**Содержание**

Введение.

1. Сущность, классификация и особенности использования волоконно-оптической линии связи

1.1 Характеристика волоконно-оптических систем передачи

1.2 Характеристика оптических кабелей связи

1.3 Оценка параметров световодов

1.4 Определение длины регенерационного участка

2. Общая характеристика кабельных линий связи

2.1 Обоснование выбора кабельной системы

2.1.1 Характеристика видов аппаратуры ВЧ уплотнения

2.1.2 Технические характеристики кабеля

2.2 Распределение видов связи по кабелях

2.3 Выбор трассы связи

2.4 Оценка внешних влияний на КЛС

2.4.1 Вредные влияния

2.4.2 Другие вредные влияния

2.5 Составление плана организации связи

2.6 Проблемные моменты в работе кабеля

2.7 Составление скелетного плана линии

2.8 Обустройство места пересечения воды

Список литературы

**Введение**

Организация всех связей для обеспечения оперативной работы дороги по магистральным кабельным линиям отличает железнодорожные кабельные линии от подобных им линий Министерства связи. Это вызвано большим количеством низкочастотных технологических связей и необходимостью их выделения в ряде пунктов как на станциях, так и на перегонах.

Перед железнодорожным транспортом нашей страны стоит задача обеспечения непрерывно растущих объемов перевозок народнохозяйственных грузов и пассажиров. Для этого необходимо повышать пропускную способность железнодорожных участков, скорость и массу поездов при одновременном повышении безопасности движения. Без сложной, разветвленной сети связи невозможно организовать интенсивный перевозочный процесс и оперативно управлять им.

Все шире используют волоконно-оптические кабели для цифровых систем передачи информации, каналы которых являются универсальными, способными передавать аналоговые (например, речевые) и кодированные дискретные сигналы.

Внедрение на транспорте систем перегонного регулирования движения поездов привело к необходимости увеличения числа цепей для устройств автоматики и телемеханики и перевода их в отдельный кабель СЦБ. Распространение электрической централизации стрелок и сигналов на станциях обусловило применение кабельных станционных сетей.

Дальнейший рост объема и скоростей перевозок на железнодорожном транспорте приводит к появлению новых видов связи, автоматики и телемеханики. Устройства автоматики и телемеханики должны становиться все более быстродействующими и надежными, а устройства связи — обеспечивать возможность служебных переговоров с любым пунктом в данный момент с уменьшением времени ожидания соединения и ростом качества передачи сигналов. Как следствие этого, должно существенно возрастать число каналов передачи информации на железных дорогах.

Продолжающийся значительный рост протяженности железных дорог с электротягой на постоянном и переменном токе, развитие железнодорожных линий автоблокировки, продольного электроснабжения линейных потребителей, высоковольтных линий электропередачи приводят к увеличению опасных и мешающих электромагнитных влияний на цепи и каналы железнодорожной автоматики, телемеханики и связи и к необходимости разработок мер борьбы с этими явлениями.

В связи с необходимостью увеличения числа каналов и повышением их качества линии нужно усовершенствовать с учетом экономической целесообразности, т. е. так, чтобы капитальные затраты на строительство, а в дальнейшем расходы на эксплуатацию, отнесенные к единице продукции — канало-километру, не были высокими.

**1. Сущность, классификация и особенности использования волоконно-оптической линии связи**

**1.1 Характеристика волоконно-оптических систем передачи**

При проектировании трактов оптической связи необходимо в первую очередь принять оптимальное решение по выбору волоконно-оптической системы передачи. В настоящее время в волоконно-оптических системах передачи общего пользования применяется унифицированная каналообразующая аппаратура цифровых систем передачи различных ступеней иерархии. Системы передачи с частотным разделением каналов связи по оптическим кабелям еще не нашли практического применения, что связано с определенными трудностями в обеспечении качественных показателей линейного тракта.

В настоящее время созданы следующие системы передачи: "Соната-2", "Сопка - 2" с аппаратурой ИКМ - 120; "Сопка - 3" и "Соната-Зм" с аппаратурой ИКМ - 480; "Соната - 4" и "Соната - 4м" с аппаратурой ИКМ - 1920.

Для данного курсового проекта буду использовать систему передачи “Cопка-3” с аппаратурой ИКМ-480 (описание – табл. 1.1.)

Табл. 1.1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристика | Система передачи | Длина волны, мкм | Энергетический потенциал, дБ | Тип линейного кода | Дальность связи, км | Тип источника излучения | Тип приемника излучения | Тип оптического волокна | Скорость передачи, Мбит/с |
| Сопка-3 | ИКМ-480 | 1,3 | 41 | 5В6В | До 600 | ЛД | ЛФД | Многомодовое градиентное | 34 |

**1.2 Характеристика оптических кабелей связи**

Оптические кабели (ОК) содержат 4, 8 и 16 волокон. Волокна классифицируются на ступенчатые, градиентные и одномодовые и используются на длинах волн 0,85. 1,3 и 1.55 мкм. Кабели могут изготовляться с металлическими элементами (оболочки, оплетки, армирующие стержни) и без них. Достоинствами ОК без металлических элементов являются существенно меньшие габаритные размеры и масса.

Выбор ОК осуществляется на основе: заданного числа каналов магистральной связи и типа аппаратуры связи; назначения кабеля.

В соответствии с заданным числом каналов магистральной связи и типом волоконно-оптической системы передачи следует определить число волокон ОК. При использовании цифровой системы - передачи ИКМ-480 для организации 400 двусторонних каналов связи необходимо два волокна в ОК: одно - для организации 400 каналов связи в прямом, а другое - в обратном направлении.

Исходя из типа системы передачи, типа оптического волокна и значения рабочей длины волны (λ, мкм), (см. табл. 1.1), выбирается марка кабеля: **ОЗКГ**- линейный оптический многомодовый градиентный зоновый кабель с броней из круглых проволок для прокладки в грунт с оптическим волокном на длину волны 1,3 мкм.

Маркировка оптического кабеля связи может быть записана условно в следующем виде:

### **ОЗКГ**-1-0.7-4/4

где 1 - номер разработки конструкции данного типа оптического кабеля;

0.7-максимальное затухание оптического волокна, дБ/км;

4 - число оптических волокон;

4 - число медных жил для дистанционного питания аппаратуры;

ОЗКГ – кабель оптический с металлическими армирующими элементами, центральным профильным элементом;

Строительная длина 2200 м, диаметр сердечника 50 мкм.

**1.3 Оценка параметров световодов**

Важной характеристикой световода является числовая апертура NA, представляющая собой синус максимального угла падения φпад лучей на торец световода, при котором в световоде луч на границу "сердцевина-оболочка" падает под критическим углом φкр. Если значение угла падения φпад ≥ φкр то в световоде происходит полное внутреннее отражение луча. Следовательно

NA=n1cos φкр=, (1.3.1.)



где n1 и n2 показатель преломления соответственно сердцевины и оболочки (для многомодового световода 1,53 и 1.5 соответственно).

NA==0.30



Число мод определяет способность световода "принимать" свет. Чем больше мод, тем больше световой энергии можно ввести в световод от источника. С увеличением числа мод полоса передаваемых частот снижается. Чем меньше мод, тем лучше качество связи, и можно организовать большее число каналов.

Для расчета числа мод необходимо рассчитать нормированную частоту

V=, (1.3.2)



где a - радиус сердечника световода, 50 мкм (определяется по маркировке кабеля);

λ - длина волны, 1.3 мкм;

NA - числовая апертура;

V==72.46



Общее число передаваемых мод в световодах может быть определено по формулам:

N =V2/2 - для градиентного профиля.

N=2625.23

Важнейшим параметром световода является затухание передаваемой энергии. Для заданных значений скорости передачи информации и вероятности ошибки мощность на входе фотодетектора должна быть больше некоторой определенной величины. Потери наряду с дисперсией определяют длину ретрансляционного участка волоконно-оптической, линии связи (ВОЛС), т.е. расстояние, на которое можно передавать сигнал без усиления. Данное расстояние соответствует расстоянию между ЛРП волоконно-оптической линии связи, размещенными на схеме трассы линии связи. В тех участках спектра, где существуют надежные источники излучения, световоды должны иметь минимально возможное затухание. Существуют две главные причины собственных потерь в световодах: поглощение и рассеяние энергии.

Затухание поглощения. αп связанное с потерями на диэлектрическую поляризацию, линейно растет с частотой и существенно зависит от свойств материала световода tg δ.

Расчет затухания поглощения, дБ/км:

αп, (1.3.3.)



где, λ - длина волны, м;

tg δ=10-11 - тангенс угла диэлектрических потерь в световоде.

αп=0.32 дБ/км



В этой формуле приближенное вычисление объясняется тем, что показатели преломления и тангенс диэлектрических потерь зависят от частоты, а следовательно, и от длины волны, в связи с чем не могут быть заданы постоянными величинами при расчете.

Потери на рассеяние определяют нижний предел потерь, присущих волоконным счетоводам. Потери с увеличением длины волны уменьшаются. Рассеяние обусловлено неоднородностями материала волоконного световода, размеры которых меньше длины волны, а также тепловой флуктуацией преломления.

Различают линейное и нелинейное рассеяние. При линейном рассеянии его мощность пропорциональна мощности падающей волны. В этом случае происходит частичное изменение потока энергии.

Потери на рассеяние, возникающие в результате флуктуации показателя преломления, называются рэлеевскими и определяются по формуле. дБ/км.

, (1.3.4)



где, λ - длина волны, мкм;

Rp - коэффициент рассеяния, равный для кварца 1.5 дБ/км\*мкм4 для многомодового световода;

=0.53 дБ/км



Суммарное значение собственного затухания оптического волокна в общем случае

αс=αп+αр+αпк+αпр, (1.3.5.)

где αпк - коэффициент затухания в инфракрасной области расположенной в диапазоне длин волн свыше 1.6 мкм (для заданных длин волн не рассчитывается);

αпр - коэффициент затухания из-за наличия в материале волоконного световода посторонних примесей, дБ/км (для многомодового световода приблизительно равен на λ=1.3 мкм – 0.1 дБ/км).

Именно из-за нелинейности потерь αпр на заданных частотах за счет резонансных явлений возникаю так называемые "окна прозрачности” световода, то есть существенное уменьшение собственного затухания оптического волокна при длинах волн 0.85, 1.3 и 1.55 мкм, поэтому передача по ОК осуществляется именно на данных длинах волн.

αс=0.1+0.53+0.32=0.95 дБ/км

Кроме собственных потерь αс надлежит учитывать также дополнительные кабельные потери αк. Они связаны с непостоянством размеров поперечного сечения волокна, наличием макро- и микроизгибов из-за скрутки, конструктивных и технологических неоднородностей и других причин. Установлено, что все кабельные потери увеличивают затухание.

Приближенно можно рассчитать. дБ/км

αк= αгв+, (1.3.6.)



где αгв - дополнительное затухание за счет геометрии волокна, (в среднем 0. 15\* αс ), дБ/км;

Ам - потери на стыке оптических волокон в муфте (0.3 -на стык, дБ);

lстр - протяженность строительной длины ОК, км.

αк=0.15\*0.95+0.3\*50/2=7.64

Качество ввода зависит от соотношения площадей излучателя Sп и сердцевины световода Sc. Существенно качество ввода зависит и от апертуры световода (NA). т. к. только в пределах апертурного угла излучение эффективно вводится в световод. Обычно площадь излучателя больше площади сердцевины световода, поэтому не вся излучаемая энергия поступает в оптический тракт. Потери энергии на вводе, дБ,

, (1.3.7)



где m - коэффициент, и учитывается при расчете энергетического потенциала аппаратуры.

Для расчетов приняты следующие данные: Sп – 3\*50 мкм для лазера; Sc=πа2 мкм, где а - радиус сердцевины световода, мкм; m=10 для лазера.

αвв=10lg (2/10\*0,32\*150/3,14\*252) = 7,7 дБ/км

Повышение эффективности ввода излучения достигается за счет применения согласующего оптического устройства в виде увеличительной линзы (или комбинации линз), которая устанавливается между излучателем и торцом световода. Эффективность согласующих устройств можно определить по справочным данным. В современных системах волоконно-оптической передачи благодаря применению излучателей с оптимальной диаграммой направленности и правильному их согласованию со световодом потери энергии при вводе не превышают 4% от мощности источника. Поэтому, учитывая дополнительные потери в разъемных и неразъемных соединениях на стыке аппаратуры и ОК, торцевые потери

αт = q\*αвв, (1.3.8.)

где q - поправочный коэффициент, равный 0,2 для многомодового световода.

αт = 0,2\*7,7 =1,54 дБ/км

В световоде при передаче импульсных сигналов (отличающихся друг от друга различной мощностью) после прохождения ими некоторого расстояния световые импульсы искажаются и расширяются во времени, т. е. время подачи одного импульса увеличивается. В результате наступает такой момент, когда соседние импульсы начинают перекрывать друг друга. Данное явление в теории световодов называют дисперсией.

Расширение импульсов устанавливает предельные скорости передачи информации по световоду при импульсно-кодовой модуляции и при малых потерях ограничивает длину ретрансляционного участка. Дисперсия ограничивает пропускную способность ВОЛС, которая предопределяет полосу частот ∆F, пропускаемую световодом, ширину линейного тракта и соответственно объем информации, который можно передать по ОК

Дисперсия не только ограничивает частотный диапазон использования световодов, она существенно снижает дальность передачи по ОК, т. к. чем длиннее линия, тем больше проявляется дисперсия и больше уширение импульса. Дисперсия возникает по двум причинам: не когерентность источников излучения и появление спектра ∆λ, существование большого числа мод N. Первая называется хроматической (частотной) дисперсией, которая делится на материальную и волновую. Материальная дисперсия обусловлена зависимостью коэффициента преломления материала световода от длины волны. Волновая дисперсия обусловлена процессами внутри моды и связана со световодной структурой моды. Она характеризуется зависимостью коэффициента распространения моды от длины волны. Модовая дисперсия объясняется наличием большого числа мод каждая из которых распространяется со своей скоростью. Результирующее значение уширения импульсов за счет модовой τмод (τмод=1.02), материальной τмат (τмат=0,242) и волновой τвв (τвв=7.179) дисперсией.

, (1.3.10.)



=7,49\*10-9 с/км



Дисперсия проявляется по-разному в различных типах волоконных световодов. В ступенчатых световодах при многомодовый передаче доминирует модовая дисперсия, достигающая значений порядка 102-107 нс/км. В градиентных световодах происходит выравнивание времени распространения различных мод, и определяющим является дисперсия материала, которая уменьшается с увеличением длины волны.

**1.4 Определение длины регенерационного участка**

Длина регенерационного участка lру ВОЛС определяется передаточными характеристиками кабеля: его коэффициентом затухания α и дисперсией τ.

Затухание кабеля приводит к уменьшению передаваемой мощности, что соответственно лимитирует длину регенерационного участка. Дисперсия кабеля приводит к наложению передаваемых импульсов и как следствие к их искажению, и чем длиннее линия, тем больше вносимые искажения импульсов, что, в свою очередь, также накладывает ограничения на пропускную способность кабеля ∆F.

Длина регенерационного участка должна удовлетворять значениям, как затухания, так и дисперсии. Поэтому производится расчет длины регенерационного участка сначала исходя из допустимого значения по затуханию , затем исходя из требуемых значений дисперсии и пропускной способности . Из полученных двух значений и длин регенерационного участка выбирается наименьшее значение как отвечающее условиям затухания и дисперсии.



Допустимая длина регенерационного участка ВОЛС по затуханию км, определяется исходя из энергетического потенциала аппаратуры Ώ:

, (1.4.1)



lру = (43-5-1,54)/(0,95+7,64)=4.24 км

где Аз - энергетический запас системы (в среднем - 5 дБ), необходимый для компенсации эффекта старения аппаратуры и ОК компенсации дополнительных потерь, возникающих после проведения ремонтных работ на кабеле, случаев некачественного сращивания сростков ОК и других отклонений параметров участка в процессе эксплуатации.

Для расчета длины регенерационного участка по пропускной способности определим расчетную пропускную способность световода на 1 км длины (Мбит-км/с)



∆Fx=1/τ, (1.4.2)

где τ - дисперсия, c/км.

∆Fx=1/7,49\*10-9=130 Мбит/с

Длина регенерационного участка по пропускной способности км. определяется из выражения



∆Fx=∆F, (1.4.3)



где ∆F - скорость передачи волоконно-оптической системы, Мбит/с.

=14.61 км



Из полученных значений и выбирается наименьшее, которое и будет являться значением длины регенерационного участка . Из данных расчетов можно сделать вывод, что длина регенерационного участка будет равна 4.24 км.



Рисунок 1.1 Структурная схема волоконно-оптической системы передачи

**2. Общая характеристика кабельных линий связи**

Проект на строительство кабельной линии связи является составной частью общего проекта строительства сооружений электросвязи, автоматики и телемеханики на участке железной дороги и разрабатывается в соответствии с генеральными схемами развития железной дороги на данном направлении.

Проект - это предварительно подготовленное, обоснованное техническими и экономическими расчётами и изображенное графически, решение по строительству линейных сооружений электросвязи. Проект является комплексным технико-экономическим документом, в котором техническая и экономическая стороны строительства неразрывно связаны.

В состав проекта входит пояснительная записка с кратким обоснованием принятых технических решений, сметно-финансовый расчёт, определяющий стоимость строительства и рабочие чертежи, по которым выполняются строительные и монтажные работы.

Проект на строительство линейных сооружений связи разрабатывается на основе технического задания и данных изысканий.

Техническое задание включает в себя сведения о потребном количестве каналов для организации всех видов оперативно-технологической и общеслужебной связей на каждом участке железной дороги с учётом резервирования и перспективы развития; сведения о размещении абонентов телефонной и телеграфной сетей и объектов сети телемеханики, а также электрические и эксплуатационные требования, предъявляемые к этим каналам.

По результатам изысканий, проведенных на конкретном участки железной дороги, составляется подробная топографическая схема с описанием характера окружающей местности и физико-электрических свойств почвы вдоль трассы; выявляются естественные препятствия, уточняется расположение всех объектов связи и СЦБ и даётся их привязка к координатам пути; определяются параметры источников внешних электромагнитных влияний; выясняются климатические условия, особенности строительства и эксплуатации линии связи.

На основании этих данных обосновывается выбор типа линии связи и, в случае принятия решения о строительстве кабельной магистрали, производится выбор системы организации кабельной линии и типа аппаратуры ВЧ уплотнения; обосновывается выбор типа и ёмкости кабеля, выбор трассы и устройство переходов и пересечений; выбирают меры защиты кабеля от электромагнитного влияния и коррозии, определяют способы прокладки кабеля и места отпаев от магистрали для ввода в промежуточные станции, путевые здания и другие пункты.

Все запроектированные сооружения должны быть технически совершенны и экономически целесообразны.

После выполнения проекта составляют рабочие чертежи, в состав которых входят чертежи трасс воздушной и кабельной магистрали с привязкой к железной дороге и другим местным сооружениям, чертежи нетиповых конструкций, чертежи вводов линий связи в здания, переходов через различные препятствия, монтажные схемы с указанием мест разрезов кабелей и назначением отдельных кабельных цепей и т.п.

**2.1 Обоснование выбора кабельной системы**

Выбор системы организации кабельной магистрали производится, исходя из требуемого числа каналов для организации всех видов связи на участке железной дороги и выбранного типа аппаратуры уплотнения. На ж.д. транспорте нашли применение одно-, двух- и трёхкабельные способы организации линий связи.

**2.1.1 Характеристика видов аппаратуры ВЧ уплотнения**

Количество каналов дорожной связи – 300 (по исходным данным). Можно выбрать или 5 систем К-60п, или 3 системы ИКМ-120. В данном случае выгоднее применить три системы ИКМ-120, т.к. будет ощутимая экономия на стоимости кабеля, который является самой дорогой частью линий связи, из-за того, что на осуществление связи для пяти систем К-60п потребуется значительно больше физических линий связи, и значит будет больший расход меди.

Применяя для уплотнения железнодорожных кабелей аппаратуру ИКМ-120, можно, например, по двум высокочастотным четверкам организовать 480 двусторонних каналов тональной частоты это в два раза больше по сравнению с уплотнением системой К-60п. остальные четверки и пары железнодорожных кабелей используются для организации других цепей связи и СЦБ.

**2.1.2 Технические характеристики кабеля**

Для систем ИКМ-120 требуется симметричный кабель, значит ВЧ каналы организуем с помощью системы ИКМ-120 с использованием кабеля марки МКПАБ 7х4х1,05+5х2х0,7+1х0,7

Выбранный кабель имеет четыре ВЧ четверки, три НЧ четверки с диаметром жил 1,05 *мм*, пять сигнальных пар и одну контрольную жилу с диаметром жил 0,7 *мм*.

ВЧ четверки отличаются от НЧ четверок более высокой точностью изготовления и жесткостью допусков, что в целом обеспечивает меньшие взаимные влияния между цепями, особенно при высоких частотах и предназначены для работы в цифровых системах передачи ИКМ–120. НЧ четверки предназначены для цепей отделенческой связи, цепей автоматики и телемеханики, сигнальные пары (жилы) – для линейных цепей автоблокировки.

По типовым схемам распределения четверок при двухкабельной системе рекомендуется для ВЧ связей использовать в 7-ми четверочном кабеле вторую, четвертую и шестую четверки. Распределение цепей по четвёркам магистральных кабелей представлена в таблице 3.1

Строительные длины кабелей примем равной 850 метров.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номера четвёрок и сигнальных пар | | Тип четвёрок | Цепи связи и СЦБ | |
| Кабель К1 | Кабель К2 |
| Четвёрки: | Пары  1,2 | ВЧ  ВЧ  НЧ  ВЧ  НЧ  ВЧ  НЧ |  |  |
| 1 | ПДС, ЛПС | ТУ, ТС |
| 2 | 1 ИКМ-120,2 ИКМ-120 | 1 ИКМ-120,2 ИКМ-120 |
| 3 | ЭДС, ПС | ДБК, ВГС |
| 4 | 3 ИКМ-120, резерв | 3 ИКМ-120, резерв |
| 5 | ПГС, ПГС | ПРС, ПРС |
| 6 | резерв | резерв |
| 7 | СЭМ, МЖС | Резерв, СЦБ-ДК |
|  |  |  |  |
| Сигнальная пара: | |  |  |  |
| 1 | |  | СЦБ | Резерв |
| 2 | |  | СЦБ | Резерв |
| 3 | |  | СЦБ | Резерв |
| 4 | |  | СЦБ | Резерв |
| 5 | |  | СЦБ | Резерв |



Рис.1. Двухкабельная линия связи.

**2.2 Распределение видов связи по кабелях**

На основании выбранной системы организации кабельной магистрали, типов и ёмкостей кабелей, типа аппаратуры ВЧ уплотнения распределяем виды связи по физическим цепям.

На железнодорожном транспорте в соответствии с принятой структурой управления существует несколько отдельно организуемых первичных сетей связи: магистральная, дорожная, отделенческая и станционная.

Дорожные связи организуются в пределах каждой дороги и соединяют между собой управления дороги с отделениями и крупными железнодорожными станциями, а так же последние между собой. Для этого вида связи по заданию предоставляется 300 ВЧ каналов.

Самым насыщенным различными видами связи являются отделения дороги, так как именно на участках дорог в пределах отделений осуществляется непосредственное регулирование движения поездов и эксплуатация технических устройств железнодорожного транспорта. В отделении дороги с его территории стекается вся оперативная информация и здесь диспетчера, которые руководят движением поездов, энергосистемами, погрузкой, выгрузкой и распределением вагонов и другими технологическими операциями на участках и станциях.

В отделении дороги организуются следующие виды связи:

* отделенческая связь транспортной военизированной охраны (СТВ) - для оперативного управления отрядом транспортной военизированной охраны;
* отделенческая связь транспортной милиции (СТМ) - для оперативного управления линейными отделами транспортной милиции, организуется в пределах отделения;
* поездная диспетчерская связь (ПДС) - для руководства движением поездов, служит для переговоров поездного диспетчера (ДНЦ) с раздельными пунктами, входящими в обслуживаемый им участок *l****~***100-200 км, границы участков обычно устанавливаются по сортировочным горкам и участковым станциям. Руководство движением ДНЦ реализует через дежурных по станциям (ДСП) и маневровых диспетчеров (ДСЦ). В процессе работы ДНЦ передает по цепи ПДС приказы об отправлении, проследовании поездов, обгоне их на промежуточных пунктах;
* энергодиспетчерская связь (ЭДС) - для оперативного руководства работой хозяйства электрификации и электроснабжения на электрифицированных участках железных дорог;
* вагонная диспетчерская связь (ВДС) - для оперативного регулирования вагонного парка, контроля за его продвижением и состояния погрузочно-разгрузочных работ;
* билетная диспетчерская связь (БДС) по продаже билетов на пассажирские поезда, организуется от бюро отделений до линейных пунктов (билетных касс). БДС является частью общего комплекса связи для централизованной продажи билетов на пассажирские поезда (ЖАОП-ЛЖД-БДС). Она используется для переговоров диспетчеров бюро по распределению мест на пассажирские поезда с кассирами линейных и городских билетных касс;
* служебная диспетчерская связь (СДС) - для оперативного руководства работой технического персонала дистанциями сигнализации и связи по обеспечению надежного действия устройств автоматики, телемеханики и связи на станциях и перегонах, организуется в пределах каждой дистанции;
* локомотивная диспетчерская связь (ЛДС) - для переговоров локомотивного диспетчера с работниками отделения, занимающихся подготовкой локомотивного парка;
* линейно-путевая связь (ЛПС) - для оперативного руководства работой технического персонала дистанции пути, занятого обслуживанием и содержанием устройств и искусственных сооружений;
* постанционная связь (ПС) - для служебных переговоров работников промежуточных станций (разъездов и остановочных пунктов) между собой и с работниками участковых и отделенческих станций. Линия ПС включается в междугородние телефонные коммутаторы на станциях участка, что обеспечивает выход абонентов в сеть дальней дорожной телефонной связи. В неё могут включаться и АТС промежуточных станций для связи абонентов АТС с абонентами других промежуточных станций;
* поездная межстанционная связь (МЖС), предназначена для переговоров дежурных смежных раздельных пунктов по вопросам движения поездов. МЖС организуется смежными станциям, разъездами, обгонными пунктами, путевыми постами;
* перегонная связь (ПГС) - для переговоров работников служб (автоматики, телемеханики и связями пути, энергетики), находящиеся на перегоне, с дежурными по станциям (ДСП), ограничивающим перегон, поездным и энергодиспетчером, диспетчерами дистанции пути, сигнализации и связи. При отсутствии поездной радиосвязи на участке или при неисправности локомотивной радиостанции, ПГС служит для связи остановившегося в пути поезда с дежурным ближайших станций. Перегонная связь используется для организации связи с местом восстановительных работ на перегоне;
* связь охраняемого переезда (ОПС) - связь дежурного по охраняемому переезду с дежурными по ближайшей станции и поездным диспетчером для переговоров по обеспечению безопасности движения на железнодорожном переезде, а также для контроля внешнего состояния поездов.
* а также поездная радиосвязь (ПРС), обходная перегонная связь (ОПГС), телеуправление (ТУ), телесигнализация (ТС), связь для передачи сигналов диспетчерской централизации или диспетчерского контроля (КЛ), связь для передачи данных в вычислительный центр (ВЦ), ПДРС.

Всего 19 видов связи, организуемых по НЧ каналам.

На станционном уровне организуются сети общеслужебной (местной) телефонной и оперативно-технологической (станционной) связей. В данном курсовом проекте мы этот вид связи не проектируем.

Для осуществления связи между светофорами и оборудованием СЦБ на станции применяют линейные цепи, которые организуются по НЧ каналам СЦБ.

**2.3 Выбор трассы связи**

Трасса линии выбирается с учетом наименьшего объема работ при строительстве, удобства эксплуатации и минимальных затрат по защите от всех видов влияний. Выбранная трасса прокладки магистрального кабеля должна отвечать следующим основным техническим условиям: трасса должна быть возможно короче; топографические и геологические условия должны обеспечивать наименьший объем земляных работ и максимальное применение строительных механизмов порубки лесных и лесозащитных насаждений, а также потравы сельскохозяйственных культур должны быть минимальными. В лесистой местности вырубают просеки шириной 6 м, корчуют пни на всей ширине просеки и делают планировку площади на ширине 3 м.

Трассу выбирают с той стороны железнодорожного полотна, на которой размещено преобладающее количество линейных объектов и пассажирских зданий. Трасса выбирается с таким расчетом, чтобы число переходов кабеля через железную дорогу было минимальным. В нашем проекте трассу лучше проложить справа от железной дороги. На перегонах и малых станциях трасса, как правило, должна проходить в пределах полосы отвода железной дороги. На отдельных участках, в особенности на подходах к крупным станциям, трасса кабеля может быть выбрана за пределами полосы отвода, когда это технически и экономически оправдано. Если трасса проходит вне полосы отвода, то для сохранности и нормального содержания кабеля устанавливают охранную зону по 2 м в обе стороны от оси проложенного кабеля. Если прокладка трассы в пределах полосы отвода невозможна, желательно ширину полосы отвода увеличить так, чтобы от кабеля до границы полосы отвода была сохранена зона шириной 1 м; трассу выбирают за пределами территории, на которой возможна дополнительная укладка путей. Расстояние от кабельной линии связи до полотна железной дороги определяется расчётами внешних влияний.



Рисунок 2.1 План трассы прохождения кабельной линии связи.

**2.4 Оценка внешних влияний на КЛС**

Основными типами линий высокого напряжения, оказывающих электромагнитное влияние на линии связи, являются:

* контактная тяговая сеть железных дорог, электрифицированных по системе переменного тока;
* линии электропередачи, служащие источником энергоснабжения объектов МПС и других ведомств;
* силовая часть высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки.

В нашем проекте мы рассчитываем внешние влияния только от контактной тяговой сети железной дороги.

Преобладающее влияние контактной сети переменного тока на линии связи объясняется, с одной стороны, тем, что эти линии высокого напряжения являются несимметричными, в качестве обратного провода в них используются рельсы с некомпенсированным внешним электромагнитным полем, а с другой стороны тем, что они имеют значительную длину сближения с магистралью связи. Контактная сеть переменного тока оказывает опасное и мешающее влияние на линии связи.

Различают два режима работы тяговых подстанций переменного тока:

* схема одностороннего питания, когда контактная сеть на длине участка запитывается лишь с одной стороны (вынужденный режим);
* схема двустороннего питания, когда тяговые участки получают питание одновременно с двух сторон от двух подстанций (нормальный рабочий режим).

В нашем случае тяговые подстанции работают в вынужденном режиме, следовательно расчёт ведётся для вынужденного режима.

**2.4.1 Вредные влияния**

На кабельные линии связи линии высокого напряжения оказывают лишь магнитное влияние. Электрическое влияние не учитываются, вследствие хороших экранирующих свойств слоя почвы и внешних металлических оболочек кабеля

Опасное напряжение определяется для одного из концов провода жилы гальванически неразделенного участка цепи связи при условии заземленного противоположного конца, т.к. в этом случае на проводе или жиле наблюдается максимально возможное напряжение относительно земли. Определение эквивалентных влияющих токов и напряжений входит в компетенцию организаций, эксплуатирующих линии высокого напряжения, и выполняется при предпроектных изысканиях.

Расчёт ведётся на каждом типе электропроводимости грунта для наибольшего участка (между НРП и ОРП). На остальных расчёт не проводим, т.к. при меньшей длине участка – влияния меньше. Это делается потому, что в НРП и ОРП стоит защита, и опасные влияния наведённые на одном участке не проходят на другой.

Для системы ИКМ-120 предусмотрено размещение НРП и ОРП на расстоянии 5-8 км, иначе затухание в канале связи будет выше нормы. По заданию ОРП располагаются на станциях А. Д и К. Исходя из этих условий на рисунке 2 показано размещение НРП и ОРП на проектируемом участке железной дороги.

Значение опасного напряжения, индуктированного между проводами или жилами линии связи и землей за счёт магнитного влияния может быть определено по формуле:

(2.1)



где ω=2πf - круговая частота влияющего тока, рад/сек;

M(1-2)- коэффициент взаимной индукции на 1 км сближения между несимметричной частью влияющей линии индекс "I" и несимметричной частью линии связи индекс "А" , Гн/км;

lp- длина участка сближения, км;

Sм - общий коэффициент экранирования металлических покровов кабеля, рельсов и других соседних сооружений на участке сближения.

Расчёт опасного напряжения ведётся на частоте основной гармоники влияющего тока. Т.е. на частоте 50 Гц.

В случае опасного магнитного влияния со стороны тяговой сети переменного тока M(1-2) определяют по приближенной формуле:

(2.2)



Согласно условиям на одном усилительном участке величина опасного напряжения не должен превышать 200 В. При превышении нормы следует предпринять меры по его понижению. Существует два способа понижения величины опасного напряжения:

- надо увеличивать ширину сближения кабеля с железной дорогой, но при этом ограничение накладывает величина полосы отвода, которая на железной дороге составляет 60 м. Следует отметить, что э. д. с. опасного магнитного влияния резко возрастает при уменьшении ширины сближения “aэ”, м и проводимости почвы, См/м. Но следует помнить, что при увеличении ширины сближения увеличивается расход кабеля на ответвлениях, следовательно это приводит к удорожанию проекта. Значит ширину сближения надо брать минимальной из возможных.

- если ширины отвода не хватает, то вешают экранирующий трос или прокладывают металлическую трубу на требуемом усилительном участке.

Sp - коэффициент экранирования рельсов, рекомендуется принять 0,5

Sоб - коэффициент защитного действия оболочки кабеля на частоте f=50 Гц: Sоб = 0,1.

а – ширина сближения, м;

σ – проводимость грунта согласно условия 5 мС/м;

f – частота эквивалентного влияющего тока, Гц;

Iвл – при вынужденном режиме работы тяговой сети эквивалентный влияющий ток частотой 50 Гц;

(2.3)



Iрез – результирующий нагрузочный ток расчетного плеча питания при вынужденном режиме работы тяговой сети, А.

(2.4)



где: *т –* количество поездов, одновременно находящихся в пределах плеча питания тяговой сети при вынужденном режиме работы в часы интенсивного движения (рекомендуется принять 8-12);

∆U max – максимальная потеря напряжения в тяговой сети между подстанцией и максимально удаленным электровозом, В; при l ≥ 30 км ∆U max = 8500 В

R ,X - активное и реактивное сопротивление тяговой сети, Ом/км, примем 0,083 и 0,261 соответственно;

cosφ – коэффициент мощности электровоза (у большинства отечественных электровозов составляет 0,8);



Рисунок 2.2 Схема размещения ОРП и НРП

l - длина плеч питания тяговой сети при вынужденном режиме работы, км;

К*т* – коэффициент, характеризующий уменьшение влияющего тока по сравнению с нагрузочным.

(2.5)



где l*н* – кратчайшее расстояние от ближайшей действующей тяговой подстанции в вынужденном режиме работы до начала сближения с тяговой сетью расчетного участка цепи связи.

Расчет:

1. На участке А-Д максимальная длина усилительного участка 7 км.

lр=7 км; а=5 м; σ=5·10-3 См/м;



U=6,28·50·10,09·10-4·833,7674·0,5·0,1·7=92,5 В

2. На участке Д-К максимальная длина усилительного участка 7 км.

lр=7 км; а=5 м; σз=5·10-3 См/м;



U=6,28·50·10,09·10-4·851,87·0,5·0,1·7=94,51 В

Величина опасных напряжений меньше нормы (200 В) значит оставляем ширину сближения с железной дороге равной 10 м без подвески экранирующего троса.

**2.4.2 Другие вредные влияния**

Мешающие влияния появляются от гармоник выпрямленного тока. Они не опасны ни для аппаратуры, ни для обслуживающего персонала, а вредны они тем, что создают дополнительные шумы в каналах связи. Величины мешающих напряжений и токов за счёт внешних влияний определяются для неуплотненных цепей оперативно-технологических связей, поскольку спектральная плотность влияющих токов или напряжений - наибольшая в области тональных частот. Кроме того, на частотах в диапазоне естественной речи человека экранирующее действие металлических оболочек кабеля меньше, чем в диапазоне более высоких частот.

Мешающее влияние оценивается псофометрическим средневзвешенным напряжением между проводами в конце усилительного участка телефонной цепи при нормальном режиме работы тяговой сети. Расчёт выполняется на одной из определяющих частотах, находящейся в пределах от 7 до 41 гармоники тягового тока. Выполним расчёт на частоте 15-ой гармоники равной 750 Гц.

Напряжение шума рассчитывается отдельно для каждого расчетного участка цепи, а результирующее напряжение шума в начале цепи определяется путем сложения по квадратичному закону значений напряжений для всех расчетных участков. По нормам на всей длине диспетчерского круга величина мешающего напряжения не должна превышать 0,9 мВ (1 мВ).

(4)



где fк - частота к-ой гармоники тягового тока (15-ой);

Мк - взаимная индуктивность между контактным проводом и жилой кабеля для к-ой гармоники, Гн/км. Рассчитываемся по формуле (2) ;

Iк - ток к-ой гармоники тягового тока, А (для данного проекта равный 0,7) ;

ρк - коэффициент акустического воздействия к-ой гармоники (для данного проекта равный 0,96);

ηк - коэффициент чувствительности цепи к помехам (для данного проекта равный 0,64·10-3);

Sр - коэффициент экранирования рельс (для данного проекта равен 0,5);

Sоб - коэффициент экранирования оболочки кабеля в тональном спектре (применять равным 0,02);

lр - длина участка сближения принять равной длине усилительного участка.

Результирующее напряжение шума на всей длине диспетчерского круга определяется по формуле:

(5)



Расчеты.

1. На участке А-Б. Lр1=7 км.

lр=7 км; σзI=0,005 См/м;



2. На участке Б-В. Два усилительных участка Lр1=7 км и Lр2=6 км.

Для участка Lр1 UшБ-В1=0,052 мВ

Для участка Lр2



1. На участке В-Г. Три усилительных участка Lр1=Lр2=6 км, Lр3=5 км.

Для участков Lр1 и Lр2 UшВ-Г1=UшВ-Г2=0,045 мВ

Для участка Lр3



4. На участке Г-Д. Два усилительных участка Lр1=Lр2=6 км.

Для этих участков UшГ-Д1=UшГ-Д2=0,045 мВ

Результирующее напряжение шума:



Так как мешающие напряжения не превышают 1 мВ, то дополнительных мер по защите кабельной линии связи от мешающих влияний не принимаем.

**2.5 Составление плана организации связи**

По заданию требуется разработать схему организации связи и цепей СЦБ на перегоне А-Б. На данном перегоне имеются следующие объекты:

- обслуживаемый усилительный пункт кабельной магистрали (ОУП);

- жилое или служебное здание пути (П);

- квартира электромеханика (ШН);

- релейный шкаф входных светофоров станции (Рш-Вх);

- релейный шкаф проходного светофора (Рш-С);

- тяговая подстанция (ТП);

- дежурный пункт дистанций контактной сети (ДПКС);

- пассажирское здание (ПЗ);

Сторонность размещения различных объектов связи и СЦБ указываются согласно инженерно-техническим изысканиям.

Пункты, в которые заводятся все или отдельные виды связи, определяются характером размещаемых в них объектов. В пассажирское здание или пост ЭЦ, где размещаются обычно все служебные станционные помещения, а также в ОРП и НРП заводятся все виды связи. В релейные шкафы входных светофоров заводятся такие цепи, как ПГС и СЦБ (шлейфом) и ПДС (параллельно). В релейные шкафы проходных светофоров – ПГС, МЖС, СЦБ (шлейфом). В здание службы пути – ПГС (шлейфом), ЛПС (параллельно). В квартиру электромеханика – ПГС (шлейфом), СЭМ (параллельно). В тяговую подстанцию – ТУ, ТС (шлейфом), ЭДС, ПС (параллельно). В дежурный пункт дистанций контактной сети – ЭДС, ПС (параллельно).

Ответвления цепей ОТС осуществляется шлейфом или параллельно; цепи автоматики всегда ответвляются шлейфом. При вводе шлейфом пара жил этой цепи в месте ответвления разрезается и выводится из кабеля к аппаратуре промпункта, а за тем снова возвращается в кабель. Сквозного пути по кабелю для разговорных или сигнальных токов, минуя аппаратуру промпункта, нет. При параллельном вводе от пары жил кабеля делается отпай к аппаратуре промпункта. Разговорные токи по цепи ОТС протекают прямо и с ответвлением к абоненту.

На тех же станциях, где находятся усилительные пункты, ответвления от магистрального кабеля на пост ЭЦ иди в пассажирское здание с устройствами автоматики, как правило, не делают, а необходимые цепи связи и автоматики передают от усилительного пункта кабелем вторичной коммутации. Аналогично поступают и в том случае, если линейные объекты располагаются друг от друга на расстояниях менее 100 метров. Ответвление делается лишь к ближайшему к кабельной магистрали объекту. Для передачи требуемых цепей к следующим объектам прокладывается кабель вторичной коммутации.

Координаты размещения различных объектов заданы в задании и указываются на схеме для каждого объекта. Также на схеме указываются все виды связей и цепи СЦБ (слева) и номера четвёрок кабеля, в которых они располагаются (справа). Для каждого вида связи и цепей СЦБ указывается тип ответвления (рисунок 2.2)

**2.6 Проблемные моменты в работе кабеля**

Содержание кабеля под постоянным избыточным воздушным (газовым) давлением, превышающим атмосферное на 49×1000 Па (0,5 кгс/с2), предусматривается в настоящее время на всех строящихся магистральных кабельных линиях. Это позволяет контролировать целостность оболочки кабеля. Своевременно реагируя на повреждения оболочки, можно защитить кабель от попадания влаги, тем самым обеспечивая стабильную и устойчивую связь

В этом случае кабельная магистраль делится на герметизированные участки, длина которых, как правило, равна усилительному участку ВЧ. Поэтому нагнетательные установки для подкачки воздуха в кабели монтируются во всех усилительных и оконечных пунктах кабельной магистрали. При использовании системы ИКМ-120 нагнетательные установки размещаются на станциях участка через 15-20 км. В нашем случае нагнетательные установки расположены на станциях: А, В, Г, Д, Ж, И, К.

**2.7 Составление скелетного плана линии**

Скелетная схема является основным документом для монтажа магистрального кабеля. На ней показывается взаимное расположение всех объектов связи и СЦБ, а также устраиваемые к ним ответвления с условным изображением необходимой кабельной арматуры с привязкой к километрам и пикетам. Скелетная схема строится на основе схемы организации связи и цепей СЦБ.

При организации ответвлений от кабельной линии к объектам связи или СЦБ применяют врезные разветвительные муфты РМ. Врезные муфты, устанавливаемые не на месте соединительных, обозначаются просто РМ1, т.е. первая по порядку разветвительная муфта.

Ответвления к линейным объектам, расположенным друг от друга на расстоянии менее 100 метров, следует объединять, т.е. ответвления от магистрального кабеля организуют лишь до одного из объектов, а все остальные близлежащие объекты подключаются к линии связи с помощью кабелей вторичной коммутации (так, к примеру, сделано для объектов Рш-С и ШН, рисунок 2.2). Аналогично поступают и на станциях: передача цепей связи станционным объектам производится с помощью кабелей вторичной коммутации от вводно-коммутационных устройств усилительных пунктов, а при их отсутствии - от вводно-кабельных устройств, размещаемых в помещении дежурного по станции.

Для герметизации кабеля при содержании его под постоянным, избыточным давлением устанавливают газонепроницаемые муфты перед оконечными вводными устройствами в усилительные пункты и в начале каждого ответвления от магистрального кабеля.



Рисунок 2.3 Схема организации связи и цепей СЦБ на перегоне А-Б.

Установка прямых муфт при вводе в усилительные пункты, совместно с газонепроницаемыми, объясняется технологией монтажа последних, которые монтируются предварительно на небольших отрезках кабеля длиной 4-5 м, а затем с помощью этих отрезков присоединяются к боксам с одной стороны, а с другой стороны - через прямую муфту с магистральным кабелем. Прямая соединительная муфта в этом случае одновременно используется для подкачки воздуха под металлическую оболочку магистрального кабеля. Для этого в муфте просверливают отверстие и впаивают ниппель, к которому подводится трубопровод со сжатым воздухом.

Вводные кабели заканчиваются междугородными кабельными боксами, являющимися оконечными устройствами. На боксы устанавливают плинты. Каждый плинт рассчитан на 10 пар жил кабеля.

Для стандартизации проведения монтажных и ремонтных работ все кабели ответвлений и их аппаратура имеют определенную нумерацию:

- кабель, ответвляющийся от KI, получил номер 3. От кабеля К2 ответвляется кабель 4. От кабеля К3 ответвляется кабель 7. Кабели вторичной коммутации имеет номер 8.

- боксам, которыми заканчиваются кабели ответвлений, присваиваются двузначные номера: первая цифра соответствует номеру кабеля ответвления, вторая – типу, т.е. 1.

- соединительные и газонепроницаемые муфты на кабелях ответвлений нумеруются по тому же принципу, что и боксы: первая цифра - номер кабеля ответвления, вторая - для соединительных муфт - 2, газонепроницаемых - 3.

- разветвительные муфты имеют номера 34 на ответвлении от кабеля K1; 44 - на ответвлении от К2, 74 – на ответвлении от К3.

Боксы, устанавливаемые в релейных шкафах или релейных помещениях, на скелетной схеме кабеля заштриховываются.

Строительная длина магистрального кабеля составляет 850 метров. При соединении строительных длин используют прямую соединительную муфту, которые на скелетной схеме нумеруются по порядку.

Требуемая ёмкость и длина кабеля рассчитываются для каждого объекта связи и СЦБ в соответствии с числом ответвляющихся цепей и удаленностью объекта от трассы кабельной магистрали.

При этом следует руководствоваться следующими основными положениями:

- требуемая длина кабеля рассчитывается, исходя из расстояния между объектами по трассе плюс 2,2% от расстояния на изгибы кабеля при укладке и производство спаечных работ;

- на устройство вводов дополнительно расходуется кабель в пределах: ОРП, пост ЭЦ, ПЗ или тяговая подстанция - 20 метров; остановочный пункт, будка на переезде, линейно-путевое здание, квартира электромеханика - 5 метров, релейный шкаф сигнальной установки автоблокировки или переездной сигнализации, ПСКЦ - 3 метра;

- ёмкость кабеля выбирается, исходя из количества физических цепей в ответвлении плюс запас в количестве 10-15% от ожидаемой ёмкости.



Рисунок 2.4 Скелетная схема кабельной линии на перегоне А-Б.

В соответствии с этими правилами и нормами составляем расчётную таблицу кабелей ответвлений и вторичной коммутации на перегоне А-Б.

Таблица 2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| координаты объектов | условное обозна-чение объекта | номер кабеля ответ-вления | тре-буемое число пар кабеля | ёмкость и марка выбран-ного кабеля | расстояние по трассе до объекта | доп. Расход кабеля | общая длинна кабеля |
| 79.ПК4+50 | ТП | 3 | 4х2 | ТЗБ 4х4х1,2 | 100 | 2,2 | 102,2 |
| 80.ПК5 | Рш-Вх | 3 | 3х2 | ТЗБ 3х4х1,2 | 56 | 1,23 | 57,23 |
| 82.ПК0+10 | Рш-С | 3 | 3х2 | ТЗБ 3х4х1,2 | 56 | 1,23 | 57,23 |
| 83.ПК8+15 | П | 3 | 3х2 | ТЗБ 3х4х1,2 | 145 | 3,19 | 148,19 |
| 84.ПК0 | Рш-С | 8 | 3х2 | ТЗБ 7х4х1,2 | 40 | 0,88 | 40,88 |
| 84.ПК0 | ШН | 3 | 5х2 | ТЗБ 4х4х1,2 | 115 | 2,53 | 117,53 |
| 84.ПК8 | Рш-Вх | 3 | 3х2 | ТЗБ 3х4х1,2 | 40 | 0,88 | 40,88 |
| 85.ПК8 | ДПКС | 3 | 3х2 | ТЗБ 3х4х1,2 | 85 | 1,87 | 86,87 |
| 86.ПК0 | ПЗ | 3 | 3х2 | ТЗБ 3х4х1,2 | 25 | 0,55 | 25,55 |

Для монтажа кабельной магистрали для данного проекта предусматривается применение следующей кабельной арматуры:

- прямых (соединительных) свинцовых муфт типа МСП-14, т.к. требуется соединить строительные длины магистрального кабеля ёмкостью 14 четвёрок;

- газонепроницаемых свинцовых муфт типа ГМСМ-60 и ГМС-4, ГМС-7, первая рассчитана на монтаж магистрального 14 четвёрочного кабеля при вводе в усилительные пункты для предотвращения утечки воздуха из кабеля, вторые – для монтажа 4-х и 7-и четвёрочных кабелей ответвлений соответственно;

- прямых (соединительных) свинцовых муфт типа МС-20 и МС-30, устанавливаемых на кабелях ответвлений и необходимых для монтажа газонепроницаемых муфт, первая с внутренним диметром шейки 20 мм – для кабеля ответвления ёмкостью 3х4, а вторая с диаметром 30 мм – для кабеля ответвления ёмкостью 7х4;

- разветвительных свинцовых муфт типа МСТ 14х7 – устанавливаемых в местах ответвлений, и рассчитанного на ёмкость магистрального кабеля 14х4 и кабеля ответвления ёмкостью 7х4 или меньше;

- чугунных (прямых) муфт типа С-50, С-35 – с внутренним диаметром 35 и 50 мм, устанавливаемых на свинцовые прямые и газонепроницаемые муфты подземных кабелей для защиты их от механических повреждений. И чугунных (тройниковых)муфт типа Т-65 – с внутренним диаметром 65 мм, для свинцовых тройниковых муфт;

- междугородных кабельных боксов типа БМ1-1 и БМ1-3, служащих для оконечной разделки кабелей в помещениях объектов связи, и рассчитанных для ввода одного кабеля, вторая цифра обозначает количество установленных плинтов.

Газонепроницаемые и соединительные муфты усилительных пунктов размещаются в помещениях, непосредственно на вводных кабельных устройствах, и поэтому в защите чугунными муфтами не нуждаются.

На основании скелетной схемы и на основании приведённых обоснований составим таблицу-спецификацию арматуры кабельной магистрали на перегоне В-Г.

Таблица 3.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Координаты объектов | Условное обозначение объекта | Нумерация кабельной аппаратуры | Название кабельной аппаратуры | Тип кабельной аппаратуры |
| 79.ПК0+0 | ОУП | 12а, 12б, 22а, 22б  13а, 13б, 23а, 23б  11а, 11б, 21а, 21б | прямая муфта  газонепроницаемая  кабельный бокс | МСП-14  ГМСМ-60  БМ1-3 |
| 79.ПК4+50 | ТП | 31 71  32 72  33 73  34 74 | кабельный бокс  прямая муфта  газонепроницаемая  разветвительная | БМ1-1  МС-20,С-35  ГМС-4,С-50  МСТ14х7,Т65 |
| 79.ПК8+50 | 11 | 11 | прямая муфта | МСП-14,С50 |
| 80.ПК5 | Рш-Вх | 31  32  33  34 | кабельный бокс  прямая муфта  газонепроницаемая  разветвительная | БМ1-1  МС-20,С-35  ГМС-4,С-50  МСТ14х7,Т65 |
| 80.ПК7 | 12 | 12 | прямая муфта | МСП-14,С50 |
| 81.ПК5+50 | 13 | 13 | прямая муфта | МСП-14,С50 |
| 82.ПК0+10 | Рш-С | 31  32  33  34 | кабельный бокс  прямая муфта  газонепроницаемая  разветвительная | БМ1-1  МС-20,С-35  ГМС-4,С-50  МСТ14х7,Т65 |
| 82.ПК4 | 14 | 14 | прямая муфта | МСП-14,С50 |
| 83.ПК2+50 | 15 | 15 | прямая муфта | МСП-14,С50 |
| 83.ПК8+15 | П | 31  32  33  34 | кабельный бокс  прямая муфта  газонепроницаемая  разветвительная | БМ1-1  МС-20,С-35  ГМС-4,С-50  МСТ14х7,Т65 |
| 84.ПК0 | ШН | 31  32  33  34  81 | кабельный бокс  прямая муфта  газонепроницаемая  разветвительная  кабельный бокс | БМ1-1  МС-20,С-35  ГМС-4,С-50  МСТ14х7,Т65  БМ1-1 |
| 84.ПК0 | Рш-С | 81 | кабельный бокс | БМ1-1 |
| 84.ПК1 | 16 | 16 | прямая муфта | МСП-14,С50 |
| 84.ПК8 | Рш-Вх | 31  32  33  34 | кабельный бокс  прямая муфта  газонепроницаемая  разветвительная | БМ1-1  МС-20,С-35  ГМС-4,С-50  МСТ14х7,Т65 |
| 84.ПК9+50 | 17 | 17 | прямая муфта | МСП-14,С50 |
| 85.ПК8 | ДПКС | 31  32  33  34 | кабельный бокс  прямая муфта  газонепроницаемая  разветвительная | БМ1-1  МС-20,С-35  ГМС-4,С-50  МСТ14х7,Т65 |
| 85.ПК8 | 18 | 18 | прямая муфта | МСП-14,С50 |
| 79.ПК0+0 | ОУП | 12а, 12б, 22а, 22б  13а, 13б, 23а, 23б  11а, 11б, 21а, 21б | прямая муфта  газонепроницаемая  кабельный бокс | МСП-14  ГМСМ-60  БМ1-3 |

**2.8 Обустройство места пересечения воды**

Кабельный переход через реку в зависимости от способа прокладки кабеля подразделяется на два участка — подводный и пойменный. Подводный участок расположен ниже горизонта воды, пойменный находится на обоих берегах реки и периодически оказывается ниже горизонта высоких вод. Земляные работы и укладку кабеля на этом участке перехода выполняют механизмами, используемыми на сухопутной трассе.

Длина кабельного перехода через водные препятствия, величина и способы заглубления кабеля, марка кабеля подводного перехода, берегоукрепительные и прочие виды работ зависят от конкретных местных гидрогеологических условий и основываются на тщательных инженерных изысканиях, при которых учитывают глубину, скорость течения реки в месте перехода, господствующие ветры, профиль дна и состав его грунта, химический состав воды и характер судоходства.

При пересечении магистральным кабелем реки шириной 195 метров прокладываем два створа кабеля для каждого магистрального кабеля кроме СЦБ. В один створ включают жилы, обеспечивающие связь в одном направлении, в другой створ – в другом направлении. При этом один створ прокладывают по мосту (кабель СЦБ в любом случае прокладывают по мосту), а другой через реку с отнесением его по течению реки на расстояние 300 м. При прокладке кабелей по двум створам расхождение в длинах трасс обоих створов должно быть как можно меньше. Разность затухания цепей в кабелях на наивысшей передаваемой частоте по обоим створам не должна превышать 1,7 дБ.

Количество и ёмкость кабелей, прокладываемых по обоим створам перехода, должны быть одинаковыми и равными количеству и емкостям кабелей магистрали до разветвления, и при этом должны иметь защитные покровы. Для нашего проекта Коаксиальный кабель МКТАБ при переходе через реку заменяем на МКТСК – у которого защитный покров представляет из себя броню из круглых стальных проволок, а симметричный кабель МКПАБ заменяем на МКПАКпШп с бронёй из круглых стальных проволок.

Так в нашем случае глубина реки 6 метров, то кабель укладывается по дну с заглублением на 1метр.На обоих берегах реки укладывают в грунт запас кабеля в котлован глубиной 1,2 м и диаметром не менее 1,0 м. После укладки запаса кабеля котлован зарывают и на расстоянии 1 м от него устанавливают железобетонный указательный столбик с соответствующими данными.



Рисунок 2.5 Подводная трасса кабельной линии связи.

Для защиты кабеля от повреждений и размывания делается укрепление мест выхода кабеля на берег бетонными плитами, их укладывают над кабелем на расстоянии 0,4 м. Укладку бетонных плит по дну оканчивают в месте, где глубина реки при ее нормальном уровне на 1 м больше осадки самых глубоководных судов. В конечных точках кабельного перехода строятся колодцы из бетона или кирпича. Размеры колодцев должны обеспечивать монтаж муфт и размещение запаса кабелей. В полу колодца необходим приямок для сбора грунтовых и ливневых вод. Располагают колодцы так, чтобы их не затопляло при максимально высоком уровне воды. Кабели и соединительные муфты в колодцах укладывают на кронштейнах или консолях.

Перед укладкой и после укладки кабеля через реку проверяют герметичность оболочки кабеля и оформляют технический акт.

Прокладку кабеля по мостам производят по рабочим чертежам проекта моста. Организации, проектирующие мосты, должны предусматривать устройства для прокладки кабелей как вдоль пролетных строений, так и по устоям моста. При этом должен обеспечиваться плавный переход кабелей с берегового устоя в насыпь железнодорожного полотна. Прокладка кабелей в пределах мостового полотна не разрешается. Кабели могут быть проложены: на металлических пролетных строениях — на специальных мостиках снаружи ферм в уровне проезда; на железобетонных пролетных строениях — на кронштейнах, прикрепляемых к консолям балластного корыта с расположением желобов для кабелей ниже уровня бортов.

На пересечениях с шоссейными и не электрифицированными железными дорогами кабель закладывают в обычные асбестоцементные трубы, с электрифицированными железными дорогами в асбестоцементные трубы, покрытые битумной массой. Трубы выводят по обе стороны от насыпи на расстояние не менее 1 м, а от кюветов — на расстояние не менее 2 м. При количестве труб до 3 прокладывают 1 резервную трубу. Концы резервных труб закрывают деревянной пробкой с уплотнением паклей и заливают битумом.

Переходы через магистральные железные или шоссейные дороги, как правило, выполняются способом горизонтального бурения.



Рисунок 2.6 Устройство перехода через железную дорогу.

**Список литературы**

1. Виноградов В.В., Котов В.К., Нуприк В.Н. Волоконно-оптические линии связи: Учебное пособие для техникумов и колледжей ж.-д. трансп. – М.: ИПК “Желдориздат”, 2002. – 278 с.
2. Бунин Д.А., Яцкевич А.И. Магистральные кабельные линии связи на железных дорогах. Изд. 2-е, перераб. И доп. М., “Транспорт”, 1978, 288 с.
3. Гроднев И.И. Линейные сооружения связи: Учебник для техникумов. – М.: Радио и связь, 1987. – 304 с.. ил.
4. Соболев В.И., Мельников Н.Г. Справочник строителя линейных сооружений связи железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 1979. – 399 с., ил., табл.
5. «Линии железнодорожной автоматики, телемеханики и связь». Задание на курсовой проект с методическими указаниями для студентов 5 курса специальности «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте». Москва – 1997.
6. Руководство к курсовому проекту. Проектирование и строительство линии автоматики, телемеханики и связи на участке железной дороги. Часть 2. 1990 г.