ввода в эксплуатацию объекта и получения наибольших результатов при наименьших затратах. Кабельная сеть - наиболее дорогая, громоздкая и сложная часть сети связи. Проект линейных сооружений связи представляет собой обоснованное техническими и экономическим и расчетами и изображенное графически решение по строительству проектируемого линейного сооружения, сети, здания отдельного объекта, узла или подсистемы кабельной магистрали. Проект может быть направлен на создание новых, вновь вводимых объектов, либо на реконструкцию уже существующих объектов с целью повышения качества их функционирования.

Последовательность проектирования.

Сначала решаются вопросы обоснования экономической целесообразности и производственно-хозяйственной необходимости строительства и реконструкции. Затем принимают основные объемно-планировочные, технологические, конструктивные и другие решения с дальнейшей детализацией.

В процессе проектирования с целью нахождения оптимальных, квазиоптимальных или рациональных проектных решений используется многовариантность. Использование типовых проектов позволяет уменьшить трудоемкость проектирования, снизить затраты на проектные разработки, повысить их качество. При проектировании сетей и линий связи используют ЭВМ: разрабатывают математическую модель системы, исследуют ее, оценивают и принимают решение по проектированию.

Основные этапы проектирования

Технико-экономические обоснования. Решение о проектировании линий связи принимаются исходя из схем развития и размещения магистральных, внутризоновых и местных сетей связи на основе технико-экономических обоснований, подтверждающих экономическую целесообразность и хозяйственную необходимость проектирования и строительства данного объекта. В ходе проектирования рассматривают

возможность реконструкции действующих линейных сооружений связи и повышение их эффективности. Например, дополнительные каналы связи между пунктами могут быть получены не только путем строительства новых кабельных магистралей, но и повышением степени уплотнения существующих.

Примерный состав и содержание ТЭО проектирования строительства кабельной линии связи:

1. Введение. Цель строительства и основные положения задания на разработку ТЭО.
2. Исходные данные. Анализ состояния существующей первичной сети связи, численность населения.
3. Обоснование пропускной способности и систем передачи проектируемой магистрали. Обоснование числа каналов для передачи различных видов информации (телефонная связь, передача данных, Интернет, видеоконференцсвязь, аренда и т.п.); анализ технической и экономической целесообразности реконструкции существующих средств связи или строительство новой кабельной магистрали.
4. Выбор трассы магистрали и схема организации связи. Анализ вариантов прохождения трассы, мест размещения ОРП и НРП, сетевых узлов; схема организации связи с учетом обеспечения связью населенных пунктов, расположенных в районе прохождения трассы. Условия строительства и эксплуатации, приведенные затраты.
5. Основные технологические решения. Ситуационная схема трассы и ее обоснование; графические, метеорологические и геологические особенности трассы, наличие ЛЭП, электрифицированных железных дорог; рекомендуемые методы строительства линий связи; анализ условий эксплуатации; реконструкция и строительство станционных сооружений.
6. Основные строительные решения. Объемы и типы зданий ОРП, вспомогательные технические здания, объем жилищного строительства, возможности использования типовых проектов.
7. Сроки строительства. Сроки поставки основного оборудования и кабеля, рекомендации по очередности введения пусковых комплексов.
8. Себестоимость строительства, основные технико-экономические показатели. Стоимость строительства по различным конкурирующим вариантам, основные технико-экономические показатели.
9. Выводы и предложения. Общая оценка вариантов, рекомендации по стадийности проектирования, основные требования по проведению ОКТ и НИР.

Выбор и утверждение трассы (площадки) строительства.

Выбор трассы производится при подготовке задания на проектирование или разработке ТЭО. В процессе выбора трассы учитываются следующие условия:

- полоса (ширина) трассы кабельной магистрали не должна превышать 6 м, а для станционных сооружений площадки определяются действующими нормами и соответствующими расчетами;

- должны соблюдаться законодательные акты по охране природы и использованию природных ресурсов, санитарные нормы по загрязнению окружающей среды;
- согласование с соответствующими органами намеченных проектных решений в части размеров полосы и прохождения трассы кабельной магистрали, использования местных материальных и трудовых ресурсов, применения строительных материалов и конструкций, способов и средств механизации строительно-монтажных работ.

Документы обо всех согласованиях прилагаются к заданию на проектирование.

Задание на проектирование. Задание на проектирование линейных сооружений, зданий, ОРП, НРП и других объектов составляется заказчиком проекта в соответствии с решениями и ТЭП, принятыми в ТЭО.

Технорабочий проект. На основании проведенных экономических и технических изысканий, а также изучения топографических, геологических, гидрологических, метеорологических, социальных и других условий в зонах строительства решаются следующие вопросы:

- определяется схема организации связи проектируемого объекта и его взаимосвязь с другими объектами общегосударственной сети связи и объектами связи министерств и ведомств;
- обосновывается и выбирается основное технологическое оборудование, тип кабеля, системы передачи кабельной магистрали с учетом последних достижений науки и техники;
- разрабатывается оптимальный вариант трассы линии связи конечных и промежуточных пунктов;
- составляются проекты основных зданий и сооружений, а также планы размещения оборудования;
- разрабатывается АСУ, мероприятия по повышению экономической эффективности кабельных магистралей;
- решаются вопросы: обеспечение предприятий и линейных сооружений связи электроэнергией, водой и другими ресурсами; организация дистанционного питания и служебной связи; защиты сооружений связи от электромагнитных влияний и коррозии; обеспечение предприятий кадрами, транспортным и складским хозяйством; организации строительства, сроки его осуществления и стоимость;
- технико-экономическое обоснование проекта (по базовому варианту).

Технорабочий проект представляется на рассмотрение и утверждение заказчику.