

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

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

ПМ 01. Монтаж, ввод в действие и эксплуатация устройств транспортного
радиоэлектронного оборудования

Раздел I: Выполнение монтажных работ по вводу в действие и эксплуатации
устройств транспортного радиоэлектронного оборудования

МДК 01.01. Теоретические основы монтажа, ввода в действие и эксплуатации
устройств транспортного радиоэлектронного оборудования

Тема 1.1 Сети электросвязи

для студентов специальности

11.02.06 Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования
(по видам транспорта)

Базовая подготовка

Саратов 2023

РАССМОТРЕНО

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

СОГЛАСОВАНО

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

_____/Ю.А. Солдатенко/

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по учебной работе

_____/С.А. Крижановский/

Автор (составитель):

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

Рецензент:

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

Содержание

Введение	
1 Построение общегосударственных и ведомственных сетей электросвязи	
1 Построение общегосударственных и ведомственных сетей электросвязи. История развития	
2 Классификация сетей электросвязи по видам, назначению и типу используемой среды. Радиолинии, линии проводной связи, линии оптической связи; магистральные, внутризоновые и местные линии; линии телефонной, телеграфной связи, передачи данных, радио- и телевидения; их назначение и особенности.	
3 Принцип построения Взаимоувязанной сети связи Российской Федерации и ведомственных сетей	
4 Назначение и место сети связи ОАО «РЖД» в ВСС, архитектура сети связи ОАО «РЖД».	
5 Принципы построения первичных и вторичных сетей связи, их взаимосвязь.	
2 Кабельные линии передачи (КЛП)	
2.1 Конструкция и марки медножильных кабелей электросвязи	
2.2 Конструкция и марки волоконно-оптических кабелей электросвязи	
2.3 Кабельная арматура и оборудование для монтажа кабельных муфт	
2.4 Кабельная арматура и оборудование для монтажа оптических кабелей	
2.5 Монтаж кабелей связи	
2.6 Выбор и подготовка трассы, подготовка траншеи для прокладки, транспортировка кабеля.	
2.7 Методы проверки состояния кабеля перед прокладкой.	
2.8 Способы прокладки кабелей в различных условиях: прокладка кабеля в канализации, под водой, помостам, подвеска на тросах, ввод кабеля в здание.	

2.9	Техническое обслуживание и ремонт КЛП	
2.10	Охрана труда при строительстве и техническом обслуживании кабельных линий связи	
3	Условия работы линий передачи	
3.1	Характеристика влияющих цепей	
3.2	Опасные, мешающие и взаимные влияния	
3.3	Методы защиты от внешних влияний	
3.4	Методы защиты от взаимных влияний	
3.5	Защита кабелей связи от коррозии	
3.6	Устройства заземления на узлах и линиях связи. Принципы расчета количества заземлителей	
	Заключение	

Введение

В настоящее время железнодорожный транспорт оснащен самыми совершенными устройствами автоматики, телемеханики, связи и вычислительной техники. Четкое и бесперебойное действие этих устройств в значительной степени зависит от надежности работы направляющих систем – линий связи.

Развитие современных систем связи характеризуется тенденцией к переходу от металлических к волоконно-оптическим кабелям (ВОК). Этот новый вид направляющих систем позволяет обеспечивать передачу всех видов информации с огромными скоростями и в больших количествах.

Бурное развитие систем связи в нашей стране требовало создание Единой системы электросвязи (ЕСЭ) России. Это было вызвано увеличивающимся потоком информации, требующимся для работы государственных органов управления народным хозяйством, развитием банковского дела, создание крупных корпораций, для удовлетворения бытовых и культурных потребностей населения, развитием межмашинного обмена информацией, появлением информационных технологий и др.

Наряду с созданием ЕСЭ развиваются и входящие в нее ведомственные сети, в том числе и сети связи железнодорожного транспорта. На железных дорогах телекоммуникационные системы стали использоваться не только для передачи управляющей информации в системах административного управления, но и в качестве непосредственных составляющих элементов технологических процессов автоматизированной системы управления железнодорожным транспортом (АСУЖТ).

Основным направлением развития телекоммуникаций сегодня считается создание Глобального информационного общества, основой которого станет глобальное информационное пространство. Глобализация связи и ее персонализация - основные взаимосвязанные проблемы, успешно решаемые в настоящее время. Дальнейшая эволюция телекоммуникационных технологий, наращивание

количества услуг будут идти по пути увеличения скорости передачи, интеллектуализации сетей, обеспечения мобильности пользователей.

Высокие скорости передачи необходимы для интеграции различных видов информации в мультимедийных приложениях, при организации связи между локальными сетями, для передачи изображений, в том числе и телевизионных.

С появлением и развитием новых отраслей информационной индустрии существенно возрастает влияние информационных технологий на научно-технический и интеллектуальный потенциал общества. Начало XXI в. рассматривается как период перехода к информационному обществу, требующий для своего развития создания глобальной информационно-коммуникационной инфраструктуры.

Не последнюю роль в этом процессе играет информатизация железнодорожного транспорта. По степени оснащенности современными техническими средствами и системами телекоммуникаций железнодорожный транспорт стал сегодня одной из передовых отраслей в стране. Создана современная телекоммуникационная система на основе цифровых систем передачи и коммутации, волоконно-оптических линий связи и спутниковых каналов.

1 Построение общегосударственных и ведомственных сетей электросвязи

1.1 История развития сетей связи

Появление телефона впервые открыло возможности непосредственных переговоров между абонентами. Однако это достоинство было оценено не сразу. Во-первых, телефонную связь разрекламировали еще до того, как выпустили надежные телефоны и микрофоны. А во-вторых, потенциальные абоненты - деловые люди - успешно пользовались другим видом связи - телеграфом, ценя его за возможность передачи документальных записей. Поэтому приход телефонии в Россию несколько замедлился. Первые мелкие частные телефонные станции начали действовать только в 1880 г., спустя два года после изобретения трубки Белла. Однако уже тогда стали думать и о создании городских телефонных сетей.

Появление линии связи (воздушных и кабельных) относится к середине XIX в. и связано с именами русских учёных П.Л. Шиллинга и Б.С. Якоби. Первый кабель для прокладки под водой был создан в 1812 г. П.Л. Шиллингом при разработке им системы взрыва мин. Им также была предложена и осуществлена прокладка кабеля в деревянных желобах для организации телеграфной передачи между крайними помещениями Адмиралтейства в Петербурге.

Развитие междугородной телефонной связи в нашей стране началось в 80-х годах XIX века, раньше, чем в некоторых других странах Европы. Первая междугородная линия была устроена между Петербургом и резиденциями царя в Гатчине (1882г.), Петергофе (1883 г.) и Царском Селе (1885 г.). В 1885 г. московские промышленники профинансировали строительство однопроводных стальных телефонных линий между Москвой и Богородском, Пушкином, Химками, Одинцовом, Коломной, Подольском и Серпуховом. Тогда связь с этими городами называли "загородной". Эксплуатация же подлинной междугородной связи началась после усовершенствования методов одновременного телеграфирования и телефонирования. Заслуга в этом принадлежит телеграфному специалисту Г. Г. Игнатьеву и инженеру Е. И. Гвоздеву.

Г. Г. Игнатъев изобрел устройство, разделяющее телеграфные и телефонные токи с помощью включенных в цепь конденсаторов и катушек индуктивности. Его система была введена в опытную эксплуатацию в 1881 г. на воздушной линии протяженностью 14,5 км, соединявшей лагерь Киевского военного округа.

Е. И. Гвоздев предложил сосредоточить на станциях наборы емкостей и индуктивностей разных параметров и разработал схемы параллельного и последовательного включения их в различных случаях. Созданное им Телефонное товарищество в 1888-1889 гг. на Рыбинско-Бологоевской железной дороге успешно провело испытания приборов Гвоздева для одновременного телеграфирования и телефонирования на расстояние 295 км.

В 1898 г. под руководством инженера А. А. Новицкого была построена телефонная магистраль Петербург - Москва. В то время она была самой длинной в Европе. Коммутаторы для первой междугородной станции были закуплены в Бельгии. Аналогичные станции в последующие 20 лет появились в Одессе, Варшаве, Риге и Лодзи.

К 1913 г. телефонная связь по медным двухпроводным линиям была установлена между Москвой и Харьковом, Рязанью, Нижним Новгородом и Костромой, между Петербургом и Ревелем, Гельсингфорсом и между Баку и Тифлисом. Всего же тогда действовало 87 междугородных телефонных линий.

До 1917 г. единственным видом коммутаторного оборудования дальней связи, производимого в России, были "земские" коммутаторы русского акционерного общества "Л. М. Эрикссон и компания".

Первая кабельная линия связи относительно большой протяжённости (27,2 км) была спроектирована и построена вдоль железной дороги С.-Петербург – Царское село в 1843 г. Б.С. Якоби.

Воздушная линия для телефонной связи между Петербургом и Москвой была построена в 1898 г.

Примерно с 1960 г. на железнодорожном транспорте стали строить кабельные линии связи (КЛС) с использованием симметричных кабелей различной конструкции и медными жилами диаметром 0,5-1,2 мм. В настоящее время на

железных дорогах находят применение как ВЛС, так и КЛС (симметричные, коаксиальные и волоконно – оптические), а также радио- и радиорелейные линии (РРЛ), волноводные и спутниковые, ультразвуковые и инфракрасные связи.

Сложные проблемы возникли при строительстве ВЛС в пределах крупных железнодорожных узлов с быстро растущей разветвленной сетью местной телефонной связи, а также при необходимости строительства переходов через судоходные реки, прокладке пучка проводов по железнодорожным мостам и тоннелям. Решением этой проблемы было создание телефонного кабеля местной связи с числом жил в пределах от 10 до 500.

Проблема телефонного кабеля дальней связи оставалось ещё нерешенной долгие годы. Только в конце 50 – гг. XXв. началось активное внедрение симметричных кабелей связи, предназначенных для высокочастотных систем передачи с диаметром жил 1,2 мм. В таких же железнодорожных кабелях были приняты жилы диаметром 1,05 мм, а также предусмотрены дополнительные жилы для передачи сигналов систем автоматики и телемеханики.

Однако у условиях огромных территорий нашей страны вопросы рационального использования линий связи становились все более актуальными. И чем длиннее строились воздушные и кабельные магистрали, тем острее стоял вопрос об увеличении эффективности их использования, об увеличении дальности передачи, о снижении затрат на строительство и эксплуатацию линейного хозяйства. Начались поиски путей увеличения дальности передачи.

Первые опыты по организации дальней телефонной связи по проводам в нашей стране относятся к концу 20 – х гг. XXв. В Ленинградской научно – испытательной станции Народного комиссариата почти телеграфов (НКПиТ) под руководством профессора П.А. Азбукина велась разработка установок высококачественного телефонирования. Первая в СССР одноканальная аппаратура высокочастотной связи по проводам была построена по закону НКПС и испытана на участке Ленинград-Бологое. Работы по увеличению дальности связи и по созданию многоканальных систем велись в Центральной лаборатории проводной связи (ЦЛПС).

Большое затухание телефонных сигналов в воздушных и кабельных линиях связи, сложная конструкция кабелей с трубчато-стеклянной изоляцией жил мешали увеличению дальности связей. В 1918 г. П.А.Азбукин предложил использовать в кабеле воздушно-бумажную изоляцию и звёздную структуру жил. Это совместно с открытием американцем М. Пупином метода снижения затухания за счёт включения катушек индуктивности в провода позволило увеличить дальность непосредственной передачи до 100 км по кабельной и до 600 км по воздушным линиям связи. Но для междугородней телефонной связи в пределах нашей страны этого было мало. Задачу увеличения дальности за счёт применения промежуточных дуплексных усилителей удалось решить В.И. Коволенкову. За счёт этого в начале 1920-х гг. была построена первая на железной дороге линия дальней телефонной связи Москва-Петроград с трансляцией на станции Бологое.

Не прекращались работы и по созданию высокочастотной многоканальной аппаратуры. Первые высокочастотные системы появились также в конце 1920-х гг. Это были трехканальные системы ОСА-405, ОСА-406, ОСА-407, разработанные в отделе специальной аппаратуры ЦЛПС, а затем на заводе «Красная Заря» в Ленинграде под руководством В.Н. Листова. Первая на железнодорожном транспорте дальняя телефонная связь с использованием аппаратуры ОСА-407 с организацией трех высокочастотных и одного низкочастотного канала была открыта на участке Ростов-Тихорецкая в 1928г.

К концу 20-х гг. XX в. протяжённость сети дальней телефонной связи на железных дорогах достигла 41 700 км, а к началу 1931 г. – 71 000 км. В основном это были ВЛС крюкового профиля со стальными проводами.

Важнейшей задачей по развитию связи в 30-е гг. XX в. стала реконструкция воздушных линий, заключающихся в замене линий крюкового профиля на траверсный. На реконструируемых линиях связи, начиная с 1936 г., производилась подвеска бронзовых и биметаллических проводов. К 1940 г. общая протяженность цветных цепей на железнодорожных линиях составляла 36 тыс. км.

Много для становления дальней связи на железнодорожном транспорте сделал В.А. Новиков. В 1934-1940 гг. под его руководством были построены телефонные

магистралаи Москва-Свердловск, Москва-Куйбышев и др., которые были оборудованы высокочастотной аппаратурой и телефонными усилителями. Уникальной сверхдальней магистралью (свыше 9000 км), построенной в 1936-1940 гг., была магистраль Москва-Хабаровск-Уссурийск, снабжённая трёхканальными системами CS и CN (английской формы) и отечественной аппаратурой СМТ-35. Проектирование магистрали осуществляли институты «Мосгипротранс» и «Киевгипротранс», а в пусконаладочных работах принимали участие С.Л. Дюфур, В.И. Кацалапенко, И.С. Пехов, А.М. Погодин, А.Б. Фельдман. К 1940 г. была установлена магистральная связь между НКПС и всеми управлениями железных дорог.

В связи с увеличением количества аппаратуры на крупных станциях по предложению В.А. Новикова в 1935 г. началось строительство на них домов связи. Эта система организации связи существует до настоящего времени.

Работы по защите линий связи железных дорог от влияния со стороны высоковольтных линий электропередачи были начаты еще инженерами Ф.Х. Чираховым (1916г.), Д.С. Пашенцевым (1926 г.), Е.Н. Петринским (1927 г.). И были продолжены в научно-исследовательском институте сигнализации и связи НКПС (ННИСиС) инженеры А.А. Снарский, И.С. Грачев, Н.Н. Ильин, Б.З. Слуцкий, Б.Б. Халезов, И.М. Ершов. В 1930-е гг. учеными Н.А. Баевым, К.Е. Кульбацким, В.А. Новиковым, П.А. Акулышиным, В.И. Коваленковым были разработаны теоретические основы передачи сигналов по проводам на дальние расстояния.

Электрификация железных дорог по системе постоянного тока привела к необходимости защиты линий связи от мешающего влияния тяговых токов. Работы в этом направлении проводили инженеры В.А. Соловьёв, Н.М. Фетисов, М.А. Чернышев.

Защита покровов кабелей от коррозии блуждающими токами стала предметом теоретических и экспериментальных исследований П.А. Азбукина, И.М. Михайлова, Л.Д. Разумова.

Переход на электрическую тягу по системе переменного тока потребовал необходимость коренной реконструкции линий связи с заменой на

электрифицированных участках воздушных линий на кабельные. Основы теоретических работ в этой области были заложены в трудах В.В. Выходцева, И.В. Павлова, А.А. Снарского.

Освоение нашей промышленностью производства кабелей для междугородней связи и начало строительства кабельных магистралей привело к необходимости проведения исследований в области снижения взаимных влияний кабельных цепей и разработке методов симметрирования кабелей. В этом направлении много сделали И.И. Гроднев, В.Н. Кулешов, В.З. Малышев, В.О. Шварцман и др.

Безопасная, четкая и бесперебойная работа всего железнодорожного транспорта нашей огромной страны невозможна без эффективной работы всех систем связи, которая обеспечивается надежным функционированием линий связи.

1.2 Классификация сетей электросвязи по видам, назначению и типу используемой среды. Радиолинии, линии проводной связи, линии оптической связи. Магистральные, внутризоновые и местные линии. Линии телефонной, телеграфной связи, передачи данных, радио- и телевидения.

Электросвязь - передача информации посредством электрических сигналов, распространяющихся по проводам (проводная связь), или радиосигналов (радиосвязь). К электросвязи относят, кроме того, передачу информации при помощи оптических систем связи.

Основные виды электросвязи: телефонная, телеграфная, факсимильная связь, передача данных (телекодовая связь), видеотелефонная связь.

Электрическая связь - связь, при которой передача информации осуществляется при помощи: - электрических сигналов, распространяющихся по проводам; - радиосигналов; - оптических и других электромагнитных систем связи. При помощи технических средств электрической связи осуществляются также проводное, звуковое и телевизионное вещание.



Рисунок 1.1 – Виды электросвязи

Телеграфная связь предназначена для передачи информации в виде телеграммы, т. е. букв и цифр, с помощью электрических сигналов.

Телефонная связь - это совокупность узлов коммутации, роль которых выполняют автоматизированные телефонные станции (АТС) и соединяющие их каналы связи.

Телевизионное вещание - формирование телевизионных программ и их передача в эфир посредством телевидения; одно из средств массовой коммуникации.

Факсимильная связь – это электрический способ передачи изображений неподвижных плоских объектов (текстов газет, рукописных текстов, таблиц, чертежей, фотографий и т.п.) по каналам электрической связи

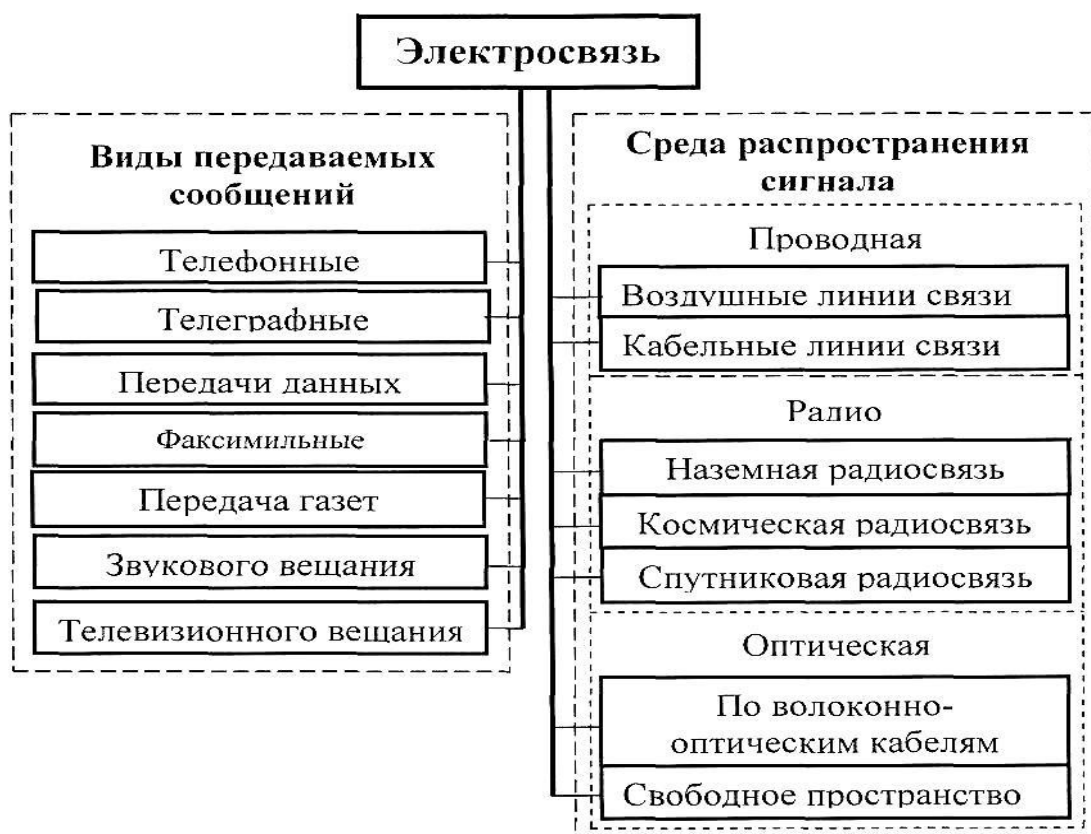


Рисунок 1.2 – Электросвязь

Классификация разновидностей электросвязи подразумевает наличие разных категорий.

По назначению передаваемой информации связь бывает:

- индивидуальная, когда связываются с кем-то одним, конфиденциально;
- массовая, когда что-то транслируется для всех, кому не лень включить телевизор, радиоприёмник или компьютер.

По способу передачи сигнала:

- электрическая — по проводам;
- оптическая — по оптоволоконному кабелю, ну или с помощью светового телеграфа;
- радиосвязь — это радио, телевидение, 3G, Wi-Fi, Bluetooth.

По типу линий связи, которые делятся на:

- наземные (провода на столбах);
- подземные (закопанные провода);
- подводные (межконтинентальные кабели на дне океана);
- воздушные (волны радиостанций);
- космические (спутниковые, тоже радиоволны, разумеется).

По типу передаваемой информации:

- звуковая телефонная (аналоговая, мобильная и VoIP);
- звуковая радиовещательная, тоже аналоговая и цифровая;
- телеграфная;
- факсимильная;
- телевизионная (видео);
- передача цифровых данных (каких-нибудь файлов, веб-страниц).

Различают 3 основных типа линий связи: кабельные, воздушные, волоконно-оптические. Кабельные и воздушные линии относятся к проводным линиям, у которых направляющие системы образуются системами проводник-диэлектрик. А волоконно-оптические линии представляют собой диэлектрические волноводы, направляющая система которых состоит из диэлектриков с различными показателями преломления, в которых осуществляется передача световых сигналов микроволнового диапазона волн от 0,8 до 1,6 мкм.

Радиолинии – это совокупность средств связи, антенно-фидерных устройств, участвующих в приеме и передаче информации, а также физическая среда, в которой происходит распространение сигналов от пункта передачи к пункту приема.

Линии воздушной проводной связи – это провода без изолирующих или экранирующих оплеток, проложенные между столбами и висящие в воздухе. Традиционно они служат для передачи телефонных и телеграфных сигналов, но при отсутствии других возможностей применяются для передачи компьютерных данных. Проводные линии связи отличаются небольшой пропускной способностью и малой помехозащищенностью, поэтому они быстро вытесняются кабельными линиями.

Кабельные линии связи (КЛС) — линии связи, состоящие из направленных сред передачи то есть кабелей. КЛС вместе с проводными системами передач предназначены для организации связи. Под организацией связи понимается организация каналов телефонной связи, факсимильной связи, передачи данных и т.д.

У кабельных линий сложная структура. Кабель — это набор проводов, заключенных в несколько слоев изоляции. Наиболее широкое применение в информационных технологиях получили три вида кабеля.

Тип первый - витая пара — представляет собой витую пару медных проводов (или несколько таких пар), заключенных в оболочку. Оболочка может быть экранированной. С целью уменьшения наводок пары проводов скручиваются между собой. Витая пара является достаточно помехоустойчивой. Основным преимуществом этого кабеля является простота монтажа. Кабель типа витой пары является самым дешевым и распространенным видом связи. Существенный недостаток: возможность простого несанкционированного подключения к сети.

Тип второй - коаксиальный кабель - это кабель с центральным медным проводом, окруженным слоем изолирующего материала. Чтобы отделить центральный проводник от внешнего проводящего экрана (используется медная оплетка или слой алюминиевой фольги), используется покрытие изоляцией.

Коаксиальный кабель существует двух видов: тонкий коаксиальный кабель, диаметром 5 мм и толстый коаксиальный кабель диаметром 10 мм. Затухание у толстого коаксиального кабеля меньше, чем у тонкого. Коаксиальный кабель стоит дороже витой пары, кроме того монтажа сети сложнее, чем с использованием витой пары.

С точки зрения информационной защищенности, подключение к коаксиальному кабелю сложнее, чем к витой паре.

Тип третий — волоконно-оптический кабель, основу которого составляет оптическое волокно.

Линии оптической связи - это вид связи, при котором информация передается по оптическим диэлектрическим волноводам — оптическим волокнам. Оптическое

волокно в настоящее время считается самой совершенной физической средой для передачи информации, а также самой перспективной средой для передачи больших потоков информации на значительные расстояния.

Оптический кабель (ОК) состоит из скрученных по определенной системе оптических волокон из кварцевого стекла (световодов), заключенных в общую защитную оболочку. При необходимости, кабель может содержать силовые (упрочняющие) и демпфирующие элементы.

Линии связи или линии передачи данных - это промежуточная аппаратура и физическая среда, по которой передаются информационные сигналы (данные).

В одной линии связи можно образовать несколько каналов связи (виртуальных или логических каналов), например путем частотного или временного разделения каналов.

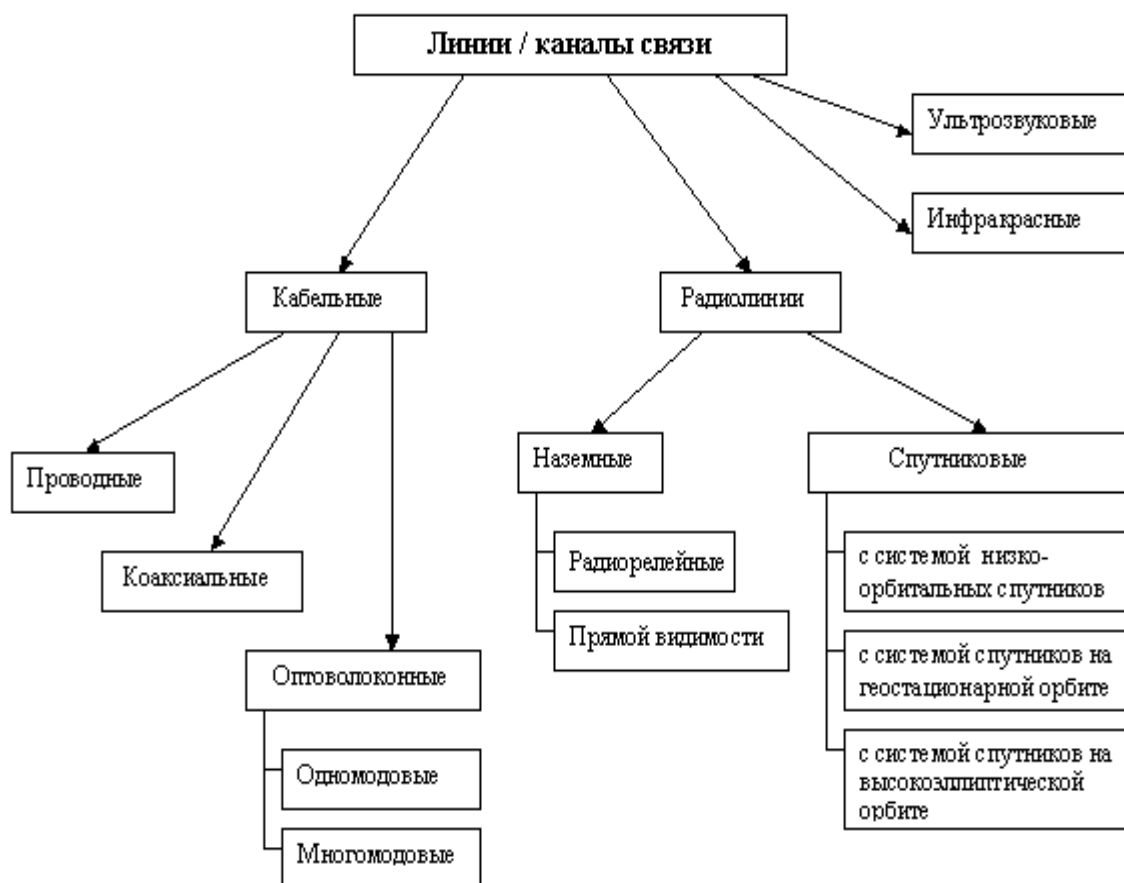


Рисунок 1.3 – Линии/каналы связи

Таблица 1.1 - Нормы на электрические параметры сетевых трактов магистральной и внутризоновых первичных сетей

Тип линии	Длина линии	Область применения
Кабели с медными проводными жилами	30-50 км	Магистральные линии
	3-6 км	Абонентские линии
Витая пара (экранированная и неэкранированная)	до 100 м	Локальные сети
Коаксиальные кабели	Десятки метров	Подключение антенн к передающему устройству
	150-500 м	Локальные сети
Спутниковые радиолинии	10-12 тыс. км	Магистральные линии
Радиорелевные линии	До 1000 км	Магистральные линии
Одномодовое оптоволокно	До 100 км	Магистральные линии
Многомодовое оптоволокно	2-2,5 км	Связь между сегментами локальной сети, вертикальная проводка в структурированных кабельных системах, подключение компьютеров к локальной сети
Ультразвуковые линии	Десятки метров	Организация локальной сети в небольших помещениях
Инфракрасное излучение	Десятки метров	Организация локальной сети в небольших помещениях
Лазерные линии в свободном пространстве	До нескольких км в зависимости от погодных условий	Связь между сегментами локальной сети

В приложении А приведены основные термины и определения понятий в области линейных сооружений магистральных и внутризоновых кабельных линий передачи Взаимоувязанной сети связи (ВСС), на основе которых организуются междугородные и зоновые каналы электросвязи. Термины, устанавливаемые настоящим стандартом, обязательны для применения во всех видах документации и литературы по связи

Телефонная связь обеспечивает передачу речевой информации по телефонным каналам связи. Так как для передачи речи требуется малый частотный ресурс (0, 3-3, 4 кГц), то и требования к аппаратуре связи и линии связи от абонента до телефонной станции соответственно также низки.

Телефонная связь относится к классу связи с коммутацией канала. Для того, чтобы один абонент говорил с другим - на время разговора необходимо выделить канал и удерживать его во время всего разговора. Так как связь между двумя абонентами фактически устанавливается посредством нескольких телефонных станций, то необходимо резервировать также по одному каналу между каждой станцией участвующей в соединении.

В последнее время насущной стала проблема передачи цифровой информации. Так как сеть телефонной связи в настоящее время наиболее развита, то в качестве канала связи используется канал телефонной линии. Передача становится возможной при наличии промежуточного устройства преобразования сигнала из цифрового в аналоговый (модуляция) и из аналогового в цифровой (демодуляция). Такие устройства называются модемами. Так как полоса речевого канала очень узка, то соответственно скорость передачи по линиям телефонной связи не может быть выше 28800 кБод. Для передачи документальной информации в виде текста существует специально организованная для этой цели сеть телеграфной связи. В последнее время этот вид связи постепенно заменяется компьютерной связью.

Телеграф основан на передаче информации в двоичном коде, поэтому для передачи информации по каналам связи резервируются две частоты: одна частота - признак передачи нуля, другая частота - признак передачи единицы. Скорость передачи очень мала (50-200 Бод), ориентировано в основном на работу машинистки. Как и в телефонной связи на время сеанса связи необходимо выделение канала. Отличие состоит в том, что на промежуточных телеграфных станциях телеграфные сообщения могут накапливаться и пересылаться другим промежуточным станциям и при этом будет занят только один канал при каждом переприеме. Этот способ увеличивает время передачи, но экономит каналный ресурс.

Радиосвязь обеспечивает трансляцию практически всех видов информации, но при этом количество каналов ограничено гигагерцовым потолком. Аппаратура все более усложняется и этот потолок постепенно поднимается, но средства связи на таких частотах достаточно дороги.

Каждый канал связи ограничен определенной полосой частот, заранее оговоренной. Существуют также каналы общего пользования, которые могут быть заняты любительскими передатчиками или радиотелефонами (телефон с радиоудлинителем). При выделении частот руководствуются мощностью передатчика и покрываемой площадью. Если передатчик маломощный, то частоты можно не выделять, а пользоваться общедоступными частотами, но при этом существует вероятность того, что на одном канале будет одновременно работать несколько радиопередатчиков

Для передачи информации также можно использовать узконаправленный радиолуч. Для этой цели устанавливается антенна-приемник и антенна-передатчик (тарелка), передающая сигнал в сторону антенны-приемника. При этом влияние на другие приемники становится пренебрежимо малым. При дуплексной связи обе стороны должны быть оснащены приемником и передатчиком, работающим на одной антенне.

Этот способ используется в радиорелейных линиях, для высококачественной передачи информационного сигнала на большие расстояния. Радиорелейная линия представляет собой линию связи, составленную из цепочки приемников и передатчиков с узконаправленным радиолучем.

При таком построении необходимо учитывать наклон земной поверхности. При высоте подвеса антенны 120 м длина одного пролета не может быть более 50 км.

Телевидение является частью общей системы радиовещания. В качестве основного канала связи используется радиоэфир. Для передачи телевизионного видеосигнала требуется достаточно широкая полоса частот, в отличие от той полосы, которая требуется для передачи речи или звука. Передается сигнал яркости и цветоразностный сигнал плюс звуковой канал.

В качестве дополнительного вида услуг, предоставляемого телевидением является система телетекст, которая представляет собой систему доступа к информационной базе данных. Информация из базы данных поступает на телевизор абонента системы телетекст в качестве вставки в видеоизображение и затем декодируется.

1.3 Принцип построения Взаимоувязанной сети связи Российской Федерации и ведомственных сетей

Основой электросвязи Российской Федерации является Взаимоувязанная сеть связи (ВСС России), обеспечивающая предоставление услуг электросвязи пользователям на территории России

Взаимоувязанная сеть связи Российской Федерации (ВСС РФ) представляет собой комплекс технологически сопряженных сетей связи общего пользования и ведомственных сетей электросвязи на территории Российской Федерации, обеспеченный общим централизованным управлением, независимо от ведомственной принадлежности и форм собственности.

Состав ВСС России вытекает из определения, данного в Федеральном законе "О связи": это сети общего пользования, ведомственные сети и сети связи, организуемые в интересах управления, обороны, безопасности и охраны правопорядка. Общим признаком сетей ВСС России является охват их общим централизованным управлением.

Сеть связи общего пользования (сеть связи ОП) - составная часть ВСС России, открытая для пользования всем физическим и юридическим лицам, в услугах которой этим лицам не может быть отказано.

Сеть связи общего пользования отличается широкой разветвленностью, охватывает всю территорию страны, обслуживает основной контингент населения, органы управления народным хозяйством, обороной, а также любых других потребителей без каких-либо ограничений. Сеть ОП обладает наибольшей устойчивостью по сравнению с другими сетями.

Ведомственная сеть связи - составная часть ВСС РФ, сеть электросвязи министерств и иных Федеральных органов исполнительной власти, промышленных объединений и предприятий, создаваемая для удовлетворения производственных и специальных нужд и имеющая выход на сеть связи общего пользования для части абонентов. Ведомственные сети связи используются так же для предоставления услуг связи населению и другим пользователям.

Входящие в ВСС России ведомственные сети связи и сети связи, организуемые в интересах государственного управления, обороны, безопасности и охраны правопорядка, относятся к сетям ограниченного пользования (ОГП), имеющим ограничения на предоставление услуг абонентам.

Ведомственные сети связи, которые являются сетями электросвязи федеральных органов исполнительной власти, создаются и функционируют для обеспечения производственных и специальных нужд этих органов, находятся в их ведении, эксплуатируются ими и имеют выход на сеть связи общего пользования.

Сети связи, организуемые в интересах государственного управления, обороны, безопасности и охраны правопорядка, создаются на базе каналов сети связи ОП и ведомственных сетей, которые предоставляются спецпотребителям на арендной основе в порядке, предусмотренном законодательством Российской Федерации

Наряду с этими сетями у федеральных ведомств обороны, безопасности и охраны правопорядка имеются специализированные сети, которые не входят в ВСС России

В ВСС России не входят внутрипроизводственные, технологические и выделенные сети

Внутрипроизводственные и технологические сети связи - это сети электросвязи федеральных органов исполнительной власти, а также предприятий, учреждений и организаций, создаваемые для управления внутрипроизводственной деятельностью и технологическими процессами, не имеющие выхода на сеть связи ОП

Выделенные сети связи - это сети электросвязи физических и юридических лиц, не имеющие выхода на сеть связи ОП

Сети связи ОП и ОГП, входящие в ВСС, в процессе функционирования взаимодействуют друг с другом в интересах их комплексного использования, повышения эффективности и устойчивости ВСС.

Взаимодействие двух сетей между собой включает в себя три аспекта: технологический, экономический и правовой.

Под технологическим взаимодействием сетей понимается совместное их функционирование с целью выполнения общих задач, под экономическим - взаимные финансовые расчеты между операторами сетей, под правовым - правовые отношения между операторами сетей.

Под технологическим взаимодействием сетей понимается совместное их функционирование с целью выполнения общих задач, под экономическим - взаимные финансовые расчеты между операторами сетей, под правовым - правовые отношения между операторами сетей.

Технологическое взаимодействие сетей характеризуется большим разнообразием выполняемых общих задач. Среди этих задач могут быть выделены следующие:

- использование свободного канального ресурса одной сети в интересах создания другой сети (аренда каналов);
- использование канального ресурса одной сети для повышения надежности (создания обходных резервных путей) другой сети;
- использование совместного канального ресурса сетей в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС) и в особый период;
- обеспечение общего или взаимосогласованного управления сетями, а также общей технической эксплуатации;
- организация связи между отдельными абонентами сетей ограниченного пользования и абонентами сетей общего пользования

Технологический вид взаимодействия сетей, основанный на организации связи между отдельными абонентами сетей ограниченного и общего пользования, является наиболее развитым, тесным и называется взаимосвязью сетей.

Взаимосвязанные сети с технологической точки зрения представляют собой единое сетевое пространство

ВСС России базируется на принципе организационно - технического единства, заключающемся в проведении единой технической политики, применении единого комплекса максимально унифицированных технических средств, единой номенклатуры типовых каналов и сетевых трактов.

1.4 Назначение и место сети связи ОАО «РЖД» в ВСС, архитектура сети связи ОАО «РЖД»

В соответствии с ч. 1 статьи 12 Федерального закона от 07.07.2003 №126-ФЗ "О связи" (Закон 126-ФЗ) единая сеть электросвязи РФ состоит из расположенных на территории РФ сетей электросвязи следующих категорий.

- сеть связи общего пользования;
- выделенные сети связи;
- технологические сети связи, присоединенные к сети связи общего пользования;
- сети связи специального назначения.

Технологические сети связи предназначены для обеспечения производственной деятельности организаций, управления технологическими процессами в производстве.

В составе сети связи Федерального железнодорожного транспорта создаются:

- сеть оперативно-технологической связи, которая предназначена для обеспечения оперативного управления перевозочным процессом и работами по текущему содержанию и ремонту основных технических средств железнодорожного транспорта и не имеет сопряжения с сетью общего пользования ЕСЭ России;
- сеть общетехнологической телефонной связи (ОбТС), которая предназначена для обеспечения передачи речевой и документальной информации, а также для дополнительных видов обслуживания работников железнодорожного транспорта в пределах всей сети железных дорог с целью обеспечения управления

всеми технологическими процессами на железнодорожном транспорте и имеет присоединение к сети телефонной связи общего пользования ЕСЭ России;

— сеть технологической радиотелефонной связи, предназначенная для связи с подвижными объектами и отдельными работниками в ходе оперативного управления перевозочным процессом и работами по текущему содержанию и ремонту основных технических средств железнодорожного транспорта, не имеющая сопряжения с сетью общего пользования ЕСЭ России;

— технологическая сеть телеграфной связи, взаимодействующая с телеграфными сетями (общего пользования и абонентской) ЕСЭ России;

— технологические сети передачи данных ("Экспресс-3", СПД МПС, СПД линейных предприятий), обеспечивающие передачу данных и работу информационных систем железнодорожного транспорта. СПД МПС может иметь сопряжение с другими сетями передачи данных и телематических служб;

— первичные сети (аналого-цифровые сети железных дорог и вновь построенная магистральная цифровая сеть связи - МЦСС), служащие базой при построении указанных выше вторичных сетей.

Сеть железнодорожной электросвязи ОАО "РЖД" является основным техническим компонентом информационно-телекоммуникационной инфраструктуры железнодорожного транспорта и, в соответствии с Правилами технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации, предназначена для обеспечения электросвязью технологических процессов железнодорожного транспорта. Она включает в себя:

а) первичные сети связи технологического сегмента железнодорожной электросвязи, которые представляют собой совокупность типовых физических цепей, типовых линий передачи и сетевых трактов, образованных на базе сетевых узлов, сетевых станций, оконечных устройств первичной сети и соединяющих их линий передачи, на базе которых формируются вторичные сети связи технологического сегмента железнодорожной электросвязи;

б) вторичные сети связи технологического сегмента железнодорожной электросвязи, обеспечивающие предоставление услуг электросвязи пользователям

по передаче голоса, данных и видео, прежде всего, в сетях оперативно-технологической связи (ОТС).

На базе вторичных сетей железнодорожной электросвязи в ОАО "РЖД" создан ряд сетей связи, относящихся в соответствии Федеральным законом от 07.07.2003 N 126-ФЗ "О связи" к следующим категориям:

- сеть связи общего пользования;
- выделенные сети связи.

1.5 Принципы построения первичных и вторичных сетей связи, их взаимосвязь.

ВСС России является иерархической системой и включает в себя три уровня. Первый уровень включает первичные сети, второй уровень - вторичные сети, третий уровень образует системы (службы) электросвязи определенного типа в зависимости от вида предоставляемых абонентам услуг электросвязи

Основными требованиями к ВСС являются надежность и экономичность. Надежность в сети достигается за счет взаимного резервирования каналов связи в пределах единой структуры при наличии соответствующей системы управления. Экономичность обеспечивается за счет объединения разрозненных систем передачи на различных участках сети в единые системы передачи.

Сеть связи первичная— совокупность типовых физических цепей, типовых каналов передачи и сетевых трактов, образованная на базе сетевых узлов, сетевых станций, оконечных устройств первичной сети и соединяющих их линий передачи. Часть сети, ограниченная территорией сельского района или города, называется местной первичной сетью. Принцип построения первичной сети ВСС показан на рисунке 1.4. В состав ПС входят сетевые узлы, сетевые станции и линии передачи.

Узел сетевой — комплекс технических средств, обеспечивающий соединение сетевых станций первичной сети, образование и перераспределение сетевых трактов, типовых каналов передачи и типовых физических цепей, а также представление их вторичным сетям и спецпотребителям.

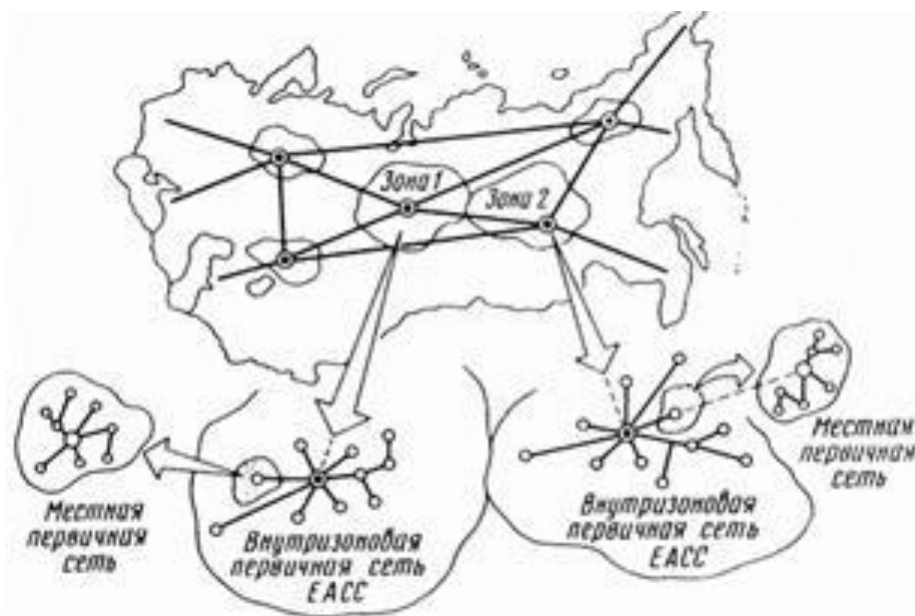


Рисунок 1.4 - Принцип построения первичной сети ВСС.

Канал передачи, параметры которого соответствуют принятым нормам, называют типовым. Канал передачи, групповые тракты организуются с помощью соответствующих систем передачи.

Сеть связи вторичная – совокупность линий и каналов вторичной сети, образованных на базе первичной сети, станций и узлов коммутации или станций и узлов переключений, предназначенная для организации связи между двумя, или более, определёнными точками. Границами вторичной сети являются стыки этой сети с абонентскими оконечными устройствами.

В состав вторичной сети входят: оконечные абонентские устройства, абонентские линии (АЛ), коммутационные устройства и каналы, выделенные из ПС для организации данной ВС (рисунок 1.5).

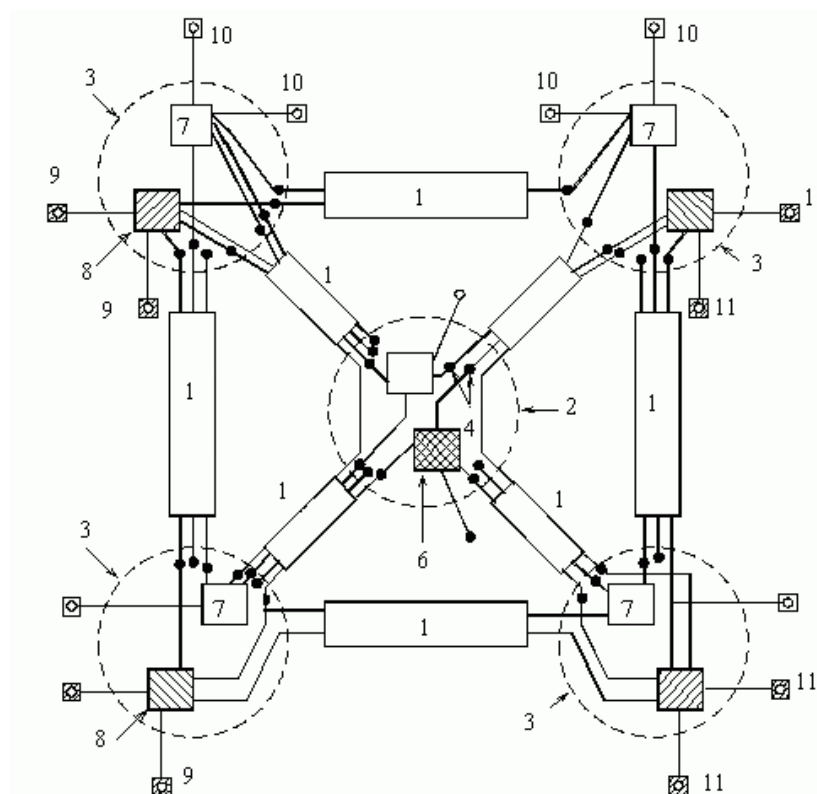


Рисунок 1.5 - Взаимодействие первичной и вторичных сетей ВСС

1 – система передачи (транспортная система);

2 – сетевой узел первичной (транспортной) сети;

3 – сетевая станция;

4 – интерфейсы – граница между двумя взаимодействующими системами (устройствами), определяемая общими функциональными и конструктивными характеристиками, требованиями к протоколам обмена и т.д.

5 – узел вторичной сети А – комплекс технических средств, осуществляющих соединение вторичной сети между собой;

6 – узел вторичной сети Б;

7 – станция вторичной сети А – комплекс технических средств, обеспечивающий соединение линий и каналов вторичной сети;

8 – станция вторичной сети Б;

9 – абонентский терминал сети А;

10 – абонентский терминал сети Б;

11 – линия передачи абонентская.

2 Кабельные линии передачи (КЛП)

2.1 Конструкция и марки медно-жильных кабелей электросвязи

Кабели, по которым осуществляется телефонная связь, состоят из отдельных изолированных проводников, называемых жилами, скрученными попарно или почетверочно и заключенными в общую герметичную оболочку из металла, пластмассы или металлопластмассы. Поверх этой влагозащитной оболочки кабели в зависимости от способа прокладки могут иметь защитные бронепокрова.

По назначению кабели связи разделяют на междугородные, зональные, городские и сельские. Отдельную группу представляют коаксиальные кабели.

По конструкции кабели связи бывают симметричные и коаксиальные. В симметричных кабелях все жилы аналогичны по конструкции. В коаксиальных токопроводящая цепь состоит из внешнего проводника (полый медный трубки) и внутреннего (из медной проволоки).

В зависимости от применения различают кабели подземные, подводные и для воздушной подвески, а по диапазону частот высокочастотные и низкочастотные.

Кроме того кабели подразделяются также по способу изоляции, системе скрутки жил, виду оболочки и конструкции защитного покрова.

2.1.1. Токопроводящие жилы.

Проводники, из которых состоит телефонный кабель, называются токопроводящими жилами, изготавливаемыми из меди и алюминия. Эти материалы обладают хорошей электрической проводимостью, гибкостью и достаточной механической прочностью. Удельное сопротивление медного проводника при температуре 20°C равно $0,0175 \frac{\text{Ом} \times \text{мм}^2}{\text{м}}$, алюминиевого проводника при той же температуре $0,295 \frac{\text{Ом} \times \text{мм}^2}{\text{м}}$. Отсюда видно, что удельное сопротивление алюминиевого проводника в 1,65 раз больше медного. Поэтому для получения

одинаковых электрических параметров применение алюминиевых проводников вызывает увеличение их диаметра в 1,28 раза.

Применяют следующие диаметры жил кабелей: медных – 0,32; 0,4; 0,5; 0,7 мм, алюминиевых – 0,51; 0,65; 0,77; 0,90; 1,15; 1,55 мм. Для некоторых марок кабелей ГТС используют медные жилы диаметром 0,9 и 1,2 мм.

Несмотря на то, что алюминий обладает также хорошей проводимостью и менее дефицитен, чем медь, применение его для изготовления токопроводящих жил кабелей связи очень ограничено.

Увеличение диаметра алюминиевых жил в 1,28 раза вызывает соответствующее увеличение диаметра всего кабеля, что нежелательно. Кроме того, в воздушной среде алюминиевый проводник покрывается пленкой окиси, которая увеличивает его сопротивление, а также значительно усложняет технологию соединения этих жил.

Стальные жилы в кабелях связи не применяют из-за их большого удельного сопротивления.

2.1.2 Способы изоляции жил.

Для изоляции жил телефонных кабелей используют специальную телефонную бумагу толщиной 0,05 мм, полиэтилен, обладающий достаточной прочностью и малой влагопоглощаемостью, и полистирол (стирофлекс), обладающий хорошими изоляционными свойствами и применяемый для высокочастотных кабельных жил. По способу изоляции жил различают городские телефонные кабели с воздушно-бумажной, кордельно-бумажной и пластмассовой (полиэтилен, полистирол и др.) изоляцией. При воздушно-бумажной изоляции жилы обмотаны по спирали бумажной лентой. Ленту накладывают на жилу так, чтобы внутренний диаметр трубки был несколько больше диаметра жилы.

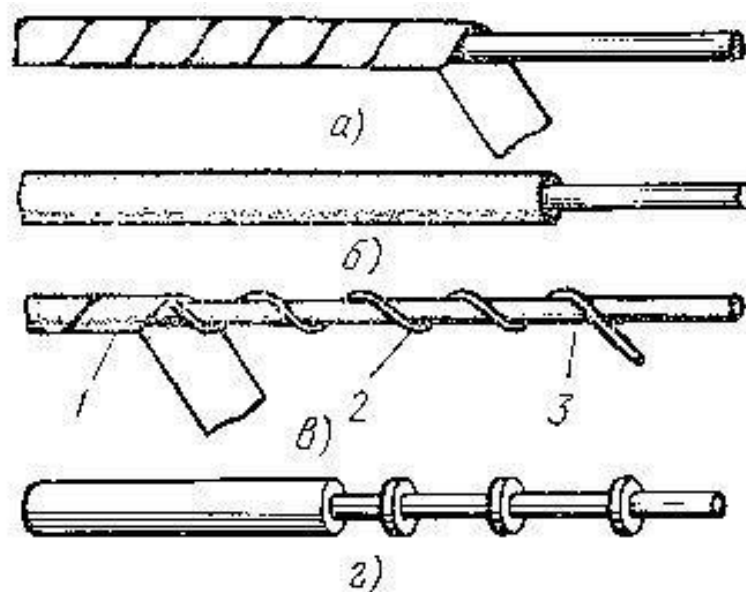


Рисунок 2.1 – Изоляция кабельных жил: а) воздушно-бумажная; б) бумагомассовая; в) кордельно-бумажная, где 1 - бумага или полистирольная лента, 2 – кордель, 3 – жила; г) шайбовая

Таким образом, между жилой и бумажной трубкой образуется зазоры, заполненные сухим воздухом, который и является хорошим изолятором. Разновидностью воздушно-бумажной изоляции является бумагомассная, покрывающая жилы кабеля сплошным слоем бумажной массы.

При кордельно-бумажной изоляции на жилы наложены витки корделя, поверх которого навита бумажная лента. При этом между жилой и стенками бумажной трубки получается устойчивый воздушный зазор, что улучшает электрические параметры кабеля.

Кордельно-полистирольная (стирофлексная) изоляция выполняется так же, как и кордельно-бумажная, только в качестве материала используют полистирольные кордель и ленту. В настоящее время широко применяют изоляцию из пластмасс, покрывая жилы кабеля сплошным слоем полиэтилена. Для коаксиальных кабелей на ГТС используют шайбовую изоляцию, которая выполняется в виде шайб из твердого диэлектрика (полиэтилена), насаживаемых через определенные промежутки на внутренний проводник.

2.1.3 Скрутка жил.

Для уменьшения взаимного электрического влияния соседних цепей изолированные жилы телефонного кабеля скручивают между собой. В городских телефонных кабелях применяют скрутки: парную и звездную (рисунок 2.1)

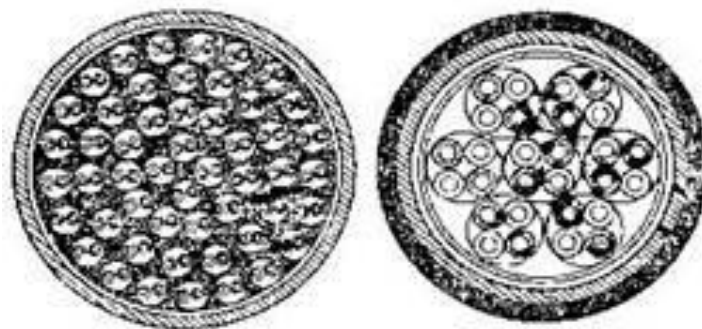


Рисунок 2.2 – Скрутка кабельных жил : парная и звездная.

При парной скрутке две изолированные жилы скручивают между собой на всем протяжении с равным шагом скрутки (80–100 мм или 200–250 мм). Под шагом скрутки понимают расстояние, соответствующее полному обороту жилы вокруг оси скрутки. Жилы кабеля с шагом скрутки 200–250 мм дополнительно обматывают хлопчатобумажной ниткой.

При звездной скрутке скручивают четыре изолированные жилы, расположенные по углам квадрата. Жилы, лежащие по диагонали квадрата, образуют рабочие пары. По первой паре жил (1) образуется одна разговорная цепь, по второй паре (2) – другая. (рисунок 2.2)

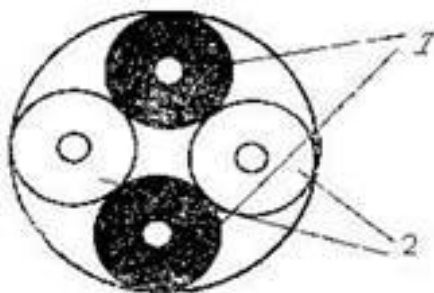


Рисунок 2.3 – Расположение разговорных цепей в кабеле звездной скрутки

Пары или четверки жил скручивают в повивы, или пучки, образуют сердечник кабеля. Если он образован из жил одинаковой конструкции и скрутки, то такая конструкция сердечника называется однородной, если же из жил различных диаметров и скруток, то неоднородной. Сердечники с однородной конструкцией применяют в городских телефонных сетях, а с неоднородной – в кабелях дальней связи. При повивной скрутке кабельного сердечника в центре кабеля может быть расположено от 1 до 5 пар или четверок (групп), скрученных в общий пучок. На образовавшийся пучок, по окружности, наложен следующий повив групп, скрученный в направлении, противоположном предыдущему, с целью уменьшения взаимного электрического влияния. Кроме того, это облегчает разборку жил кабеля по повивам при монтажных работах.

Повивы городских телефонных кабелей составлены в определенной закономерности: в каждом последующем повиве на 6 пар жил больше, чем в предыдущем. Например, если в кабеле емкостью 30 пар центральный повив, имеет 4 пары, то последующие повивы содержат соответственно 10 и 16 пар. Исключением из этого правила бывает второй повив, когда в центральном повиве имеется только 1 пара. Нумерацию повивов ведут от центра сердечника к его периферии.

При пучковой скрутке основным конструктивным элементом является элементарный пучок из 10 пар или 5 четверок жил. Из этих пучков скручивают сердечник кабеля, общий вид которого с повивной и пучковой скруткой показан на рисунке 2.4.

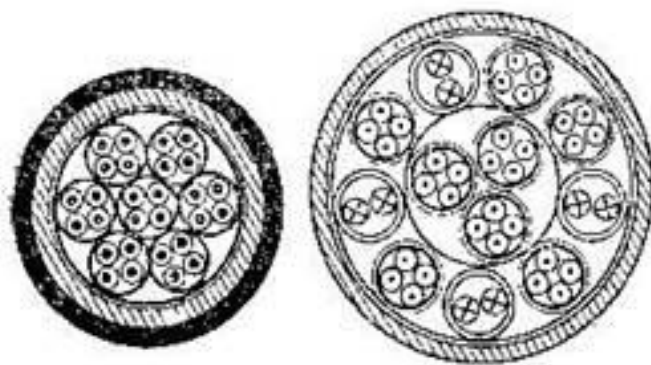


Рисунок 2.4 – Сердечник кабеля: однородный и неоднородный

Между повивами прокладывают хлопчатобумажные пряди, что позволяет точно отделять, повив от повива при монтажных работах. Поверх сердечника накладывают поясную изоляцию, состоящую из двух слоев кабельной бумаги или пластмассовой ленты.

В каждом повиве есть одна пара (или четверка), отличающаяся от других цветом изоляции и называемая контрольной парой или группой, от которой ведется счет остальных пар по заранее установленному направлению, например, по часовой стрелке.

2.1.4 Защитные оболочки

Поверх поясной изоляции на сердечник кабеля накладывают герметичную оболочку, которая защищает кабель от проникновения в него влаги, а также от различных воздействий (электрических, химических, механических). Промышленность выпускает кабели с металлическими, пластмассовыми и комбинированными металлопластмассовыми оболочками.

Металлические оболочки могут быть свинцовыми, алюминиевыми и стальными. Наиболее влагостойкой и герметичной является свинцовая оболочка, которая к тому же служит экраном, защищающая кабель от внешних помех, и обладает достаточной гибкостью, облегчающей производство работ при прокладке кабеля. Однако эта оболочка отличается недостаточной механической прочностью, большой массой, подверженностью к коррозии, относительно высокой стоимостью и недостаточной устойчивостью против вибрации.

Алюминиевые оболочки прочнее и значительно легче свинцовых (алюминий в 3,3 раза легче свинца). Поэтому при изготовлении кабеля в алюминиевой оболочке уменьшается его масса, увеличивается механическая прочность оболочки, повышается устойчивость кабеля против вибрации. Алюминиевая оболочка также служит экраном, защищающим жилы от внешних помех. Недостатками алюминиевых оболочек являются подверженность коррозии, а также

технологическая трудность восстановления оболочки при монтаже отдельных кусков кабеля.

Промышленностью выпускаются телефонные кабели со стальной гофрированной оболочкой. Изготавливают ее из стальной ленты, обжимаемой вокруг сердечника кабеля на специальном стане, на котором сваривают также края ленты. Для защиты стальной оболочки от коррозии ее покрывают битумом, на который напрессовывают полиэтиленовый шланг. Такие оболочки имеют достаточную механическую прочность и значительно дешевле алюминиевых и свинцовых.

Наиболее перспективными являются кабельные оболочки, изготавливаемые из пластмасс. Они значительно легче металлических оболочек и коррозионно-устойчивые, но требуют введения дополнительных экранов для защиты от помех и с течением времени понижают свои влагозащитные свойства, что ухудшает электрические параметры кабеля.

Начато внедрение комбинированных оболочек металлопластмассовых, когда на тонкую металлическую оболочку (алюминий, сталь) наносят слой пластмассы.

2.1.5 Наружные защитные покровы.

Для защиты телефонных кабелей, прокладываемых непосредственно в земле, от механических повреждений и действия органических кислот, щелочей и блуждающих токов, вызывающих коррозию, на металлическую или пластмассовую оболочку накладывают специальные защитные покровы.

Защитный покров свинцового кабеля состоит из слоя битума, предохраняющего оболочку от коррозии, подушки, предупреждающей возможность повреждения оболочки кабеля во время монтажа, стальной брони, предохраняющей оболочку от механического повреждения, и наружного антикоррозионного покрытия.

Подушка, накладываемая на кабель перед броней, представляет собой предварительно пропитанную антисептиком кабельную пряжу (джут), покрытую

битумным составом. Для предохранения витков кабеля на барабане от слипания поверхность наружного джутового покрова покрывают меловым раствором.

В зависимости от условий прокладки для защиты кабеля от механических повреждений применяют броню двух видов: из стальных лент (тип Б – бронированный) и из круглых стальных оцинкованных проволок (тип К – круглые проволоки). Первый вид используют для механической защиты кабелей, прокладываемых непосредственно в земле и не подвергающихся растягивающим усилиям, второй вид – для кабелей, прокладываемых через водные преграды.

Для кабелей с броней из стальных лент в качестве подушки, вместо кабельной пряжи применяют несколько слоев лент пропитанной сульфатной бумаги.

Бронированные кабели, не имеющие наружного джутового покрова, применяют при открытой прокладке кабеля в туннелях, коллекторах и шахтах.

Телефонные кабели, прокладываемые в телефонной канализации и по стенам зданий, не нуждаются в защитных покровах поверх оболочек и называются голыми. Для уменьшения взаимного электрического влияния соседних цепей изолированные жилы телефонного кабеля скручивают между собой.

2.1.6 Обозначение кабелей связи.

Каждый кабель согласно ГОСТу имеет условное обозначение или марку, состоящую из букв и цифр. Маркировка характеризует назначение кабеля и его конструкцию. По ней можно узнать, какая скрутка у этого кабеля, какой наружный защитный покров (при его наличии), сколько пар или четверок в кабеле, каков диаметр жил.

Марки городских телефонных кабелей начинаются с буквы Т (телефонный). Последующая буква характеризует покров или отсутствие его. Например, марка ТГ означает телефонный голый кабель, т.е. без брони, ТБ с броней и т.д.

Буквами обозначают также виды скруток и назначение кабеля, например, буква З означает, что кабель имеет звездную скрутку.

Цифры в марке кабеля указывают его емкость, т.е. количество жил и их диаметр, а также вид скрутки, например ТГ 100×2×0,5 означает: телефонный кабель парной скрутки со свинцовой оболочкой.

В каждой паре изоляция одной жилы желтого цвета, а другой – красного или синего. В каждом повиве имеется одна контрольная пара, изоляция которой отличается от других жил цветом.

Кабель выпускают емкостью от 10 до 1200 пар кусками и длиной не менее 100 м, называемой строительной.

2.2 Конструкция и марки волоконно-оптических кабелей электросвязи

Конструкции ОК в основном определяются назначением и областью их применения. В связи с этим имеется много конструктивных вариантов. В настоящее время в различных странах разрабатывается и изготавливается большое число типов кабелей.

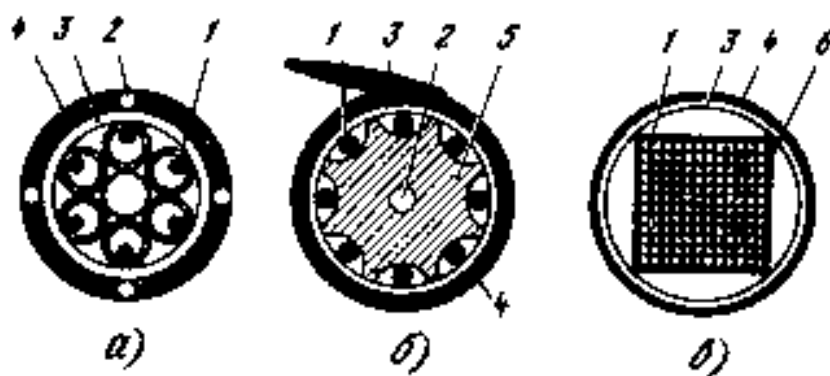


Рисунок 2.5 - Типовые конструкции оптических кабелей

а) повивная концентрическая скрутка; б) скрутка вокруг профилированного сердечника; в) плоская конструкция, где 1— волокно, 2— силовой элемент, 3— демпфирующая оболочка, 4 —защитная оболочка, 5—профилированный сердечник, 6 — ленты с волокнами

Однако все многообразие существующих типов кабелей можно подразделять на три группы (рисунок 2.5):

- кабели повивной концентрической скрутки;
- кабели с фигурным сердечником;
- плоские кабели ленточного типа.

Кабели первой группы имеют традиционную повивную концентрическую скрутку сердечника по аналогии с электрическими кабелями. Каждый последующий повив сердечника по сравнению с предыдущим имеет на шесть волокон больше. Известны такие кабели преимущественно с числом волокон 7, 12, 19. Чаще всего волокна располагаются в отдельных пластмассовых трубках, образуя модули.

Кабели второй группы имеют в центре фигурный пластмассовый сердечник с пазами, в которых размещаются ОВ. Пазы и соответственно волокна располагаются по геликоиде, и поэтому они не испытывают продольного воздействия на разрыв. Такие кабели могут содержать 4, 6, 8 и 10 волокон. Если необходимо иметь кабель большой емкости, то применяется несколько первичных модулей.

Кабель ленточного типа состоит из стопки плоских пластмассовых лент, в которые вмонтировано определенное число ОВ. Чаще всего в ленте располагается 12 волокон, а число лент составляет 6, 8 и 12. При 12 лентах такой кабель может содержать 144 волокна.

В оптических кабелях кроме ОВ, как правило, имеются следующие элементы:

- силовые (упрочняющие) стержни, воспринимающие на себя продольную нагрузку, на разрыв;
- заполнители в виде сплошных пластмассовых нитей;
- армирующие элементы, повышающие стойкость кабеля при механических воздействиях;
- наружные защитные оболочки, предохраняющие кабель от проникновения влаги, паров вредных веществ и внешних механических воздействий.

В России изготавливаются различные типы и конструкций ОК. Для организации многоканальной связи на железнодорожном транспорте применяются в основном кабели с 4, 8 и 16 волокнами.

2.3 Кабельная арматура и оборудование для монтажа кабельных муфт

Кабельные линии состоят из отрезков кабеля, называемых строительными длинами, кабельной арматуры и кабельных сооружений.

Кабельная арматура предназначена для соединения строительных длин, устройства ответвлений и окончного включения кабеля. Кабельные сооружения предназначены для установки и монтажа кабельной арматуры, прокладки и крепления кабеля. К арматуре кабельных линий относятся: свинцовые, алюминиевые и пластмассовые муфты, которые применяют для соединения отрезков кабелей строительных длин в местах ответвлений и для окончной разделки, окончные кабельные устройства, кабель роста и другие.

Муфты классифицируются: прямые, соединительные, разветвительные, изолирующие, газонепроницаемые и окончные.

Прямые одноконусные муфты обозначают МС — муфта свинцовая прямая, а полиэтиленовые — МПС. Размеры муфт зависят от диаметра монтируемого кабеля, поэтому к обозначению муфты добавляют число, означающее — внутренний диаметр шейки муфты в миллиметрах, например МС-20, МПС-20.

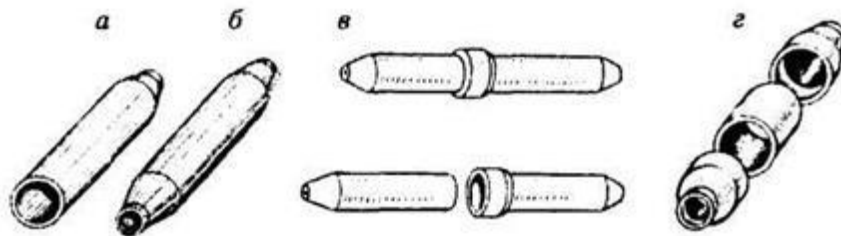


Рисунок 2.6 – Прямые муфты

Для монтажа кабеля небольшой емкости применяют цельные прямые одноконусные муфты (рис. 2. 6 ,а); муфту, состоящую из трубы и двух отрезных конусов с поперечным разрезом (рис. 2.6,б) используют для соединения кабелей большой емкости; при концентрированном симметрировании, в случаях многократной распайки используют муфты (рис. 2.6.в) с поперечным разрезом, для соединения кабеля емкостью более 200 пар применяют муфту с двумя поперечными разрезами (рис. 2.6,г).

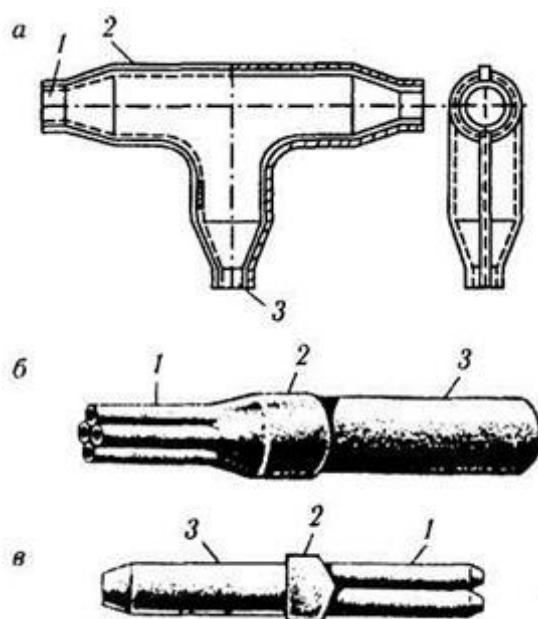


Рисунок 2.7 – Разветвительные муфты

Разветвительные муфты бывают двух типов: тройниковые и разветвительные (перчатки). Тройниковые муфты используют для ответвлений от магистрального кабеля (рис. 2.7,а, где 1 — горловина для ввода магистрального кабеля, 2 — корпус, 3—горловина для ответвляющего кабеля, а разветвительные муфты — для разветвления в помещениях кабеля на несколько кабелей). Разветвительные муфты, или перчатки, бывают двух типов: круглые (рис. 2.7,б) и плоские (рис. 2.7, в) и выпускаются на 2, 3 и 4 направления. На рис. 2.7,а и б 1 — пальцы, 2 — крышка, 3 — корпус.

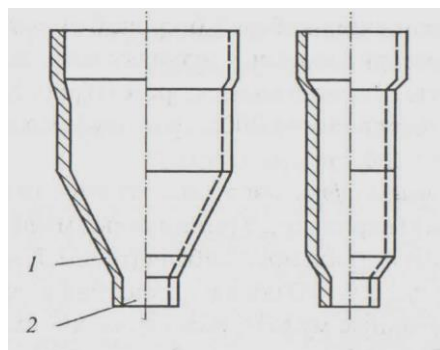


Рисунок 2.8 – Оконечные муфты

Оконечные муфты используют при монтаже кабелей вторичной коммутации, кабелей ответвлений и местной связи (рис. 2.8, где 1 — корпус, 2 — горловина для ввода кабеля). В обозначениях окончных муфт добавляются цифры, означающей емкость кабеля в четверках.

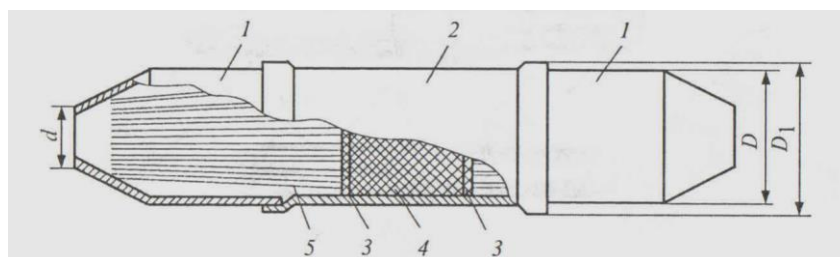


Рисунок 2.9 – Газонепроницаемые муфты

Газонепроницаемые муфты (рис. 2.9) предназначены для предотвращения утечки газа из—под оболочки кабелей. Такие муфты устанавливают при вводах кабелей в дома связи, усилительные пункты и в местах ответвлений от магистральных кабелей. Муфты рассчитаны на работу под постоянным избыточным газовым давлением 44—58 кПа (0,45—0,6 кгс/см²). Основными частями газонепроницаемой муфты являются: 1 — два конуса, 2 — цилиндр, залитый внутри эпоксидным компаундом (4), 3 — изолирующие шайбы с отверстиями, через которые проходят неизолированные медные жилы 5

Для электрической изоляции оболочки кабеля от металлической арматуры при вводе его в усилительные пункты применяют газонепроницаемые изолирующие муфты. Изолирующие муфты отличаются от газонепроницаемых муфт наличием на свинцовом цилиндре кольцевого выреза шириной до 5 мм.

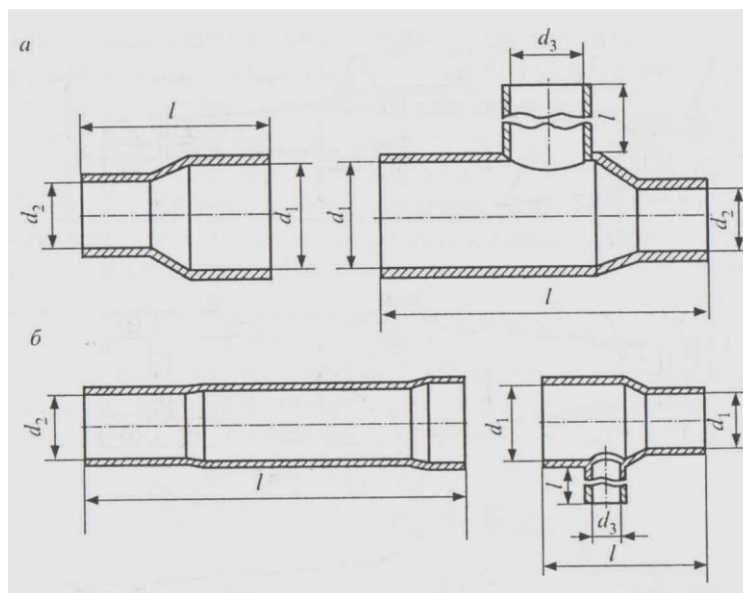


Рисунок 2.10 – Алюминиевые муфты

Алюминиевые муфты применяют при соединении алюминиевых оболочек кабелей методами холодного опрессования (рис. 2.10, а), локальной сварки взрывом (рис. 2.10, б).

Чугунные и полиэтиленовые муфты устанавливают для защиты прямых (рис. 2.11) и тройниковых свинцовых и алюминиевых муфт подземных кабелей связи от механических повреждений. На рисунке 2.11 показаны горловина(1), полумуфты (2) и (3), крышка (4)

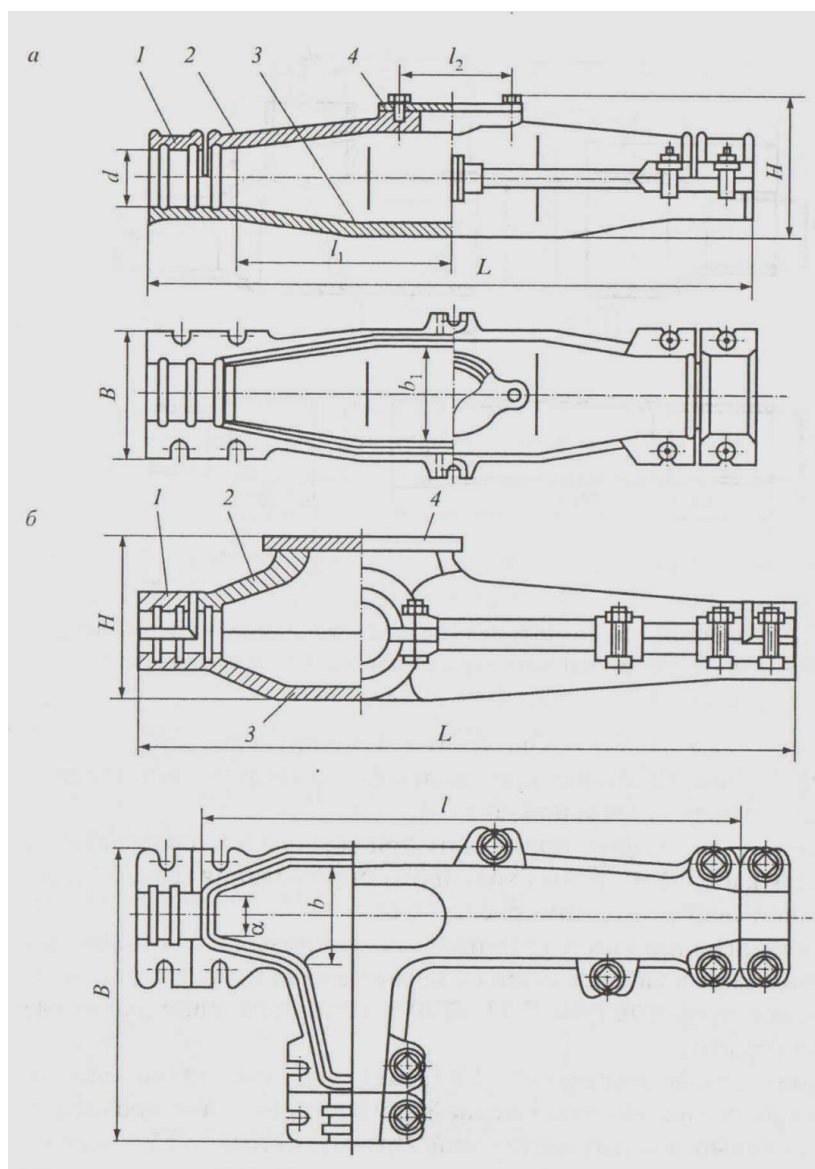


Рисунок 2.11 – Чугунные кожухи (муфты) для защиты прямых (а) и тройниковых (б) свинцовых и алюминиевых муфт подземных кабелей связи.

Термоусаживаемые трубки (ТУТ) защищают металлические оболочки кабелей и муфт от почвенной или электрохимической коррозии в местах монтажных соединений кабелей. Преимущественно ТУТ используют для восстановления полиэтиленовых шланговых покрытий кабелей. Быстрота и надежность их восстановления обеспечивается благодаря присущему материалу РМ ТУТ эффекту «памяти формы». «Память формы» в ТУТ закладывают облучением изделия потоком частиц высокой энергии. Затем трубки при температуре 120—180°С

раздувают или механически растягивают до нужного диаметра. Охлаждением до температуры окружающей среды фиксируют полученную форму. При повторном нагреве до температуры 120—180°C трубка стремится принять первоначальную форму, плотно облекая предмет, помещенный внутри ее.

В качестве оконечных кабельных устройств для включения кабелей применяют боксы, кабельные ящики и грозозащитные полосы.

Боксы для кабелей местной связи выпускают емкостью 100×2, 50×2, 30×2, 20×2, 10×2; они содержат соответственно 10, 5, 3, 2 и 1 пластмассовых плинтов. Пластмассовый плинт (колодочка) (рис. 2.12) имеет 20 зажимов для включения десяти пар жил кабеля. На рисунке 2.12 показаны: 1 — зажим для подключения монтажных проводов, 2 — цоколь, 3 штифты (перья) для припайки жил.

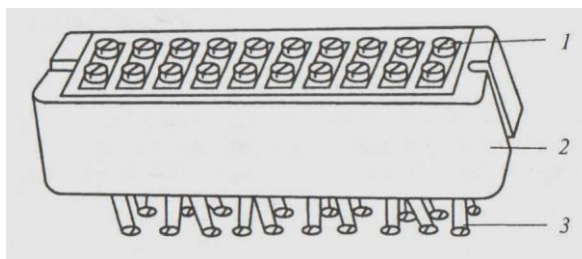


Рисунок 2.12 – Пластмассовый плинт

Боксы кабельные междугородные БМ, являются оконечными устройствами вводных кабелей. Боксы монтируют на вводнокабельных стойках линейно-аппаратных залов, в помещениях усилительных пунктов и на стойках КАСС — в помещениях дежурных по станциям. В ряде случаев боксы размещают на специальных напольных или настенных каркасах и в шкафах магистральной связи (ШМС).

Боксы БМШ 1—15 × 2 применяют для монтажа кабеля в релейных шкафах сигнальных точек автоблокировки (рис. 2.13). Бокс этого типа имеет меньшие по сравнению с боксом БМ размеры, что дает возможность устанавливать его в релейных шкафах сигнальных точек. Бокс предназначен для монтажа кабеля емкостью 7 × 4.

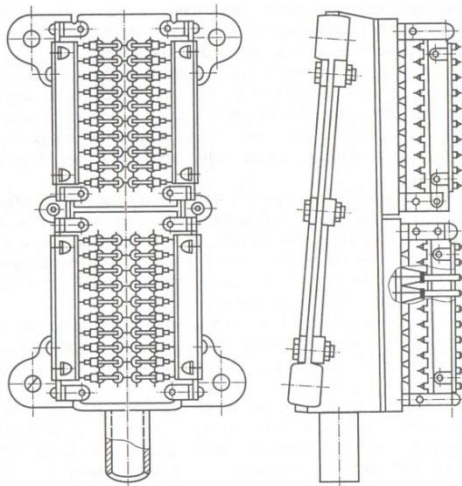


Рисунок 2.13 – Боксы БМШ 1

Врезные плиты. Входная сторона обеспечивает многократное присоединение проводов с диаметром жил 0,4 - 0,8 мм и диаметром изоляции до 1,2 мм. Выходная сторона обеспечивает разветвительное присоединение проводов с диаметром жил 0,4 - 0,8 мм и диаметром изоляции до 1,2 мм (см. рис. 2.14).

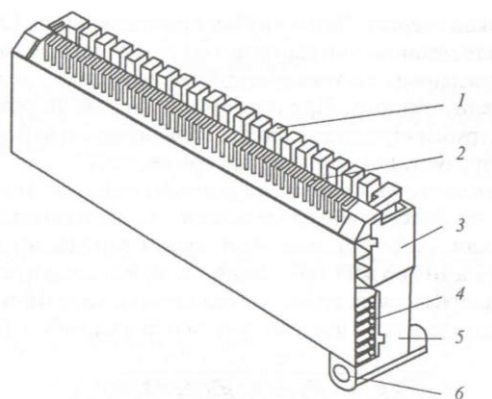


Рисунок 2.14 – Врезной плинт

Подсоединение проводов производится путем их вжатия, не снимая изоляции, в отдельный врезной контакт с помощью монтажного инструмента, оборудованного толкателем с ножом для обреза лишних концов проводов.

В верхней части плинта выполнены 10-парные гребенки с врезными контактами со стационарной стороны и 20-парные гребенки с врезными контактами с

линейной стороны, а также имеется 10 гнезд (контактных групп) для подсоединения измерительного шнура или установки разъединительной вилки (заглушки).

В нижней части плинта имеются гнезда для установки защитных устройств. Заземление осуществляется посредством шины заземления, установленной внутри корпуса плинта. На обоих концах плинта имеются эластичные сцепные защелки, предназначенные для крепления плинта к опоре.

Кабельные ящики и грозозащитные полосы оборудуют элементами защиты: предохранителями и разрядниками. Кабельные ящики используют при переходе кабельной линии в воздушную, а грозозащитные полосы — в качестве оконечных устройств в КРОССах телефонных станций.

Кабельные шкафы ШМС применяют на кабельных линиях. В шкафах размещают линейные защитные и согласовывающие устройства для цветных и стальных цепей, боксы и оконечные кабельные муфты.

При строительстве, ремонте и текущем обслуживании кабельных линий используют:

- оловянно-свинцовые и оловянно-цинковый припой,
- флюсы,
- эпоксидные компаунды и клей,
- поливинилхлоридные и полиэтиленовые ленты,
- изолирующие бумажные и полиэтиленовые гильзы и групповые кольца,
- кабельные прошпарочные и заливочные массы,
- битумно-резиновую мастику,
- симметрирующие конденсаторы и контура противосвязи и т. п.

Заливочные кабельные массы применяют при заливке муфт, боксов, для создания необходимой герметичности. Кабельные заливочные массы изготавливают по различной рецептуре в зависимости от их назначения.

Прошпарочные кабельные массы используют при монтаже соединительных муфт и оконечных кабельных устройств на местных телефонных сетях. Жилы разделанных концов кабелей с воздушно-бумажной изоляцией, бумажные гильзы и

групповые кольца прошпаривают массой из смеси канифоли, парафина и трансформаторного масла.

Для пайки скруток медных жил при соединении концов кабелей, при впайке жил в перья плитов кабельных боксов, запайке швов соединительных и оконечных свинцовых муфт и спайке конусов этих муфт со свинцовой или алюминиевой оболочкой кабелей применяют оловянно-свинцовые припои, представляющие собой сплав свинца и олова с присадкой висмута или сурьмы.

Для запайки свинцовых муфт на кабелях с алюминиевой оболочкой наружную поверхность оболочки, соприкасающуюся с конусами свинцовой муфты, предварительно залуживают оловянно-цинковым припоем марки.

При удалении со спаиваемых поверхностей пленки окиси металла и обезжиривании их, а также для защиты поверхностей металлов и припоя от окисления в процессе пайки и уменьшения сил поверхностного натяжения расплавленного припоя на границе металл-припой при пайке оловянно-свинцовыми припоями применяют флюсы. В качестве флюса при запайке скруток медных жил используют канифоль, предварительно растворенную в спирте.

Запайку свинцовых муфт, припайку заземляющих проводников к броне кабелей осуществляют флюсом, содержащим спирт, канифоль, солянокислый анилин и триэтанолламин.

При монтаже кабеля применяют клейкие поливинилхлоридные и полиэтиленовые ленты шириной от 10 до 25 мм и более, ленты из стеклоткани, марли и из пропитанной и непропитанной кабельной бумаги; эпоксидные клеи и эпоксидные компаунды, состоящие из эпоксидной смолы, наполнителей (измельченный кварц, каолин и т. п.) и отвердителей.

Для восстановления изолирующих покрытий на кабелях с алюминиевой оболочкой, имеющих защитные пластмассовые покрытия на оболочке и броне, а также для изолирования соединительных и разветвительных свинцовых муфт на этих кабелях применяют битумно-резиновые мастики, состоящие из смеси битума, синтетического каучука и полиизобутилена.

Бумажные и полиэтиленовые гильзы используют при монтаже кабелей связи всех марок для изолирования скруток жил в соединительных и других муфтах, а также для изолирования места соединения жил кабелей с выводными проводниками в оконечных муфтах. Полиэтиленовыми гильзами изолируют места соединения жил с пластмассовой изоляцией. Гильзы представляют собой цилиндрические трубочки. Размер гильз зависит от диаметра жил кабеля.

Для устройства кабельной телефонной канализации применяют кабельные трубопроводы и смотровые устройства.

Кабельные трубопроводы собирают (монтируют) из отдельных труб, соединяемых между собой при укладке. Их форма, конструкция, длина и способ соединения зависят от свойств материала и технологии изготовления труб.

По форме и конструкции различают трубы круглые, прямоугольные, с одним, двумя и более отверстиями (каналами). Для устройства трубопровода используют бетонные, асбестоцементные, керамические, пластмассовые и металлические трубы, а также полиэтиленовые шланги

Бетонные трубы изготавливают прямоугольной формы с одним, двумя и тремя каналами.

Стыки труб обматывают гидроизолирующей лентой и покрывают цементным раствором. Для увеличения механической прочности керамический трубопровод часто покрывают на всем протяжении слоем бетона.

Пластмассовые трубы имеют значительные преимущества перед трубами других типов: гладкая поверхность канала значительно облегчает протягивание кабелей; большая длина труб позволяет сократить число соединений их при укладке; сварка труб обуславливает высокую надежность и герметичность стыков; высокое электрическое сопротивление и герметичность труб обеспечивают надежную защиту кабелей в металлической оболочке от коррозии; пластмассовый трубопровод можно монтировать целым пролетом на бровке траншеи и затем опускать в траншею, что облегчает условия работ, и т. д.

Стальные трубы используют для вывода одного-двух кабелей на стены зданий и столбы. Кроме того, их применяют в магистральной канализации при повышенной механической нагрузке.

Смотровые устройства (колодцы и коробки) предназначены для протягивания и монтажа кабеля, контроля его состояния в процессе эксплуатации и устранения повреждений. По своему назначению колодцы делятся на проходные (рис. 2.15,а), устанавливаемые на прямых участках трассы через 100—150 м друг от друга, угловые (рис. 2.15, б), разветвительные (2.15,в) и станционные (рис. 2.15,г).

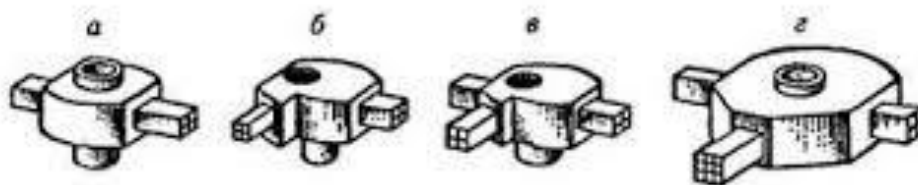


Рисунок 2.15 – Смотровые устройства (колодцы и коробки)

Станционные колодцы устанавливаются на конце кабельной канализации, они служат для ввода кабелей в здании. Колодцы изготовляют из железобетона (сборные или монолитные) или складывают из кирпича.

Для укладки кабелей колодцы оборудуют кронштейнами, чугунные консоли на которых укрепляют болтами, а коробки — консольными крюками. На каждой продольной стене в колодце устанавливают по два-три кронштейна.

Распределительные шкафы размещают на местной телефонной сети в местах соединения магистральных кабелей с распределительными. Шкафы могут иметь емкость от 150 до 1200 пар.

Вводно-кабельные стойки ВКС устанавливают в линейно-аппаратных залах. На таких стойках размещаются кабельные боксы, платы защитных устройств, платы для ввода цепей кабельных линий, устройства контроля качества связи и переговорные устройства.

2.4 Кабельная арматура и оборудование для монтажа оптических кабелей

Монтаж строительных длин оптических кабелей (ОК) при сооружении волоконно-оптических линий передачи осуществляется с помощью оптических муфт. При типовой строительной длине ОК, равной 4...6 км, для монтажа ОК на регенерационном участке средней длины в 100 км используется до 30 оптических муфт. Конструкции оптических муфт, как правило, унифицированы, обеспечивают использование их в качестве соединительных и разветвительных муфт и рассчитаны на эксплуатацию непосредственно в грунте, колодцах кабельной канализации, на открытом воздухе и т.д. Это облегчает и упрощает как строительство оптических линий передачи, так и проведение аварийно-восстановительных работ на этих линиях.

Одной из важнейших операций, определяющих параметры и качество ВОЛС, является сращивание оптических кабелей (ОК). На трассах сращивание производится с применением оптических муфт. При монтаже ОК на оконечных участках ВОЛС используются коммутационно-распределительные устройства. Монтаж муфты проводится после завершения прокладки двух строительных длин кабеля.

В настоящее время для сращивания оптических кабелей в основном используется два способа: сварка оптических волокон и механическое соединение.

Сварка оптических волокон производится путем нагрева их до расплавления с помощью электрической дуги. При сварке предварительно подготовленные волокна подводят друг к другу, юстируют до минимальных зазоров между ними и минимальных (оптических) смещений оптических осей, а затем нагревают. При этом силы поверхностного натяжения волокна уменьшают смещения осей свариваемых волокон.

Аппараты для сварки многомодовых волокон обеспечивают ручную юстировку волокон с просмотром в двух плоскостях с помощью микроскопа и сварку в ручном и автономном режимах: электронное устройство позволяет регулировать ток и время оплавления торцов и сварки, скорость сдвига волокон при

сварке. В современных сварочных устройствах предусмотрена автоматическая юстировка. Она осуществляется двумя методами:

- минимизацией потерь в стыке, т. е. в месте изгиба волокна в одно из соединяемых волокон вводят, а в другом выводят оптический сигнал, и юстировка проводится пьезоподвижками по максимуму прошедшего сигнала;

- анализом изображения стыков соединяемых волокон в параллельном пучке света: свет падает перпендикулярно оптической оси волокон и изображения стыков получают с помощью телекамеры, необходимая юстировка проводится путем анализа сигнала телекамеры.

Первый способ юстировки относительно прост и обеспечивает потери в сварке не более 0,1 дБ.

Механические соединители оптических волокон (ОВ) обеспечивают юстировку ОВ по оболочке, основанную, как правило, на наличии в конструкции механического соединителя прецизионных V-образных канавок, прецизионной капиллярной трубки или же на обеспечении фиксации ОВ между тремя прецизионными стержнями. Снижение вносимых оптических потерь из-за воздушного зазора на стыке ОВ в механическом соединителе обеспечивается за счет ввода иммерсионного геля, имеющего коэффициент преломления, согласованный с коэффициентом преломления материала ОВ

Оптическое кроссовое оборудование предназначено для концевой заделки линейных ОК и дальнейшего подключения их ОВ к аппаратуре оптических систем передачи, а также обеспечения контроля характеристик ОК в процессе эксплуатации. Основные требования к оборудованию для применения на сети связи ОАО «РЖД» по связи и информатизации определены РД 45.064-99 «Оборудование кабельное оконечное. Общие технические требования».

Оптические шнуры. Используются два основных типа оптических шнуров:

- армированные оптическими соединителями на обоих концах патчкорд (patchcord);

- армированные оптическим соединителем на одном конце пигтейл (pigtail)

Шнуры патчкорд (patchcord) применяются для стыка оптического оконечного оборудования с аппаратурой оптических систем передачи, для коммутации оптических волокон, а также для измерительных целей.

Шнуры пигтейл (pigtail) применяются преимущественно для концевой заделки ОВ линейных ОК. В качестве шнуров пигтейл (pigtail) могут быть использованы и коммутационные оптические соединительные шнуры патчкорд (patchcord), разрезаемые на две части.

При сооружении и эксплуатации линейно-кабельных сооружений используются:

- адаптеры для подключения к ОВ;
- оптические разветвители, оптические фильтры;
- оптические аттенюаторы;
- контейнеры необслуживаемых регенерационных пунктов;
- малогабаритные смотровые устройства (пункты доступа);
- электронные маркеры;
- сигнальная лента;
- поддерживающая и натяжная арматура подвески ОК;
- ремонтные оптические вставки и т.п.

2.5 Монтаж кабелей связи

Отдельные строительные длины, участки, пролеты проложенных кабелей сращивают, соединяют в одну линию и включают в оконечные устройства. Место соединения (монтажа) кабеля называют муфтой. Включение кабеля в оконечные устройства называют зарядкой.

Монтаж является ответственной работой в строительстве кабельных сооружений. Высокое качество монтажа обеспечивает надежность работы кабельной линии.

Технология монтажа кабелей связи предполагает соблюдение строгих правил. Набор этих правил зависит от того, какой кабель прокладывается, а это зависит от требований к связи.

Во время монтажа коаксиального кабеля очень осторожно должны вкладываться сращиваемые концы, чтобы не образовывались вмятины и пережимы. Радиус изгиба должен быть не меньше 15 диаметров по его оболочке. В траншее расстояние от оси кабеля до продольной оси муфты должно быть не меньше 70 см. Нужно избегать попадания металлических обрезков и опилок в сrostки муфт. Бронь удаляют напильником, а ножовкой можно обрезать только излишки длины концов до разделки. Ножом обрезаются пластмассовая и свинцовая оболочка, далее кусачками – жилы, экранные ленты – сжимами-обрезами. Разделку концов кабеля выполняют по специальным шаблонам.

При прокладке оптического кабеля также требуется соблюдение технологии монтажа. Так, он не должен подвергаться механическим воздействиям, предельная температура прокладки должна быть не ниже -10 градусов Цельсия в случае полиэтиленовой оболочки и не ниже -20 в случае свинцовой оболочки. Радиус изгиба – не меньше 20 наружных диаметров. На городских участках используют уже имеющуюся инфраструктуру. Это могут быть коллекторы, тоннели. Трассы для прокладки не должны поддерживать горение

Сегодня все чаще электрические медные, а также оптические и телефонные кабели связи прокладывают в полиэтиленовые трубы вместо асбестоцементных. Данная технология успешно применяется в Европе практически повсеместно. Срок службы таких труб составляет не менее 50 лет. Их внутренняя поверхность имеет специальный антифрикционный слой для снижения трения при прокладке кабеля. В такие трубы кабель прокладывают методом задувки при помощи специализированного оборудования. Таким методом задувается до 4-6 км без разрезания и перемотки. Для защиты сварных соединений волокон используется муфта. Она предусматривает и повторную заделку, что позволяет подсоединять дополнительные кабели. Муфты могут иметь овальный ввод. Герметизация производится с помощью термоусадки и гелевых блоков.

2.6 Выбор и подготовка трассы, подготовка траншеи для прокладки, транспортировка кабеля.

Работа начинается с ознакомления с техническим заданием на проектирование и последующего проведения изысканий и обследования местности, где предполагается строительство кабельных линий и сетей. В процессе изысканий производят выбор вариантов трассы линий или сетей, измеряют удельное электрическое сопротивление грунтов, намечают пункты размещения усилительных станций, определяют условия сближения намечаемой трассы кабеля с электрифицированными железными дорогами и линиями электропередач, изыскивают способы пересечения железных и шоссейных дорог, а также водных преград и т. п.

При проектировании кабельных линий связи выбирают наиболее выгодный с экономической и технической сторон вариант трассы прокладки кабеля. В проекте выбирают тип (марку) кабеля, его емкость с учетом перспективы развития связи на магистрали, систему и аппаратуру высокочастотного уплотнения кабельных цепей. На основе электрических расчетов размещают усилительные и переприемные пункты на кабельной магистрали. Разрабатывают мероприятия по защите кабеля от влияния электрических железных дорог, линии электропередач, от почвенной коррозии и коррозии блуждающими токами и т. п.

В техническом проекте местной телефонной связи намечается наиболее выгодное местоположение местной телефонной станции и распределительных шкафов, емкость телефонной станции, емкость и диаметр жил магистральных и распределительных кабелей с учетом перспективного развития местной телефонной сети. Кроме этого, указывается, на каких участках кабельной сети нужно сделать кабельную канализацию, где должны прокладываться подземные бронированные кабели или подвешиваться воздушные, намечаются мероприятия по защите кабелей от коррозии.

Выбор трассы кабельных линий является одним из основных элементов проектирования, так как от правильного выбора трассы зависит стоимость

сооружения кабельных линий и сетей, их долговечность, а также надежность и бесперебойность действия. Трассу подземных кабельных линий выбирают исходя из того, чтобы длина кабеля, прокладываемого между заданными пунктами, была наименьшей и обеспечивались удобства производства работ по прокладке кабеля и дальнейшему его техническому обслуживанию и эксплуатации. На перегонах железных дорог трасса кабеля, как правило, проходит в полосе отвода.

Трассу кабеля по возможности выбирают на той стороне железнодорожных путей, где расположено большинство линейных и других пунктов, в которые устраиваются ответвления. Намечают трассу с таким расчетом, чтобы количество переходов кабеля через различного рода препятствия (пересечение железнодорожных и трамвайных путей, оврагов, шоссе и т. п.) было минимальным. При необходимости пересечения полотна железной дороги для перехода следует выбирать место с наименьшим количеством путей; прокладка кабелей под стрелочными пересечениями и стыками не допускается.

Минимальное расстояние кабеля связи от полотна электрических железных дорог переменного тока и высоковольтных линий электропередачи определяют на основании электрического расчета опасных и мешающих влияний, создаваемых этими устройствами в кабельных цепях связи. При выборе трассы подводного кабеля на пересечениях водных преград выбирают места, где водная преграда имеет наименьшую ширину, ровное дно и отлогие берега. Кабель нельзя прокладывать в местах зимней стоянки судов на якорях, в районе стоянки плотов, в местах водопоя и купанья скота, а также там, где наблюдаются заторы льда или река меняет свое русло.

Как правило, прокладку кабеля осуществляют механизированным способом при помощи кабелеукладчиков. В этом случае предварительного рытья траншеи не производят, так как кабелеукладчик выполняет эту работу одновременно с прокладкой кабеля.

В городах и населенных пунктах, на железнодорожных станциях для рытья траншей обычно применяют траншеекопатели, а там, где и их применение затруднено (при пересечении железнодорожных путей, в междупутьях, на склонах

насыпей и т. п.), траншею роют вручную. При рытье траншеи ручным способом ее роют так, чтобы боковые стенки траншеи имели некоторый откос. Это облегчает рытье траншеи и предохраняет стенки от осыпания.

Транспортировка кабеля. Подготовку кабеля к прокладке начинают с развозки барабанов с кабелем по трассе на автомобилях или специальных тележках. Если трасса проходит в непосредственной близости от железнодорожного полотна, кабель развозят на железнодорожных платформах. При погрузке барабанов, а также при перекачивании их по земле необходимо следить за тем, чтобы направление вращения барабана совпадало с направлением стрелки на щеке барабана.

2.7 Методы проверки состояния кабеля перед прокладкой.

Перед транспортировкой кабеля по трассе и перед прокладкой проверяют его состояние. Начинают проверку с внешнего осмотра кабельных барабанов, проверяя целостность обшивки, болтов, скрепляющих барабан, и заделку концов кабеля.

Кроме этого, кабель проверяют на герметичность оболочки. Обычно все кабели дальней и местной связи в металлических (алюминиевых, свинцовых) оболочках поступают с завода-изготовителя с накачанным под оболочку воздухом под давлением, превосходящим атмосферное на $4,9 \times 10^4 \div 9,8 \times 10^4$ Па (около 0,5-1,0 кг/см²), и впаянным в один из концов кабеля вентилем. Целость оболочки, кабелей проверяют по показаниям манометра, присоединяемого к вентилю. При наличии сохранившегося в кабеле избыточного давления испытание целостности оболочки заканчивают.

Если окажется, что избыточное давление в кабеле отсутствует, то в кабель при помощи насоса, компрессора или используя баллон со сжатым воздухом, редуктором накачивают воздух до давления $9,8 \times 10^4$ Па. При накачке в кабель атмосферного воздуха его предварительно осушивают (удаляют влагу), пропуская через камеру с поглощающими влагу хлористым кальцием или силикагелем (двуокись кремния). Если после накачки установившееся в кабеле давление в

течение 24 ч не снижается, то это свидетельствует о целостности оболочки; в противном случае отыскивают и устраняют повреждение оболочки (трещину, прокол и т. п.).

После устранения повреждения оболочки у кабелей дальней связи измеряют сопротивление изоляции жил и рабочую емкость кабельных цепей, а у кабелей местной связи измеряют сопротивление изоляции и производят проверку жил на обрыв и сообщение их между собой и с металлической оболочкой.

Измерение сопротивления изоляции жил, рабочую емкость кабельных цепей и другие электрические измерения производят кабельными приборами и мостами разного рода.

Сигнальные кабели со свинцовой оболочкой и все типы сигнальных кабелей и кабелей связи с неметаллическими оболочками не ставятся, под избыточное давление и проверку их состояния осуществляют только путем электрических измерений сопротивления изоляции, отсутствия сообщения жил между собой и их обрыва, а также наружным осмотром кабеля при раскатке его с барабана. При этом измерение сопротивления изоляции жил и испытание их на обрыв у сигнальных и контрольных кабелей производят при помощи мегомметра.

По окончании электрических испытаний жилы кабеля обрезают и металлическую оболочку обоих концов кабеля на барабане запаивают; концы кабелей с неметаллической оболочкой тщательно изолируют при помощи полихлорвиниловой ленты или другим способом для предотвращения попадания в кабель влаги. Кабели дальней связи и кабели местной связи с металлической оболочкой емкостью 50 пар и более перед прокладкой ставят под избыточное давление.

2.8 Способы прокладки кабелей в различных условиях: прокладка кабеля в канализации, под водой, помостам, подвеска на тросах, ввод кабеля в здание.

Укладка кабеля в траншею и защита его от механических повреждений. Размотку кабеля с барабанов и его последующую укладку в траншею производят механизированным или ручным способом. Если местные условия не позволяют

применить механизированный способ прокладки кабеля, то кабель разматывают и укладывают вручную. Для этого барабан с кабелем устанавливают около траншеи на металлические или деревянные козлы, чтобы барабан мог свободно вращаться на оси, вставляемой в его втулку. Устанавливают барабан так, чтобы вращение его на оси происходило по стрелке, изображенной на щеке барабана, а кабель при разматывании шел сверху барабана.

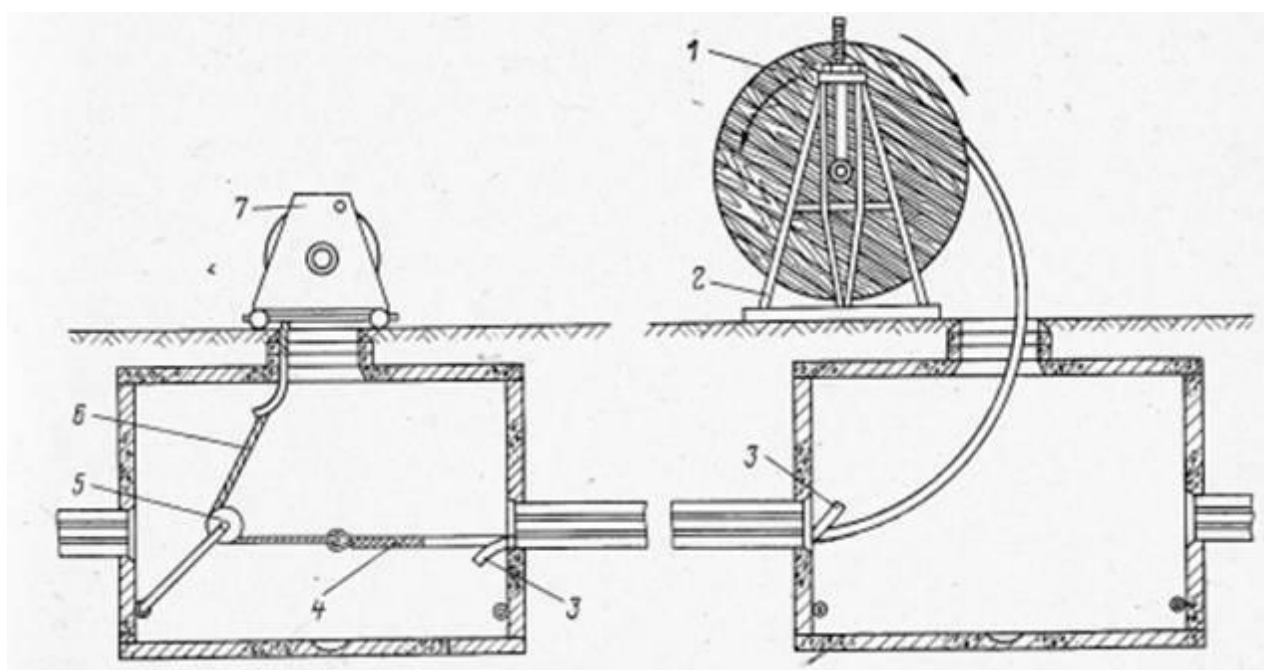


Рисунок 20 – Протягивание кабеля в канализации по участкам между смежными колодцами

После установки барабана расшивают закрывающие кабель доски и начинают размотку кабеля, причем барабан вращают за щеки, а не силой тяги кабеля. Разматываемый кабель рабочие несут на руках и сначала укладывают по бровке траншеи, а затем опускают его на дно. Число рабочих, участвующих в размотке и укладке кабеля, берут из такого расчета, чтобы масса кабеля, приходящаяся на одного рабочего, не превышала 35 кг. Опущенный в траншею кабель укладывают с

некоторой слабиной по слегка волнистой линии без натяжки для предотвращения чрезмерного натяжения кабеля в дальнейшем при усадке и возможных смещениях грунта.

При наличии большого количества пересечений трассы кабеля с различными подземными сооружениями, когда кабель опустить в траншею нельзя, производят его протаскивание по дну траншеи по роликам при помощи стального троса и ручной лебедки, тягача или трактора.

После прокладки строительных длин кабеля производят повторную проверку их состояния (испытание герметичности оболочки, электрические измерения) для того, чтобы выяснить, не повредился ли кабель при прокладке, а затем приступают к засыпке траншеи.

В мягких грунтах засыпку производят вынутым из траншеи грунтом, а в каменистых и скальных грунтах кабель предварительно засыпают слоем песка или мягкого грунта толщиной 10 см, образуя «верхнюю постель». Засыпку и утрамбовку грунта в траншее производят в несколько приемов.

Котлованы, в которых при монтаже кабеля будут устанавливаться соединительные, разветвительные муфты и пупиновские ящики при засыпке траншеи оставляют открытыми и засыпают только после окончания монтажных работ.

Защиту прокладываемого кабеля от механических повреждений производят при его прокладке под железнодорожными и трамвайными путями, на пересечении с шоссейными и грунтовыми дорогами, под проезжими частями улиц, в местах пересечений с подземными сооружениями и другими кабелями. Кабель на участке пересечения заключают в асбоцементные трубы с таким расчетом, чтобы они выходили на 1 м за пределы пересечения.

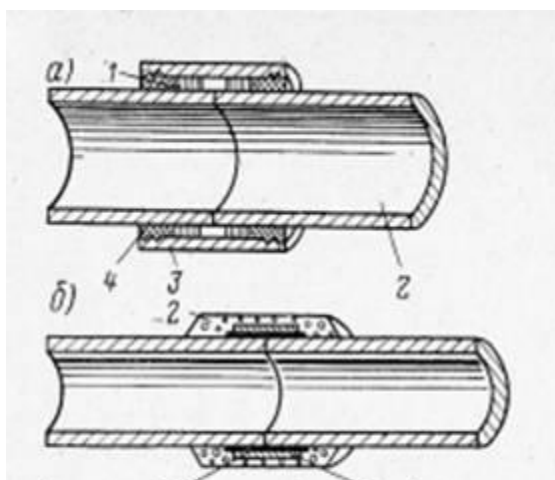


Рисунок 18 - Заделка стыка асбестоцементных труб

Укладываемые в траншею асбестоцементные трубы соединяют встык при помощи асбестоцементных муфт (рисунок 18, а)

После прокладки кабеля составляют исполнительный план трассы его прокладки. При этом точно замеряют расстояние кабеля от каких-либо ориентиров (например, от оси железнодорожных путей, пикетных и километровых столбиков, построек в населенных пунктах и т. п.).

Трассу кабелей дальней связи отмечают также при помощи установки замерных столбиков (пикетов), отмечая ими места установки соединительных и разветвительных муфт, поворотов кабеля и т. п.

Глубину траншеи для прокладки трубопроводов кабельной канализации выбирают такой, чтобы расстояние между верхней частью трубопровода и поверхностью грунта под тротуаром было не менее 0,5 м, под мостовой - не менее 0,7 м. Ширина траншеи зависит от общей емкости трубопровода канализации.

Перед укладкой труб дно траншеи выравнивают и хорошо утрамбовывают, а в каменистом грунте устраивают постель из песка или просеянной, земли. Укладку труб в траншею производят с некоторым уклоном (3-4 мм на 1 пог. м трубопровода) в сторону кабельных колодцев для стока воды, которая может попасть в трубопровод.

Укладываемые в траншею асбестоцементные трубы соединяют встык при помощи асбестоцементных муфт с внутренним диаметром, несколько большим наружного диаметра трубы. Между трубой и муфтой для создания герметичности устанавливают резиновые кольца или заделывают зазоры смоляной паклей, после

чего место стыка заделывают цементным раствором или заливают битумной мастикой.

Полиэтиленовые трубы соединяют между собой встык при помощи сварки. При прокладке многоотверстной канализации устраивают блок из нескольких труб, заделывая стыки в общий бетонный пояс. В местах установки колодцев отрывают котлован, в который опускают при помощи крана, или лебедки детали сборного железобетонного колодца, соединяя их затем цементным раствором. Трубопроводы заводят в отверстия, предусмотренные в боковых стенках колодца, и также заделывают цементным раствором. Сверху на входное отверстие колодца ставят круглый чугунный люк с двумя крышками, а внутри колодца на его стенах - стальные кронштейны с консолями для укладки кабелей.

Перед протягиванием кабеля в канализации предварительно проверяют состояние ее каналов. Для этого от одного колодца до другого при помощи свинчивающихся дюралюминиевых палок протягивают стальной трос, а затем при помощи троса пробный цилиндр и стальную щетку, чтобы выровнять и сгладить стенки каналов в местах стыка труб и очистить полость труб от сора.

Кабель протягивают в канализации по участкам между смежными колодцами, для чего над одним из колодцев устанавливают на козлах барабан с кабелем. У соседнего колодца устанавливают ручную или моторную лебедку. Затем трос, протянув через канал трубопровода и пропустив его через блок, скрепляют с концом кабеля при помощи стального кабельного чулка и, вращая ручку лебедки, протягивают кабель по каналу.

Для того чтобы кабель не повредился о края трубопровода, на входе и выходе трубопровода устанавливают кабельное колено или втулку. Для уменьшения тяговых усилий поверхность свинцовой оболочки кабеля при его протягивании смазывают техническим вазелином. Кабели в пластмассовой оболочке смазывать вазелином нельзя и оболочку таких кабелей при протягивании смачивают водой. До и после протяжки кабеля его испытывают. В колодцах оставляют запас кабеля, необходимый для монтажа соединительных и разветвительных муфт и укладки кабеля по стенам колодца.

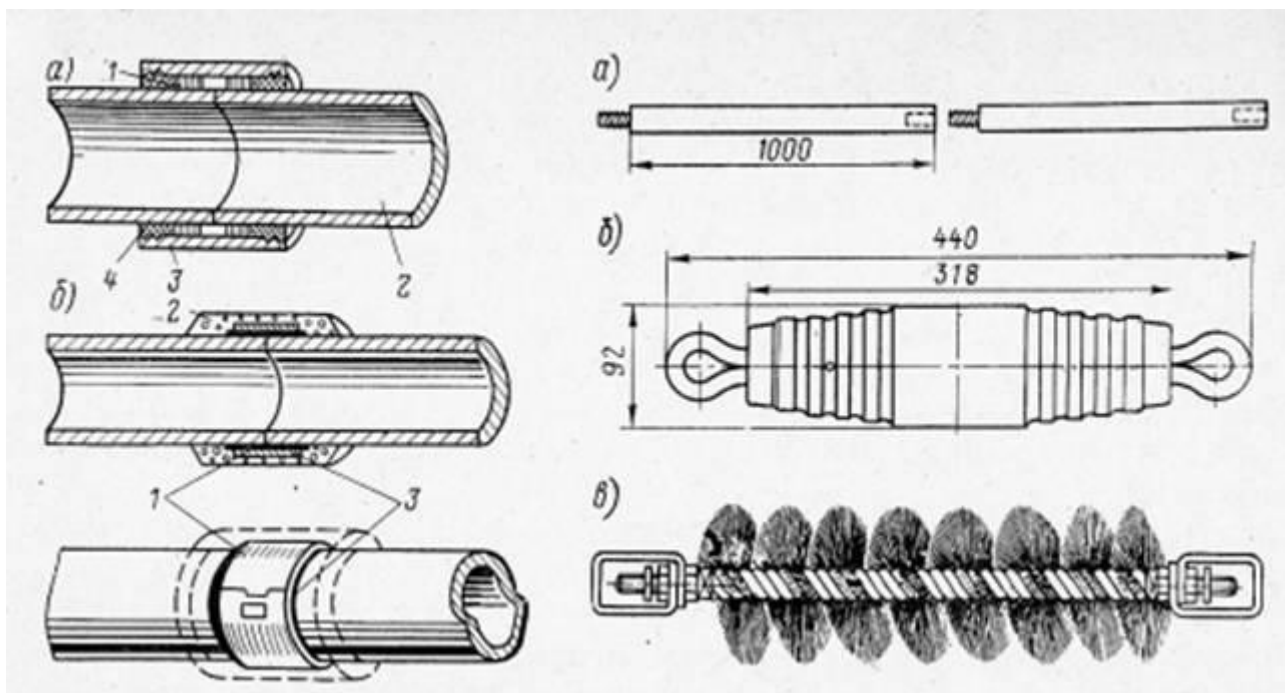


Рисунок 19 - Приспособления для
подготовки каналов к протягиванию
кабеля

с внутренним диаметром, несколько большим наружного диаметра трубы. Между трубой 2 и муфтой 3 для создания герметичности устанавливают резиновые кольца или заделывают зазоры смоляной паклей /, после чего место стыка заделывают цементным раствором или заливают битумной мастикой 4.

Более широкое распространение получил способ соединения труб при помощи манжет 1 из кровельной стали, затягиваемых на. Стыках (рисунок 18, б) с последующей заделкой 2 цементным раствором. Под манжету перед ее затяжкой прокладывают бандаж 3 из гидроизола или ткани (мешковины, миткаля), пропитанной битумной мастикой.

Находит также применение соединение асбестоцементных труб при помощи полиэтиленовых манжет в виде цилиндрической трубы длиной 90 мм. Внутренний диаметр манжеты на 5 мм меньше наружного диаметра соединяемых труб и

манжеты надевают на стык, предварительно их подогрев в воде до 80-90°, вследствие чего их диаметр увеличивается и они размягчаются. Разогретую манжету сначала надевают на один конец трубы до выступа, имеющегося в середине манжеты, а затем с другой стороны на конец второй трубы до выступа. После остывания манжеты она суживается и плотно облегает место соединения труб. Полиэтиленовые трубы соединяют между собой встык при помощи сварки. При прокладке многоотверстной канализации устраивают блок из нескольких труб, заделывая стыки в общий бетонный пояс. В местах установки колодцев отрывают котлован, в который опускают при помощи крана, или лебедки детали сборного железобетонного колодца, соединяя их затем цементным раствором. Трубопроводы заводят в отверстия, предусмотренные в боковых стенках колодца, и также заделывают цементным раствором. Сверху на входное отверстие колодца ставят круглый чугунный люк с двумя крышками, а внутри колодца на его стенах - стальные кронштейны с консолями для укладки кабелей.

Перед протягиванием кабеля в канализации предварительно проверяют состояние ее каналов. Для этого от одного колодца до другого при помощи свинчивающихся дюралюминиевых палок (рисунок 19, а) протягивают стальной трос, а затем при помощи троса пробный цилиндр (рисунок 19, б) и стальную щетку (рисунок 19, в), чтобы выровнять и сгладить стенки каналов в местах стыка труб и очистить полость труб от сора.

Кабель протягивают в канализации по участкам между смежными колодцами, для чего над одним из колодцев устанавливают на козлах 2 (рисунок 20) барабан 1 с кабелем, а у соседнего колодца - ручную или моторную лебедку 7, затем трос 6, протянув через канал трубопровода и пропустив его через блок 5, скрепляют с концом кабеля при помощи стального кабельного чулка 4 и, вращая ручку лебедки, протягивают кабель по каналу. Для того чтобы кабель не повредился о края трубопровода, на входе и выходе трубопровода устанавливают кабельное колено 3 или втулку. Для уменьшения тяговых усилий поверхность свинцовой оболочки кабеля при его протягивании смазывают техническим вазелином. Кабели в пластмассовой оболочке смазывать вазелином нельзя и оболочку таких кабелей при

протягивании смачивают водой. До и после протяжки кабеля его испытывают. В колодцах оставляют запас кабеля, необходимый для монтажа соединительных и разветвительных муфт и укладки кабеля по стенам колодца.

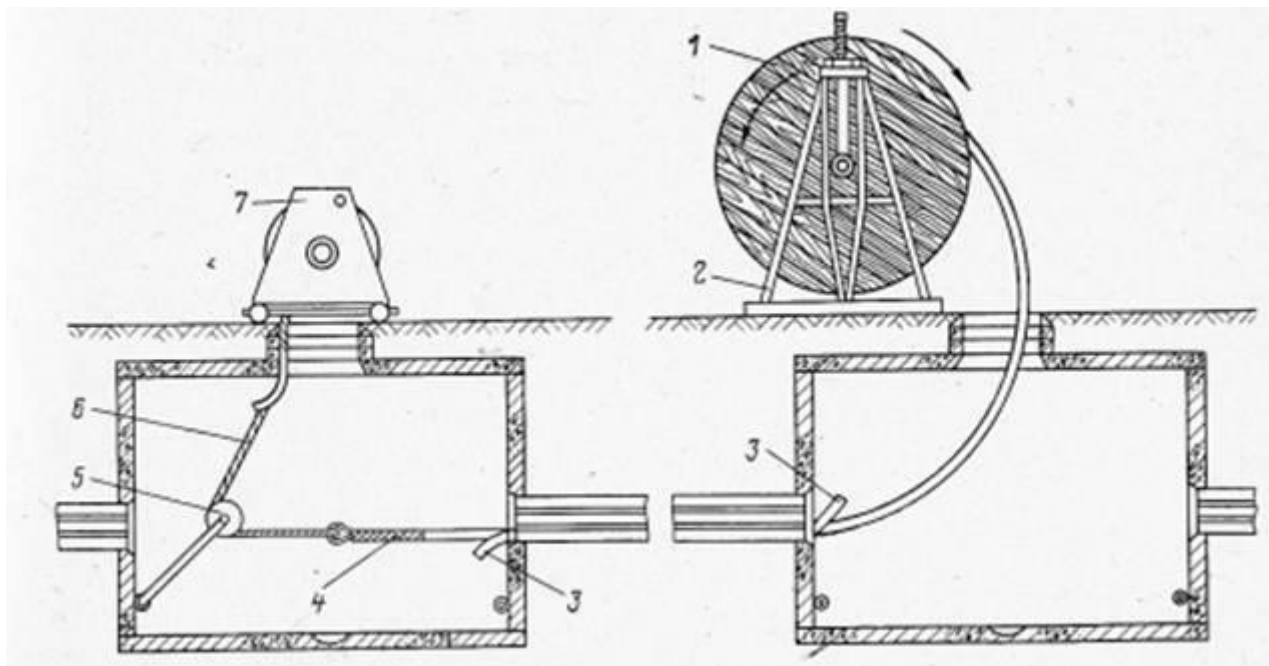


Рисунок 20 – Протягивание кабеля в канализации по участкам между смежными колодцами

Работы в кабельной канализации по прокладке кабелей должны выполняться при строгом соблюдении требований действующих «Правил техники безопасности», основными из которых являются: ограждение открываемых колодцев и зон работ, проверка колодцев на наличие опасных газов; вентилирование колодцев, принятие мер предосторожности при наличии в колодцах кабелей с напряжением дистанционного питания. Организации, осуществляющие прокладку и монтаж кабеля, должны иметь действующий сертификат на право проведения соответствующих строительно-монтажных работ.

При группировании строительных длин оптических кабелей, необходимо учитывать, что строительная длина оптического кабеля на сетях МСТ составляет от

1000 до 2000 м. и, как правило, должна быть затянута в канал кабельной канализации всей длиной (транзитом через колодцы). Разрезание строительной длины крайне нежелательно, так как каждая дополнительная муфта (стык оптического волокна) может вызвать завышение расчетного затухания линии, энергетического бюджета сети PON.

При подборе строительных длин оптического кабеля следует исходить из того, что на одном регенерационном участке (участке магистральных или распределительных кабелей) должен быть кабель только одной марки, с одним типом оптического волокна и его покрытия, одним типом центрального силового элемента. В отличие от электрических кабелей, запас оптического кабеля для монтажа соединительной муфты должен быть значительным и составлять по 6 м от канала с каждой стороны (для монтажа муфт кабеля в спецмашине).

Прокладка оптических кабелей связи в кабельной канализации производится как по свободным, так и по занятым каналам. Прокладка по свободным каналам должна производиться при условии, что в этих каналах не будет в дальнейшем электрических кабелей связи, а только оптических одной массы в количестве не более 5-6. Если же предусматривается дополнительная прокладка электрических кабелей, то оптический кабель без брони в свободном канале должен прокладываться только в полиэтиленовой трубе. Оптические кабели с броней из стеклопластиковых стержней, стальных проволок и лент с защитной полиэтиленовой оболочкой поверх брони, могут прокладываться как по свободным, так и по занятым каналам без затягивания в полиэтиленовую трубу.

Прокладку оптических кабелей связи в кабельной канализации разрешается производить как ручным, так и механизированным способом, с использованием различных механизмов и приспособлений. Это вызвано, в первую очередь, большими строительными длинами кабеля, сравнительно малыми допустимыми усилиями тяжения и необходимостью соблюдать большой радиус изгиба кабеля. Усилие тяжения и радиус изгиба должны соответствовать требованиям технических условий на прокладываемый кабель. Перед прокладкой ВОК в кабельной канализации должна производиться проверка на проходимость ее каналов и, если

требуется, ремонт канализации, возможные перепады уровней (заломы) устранены и т.п., а также ремонт и дооснащение кабельных колодцев. Для более эффективного использования каналов кабельной канализации и возможности прокладки небронированных ВОК в одном канале с медными кабелями в них прокладываются ЗПТ.

Рекомендуемый состав механизмов и приспособлений, используемых при прокладке оптического кабеля в кабельной канализации, состоит из:

- лебедки концевой с ручным, бензиновым или электрическим приводами с регулируемым ограничителем усилия тяжения для протягивания кабеля по каналу или полиэтиленовой трубе, проложенной в канал;
- устройства для размотки кабеля с барабана, заменяющего тяжелые козлы-домкраты или кабельную тележку, применяющиеся при прокладке электрических кабелей;
- устройство для перемотки кабеля типа «фигаро»

Устройство для размотки кабеля с барабана устанавливается на расстоянии 1,5-2,0 м от люка первого колодца, с которого начинается прокладка кабеля. На люк колодца устанавливается рама с гофрированной трубой для ввода кабеля в канал канализации. Барабан с кабелем (обшивка удалена) размещается со стороны трассы прокладки так, чтобы сход кабеля производился сверху.

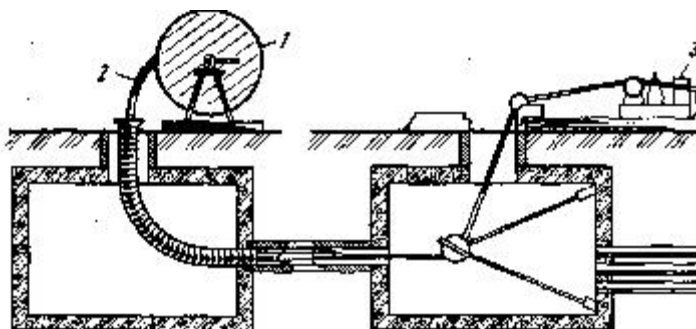


Рисунок 21 – Люкоогибные ролики

С противоположной стороны на люк последнего выходного колодца устанавливают люкоогибные ролики, а в 2-3 м от люка – концевую лебедку.

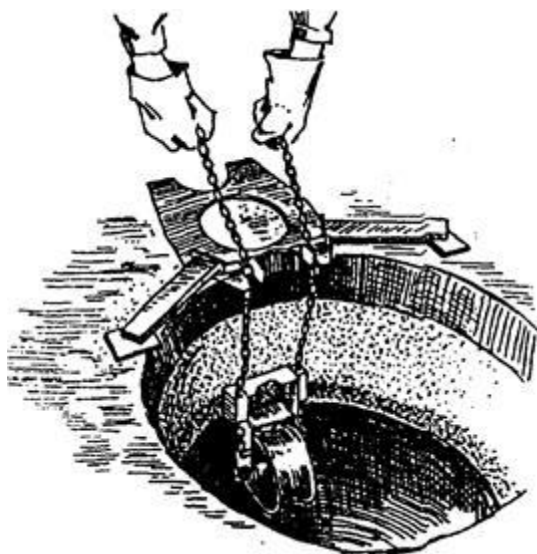


Рисунок 22 – Горизонтальная распорка и блок кабельный

Во всех угловых колодцах устанавливают горизонтальную распорку и блок кабельный.

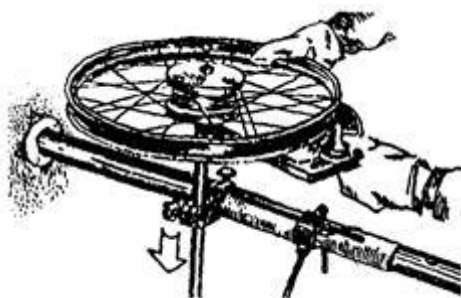


Рисунок 23 – Смазка оболочки кабеля

При прокладке кабеля для уменьшения трения рекомендуется применять нейтральную смазку оболочки кабеля. При прокладке кабеля в полиэтиленовой трубе очень эффективным является способ протяжки кабеля с помощью микрошариков. При этом способе в полиэтиленовую трубу вдуваются сжатым воздухом в необходимом количестве полимерные или стеклянные микрошарики диаметром от 0,2 до 0,3 мм, обеспечивая на всем протяжении трубы равномерное покрытие ее внутренней поверхности плотностью, примерно, один шарик на 1,5-2,0 см², что снижает коэффициент трения при прокладке почти в пять раз. При этом главным условием остается требование к внутренней поверхности трубы. Она должна быть ровной, без каких либо шероховатостей и чистой (недопустимо присутствие песка, глины, ила и т.п.).

На сложных участках трассы и при наличии больших строительных длин кабеля, его прокладку производят в два направления с одного из транзитных колодцев, расположенного примерно на третьей части длины пролета. Необходимо, чтобы это был угловой колодец. Вначале целесообразно проложить большую длину в одну сторону, затем оставшийся на барабане кабель размотать, перемоткой оставшейся длины оптического кабеля на устройство типа "Фигаро" (используемое в технологии пневмопрокладки оптического кабеля) или уложить восьмеркой возле колодца и далее проложить в другую сторону. Если есть возможность, кабель можно размотать большими петлями вдоль трассы и затем проложить.

При появлении кабеля в последнем приемном колодце концевую лебедку перемещают на расстояние 20-25 м и продолжают вытяжку кабеля из колодца по люкоогибным роликам, обеспечивая, тем самым, запас кабеля на выкладку и монтаж. Закончив выкладку кабеля, его конец возле чулка необходимо обрезать и загерметизировать полиэтиленовым колпачком. Проектный запас на прокладку, выкладку, запасы у муфт и оконечных оптических устройств, разделку оптического кабеля составляет 1,057 на километр.

Правильность прокладки кабеля, в том числе исключение образования в смотровых устройствах так называемых «крестов», обязательно должен контролировать представитель технического надзора филиала.

Способы прокладки кабелей под водой:

1. Ручная прокладка.

Самый простой и недорогой способ прокладки, реализуемый в случае, когда река неширока и не судоходна.

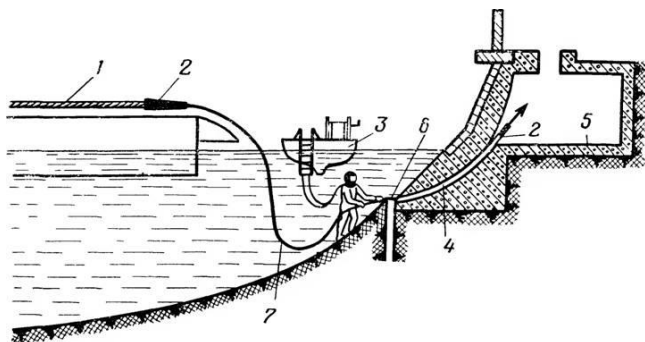


Рисунок 24 – Прокладка кабеля под водой

2. Механизированная прокладка.

В зависимости от типа используемой техники существуют следующие варианты подводной прокладки кабеля:

— Плавучим понтоном, который перемещается с помощью троса, натянутого вдоль по длине трассы кабеля, под воздействием лебёдок, расположенных с двух сторон водоёма или реки.

— Баржей, передвигаемой по трассе с помощью двух лебёдок.

— С использованием самоходной или буксируемой баржи.

— Любым подходящим самоходным судно

Прокладка в тёплое время

Если ширина водоёма или реки достигает (или превышает) расстояние в 200 м, прокладка в подводную часть трассы кабеля реализуется судном, перемещаемым самостоятельно или с помощью лебёдок. Пришвартованная к одному из берегов

баржа загружается барабаном с кабелем и оснащается двумя лебёдками. Один конец троса закрепляется в начале кабельной трассы на берегу, а другой – на противоположном берегу.

Одна из этих двух лебёдок служит двигателем для баржи с кабелем, а вторая, как регулировочная, обеспечивает точную траекторию движения судна вдоль трассы прокладки кабеля в подводной траншее.

Тяговая лебёдка перемещает судно по трассе (поперёк реки), при этом кабель сматывается с барабана и под своим весом погружается в воду, где водолазы укладывают его на подготовленное и предназначенное для этого место. Натяжением второй лебёдки удерживается прямолинейный курс, отмеченный сигнальными вехами по обеим сторонам реки или водоёма. Важно придерживаться скоростного режима прокладки, ограничивающего скорость до 12 м/мин.

Прокладка в зимнее время (со льда)

Как ни парадоксально, но именно этот вид прокладки кабеля под водой получил широкое распространение, так как избавляет от необходимости иметь или арендовать дорогостоящее судно или баржу. Самым трудоёмким процессом (до 70% от общего объёма работ) является прорубание подходящей полыньи, хотя применение передвижной электрифицированной пилы дискового типа значительно экономит силы и время.

1. Пробиваемая полынья для прокладки кабеля под водой пробивается на ширину не менее 30 сантиметров и полностью очищается от остатков льда.

2. Предварительно разогретый непосредственно на барабане до монтажной температуры кабель должен быть размотан вдоль полыньи и постепенно опущен на дно, где его аккуратно подберут водолазы, а затем уложат в заранее подготовленную и очищенную траншею.

3. На поверхности, при размотке и прокладке кабеля со льда не требуются большие усилия или особая вспомогательная техника. Обычно весь объём таких работ производится вручную, но в особо сложных случаях может понадобиться лебёдка и трос. В этом случае при подготовке такого простого оборудования для

облегчения работ вдоль всей полыньи заранее располагаются и примораживаются кабельные ролики.

Защита кабеля в кабельных трассах под водой

В связи с тем, что вероятность повреждения кабеля, проложенного под водой довольно велика, а возможность провести ремонтные работы усложнена, да и стоимость таких работ гораздо выше, чем когда кабель проложен в земле или при использовании воздушных линий, следует защитить проложенный под водой кабель надлежащим образом.

- На дне подводной траншеи следует образовать насыпкой песчаную подушку с толщиной не менее 150 мм, а сверху уложенного кабеля укладываются мешки с песком (для предотвращения вымывания защитного слоя, особенно при сильном течении реки).
- Над мешками с песком должны быть набросаны камни или уложены бетонные плиты, защищающие кабель от любых механических повреждений.
- В случае повышенной опасности от размыва самого русла или берегов в месте выхода кабеля из воды следует предусмотреть защиту кабеля от обнажения. Для этого нужно кроме обычного заглубления подводного кабеля уложить плиты или забить сваи, укрепляющие берега до нужного значения устойчивости.
- Выход кабеля из воды реализуется с помощью трубы, нижний конец которой (в зависимости от условий) должен находиться на отметке 05 – 1 м от минимального уровня сезонного обмеления водоёма или реки.
- Параллельная прокладка кабельных линий до 35 кВ в пучках возможна и под водой, но при этом с обеспечением просвета между ними более 20 м.
- Для обеспечения правильной эксплуатации и реализации в случае необходимости обслуживания или ремонта следует оставить запас: на каждом берегу по 10 и более метров кабеля, но без закручивания его в кольца, лежащие одно на другом.

— Кабельная трасса, расположенная под водой, отмечается на противоположных берегах специальными сигнальными знаками на гранитных набережных или столбах, как это и предписано действующими Правилами плавания по судоходным путям на территории стран

По мостам.

Способ прокладки кабелей по мостам определяется проектом. До начала прокладки и монтажа кабеля по мосту необходимо составить проект производства работ, в котором предусмотреть:

- перечень и сроки подготовки (изготовления) необходимых приспособлений, материалов, деталей, механизмов и их доставку к месту работ;
- последовательность и способ выполнения предусмотренных проектом работ по монтажу устройств для прокладки и монтажа кабеля (установка кронштейнов, прокладка труб или желобов; оборудование смотровых устройств);
- места установки барабанов с кабелями, механизмов, машин;
- меры, обеспечивающие безопасность труда работающих, а также движения по мосту.

Работы по прокладке кабеля по мосту должны выполняться в присутствии представителя организации, эксплуатирующей мостовые сооружения и под непосредственным руководством производителя работ или мастера.

По окончании работ по прокладке и монтажу кабеля все временные сооружения, установленные на мосту (и в непосредственной близости от него) для прокладки кабеля, должны быть убраны; места, где выполнялись работы, следует очистить и привести в надлежащий порядок.

Подвеска кабелей

Воздушные линии, предназначенные для подвески кабелей, должны соответствовать требованиям, изложенным в «Правилах по строительству воздушных линий связи» и «Общей инструкции по строительству линейных сооружений ГТС».

Кабель должен подвешиваться на стальном оцинкованном канате при помощи подвесов из листовой оцинкованной стали. Стальной канат для подвески кабеля на оконечных опорах должен быть укреплен при помощи струбцин, специальных клемм или оконечной вязкой с заделкой отдельных жил стального каната вязочной проволокой.

На промежуточных опорах стальной канат должен быть укреплен при помощи чугунных или стальных столбовых консолей. На угловых опорах при подвеске кабеля, со стороны внешнего угла стальной канат должен быть закреплен двумя консолями, а при подвеске кабеля со стороны внутреннего угла - одной консолью на сквозных болтах или двумя оконечными вязками.

Кабели с вмонтированным (встроенным) стальным канатом должны подвешиваться при помощи специальных консолей, предназначенных для крепления кабеля за вмонтированный в него канат. Консоли на опорах должны быть установлены на расстоянии 350 мм от нижнего крюка или траверсы.

Устройство сростков стального каната в пролете не допускается.

Подвесы для крепления кабеля к тросу должны быть расположены на расстоянии 350 мм друг от друга.

На опорах кабель под консолями должен быть выложен с запасом в виде дуги.

Стыки строительных длин кабеля должны быть расположены таким образом, чтобы муфта находилась на расстоянии 0,5 - 0,7 м от опоры.

Подвеска кабеля типа ВКПАП-2,1/9,7 должна производиться в соответствии с требованиями, изложенными во «Временных технических указаниях по прокладке, подвеске, монтажу, электрическим измерениям и эксплуатации однокоаксиального кабеля типа ВКПА», утвержденных Министерством связи СССР в декабре 1975 г. (ЦНИИС, 1976).

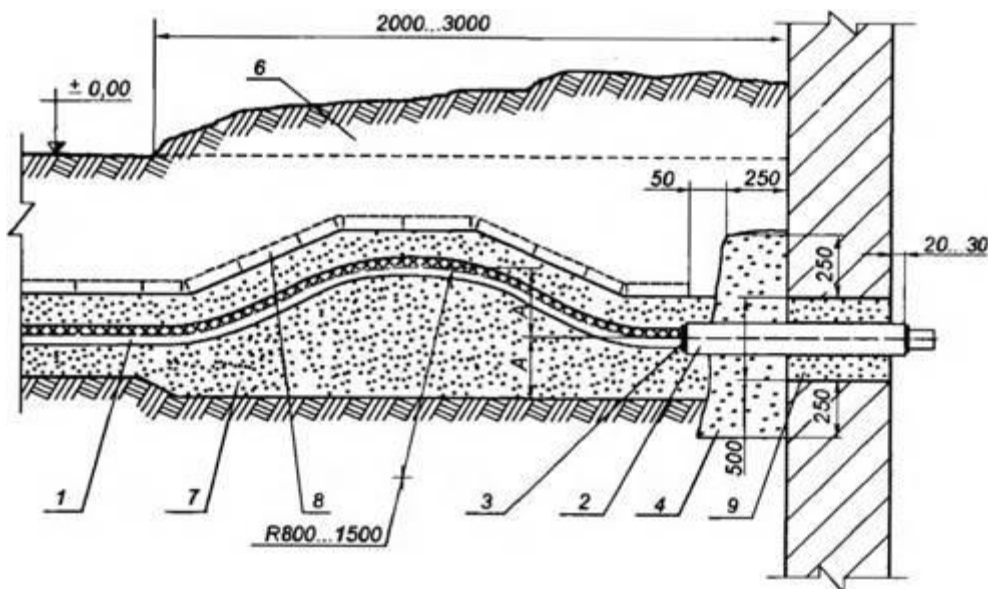


Рисунок 25 - Ввод кабелей из траншеи в здание (вариант I)
 1 — кабель силовой 1 кВ; 2 — труба; 3 — уплотнение трубы; 4 — гидроизоляция; 5 — песок без примеси глины и камней; 6 — засыпка грунтом с временным возвышением над планировочной отметкой; 7 — мягкий грунт или песок; 8 — плиты или кирпич; 9 — бетон М100

Глубина траншеи для прокладки кабеля допускается не менее 0,6 м. Кабельный ввод в здание выполняют, помещая кабель в трубы. Трубы должны быть уложены с уклоном от здания не менее 0,2% для исключения проникновения влаги. Концы трубы после прокладки в ней кабеля уплотняют намоткой на кабель несколько слоёв смоляной ленты или кабельной пряжи (джут) с последующей её подбивкой.

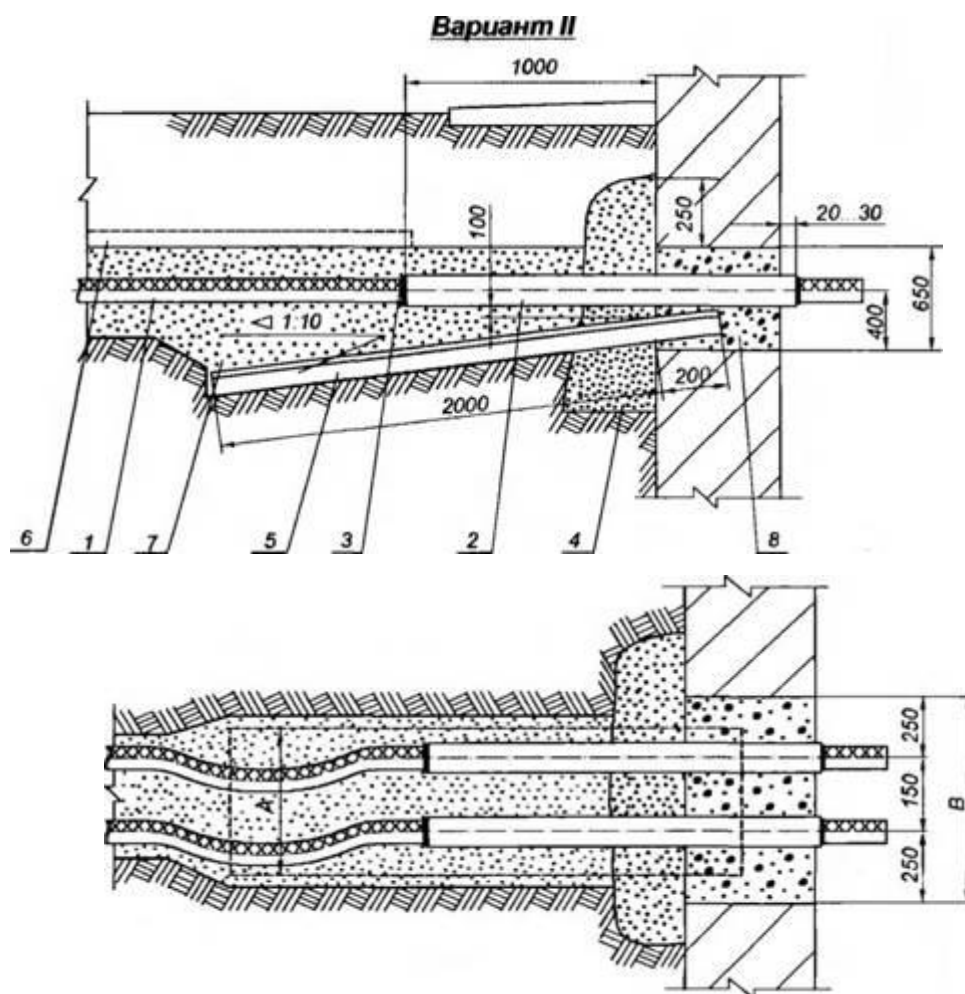


Рисунок 26 - Ввод кабелей из траншеи в здание (вариант II)
 1— кабель силовой 1 кВ; 2 — труба; 3 — уплотнение трубы; 4 — гидроизоляция; 5 — плита железобетонная; 6 — плиты или кирпич; 7 — мягкий грунт или песок; 8 — бетон М100

Если кабель перед вводом в здание проходит по стене, то его необходимо защищать от механических повреждений, помещая его в металлическую трубу или закрывая его уголком на высоте до 2 м от земли или пола и в земле ниже на 0,3 м.

Если кабель вводят в здание с ближайшей опоры ВЛ 0,4 кВ, то его на опоре также защищают от механических повреждений (2 м от уровня земли и 0,3 м — в земле).

Прокладка кабелей по мостам, путепроводам и в тоннелях.

Мосты и путепроводы.

— Переход кабелей, прокладываемых в земляном полотне, через реки, водоемы, овраги, а также через пересекаемые в разных уровнях железные и автомобильные дороги, должен осуществляться по мостам, виадукам и путепроводам в желобах или асбестоцементных трубах.

— Желоба или асбестоцементные трубы на железнодорожных мостах и путепроводах должны располагаться за пределами мостового полотна по возможности в одном уровне с пешеходным настилом на общих выносных консолях для желоба или асбестоцементных труб и для тротуара и проходить на одном расстоянии от оси моста на всем его протяжении без обхода убежищ, не создавая препятствий для выполнения работ по текущему содержанию и ремонту мостов. Открытый выход кабелей из желоба в местах сопряжения пролетных строений между собой и устоями не допускается.

— Запрещается прокладка кабелей в желобах или асбестоцементных трубах в пределах мостового полотна (внутри пролетного строения).

— Конструкции желобов, укладываемых на железнодорожных мостах и путепроводах, должны быть несгораемыми и закрытого типа.

— Для прокладки кабелей по мостам и путепроводам в зависимости от назначения кабелей могут применяться: деревянные желоба, обитые кровельным железом, и металлические желоба для кабелей связи и СЦБ; металлические желоба для силовых кабелей напряжением свыше 1 кВ и контрольных кабелей; асбестоцементные трубы для кабелей связи, СЦБ, силовых кабелей напряжением до 1 кВ и контрольных кабелей.

— Прокладка кабелей по железнодорожным мостам и путепроводам с ездой по верху, как правило, должна осуществляться за пределами перильного ограждения на выносных консолях в желобах или асбестоцементных трубах; с ездой по низу - в желобах.

— Прокладка кабелей по малым железобетонным мостам длиной до 15 м без перильных ограждений должна осуществляться, как правило, в металлических желобах, располагаемых параллельно мосту на конструкциях, не связанных с пролетным строением моста.

Запрещаются установка дополнительных закладных деталей в существующих пролетных строениях железобетонных мостов для крепления несущих конструкций желобов и прокладка кабеля внутри балластного корыта.

— Ширина желоба (внутренний размер) должна быть достаточной для прокладки нужного числа кабелей связи, контрольных, сигнализации и блокировки. Расстояние между кабелями автоматики и связи, а также от стенки, желоба и кабелей другого назначения должно составлять 50 мм. Расстояние между кабелями местной связи, сигнально-блокировочными и контрольными не нормируется.

— Для устройства переходов должны применяться асбестоцементные трубы с внутренним диаметром не менее 100 мм. Количество труб определяется в зависимости от назначения и числа прокладываемых кабелей. Для каждого кабеля автоматики и связи должна предусматриваться отдельная труба. Прокладка кабелей местной связи, контрольных, сигнализации и блокировки должна предусматриваться в трубах из расчета прокладки в одной трубе не более трех кабелей при условии, что сумма их диаметров не будет превышать 0,75 внутреннего диаметра трубы. Силовые кабели напряжением до 1 кВ и кабели радио и проводного вещания должны прокладываться в отдельной трубе.

— Конструкции желобов на больших металлических мостах с ездой по низу, рассчитанные на проход по ним при выполнении работ по прокладке и эксплуатации кабелей, следует оборудовать перильными ограждениями высотой 1,1 м.

— При проектировании и строительстве новых железнодорожных мостов для прокладки кабелей автоматики и связи и кабелей другого назначения (сигнализации и блокировки, контрольных, силовых и т.п.) должны предусматриваться специальные конструктивные элементы для установки желобов или прокладки асбестоцементных труб.

— Конструкции для прокладки кабелей по существующим мостам и путепроводам и места их установки должны определяться комиссионно с участием представителей проектной организации, дистанций пути, сигнализации и связи, а также электроснабжения (при прокладке силовых кабелей). Акт, составленный

комиссией, согласовывается с соответствующими службами Управления дороги и утверждается главным инженером дороги.

— Конструкции для прокладки кабелей по мостам должны разрабатываться с учетом изменения длины пролетных строений от воздействия наружной температуры и подвижной нагрузки.

— Кабели с металлическими оболочками при прохождении по металлическим или железобетонным мостам и путепроводам должны быть электрически изолированы от металлических ферм мостов или металлических частей желоба.

— Для кабельных линий, прокладываемых по железнодорожным мостам, как правило, следует применять кабели в алюминиевой оболочке.

— В пределах мостов следует избегать устройства соединительных муфт на кабелях за счет прокладки по мостам строительных длин кабеля максимальной длины. При длине мостового перехода, превышающего номинальную строительную длину кабеля с учетом его укладки по мосту, для размещения на мостах соединительных муфт должны предусматриваться уширения желоба в месте сопряжения пролетных строений между собой или совмещение уширения желоба с площадками убежищ на мостах.

— При устройстве кабельного перехода по мостам и в асбестоцементных трубах, как правило, в местах размещения площадок с убежищами (не более чем через 100 м) должны быть предусмотрены технологические разрывы в трубах для обеспечения протягивания кабеля, а при длине моста более 500 м - также площадки для размещения и монтажа соединительных муфт через каждые 250-300 м.

— На подходах к мостам с обеих сторон необходимо предусматривать запас кабеля в виде полупетель длиной не менее 1 м, укладываемый, как правило, в обочине земляного полотна возможно ближе к устоям мостов. При длине мостов более 100 м запас кабеля увеличивается до 3 м. Место укладки запаса кабеля в этом случае определяется проектом. Запрещается укладка запаса кабеля в виде колец (витков).

— Установка желобов или асбестоцементных труб на мостах и путепроводах должна быть закончена до начала работ по прокладке кабелей в земляном полотне.

2.9 Техническое обслуживание и ремонт КЛП

Текущее обслуживание. Для обеспечения нормальной и бесперебойной работы электрических и подземных оптических, в том числе в трубопроводах, кабельных линий и сетей связи на дистанциях сигнализации и связи организуют бригады кабельщиков, кабельные околотки и цехи в зависимости от оснащенности и наличия кабельного хозяйства на дистанции в составе, соответствующем утвержденным техническим нормам.

Работники кабельного цеха наблюдают за техническим состоянием кабельных линий и сетей; ремонтируют кабели, оконечные и промежуточные устройства, подземные колодцы, коробки и каналы кабельной канализации; подготавливают кабельное хозяйство к зиме, а также устраняют повреждения в кабелях. При проведении плановых и контрольных электрических измерений всех видов кабеля на дистанциях, имеющих большие кабельные сети, назначают электромеханика или старшего электромеханика, а там, где имеются контрольно-измерительные пункты (КИП), эти измерения выполняют работники измерительной группы КИПа.

Плановые измерения дают возможность выявить состояние кабелей и являются основным материалом для составления плана ремонтных работ.

Для поддержания кабеля в исправном состоянии проводят профилактические мероприятия, текущий и капитальный ремонты.

Профилактические мероприятия. Профилактика проводится в течение всего года. В нее входят:

- регулярный осмотр кабельных трасс, всех кабельных устройств и устранение обнаруженных дефектов;
- отвод поверхностных вод, заливающих участок трассы;

- выправление и укрепление покосившихся контрольных точек и замерных столбиков;
- выравнивание рельефа кабельной трассы путем подсыпки и утрамбовки грунта в местах его осадки;
- внешний осмотр противокоррозионных установок;
- осмотр кабельных ящиков, шкафов и будок;
- регулировка искровых промежутков на цоколях разрядников и каскадной защиты.

Во время проверки кабелей в кабельных колодцах обращают внимание на места выхода кабеля из канала и поворот его в сторону. Кабель в этих местах должен находиться в свободном состоянии без натяжения. Далее проверяют, на всех ли местах под кабелем имеются свинцовые подкладки на консолях, недостающие подкладки устанавливают.

В распределительных шкафах, кабельных киосках и ящиках проверяют крепление боксов, плинтов и кабелей, подходящих к боксам. Особое внимание обращают на состояние кроссировочных проводов и их крепление. Тщательно проверяют пайку жил кабеля к штифтам бокса. При окислении и позеленении пайки эти жилы немедленно перепаяивают.

Текущий ремонт. Выполнение работ, не требующих значительных затрат рабочей силы и материалов, входит в текущий ремонт. В состав этого вида работ входят углубление и планировка трассы кабеля; окраска замерных столбиков, контрольных точек, каркасов боксов, кабельных шкафов и ящиков, согласовывающих и защитных устройств; замена, поднятие или опускание люков на кабельных колодцах; восстановление поврежденной штукатурки в колодце; очищение колодцев от мусора; окрашивание кронштейнов, консолей, люков, внутренних поверхностей крышек. При текущем ремонте:

- перекладывают кабель в колодцах и тоннелях;
- устраняют омическую асимметрию отдельных пар;
- заменяют пришедшие в неудовлетворительное состояние свинцовые муфты и перчатки кабеля;

- углубляют кабели на берегах рек и оврагов;
- укрепляют грунт на спусках оврагов, расчищают кустарники в охранной зоне трассы кабеля;
- проверяют состояние кабельных переходов на мостах и плотинах и устраняют обнаруженные мелкие недостатки;
- перемонтируют муфты;
- вставляют небольшие куски кабеля, восстанавливают перепайку между свинцовыми оболочками кабеля.

Текущий ремонт кабельных сооружений осуществляют в течение всего года, причем наружные работы выполняют преимущественно летом, а работы внутри помещений — зимой.

Капитальный ремонт. Такой ремонт выполняют по заранее составленным проектам и сметам. В сметы включают замену отдельных участков магистральных кабелей с пониженным сопротивлением изоляции жил и не поддающихся восстановлению. Работы по капитальному ремонту подготавливают заблаговременно. В план капитального ремонта включают ремонтные работы сетей местной связи по станциям, замену кабелей с пониженной изоляцией; вставляют отдельные куски кабеля и заменяют воздушные линии телефонной связи кабелем.

На дистанциях, имеющих телефонную канализацию, переустраивают пришедшие в ветхость кабельные колодцы, восстанавливают поврежденные каналы и дополнительно укладывают каналы из асбестоцементных труб.

Планом капитального ремонта предусматривают углубление кабельной траншеи на отдельных участках, устанавливают кабель под воздушное давление, проводят работы по защите от электрической и почвенной коррозии с включением дренажей, заменяют замерные столбики, ремонтируют или заменяют неисправные боксы, гидроизолируют колодцы и т. д.

Ремонтные работы выполняют, как правило, поточным способом. Для отдельных видов работ колонну разбивают на группы (бригады), специализированные по видам работ. По окончании ремонтных работ

отремонтированный участок кабельной линии принимает специально назначаемая комиссия.

Эксплуатация кабельных линий и сетей в зимних условиях. Для обеспечения безаварийной работы кабельных линий и сетей в зимних условиях до наступления холодов проводят ряд профилактических мероприятий и подготовительных работ.

В первую очередь осматривают кабельные линии, сети и кабельные вставки, выявляют наиболее слабые и уязвимые места и устраняют обнаруженные дефекты. Для установления состояния действующего кабеля проводят электрические измерения кабельных цепей. Тщательно проверяют состояние оконечных кабельных устройств (оконечных муфт, боксов, кабельных ящиков, бутлеггов и т.п.), плотность прилегания дверц кабельных ящиков, так как при наличии щелей зимой в кабельный ящик может попасть снег.

Осматривают кабельные опоры, подпоры и оттяжки. Если кабели местной телефонной связи проложены в кабельной канализации, то перед наступлением холодов их осматривают особенно тщательно.

Обращают внимание на то, чтобы в каналах и колодцах канализации не было воды, которая зимой, замерзнув, может сильно сдавить кабель, проложенный в каналах, и повредить его. После осмотра колодцев верхние крышки люков замазывают, чтобы предотвратить попадание в колодец воды и грязи во время осенних дождей.

К дополнительным работам по текущему обслуживанию кабельных линий и сетей в зимнее время следует отнести:

— очистку от снега люков кабельных колодцев, распределительных шкафов и другой кабельной арматуры, находящейся на открытом воздухе, более тщательное наблюдение за тем, чтобы в кабельной массе, которой защищены оконечные муфты, не появились трещины вследствие сильных колебаний температуры окружающего воздуха;

— сколку льда на подводных кабелях, если вследствие значительного понижения уровня воды кабель вмерз в лед у берегов.

На кабельных и воздушных линиях, имеющих вставки подводного кабеля, осматривают состояние этих вставок и выясняют, нет ли опасности повреждения подводного кабеля ледоходом.

У местных гидрометеорологических станций запрашивают время предполагаемого ледохода и прогноз паводка. Кабельные опоры, которые могут оказаться в зоне разлива, укрепляют. В тех местах, где проложен подводный кабель и есть опасность его повреждения, устраивают постоянные дежурства работников и специальных бригад, обеспеченных аварийным запасом материалов, лодками и т. д. На участках трассы, где могут произойти оползни и размыв почвы, также принимают меры по предупреждению возникновения повреждений — устраивают водоотводы и др.

Большое значение имеет проведение измерений кабельных цепей на всех кабельных линиях и сетях с наступлением весны, так как они позволяют своевременно обнаруживать места возможных повреждений на кабеле, которые возникли во время зимы, и тем самым предупредить повреждение кабеля.

2.10 Охрана труда при строительстве и техническом обслуживании кабельных линий связи

Работа по охране труда на железнодорожном транспорте должна быть направлена на создание наиболее благоприятных условий для высокопроизводительного труда, максимальное сокращение ручного, малоквалифицированного и тяжелого физического труда, улучшение техники безопасности, предупреждение производственного травматизма и профессиональных заболеваний, строгое соблюдение законодательства о труде.

К самостоятельной работе по строительству ВОЛС допускаются лица, прошедшие при поступлении на работу обязательный предварительный медицинский осмотр, вводный и первичный инструктажи на рабочем месте, стажировку и проверку знаний по охране труда, а также имеющие соответствующую группу по электробезопасности.

В процессе работы работники должны в установленном порядке проходить повторные, внеплановые и целевые инструктажи, а также периодические медицинские осмотры.

К самостоятельному выполнению верхолазных работ работник монтажной организации может быть допущен после специального обучения и прохождения стажировки на верхолазных работах

Руководить бригадой по монтажу ВОЛС с кабелями подвешенными на опорах контактной сети, может работник с квалификацией электромонтера – линейщика не ниже 3 – го тарифного разряда и стажем работы по профессии не менее 1 года.

Руководитель монтажных работ должен иметь группу по электробезопасности не ниже IV.

Работники, осуществляющие монтаж линейно – кабельных сооружений и станционного оборудования ВОЛС должны знать:

- технику безопасности при выполнении погрузочно-разгрузочных работах;
- при наземных работах;
- при прокладке оптического кабеля в кабельной канализации и грунте;
- при монтажно-измерительных работах;
- соблюдать правила пожарной безопасности.

Погрузочно-разгрузочные работы должны проводиться в соответствии с технологическими инструкциями и Межотраслевыми правилами по охране труда при работе с ВОЛС. Должны проводиться в присутствии и под надзором специально выделенного инженерно-технического работника, ответственного за безопасное проведение работ.

Для грузов массой более 20 кг, а также при подъеме грузов на высоту более трех метров погрузочно-разгрузочные работы должны выполняться механизированным способом при помощи подъемно-транспортного оборудования (кранов, погрузчиков и т.п.) и средств малой механизации. Транспортные средства, стоящие под погрузкой - разгрузкой должны быть надежно закреплены.

Все погрузочно-разгрузочные работы следует выполнять в рукавицах, а при производстве работ с помощью грузоподъемных механизмов - в касках.

Для погрузки грузов вручную на транспортные средства, запрещается применять доски толщиной менее 5 см.

При погрузке и разгрузке барабанов с кабелем подъемным краном, масса перемещаемого груза не должна превышать грузоподъемности крана и применяемых строп.

Общая масса перевозимых грузов не должна превышать грузоподъемности автомобиля.

При производстве погрузочно-разгрузочных работ работникам запрещается находиться в зоне возможного падения, смещения или опрокидывания грузов.

Разгрузка путем свободного скатывания или сбрасывания барабанов на землю запрещается.

Запрещается перевозка людей в кузове автомашин, груженных барабанами с кабелем или пустыми барабанами.

При производстве земляных работ в зоне расположения подземных коммуникаций, наряд-допуск на раскопки выдается при наличии разрешения организации, ответственной за эксплуатацию этих сооружений.

Все организации, имеющие в районе прокладываемой кабельной линии связи подземные сооружения, должны быть письменно уведомлены не позднее, чем за 5 суток до начала предстоящих земляных работах. За сутки должны быть вызваны их представители к месту работ для уточнения месторасположения принадлежащих им сооружений и согласовании мер, исключающих повреждения сооружений. До прибытия вызванных представителей, производство земляных работ запрещается.

В охранной зоне действующих подземных коммуникаций механизированная разработка грунтов запрещена.

При производстве земляных работ вблизи существующих подземных коммуникаций предварительное шурфование является обязательным.

Если в местах разработки грунта появились признаки наличия взрывоопасных газов, следует немедленно прекратить работу. Работники должны покинуть опасные места до выяснения характера причин появления газа и устранения опасности.

Разработка траншей и котлованов с вертикальными стенками в грунтах естественной влажности без крепления может производиться при глубине не более 1 м - в насыпных, песчаных и гравелистых грунтах; 1,25 м - в супесчаных и суглинистых грунтах; 1,5 м - в глинистых грунтах; 2 м - в особо плотных грунтах. При превышении указанных глубин рытье траншей и котлованов допускается только при креплении вертикальных стен или устройстве откосов допустимой крутизны.

Запрещается разрабатывать без крепления переувлажненные песчаные, лессовидные и насыпные грунты.

Для работы должен применяться специализированный ручной инструмент (лопата БСЛ-110, лом с бронзовым наконечником), отвечающий следующим требованиям:

- деревянные рукоятки инструмента должны быть изготовлены из древесины твердых и вязких пород, гладко обработаны и надежно закреплены;
- рабочая часть инструмента не должна иметь трещин заусениц и сколов.

Прокладка кабеля должна выполняться в соответствии с требованиями. Для проведения работ по прокладке кабеля распоряжением руководителя должен быть назначен старший. При прокладке кабеля на особо ответственных участках обязательно присутствие руководителя работ.

При прокладке кабеля ручным способом на каждого работника должен приходиться участок кабеля массой не более 20 кг. При подноске кабеля к траншее на плечах или в руках все работники должны находиться по одну сторону от кабеля.

Размотка кабеля с движущихся транспортеров должна выполняться по возможности ближе к траншее. На поворотах запрещается оттягивать или поправлять руками кабель, а также находиться внутри образуемого кабелем угла.

Прокладка кабелей кабелеукладчиками (КУ) разрешается на участках, не имеющих подземных сооружений. Перед началом работы необходимо тщательно

осмотреть основные элементы КУ и убедиться в их исправности. При обнаружении неисправности работать на тракторе или КУ запрещается.

При прокладке кабелей механизированной колонной начальник колонны Должен выделить сигнальщиков и установить систему четкой сигнализации.

Работник, руководящий прокладкой кабеля, а также электромонтер, находящийся на КУ, должны иметь сигнальные приборы (свисток, флажки).

На КУ стоять или сидеть разрешается только на специально предназначенных для этого площадках или сидениях. Заходить на заднюю рабочую площадку КУ для проверки исправности кабеля можно во время остановки колонны и только с разрешения работника, руководящего прокладкой кабеля. Во время движения КУ находиться на этой площадке запрещается.

Работу в подземных смотровых устройствах - кабельных колодцах, коллекторах и так далее следует проводить звеном или бригадой, состоящей не менее чем из двух человек. При работе в подземных смотровых устройствах должен выдаваться наряд - допуск. На каждом рабочем, спускающемся в колодец, должен быть одет спасательный пояс с лямками с надежно прикрепленной к нему веревкой. Спускаться в колодец разрешается только по надежно установленной лестнице.

По обе стороны колодцев, в которых производится работа, должны быть установлены ограждения - барьеры. Если колодец находится на проезжей части дороги, ограждения устанавливаются навстречу движения транспорта на расстоянии не менее 10-15 метров от ограждения навстречу движения транспорта должны быть установлены предупредительные знаки, а при плохой видимости -дополнительно световые сигналы.

Открывать колодцы разрешается только специальными медными крюками или ломиками с медными наконечниками.

Запрещается спускаться в колодец без предварительной проверки на наличие опасных газов.

Около колодца, в котором ведется работа, должен находиться дежурный, который обязан следить за состоянием спустившихся в колодец рабочих.

Периодические проверки воздуха в колодце на присутствие опасных газов и вентилирование колодцев, в которых ведутся работы, является обязанностью Дежурных: воздух должен проверяться не реже одного раза в час.

К работам по скрытой горизонтальной проходке следует приступать только при наличии согласованного с соответствующими организациями рабочего проекта.

При наличии на строящейся линии связи газопровода работы по горизонтальному бурению и продавливанию грунта запрещаются. Стены котлованов, отрываемых для установки оборудования горизонтальной проходки, следует крепить распорками из досок толщиной 40 -50 мм. Упорные стены в зависимости от применяемого оборудования должны крепиться опорными щитами.

Параллельная прокладка в футляре ближе 5 м от существующих подземных коммуникаций не разрешается.

Для монтажа и измерений используется специальная передвижная лаборатория, оборудованная на базе автомашины.

Работник, проводящий монтаж на волоконно-оптическом кабеле, должен быть осторожен со сколотым оптическим волокном, не разбрасывать его, скалывать в определенное место и следить, чтобы частицы этого волокна не попадали через одежду на тело. При выполнении работ необходимо пользоваться средствами защиты. По окончании работ рабочее место необходимо пропылесосить.

При измерениях приборами, имеющими источник лазерного излучения, запрещается визуально наблюдать за лазером.

Пожарно-профилактическую работу организует и проводит пожарно-техническая комиссия (ПТК), председателем которой является главный инженер предприятия.

При работе колонны на трассе необходимо соблюдать правила пожарной безопасности. Запрещается проводить заправку техники с работающими двигателями, курить во время заправки.

Вся техника должна быть оборудована огнетушителями. Электрическая проводка должна быть хорошо изолирована, не должна искрить.

Склады, на которых хранятся барабаны с кабелем, должны быть оборудованы пожарными щитами, ящиками с песком и огнетушителями. Горюче-смазочные материалы необходимо хранить в плотно закрытой таре. Территории объектов связи должны содержаться в чистоте и порядке, мусор должен вывозиться и своевременно уничтожаться.

При строительстве кабельных линий связи должны выполняться требования техники безопасности для исключения несчастных случаев, которые сказываются на производительности труда и его качестве.

Разработанная инструкция по технике безопасности при строительстве волоконно-оптических линий связи устанавливает основные требования безопасности для специалистов выполняющих работы по монтажу и технической эксплуатации волоконно-оптических линий передачи. Выполнение требований инструкций по охране труда обязательно для всех предприятий и организаций, а так же нанимателей всех организационно-правовых форм, осуществляющих, монтаж волоконно-оптической линии передачи на железнодорожном транспорте и ведет к уменьшению травматизма на производстве.

3. Условия работы линий передачи

3.1 Характеристика влияющих цепей

На практике влияющими могут оказаться цепи высоковольтных линий электропередачи, в том числе линии продольного электроснабжения (ВЛ ПЭ) и линии СЦБ (ВЛ АБ), тяговые сети электрических железных дорог и соседние цепи автоматики, телемеханики и связи.

Высоковольтные линии разделяются на линии дальних передач и распределительные сети. Магистральные высоковольтные линии, служащие для передачи энергии на большие расстояния, имеют напряжение от 35 до 1150 кВ трехфазного переменного тока частотой 50 Гц или 800-1500 кВ постоянного тока; цепи распределительные ВЛ электрических сетей-трехфазные, чаще всего напряжением 6 или 10 кВ.

Высоковольтные линии могут быть воздушными и кабельными.

Преимущественное распространение получили воздушные линии. На одной ВЛ обычно подвешивают одну или две трехфазные цепи. Провода на опорах ВЛ могут быть расположены треугольником, «прямо елкой», «обратной елкой» или горизонтально. Расстояния между проводами и высота подвеса над поверхностью земли зависят от напряжения цепей ВЛ.

На подстанциях цепи ВЛ переменного тока подключаются к линейным обмоткам повышающих или понижающих трансформаторов. Если линейные обмотки трансформаторов Т1 и Т2, соединенные обычно в «звезду», имеют нейтрали, изолированные от земли, то такую ВЛ называют линией передачи с изолированной нейтралью, а при заземленных нейтральных-линией передачи с заземленной нейтралью, значительно реже применяют несимметричную систему «два провода-земля».

Линии электропередачи постоянного тока могут быть двухпроводными («провод-провод») и однопроводными («провод-земля»).

Тяговые сети электрических железных дорог служат для передачи электрической энергии от тяговых подстанций (ТП) к электровозам. Их

подразделяют на сети постоянного (выпрямленного) тока напряжением 3,3 кВ и однофазного переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 25-27,5 кВ. В тяговых сетях одним проводом служат контактные провода вместе с несущими и усиливающими тросами, а другим- рельсы и земля.

Питание тяговых сетей может быть одно- и двусторонним. При одностороннем питании участок тяговой сети получает питание на всей протяженности с одной стороны на ТП. При двустороннем питании участок тяговой сети, состоящий из двух плеч, соединенных через пост секционирования, нормально получает питания с двух сторон от ТП; при этом нагрузочные токи сдвинуты пространственно примерно на 180 градусов.

Цепи автоматики, телемеханики и связи воздушных и кабельных линий по схемам могут быть двухпроводными, однопроводными и наложенными.

Симметричные и несимметричные цепи. Для характеристики цепей как влияющих их удобно разделить симметричные и несимметричные. К симметричным относят однофазные двухпроводные и трехфазные трехпроводные цепи, а к несимметричным-все цепи, использующие землю в качестве одного из рабочих проводов. Симметричные цепи в нормальном режиме работы могут оказывать только мешающие влияния, а несимметричные- опасные и мешающие в зависимости от рабочих напряжений и токов, условий сближения и других факторов. Объясняется это следующим.

Если цепи симметричные, т.е. такие, у которых напряжения и токи во всех проводах одинаковы и сдвинуты по фазе на 180 градусов в двухпроводных и на 120 градусов в трехфазных трехпроводных цепях, то энергия по таким цепям распространяется электромагнитным полем, связанным со всеми проводами цепи. Таким образом, энергия передается в межфазовом тракте или тракте «провод-провод» (в двухпроводной цепи).

Напряженность в любой точке электромагнитного поля, действующего в пространстве, окружающем симметричную цепь, обусловлена воздействием электромагнитных полей всех проводов цепи. Поэтому эта напряженность будет

всегда меньше, чем напряженность поля, обусловленная напряжением и током каждого провода цепи в отдельности.

Если E_1 , E_2 , H_1 , H_2 - векторы напряженности электрического и магнитного полей соответственно проводов 1 и 2 двухпроводной влияющей цепи в точке А пространства, то E и H – результирующие векторы напряженности полей цепи в той же точке. Поэтому внешнее электромагнитное поле симметричной цепи является частично уравновешенным и тем в большей степени, чем меньше расстояние между проводами влияющей цепи или чем дальше расположена рассматриваемая точка от проводов этой цепи.

По несимметричным цепям энергия распространяется в тракте «провод (два провода)-земля», поскольку земля служит одним из рабочих проводов цепи. Ток в земле, удельное сопротивление которой значительно выше, чем у металлов, растекается по большой площади поперечного сечения и в глубину. Если в место растекающегося по земле тока представить ток, сосредоточенный и текущий по эквивалентному проводу, расположенному в середине площади растекания тока, то этот эквивалентный провод будет залегать на большой глубине. Расстояние между физическим и эквивалентным проводами будет во много раз больше, чем расстояние между проводами реальных симметричных цепей. Электромагнитное поле несимметричных цепей всегда будет значительно более неуравновешенным, чем симметричных. Поэтому несимметричные цепи в зависимости от других факторов могут оказывать опасное и мешающее влияние. Симметричные цепи могут вызывать только мешающее влияния.

Однако практически полностью симметричных цепей нет. Все реальные двухпроводные и трехфазные трехпроводные цепи называют симметричными. Но в действительности они только частично симметричны. Объясняется это тем, что электрические параметры проводов, из которых образуются цепи, всегда различны из-за наличия сварок, спуск, допусков по диаметру, различного расположения относительно земли и других причин. Неодинаковость электрических параметров проводов цепи называют продольной асимметрией, вследствие которой напряжения и токи в проводах будут неодинаковы и со сдвигом по фазе, отличающимся от 180

или от 120 градусов. В результате энергия будет распространяться не только в межпроводном тракте, но и в тракте «два(три) провода-земля».

Таким образом, каждая реальная симметричная цепь может быть представлена как объединение двух влияющих цепей-одной симметричной с напряжением U_1 и током I_1 и другой несимметричной с напряжением U_0 и током I_0 . Напряжение U_0 и ток I_0 называют напряжением и током нулевой последовательности.

На симметричность цепей влияет не только продольная асимметрия цепи, но и несимметричность относительно земли генератора и приемника, а в трехфазных цепях еще и неравномерная загрузка фаз.

При определении влияний высоковольтных цепей необходимо учитывать не только нормальный режим работы, но и аварийный. В случае замыкания на землю провода несимметричной цепи или симметричной трехфазной с заземленной нейтралью может возникнуть ток к.з. Симметричные трехфазные цепи с изолированной нейтралью при таком повреждении становятся несимметричными. Во всех высоковольтных цепях и тяговых сетях переменного тока, кроме основной гармоники напряжения и тока частотой 50 Гц, всегда имеются гармонические составляющие высшего порядка. Они вызывают индуцированные напряжения и токи в цепях, подверженных влиянию. Если основная гармоника может вызвать появление опасных напряжений и токов, то высшие гармонические составляющие могут индуцировать мешающие напряжения и токи в цепях, работающих в том же спектре частот.

К трехфазным цепям высоковольтных линий с заземленной нейтралью чаще всего относят линии напряжением 35 кВ и выше, передающие энергию переменного тока частотой 50 Гц на значительные расстояния. Такие ВЛ с заземленной нейтралью- частично симметричные; в нормальном режиме они могут оказывать только мешающие влияния, обусловленные как фазными напряжениями и токами, так и напряжением и током нулевой последовательности. Удельный вес тех и других влияний неодинаков и зависит от условий сближения и других причин.

В аварийном режиме (при замыкании фазы на землю) эти цепи ВЛ с заземленной нейтралью становятся несимметричными. В поврежденной фазе

возникает большой ток к.з который может оказать опасное магнитное влияние. Особенностью такого влияния является его большая мощность и кратковременность, так как через 0,15-0,6 с после появления к.з. сработает автоматическая защита будет выключена.

К трехфазным цепям высоковольтных линий с изолированной нейтралью относятся главным образом распределительные линии напряжением 6-10 кВ, в том числе и цепи ВЛ АБ и ВЛ ПЭ.

При заземлении одной фазы в других фазах ВЛ резко возрастает напряжение относительно земли, при этом их фазное напряжение становится равным линейному напряжению. Такой аварийный режим может продолжаться длительное время, так как заземление одной фазы не нарушает электроснабжения. В это время такие ВЛ могут оказывать опасное электрическое и одновременно мешающие влияния, вызванные не только напряжением нулевой последовательности, но и током нулевой последовательности, а также фазными напряжениями и токами.

Трехфазные цепи высоковольтной линии «два провода –земля» относят к несимметричным цепям, поэтому они даже в нормальном режиме могут оказывать опасные и мешающие электрические и магнитные влияния, а при замыкании одного из проводов на землю опасные магнитные влияния будут аналогичны влияниям трехфазных цепей ВЛ с заземленной нейтралью.

Тяговые сети электрических железных дорог переменного тока могут оказывать на цепи автоматики, телемеханики и связи магнитное, электрическое и гальваническое влияния. Магнитному влиянию подвержены цепи как воздушных, так и кабельных линий, а электрическому – цепи воздушных линий и воздушных кабельных линий (с кабелями без металлической обработки). Гальваническому влиянию подвержены металлические оболочки кабелей и цепи, использующие землю в качестве обратного провода.

Величина влияний на цепи автоматики, телемеханики и связи зависит:

- от схемы питания и нагрузочного режима работы тяговой сети,
- от параметров тяговой сети и высоковольтной линии внешнего электроснабжения,

- от параметров оборудования тяговых подстанций и электроподвижных составов,
- от длины участка сближения тяговой сети и подверженной влиянию линии и расстояния между ними,
- от параметров цепей линии передачи,
- от восприимчивости цепей к помехам,
- от взаимного расположения всех элементов тяговой сети по отношению к цепям, подверженным влиянию.

При электротяге переменного тока в тяговую сеть подается однофазный переменный ток частотой 50 Гц и напряжением 25-27,5 кВ. Электровозы обычно оборудуют понижающими трансформаторами, выпрямительными устройствами и двигателями постоянного тока. Выпрямительные устройства ухудшают форму кривой тока в тяговой сети, что увеличивает мешающее влияние гармонических составляющих.

Вторые концы обмоток трансформаторов, питающих тяговую сеть, подключают к рельсам, как к обратному проводу. Однако сопротивление рельсов оказывается соизмеримым с сопротивлением между рельсами и землей, и по мере электровозов от тяговой подстанции все большая часть обратного тока стекает с рельсов на землю. Из земли в рельсы ток возвращается в районах тяговых подстанций.

Ток I_p в рельсах 2, расположенных относительно близко к контактному проводу 1, течет в обратном направлении относительно тока I_1 , и его электромагнитное поле ослабляет влияние контактного провода на цепи связи. Результирующие влияния не равны нулю, но меньше, чем влияния одного контактного провода, поскольку, а расстояние между рельсами и проводом связи, а также контактным проводом и проводом связи неодинаковы. Кроме того, тяговая сеть вызывает появление индуктированных токов в цепях «рельс-земля», магнитные поля которых направлены противоположно полю влияющей линии и частично снижают его влияние. Явления, снижающие влияния в результате присутствия рельсов, называют экранирующим действием рельсов.

Различают три режима работы тяговой сети: нормальный, вынужденный и короткого замыкания.

Нормальный режим- когда все ТП подключены к тяговой сети согласно принятым схемам питания; как правило, нормальный режим должен быть двусторонним.

Несмотря на экранирующее действие рельсов, тяговые сети переменного тока даже при нормальном режиме работы оказывают на цепи автоматики, телемеханики и связи большое влияние, которое возрастает при нарушении нормального режима работы тяговой сети. В случае аварии или профилактического ремонта может быть временно отключена одна из тяговых подстанций ТП1-ТП3, питающих тяговую сеть. Тогда появляются участки тяговой сети с односторонним питанием, оказывающие повышенное опасное и мешающее влияния. Такой режим работы тяговой сети называют вынужденным. Он может длиться часами.

При эксплуатации тяговой сети возможен режим короткого замыкания, при котором контактная сеть замыкается на землю или рельсы. В этом случае в тяговой сети возникает ток, который превышает влияющий ток при вынужденном режиме. Длительность протекания тока к.з невелика. Меньшие влияния на цепи автоматики, телемеханики и связи оказывает тяговая сеть переменного тока двухпутных участков, построенная по схеме «два провода-рельс», трехфазная, несимметричная, называемая иногда «2*25 кВ». Еще более эффективной является система «2*25 кВ с автотрансформаторами», снижающая опасные влияния примерно в 8 раз, а мешающее влияние на кабельные цепи – в 7 – 11 раз.

В тяговые цепи электрической железной дороги постоянного тока подается от ТП выпрямленный ток напряжением 3,3 кВ. Так как на железных дорогах России распространено преимущественно шестифазное выпрямление, выпрямленный ток для режима холостого хода тяговой сети получается как результат наложения полусинусоид 50 Гц. Постоянная составляющая не оказывает влияния на цепи связи. Индуктивные воздействия создаются только пульсирующим током состоящим из симметрично расположенных вершушек синусоид.

Кривую пульсирующего тока можно разложить на ряд гармоник. Первая из них при шестифазном выпрямлении тока частотой 50 Гц будет иметь частоту 300 Гц, остальные – соответственно 600, 900, 1200 Гц и т.д. Кривая тока тяговой сети под нагрузкой обогащается рядом дополнительных гармоник. Амплитуды этих гармоник незначительны по сравнению с амплитудой постоянной составляющей и уменьшаются с возрастанием частоты. Влияние тяговой сети снижается из-за экранирующего действия рельсов и двустороннего питания тяговой сети. Поэтому тяговые сети постоянного тока оказывают мешающее влияние только на цепи воздушных линий.

Для того чтобы не относить линии, подверженные влиянию, далеко от железной дороги, на тяговых подстанциях всегда устанавливают сглаживающие фильтры, уменьшающие амплитуды гармонических составляющих тяговой сети.

Опасные влияния тяговой сети постоянного тока возможны только при ее включении и выключении или при замыкании на землю.

Цепи автоматики, телемеханики и связи могут оказывать только мешающее влияние друг на друга. При этом однопроводные и наложенные несимметричные цепи будут влиять значительно больше, чем двухпроводные, поэтому такие цепи имеют ограниченное распространение.

3.2 Опасные, мешающие и взаимные влияния

Нормы опасных и мешающих напряжений и токов влияния тяговой сети переменного тока на устройства проводной железнодорожной электросвязи.

При определении значений опасного и мешающего влияний тяговой сети переменного тока цепи устройств проводной железнодорожной электросвязи разбивают на расчетные участки.

Расчетным участком является гальванически неразделенный участок, не содержащий усилителей, трансформаторов или других элементов, препятствующих прохождению переменного тока в проводах.

Допустимые опасные напряжения.

На линиях проводной железнодорожной электросвязи не применяют специальных мер защиты обслуживающего персонала и абонентов от опасных влияний тяговой сети, если трасса линий проводной железнодорожной электросвязи проходит на таком расстоянии от полотна электрифицированной железной дороги, при котором в проводе (жиле кабеля) по отношению к земле при его заземлении на противоположном конце расчетного участка возникают индуцированные напряжения, значения которых не превышают приведенных в таблице 3 (в вынужденном режиме работы тяговой сети и при коротком замыкании тяговой сети, при соответствующем времени ее отключения).

Таблица 3 – Значения индуцированных напряжений

Линия связи	Допустимые опасные напряжения, В, в режиме работы тяговой сети	
	вынужденном	короткого замыкания при времени отключения тяговой сети , с
Воздушная с деревянными опорами, в том числе с железобетонными приставками	50	2000 при 0,15; 1500 при 0,3; 1000 при 0,6. Примечание - На заземленных частях не допускается напряжение более 50 В с длительностью более 1,0 с.
Воздушная с железобетонными или металлическими опорами; кабельная, в том числе волоконно-оптическая с металлическими жилами	36	500 при 0,1; 450 при 0,15; 310 при 0,3; 160 при 0,6. Примечание - На заземленных

для дистанционного питания		частях не допускается напряжение более 50 В с длительностью более 1,0 с.
----------------------------	--	--

При возникновении на одном из концов жилы кабеля индуцированных напряжений, превышающих приведенные в таблице 3, и в случае, когда применяют специальные меры по защите, опасные напряжения не должны превышать значений, приведенных в таблице 4.

Значения допустимых напряжений опасного влияния, определяемые по формулам, приведенным в таблице 4, являются максимально возможными, исходя из электрической прочности изоляции жил или вводного оборудования.

Таблица 4 – Формулы определения допустимых значений напряжений опасного влияния

Схема дистанционного питания усилителей или кабельная линия	Допустимые напряжения, В, в режиме работы тяговой сети	
	вынужденном	короткого замыкания
Без дистанционного питания		0,6
"Провод-земля" постоянным током	$U_{\text{раб}}^{(1)} - (U_{\text{д.п}}^{(2)} / \sqrt{2})$	$0,6U_{\text{исп}}^{(3)} - (U_{\text{д.п}}^{(2)} / \sqrt{2})$
"Провод-провод" постоянным током с заземленной средней точкой в цепи ДП	$U_{\text{раб}}^{(1)} - (U_{\text{д.п}}^{(2)} / 2\sqrt{2})$	$0,6U_{\text{исп}}^{(3)} - (U_{\text{д.п}}^{(2)} / 2\sqrt{2})$

Для безопасности обслуживающего персонала и лиц, пользующихся средствами связи, а также для предохранения оборудования, линий связи и обеспечения необходимого качества связи установлены нормы допустимых величин опасных и мешающих напряжений и токов.

Опасные влияния проявляются на гальванически неразделенных участках линий связи в виде продольных ЭДС.

Мешающее (шумовое) напряжение ($U_{шм}$) нормируется на всю магистраль. Для одного усилительного или регенерационного участка магистрали состоящей из N участков, подверженных помехам, норму мешающего напряжения ($U_{шн}$) на один участок можно определить по выражению

$$U_{шн} = \frac{U_{шм}}{\sqrt{N}}. \quad (3.1)$$

В таблице 5 приведены нормы мешающих напряжений для телефонных линий

Таблица 5 – Нормы мешающих напряжений

Тип канала или линии	Допустимое напряжение шума, мВ	Точки, к которым относится норма
Междугородный телефон	2.1	Выход оконечной станции (уровень –7дБ)
Служебная связь	3.5	Выход оконечной станции (уровень –7дБ)
Телефон ГТС	1.0	Зажимы телефонного аппарата
Смешанная линия	1.5	Зажимы телефонного аппарата

Опасные влияния.

Требования и нормы.

— Опасные влияния могут возникать в случаях:

- а) Заземления фазового провода трехфазных ВЛ (Влияющих Линий) с заземленной нейтралью;
- б) Заземления одного или двух фазовых проводов симметричных ВЛ с изолированной нейтралью;

с) Нормального режима работы несимметричных ВЛ и заземления фазового провода.

— Опасное влияние ВЛ и ЛС (Линий Связи) учитывается при условиях:

- а) Заземления фазового провода трехфазных ВЛ с изолированной нейтралью – для воздушных ЛС всех видов;
- б) Заземления двух фазовых проводов при наиболее неблагоприятном случае для ВЛ с изолированной нейтралью – только для воздушных и кабельных цепей полуавтоматической блокировки и блок-механизмами.

При однофазных коротких замыканиях фазового провода на землю трехфазных симметричных ВЛ с заземленной нейтралью, а также несимметричных ВЛ и ЛС применять меры защиты не требуется, если индуцированная продольная ЭДС на длине гальванически неразделенного участка ЛС не будет превышать величин, приведенных в таблице 6.

Таблица 6 – Допустимые значения индуцированной продольной ЭДС

Название цепей связи	Допустимая индуцированная продольная ЭДС. Е в проводах ЛС на длине гальванически неразделенного участка сближения, $\epsilon_{эфф}$
Цепи междугородных кабельных ЛС без дистанционного питания усилителей или с дистанционным питанием усилителей по системе «провод-провод» с незаземленным выходом источника питания.	Не более испытательного напряжения изоляции жил кабеля по отношению к экрану или металлической оболочке строительной длины $E \leq U_{исп}$
Цепи воздушных и кабельных ЛС с дистанционным питанием усилителей по системе «провод-	Не более испытательного напряжения изоляции жил кабеля по отношению к экрану или металлической оболочке

провод» постоянным током и «провод-провод» с заземленным полюсом источника постоянного тока	кабеля строительной длины минус напряжение дистанционного питания, уменьшенное в $\sqrt{2}$ раз: $E \leq U_{исп} - \frac{U_{д.п}}{\sqrt{2}}$
Цепи междугородных кабельных ЛС с дистанционным питанием усилителей по системе «провод-провод» переменным током с заземленной средней точкой источника питания в начале или в конце цепи дистанционного питания	Не более испытательного напряжения изоляции жил кабеля по отношению к экрану (заземленному проводу) или к металлической оболочке кабеля строительной длины минус половина напряжения дистанционного питания: $E \leq U_{исп} - \frac{U_{д.п}}{2}$
Цепи городских кабельных ЛС	Не более испытательного напряжения изоляции жил по отношению к металлической оболочке строительной длины
Цепи воздушных ЛС с деревянными опорами, в том числе с железобетонными приставками	При времени отключения поврежденного участка ВЛ: До 0,15 сек - 2000 До 0,3 сек – 1500 До 0,6 сек – 1000 До 1,2 сек и выше - 750
Цепи воздушных ЛС с железобетонными и металлическими опорами	При времени отключения поврежденного участка ВЛ: До 0,15 сек – 320 До 0,3 сек – 240 До 0,6 сек – 160 До 1,2 сек и выше - 120

Однопроводные цепи полуавтоматической блокировки с блок-механизмами	60
---	----

При нормальном режиме работы несимметричных ВЛ и ЛС применять меры защиты не требуется, если индуктированная продольная ЭДС на длине гальванически неразделенного участка ЛС не будет превышать величин, указанных в таблице 7.

Таблица 7 – Допустимые значения продольной ЭДС

Тип линии связи	Допустимая продольная ЭДС Е на длине гальванически неразделенного участка сближения, $v_{эфф}$, при влиянии ВЛ, работающих в несимметричном режиме	
	Более 2 ч	Менее 2 ч
Воздушная линия с деревянными опорами, в том числе с железобетонными приставками	60	120*
Воздушная линия с железобетонными опорами	36	70
Кабельная линия	36	70

При условии взаимного соглашения между владельцами ЛС и ВЛ о применении специальных мер защиты при работах на кабельных ЛС напряжение на

жилах цепей кабельных ЛС от влияния несимметричных ВЛ может быть допущено не более величин, указанных в таблице 8.

Таблица 8 – Допустимые значения индуцируемой ЭДС

Наименование цепей связи	Допустимая индуцируемая ЭДС E на жилах цепей кабельных ЛС на длине гальванически неразделенного участка сближения при влиянии несимметричных ВЛ, $v_{эфф}$
Цепи кабельных ЛС без дистанционного питания усилителей или с дистанционным питанием усилителей по системе «провод-провод» с незаземленным выходом источника тока	Не более наименьшего допустимого рабочего напряжения между жилами цепей кабелей строительной длины или смонтированного участка: $E \leq U_{раб. мин}$
Цепи кабельных ЛС с дистанционным питанием усилителей по системе «провод-провод» постоянным током и по системе «провод-провод» с заземленным полюсом постоянного тока	Не более наименьшего допустимого рабочего напряжения между жилами цепи минус напряжение дистанционного питания, уменьшенное в $\sqrt{2}$ раз: $E \leq U_{раб. мин} - \frac{U_{д.н}}{\sqrt{2}}$
Цепи кабельных ЛС с дистанционным питанием усилителей по системе «провод-провод» переменным током с заземленной средней точкой источника питания или в конце секции дистанционного питания	Не более наименьшего допустимого рабочего напряжения минус половина напряжения дистанционного питания $E \leq U_{раб. мин} - \frac{U_{д.н}}{2}$

Продольная ЭДС, индуцированная в однопроводных и двухпроводных цепях полуавтоматической блокировки с блок-механизмами, при влиянии ВЛ, постоянно работающей в несимметричном режиме, не должна превышать 30В.

В тех случаях, когда допустимая продольная ЭДС на проводах воздушных ЛС на длине гальванически неразделенного участка превышает установленную норму (таблица 1) и когда в качестве защиты применяют разрядники, напряжение провода по отношению к земле в любой точке ЛС, а также падение напряжения на сопротивлении заземления разрядников не должны превышать величин, указанных в таблице 9.

Таблица 9 – Допустимые значения падений напряжения

Время отключения поврежденного участка ВЛ, сек	Допустимое падение напряжения, $U_{эфф}$	
	На проводах воздушных ЛС с деревянными опорами, в том числе железобетонными приставками	На жилах кабельных ЛС
До 0,15	1300	Не более величин, указанных в таблице 6
До 0,30	1000	
До 0,60	750	
Свыше 0,60	500	

В местностях с удельным сопротивлением грунта более 50 Ом*м в качестве меры защиты обслуживающего персонала телефонно-телеграфных станций должны применяться разделительные трансформаторы на вводах всех цепей воздушных ЛС, подверженных опасному влиянию ВЛ. При этом на вводе этих цепей разрядники типа РБ-280 не устанавливаются и заземления не переоборудуются. Линейные

обмотки разделительных трансформаторов от грозовых перенапряжений защищаются искровыми или вилитовыми разрядниками с напряжением зажигания 3000В.

Разрядный ток через тело человека, коснувшегося провода ЛС, подверженного влиянию ВЛ с изолированной нейтралью при замыкании фазового провода на землю, не должен превышать 10 мА. При этом напряжение не должно быть более $200 V_{эфф}$.

3.3 Методы защиты от внешних влияний

На соединительные и абонентские линии ГТС могут оказывать влияние следующие посторонние источники: высоковольтные линии электропередачи (ЛЭП); электрифицированный железно дорожный транспорт (эл. ж. д.); передающие радиостанции; промышленные установки различного назначения.

По интенсивности и характеру воздействия внешних источников на линии связи влияния разделяют на опасные и мешающие.

Опасными влияниями называют такие влияния, при которых напряжения и токи, возникающие в цепях связи, могут создать опасность для здоровья и жизни абонентов и работников эксплуатации, а также вызвать повреждение аппаратуры, приборов, кабеля связи.

Мешающие влияния проявляются в телефонных цепях и каналах связи в виде шумов, тресков, нарушения или ухудшения качества связи. Первые два источника могут оказывать как опасные, так и мешающие влияния, последние два - только мешающие влияния. Наибольшее воздействие на линии ГТС оказывают высоковольтные линии электропередачи и электрифицированные железные дороги, которые вместе принято называть линиями высокого напряжения (ЛВН). Вокруг провода ЛВН создается интенсивное электромагнитное поле, которое вследствие электромагнитной индукции вызывает в линии связи посторонние напряжения и токи. Обычно при оценке влияния ЛВН на линии связи рассматривают отдельно воздействие электрического и магнитного полей. Электрическое поле вызывает электрическое влияние, а магнитное поле - магнитное влияние.

Электрическому влиянию, обусловленному наличием в ЛВН переменного электрического напряжения, подвержены в основном цепи воздушных линий связи. Подземные и подвесные кабели связи не подвержены электрическому влиянию, так как силовые линии электрического поля экранируются поверхностью земли и металлической оболочкой (экраном) кабеля.

Магнитному влиянию, обусловленному протекающими по проводам ЛВН токами, подвержены как воздушные, так и кабельные линии связи. В нашей стране для передачи электрической энергии в основном применяются трехфазные ЛЭП переменного тока промышленной частоты 50 Гц и напряжением от 3 до 750 кВ. Для передачи энергии на большие расстояния (более 1000 км) используются также ЛЭП постоянного тока с рабочим напряжением 400...1500 кВ. Высоковольтные линии передачи бывают воздушные и кабельные. Кабельные ЛЭП оказывают меньшее влияние, так как сказывается экранирующее действие кабельных оболочек. В зависимости от режима работы ЛЭП делятся на симметричные и несимметричные. Симметричные ЛЭП характеризуются одинаковыми напряжениями и токами в проводах. Такие линии не имеют остаточных напряжений и токов в земле. К симметричным линиям относятся трехфазные ЛЭП с заземленной (нейтральная точка линейных трансформаторов заземлена) и изолированной нейтралью, а также двухпроводные линии.

В несимметричных линиях передачи в качестве одного из рабочих проводов используется земля. К таким линиям относятся:

- ЛЭП напряжением более 35 кВ, работающие в неполнофазном режиме по схеме «два провода - земля»;
- электрифицированные железные дороги (эл. ж. д.), работающие на переменном токе промышленной частоты 50 Гц;
- контактные сети эл. ж. д. и городского электротранспорта (трамвай, метро), питающиеся от постоянного тока.

На контактных сетях городского электротранспорта питающее напряжение достигает 600... 800 В, на эл. ж. д. постоянного тока - 3,3...3,7 кВ, на эл.ж.д. переменного тока - 25 кВ.

При рассмотрении влияния на линии связи различают следующие режимы работы ЛВН:

- нормальный,
- вынужденный,
- аварийный.

Нормальный режим работы характеризуется условиями, при которых ЛВН работает постоянно.

Вынужденный режим - это режим, при котором ЛВН работает ограниченное время (как правило, не более 2 ч) в несимметричном режиме (например, неполнофазный режим трехфазной ЛЭП или одностороннее питание контактной сети эл. ж. д. при временном отключении одной из смежных тяговых подстанций).

Аварийный режим имеет место при обрыве фазового провода трехфазной ЛЭП или контактного провода эл. ж. д. При этом в ЛЭП возникают либо высокое напряжение относительно земли (ЛЭП с изолированной нейтралью), вызывающее большое электрическое влияние, либо токи короткого замыкания (ЛЭП с заземленной нейтралью), вызывающие магнитное влияние. Наибольшее влияние на линии связи оказывают несимметричные ЛВН, так как напряженность электромагнитного поля около несимметричной линии существенно больше, чем у симметричной. В нормальном режиме работы несимметричные ЛВН могут оказывать как мешающие, так и опасные влияния; при этом опасные напряжения незначительны. В случае вынужденного и особенно аварийного режимов работы влияние на линии связи резко возрастает.

Если на линии связи в качестве обратного провода используется земля, то тяговые сети эл. ж. д. и трамвая (у которых прямым проводом является контактный провод, а обратным - рельсы, плохо изолированные от земли) наряду с электрическим и магнитным влияниями создают гальваническое влияние. Гальваническое влияние обусловлено разностью потенциалов между точками земли, в которых размещены рабочие заземления линии связи. На линиях ГТС однопроводные цепи практически не используются, поэтому гальванические влияния можно не учитывать.

3.4 Методы защиты от взаимных влияний

Скрещивание цепей воздушных линий

Переходное затухание между нескрещенными цепями недопустимо велико. Для его уменьшения все двухпроводные цепи скрещивают, т.е. периодически меняют их провода местами.

При скрещивании цепи токи влияния, поступающие в нагрузки, включенные на концах цепей с каждой двух соседних участков, имеют противоположное направление и общее влияние между цепями уменьшается.

Такое положение равносильно изменению знака коэффициентов электромагнитной связи при скрещивании. Если на первом участке считать K_0 величиной положительной, то на втором участке после скрещивания K_0 отрицательна, на третьем - снова положительна и т.д.

При скрещивании обеих цепей в одном месте уменьшение влияния не будет, так как K_0 и K_1 дважды изменяют свой знак. Поэтому при подвеске на линии нескольких цепей каждая из них должна быть скрещена по своей схеме. Однако полная компенсация токов влияния скрещиванием все таки невозможна, так как токи влияния на ближний конец с отдельных участков отличаются по амплитуде и фазе. При нечетном числе участков всегда остается полностью некомпенсированный участок, называемый неуравновешенной длиной линии. Линии связи всегда многопроводны и имеют различную длину. Поэтому скрещивание удобнее устраивать отдельными участками, секциями, на которых заканчивались бы схемы скрещивания всех цепей и отсутствовала неуравновешенная длина линии.

Секции составляют из 2^n -элементов, где n $\frac{3}{4}$ целое положительное число. За длину элемента принимают отрезки линии, равные одному, двум, трем пролетам. Чем больше в секции элементов, тем больше можно получить различных схем скрещивания.

На протяжении секции можно получить $2^N - 1$ различных схем скрещивания.

Практически применяют секции из 8, 16, 32, 64, 128 и реже 256 элементов. Секции из 128 и 256 элементов называют основными, а остальные $\frac{3}{4}$ укороченными.

При проектировании и строительстве воздушных линий в первую очередь размещают основные секции, так как они позволяют получить лучшую взаимную защищенность для большого количества цепей. Укороченные секции применяют, если на линиях не укладывается целое число основных секций.

При составлении схемы скрещивания пользуются условными обозначениями, называемыми индексами.

Индексы скрещивания	Число скрещиваний	
		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
1	15	× × × × × × × × × × × × × × ×
2	7	× × × × × × ×
4	3	× × ×
8	1	×
1 - 2	8	× × × × × × × ×
1 - 4	12	× × × × × × × × × × × ×
1 - 8	14	× × × × × × × × × × × × ×
2 - 4	12	× × × × × × × × × × × ×
2 - 8	14	× × × × × × × × × × × ×
4 - 8	6	× × × × × ×
1 - 2 - 4	11	× × × × × × × × × × ×
1 - 2 - 8	9	× × × × × × × × ×
1 - 4 - 8	13	× × × × × × × × × × × × ×
1 - 2 - 4 - 8	10	× × × × × × × × × × ×

Рисунок 27 – Скрещивание цепей через равные промежутки

Скрещивание цепей через равные промежутки (рисунок 27) обозначают одноцифровыми индексами.

Через один элемент $\frac{3}{4}$ 1, через два элемента $\frac{3}{4}$ 2, через четыре $\frac{3}{4}$ 4 и т.д. Эти индексы и схемы скрещивания называют основными. Схемы, обозначаемые двумя индексами, получаются наложением основных схем. Например, если цепь, скрещенную по индексу 1, вторично скрестить по индексу 2, то через каждые два элемента скрещивания совпадут. Два скрещивания в одной точке взаимно компенсируются, и в результате цепь будет скрещена по индексам 1-2.

Цепь, скрещенную по индексам 1-2, можно дополнительно скрестить по индексу 8, и тогда схема скрещивания будет определяться индексами 1-2-8 и т.д.

Увеличение переходного затухания на ближний конец между скрещенными цепями зависит от схемы взаимной защищенности, которая определяется скрещиваниями цепей, не совпадающими при наложении схем друг на друга.

Например, если одна цепь скрещена по индексам 1-4, а вторая по 1-8 (рисунок 27), то, наложив одну схему на другую, можно видеть, что схема взаимной защищенности имеет индексы 4-8.

Следовательно, для того, чтобы установить схему взаимной защищенности между любыми цепями, достаточно исключить одинаковые индексы из схемы скрещивания обеих цепей. Оставшиеся индексы и будут определять схему взаимной защищенности.

Симметрирования кабелей связи.

Кабельные цепи в строительных длинах одного и того же типа кабеля всегда имеют различные электрические характеристики (в пределах допустимых ТУ), и от того, как они будут соединены, зависит их защищенность от взаимных влияний и влияний внешних источников. Поэтому при выполнении монтажных работ с симметричными кабелями проводят симметрирование.

Симметрированием называют комплекс мероприятий, направленных на уменьшение влияний.

Взаимные влияния возникают в результате наличия между цепями электромагнитных связей. При этом в НЧ (до 4 кГц) кабелях преобладают электрические связи, а в ВЧ $\frac{3}{4}$ электромагнитные комплексные связи. Исходя из этого в НЧ кабелях достаточно проводить симметрирование емкостных связей; в ВЧ кабелях необходимо симметрировать все составляющие (активные и реактивные) электрических и магнитных связей.

Для симметрирования НЧ кабелей применяют метод скрещивания жил и конденсаторный метод.

Симметрирование ВЧ кабелей производят методами скрещивания жил и концентрированного симметрирования контурами противосвязи.

Скрутка кабельных цепей. Для уменьшения взаимных и внешних влияний изолированные жилы симметричных кабелей скручиваются в группы звездной(четверочной) или парной скруткой.

При звездной скрутке четыре изолированные жилы располагаются по углам квадрата, чем достигается симметричное расположение жил одной цепи относительно жил другой,и, таким образом, снижается влияние вследствие поперечной асимметрии. Однако строго симметричного расположения жил получить невозможно из-за конструктивных неоднородностей. Влияние между цепями различных четверок уменьшается скруткой.

Скрутка жил не только снижает влияние вследствие поперечной симметрии, но и уменьшает продольную асимметрию, так как выравниваются расстояния жил относительно оболочки.

Действие скрутки аналогично скрещиванию проводов на воздушной линии связи. Скрутка представляет собой равномерное, непрерывное вращение жил относительно оси с неизменным шагом по всей длине кабеля.

Шагом скрутки называют длину участка, на котором жилы группы совершают полный оборот вокруг оси скручивания.

С учетом требований к гибкости и устойчивости конструкций кабеля длину шагов скрутки в группы принимают равной 100-300 мм, а повивов $\frac{3}{4}$ 400-600 мм (кабели дальней связи).

Шаги скрутки различных групп должны быть согласованы. Подбор и согласование шагов производится по участкам, называемым секциями симметрии или секциями защиты.

Длина секции не должна быть больше одной восьмой длины волны высшей передаваемой частоты.

Согласование шагов каждой группы со всеми остальными находится в зависимости от спектра передаваемых частот. Если кабель НЧ, то при четном количестве групп в повиве достаточно взять два согласованных шага I, II и чередовать так.

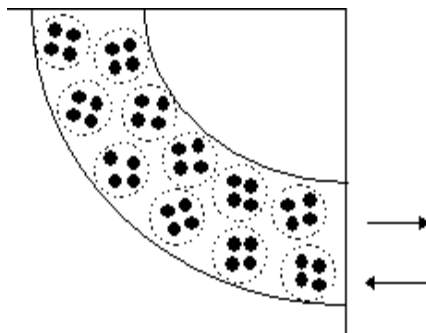


Рис. 2

Рисунок 28 - Кабель

При нечетном количестве групп в повиве потребуется 3 различных шага для того, чтобы избежать появления соседних групп, скрещенных с одинаковым шагом.

В ВЧ кабелях шаги скрутки всех групп должны быть неодинаковы и согласованы между собой.

Это объясняется тем, что в НЧ кабелях влияние между цепями обусловлено только одной емкостной связью, для которой промежуточные группы действуют как экран. В ВЧ кабелях необходимо считаться со всеми видами связи.

Для уменьшения влияния между группами, находящимися в соседних повивах, последние скручиваются в разные стороны, и шаги скрутки согласовываются с шагами скрутки групп.

При пучковой скрутке (городские кабели) повивы в пучках скручиваются в одну сторону, что позволяет уменьшить сечение сердечника кабеля. Для обеспечения механической устойчивости при такой скрутке направление скрутки всего сердечника противоположно направлению скрутки его пучков.

Изобразим кабель, содержащий одну четверку, помещенную в оболочку (рисунок 28).

Переход энергии на кабельные цепи происходит через землю и защитные металлические оболочки кабеля.

Симметрирование при помощи контуров противосвязи.

Сущность этого способа: токи влияния, вызванные электромагнитными связями между цепями компенсируются токами влияния противоположной фазы, создаваемыми с помощью контуров, включаемых между цепями.

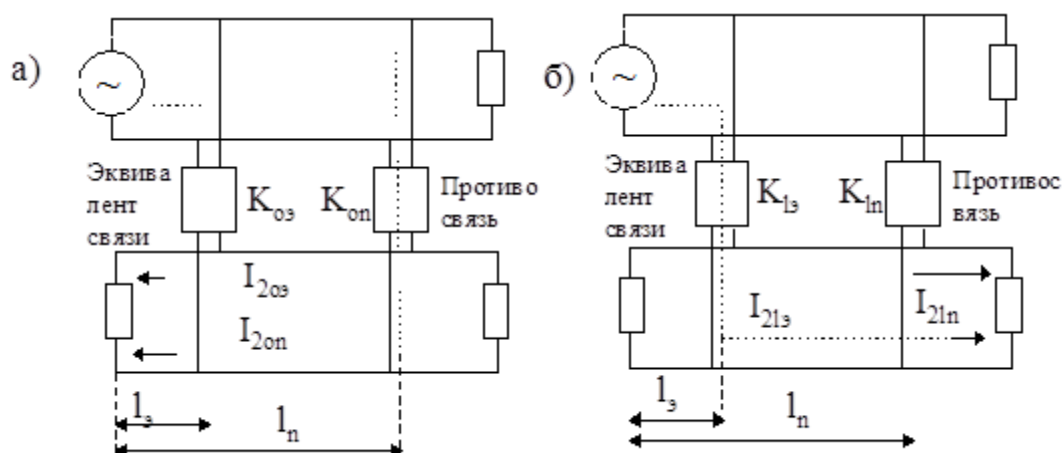


Рисунок 29 – Реальные цепи

На рисунке 29 приведены две реальные цепи, распределенные по длине связи, для ближнего и дальнего концов показаны в виде сосредоточенных эквивалентных связей K_{03} и K_{13} .

Компенсация токов влияния, вызываемых этими эквивалентными связями осуществляется при помощи противосвязей K_{0n} и K_{1n} .

На основании рисунка 29 ток влияния на ближнем конце

$$I_{203} = \frac{1}{2} U_{10} K_{03} e^{-(k_1 - k_2) l_3}, \quad (1.2)$$

а ток противосвязи

$$I_{20n} = \frac{1}{2} U_{10} K_{0n} e^{-(k_1 - k_2) l_n}. \quad (1.3)$$

Следовательно, при условии полной компенсации $I_{203} = -I_{20n}$ значение противосвязи для ближнего конца

$$K_{0n} = -K_{03} e^{-(k_1 + k_2)(l_3 - l_n)} \quad (1.4)$$

Аналогично для дальнего конца

$$K_{1n} = -K_{13} e^{-(k_1 + k_2)(l_3 - l_n)} \quad (1.5)$$

3.5 Защита кабелей связи от коррозии

Виды и причины коррозии.

Коррозия — процесс разрушения металлических оболочек кабелей (свинцовых, стальных, алюминиевых), а также защитных и экранирующих покровов (стальной брони, медных алюминиевых экранов) вследствие химического электрического воздействий окружающей среды. Различают следующие виды коррозии: почвенную (электрохимическую); межкристаллитную (механическую) и электрокоррозию (коррозию блуждающим токами). течение года 12 кг стали, 36 кг свинца, 100 кг алюминия.

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

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 величины тока, протекающего между анодом и катодом, и природы процессов. Ее можно определить по формуле

$$V = \frac{K}{S_a} \cdot \frac{U_K - U_a}{R} \quad (1.6)$$

где U_K и U_a — катодный и анодный потенциалы; S_a —площадь анодного участка; R —внутреннее сопротивление цепи; K — коэффициент, определяемый числом Фарадея. Почвенная электрохимическая коррозия.

Почвенной коррозией называется разрушение металлической оболочки кабеля, вызванное электрохимическим процессом взаимодействия металла с окружающей его почвой. Основными причинами, вызывающими почвенную коррозию, являются: содержание в почве влаги органических веществ, 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.

Электрическая коррозия.

Электрокоррозия — это процесс разрушения металлической оболочки кабеля за счет блуждающих токов земле. Источниками блуждающих токов могут быть рельсовые пути трамвая, электрифицированных железных дорог, метрополитена, установок дистанционного питания, использующих в качестве обратного провода землю.

На электрифицированных железных дорогах и трамвайных сетях питающий ток, возвращаясь по рельсам к питающей подстанции, частично ответвляется в землю. Проходя по земле и встречая на своем пути металлическую оболочку кабеля, ток распространяется по этой оболочке а затем сходит с оболочки в землю и рельсу, чтобы возвратиться к другому полюсу генератора. Те участки кабеля, на которых блуждающие токи входят из земли в кабель, образуют катодную зону; участки кабеля, на которых блуждающие токи выходят из кабеля в землю, образуют анодную зону, в которой происходит разрушение оболочки кабеля.

Меры защиты от коррозии

Защитные меры по коррозии оболочек кабелей связи производятся как на установках электрифицированного транспорта, так и на сооружениях связи.

На электрифицированном транспорте осуществляются следующие меры защиты:

- уменьшают сопротивление рельсов путем качественной сварки стыков;
- улучшают изоляцию рельсов от земли (полотно из гравия, щебня, песка);

- переполюсовывают источники питания так, чтобы заземлялся минусовый электрод.

На сооружениях связи такими мерами защиты являются:

- выбор трассы с менее агрессивным грунтом (песок, глина, суглинок, нежирный чернозем);
- применение кабелей с герметичными полиэтиленовыми шлангами поверх металлических оболочек (обязательно для алюминия и стали);
- электрический дренаж (от электрической коррозии);
- катодные установки (от электрической и почвенной коррозии);
- изолирующие муфты (от электрической коррозии);
- протекторные установки (от почвенной коррозии);
- антивибраторы амортизирующие, рессорные, подвески (от межкристаллитной коррозии).

Электрический дренаж, катодные и протекторные установки относятся к активным электрическим методам защиты, остальные — к пассивным.

Электрический дренаж — это отвод блуждающих токов с защищаемого кабеля посредством проводника. Дренаж подключается к кабелю в середине анодной зоны, т. е. там, где кабель имеет наибольший положительный потенциал по отношению к земле. Блуждающие токи по дренажному кабелю отводятся из оболочки защищаемого кабеля к рельсам или минусовой шине, питающей подстанции. В результате анодная зона на кабеле превращается в катодную.

При необходимости устанавливают несколько дренажей с тем, чтобы на всем сближении кабелей связи с эл. ж. д. оболочка имела отрицательный потенциал. Такие дренажи называются прямыми электрическими дренажами. Прямой электрический дренаж имеет двустороннюю проводимость, поэтому он используется только в устойчивых анодных зонах, например при защите междугородного кабеля от блуждающих токов дистанционного питания.

Принцип действия катодной защиты состоит, в том, что к оболочке кабеля, имеющей положительный потенциал по отношению к земле (анодная зона), присоединяют отрицательный полюс от постороннего источника Постоянного тока,

тем самым придавая оболочке отрицательный потенциал. Таким образом, напряжение источника тока переводит анодную 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.

Эффективным мероприятием по защите от коррозии кабельных оболочек является применение автоматических катодных станций, обеспечивающих автоматическое поддержание защитного потенциала в заданном диапазоне.

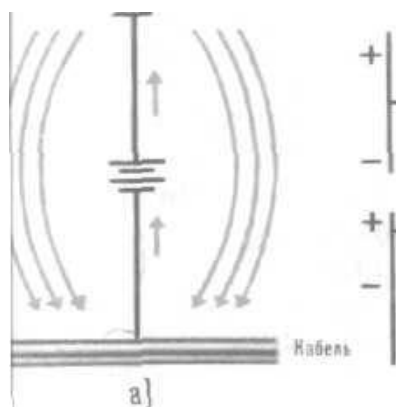


Рисунок 30 – Катодная установка

а) принцип действия; б) потенциал на кабеле

Эффективным мероприятием по защите от коррозии кабельных оболочек является применение автоматических катодных станций, обеспечивающих автоматическое поддержание защитного потенциала в заданном диапазоне.

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. 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 цилиндр длиной 600—900 мм, диаметром 150—240 мм с контактным стальным стержнем 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 заземляемой оболочки. Такой электрод является анодом, и ток с него будет стекать в землю. Оболочка кабеля при этом становится катодом, и следовательно, защищена от коррозии.

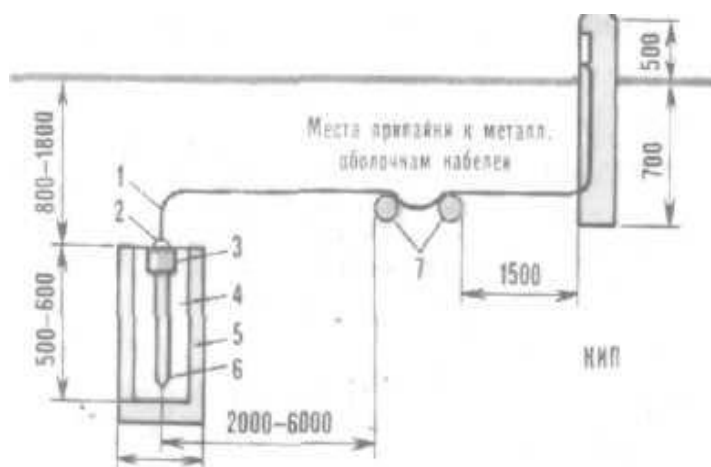


Рисунок 31 – Устройство электродной защиты

1 — соединительный проводник; 2 — гидроизоляция; 3 — свинец; 4 — заполнитель;
5 — электрод; 6 — контактный стержень; 7 — кабель связи

Устройства пассивной защиты.

Изолирующие муфты устанавливаемые на кабеле, разрывают металлическую оболочку и тем самым уменьшают величину блуждающего тока.

Рессорную подвеску кабеля применяют для уменьшения вредного действия вибрации при прокладке кабеля по мостам, вблизи автомобильных и железных дорог.

Кроме того, при подвеске кабелей по опорам используют резиновые или пластмассовые гасители в местах крепления кабеля.

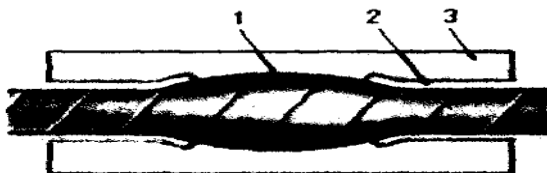


Рисунок 32 – Изолирующая муфта

1 – сердечник; 2 – оболочка; 3 – изолирующая муфта

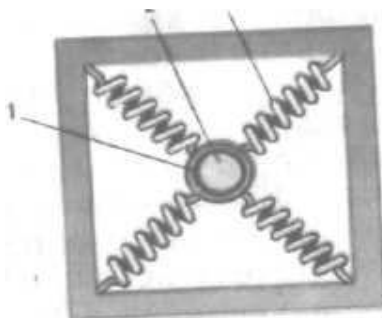


Рисунок 33 – Рессорная подвеска кабеля

1 – трубка; 2 – кабель; 3 - реле

Методы защиты от коррозии.

Для защиты от почвенной коррозии применяют изолирующие покрытия шлангового типа из полиэтилена или других пластиков, например, броню кабеля покрывают джутовым чулком, пропитанным битумным компаундом. Кроме того, можно использовать анодные электроды (протекторы). К защищаемой свинцовой оболочке кабеля присоединяют изолированным проводом электрод (протектор), обладающий в данной коррозионной среде более отрицательным потенциалом, чем потенциал защищаемой оболочки кабеля. Протектор, изготавливаемый из магниевых сплавов в заводских условиях, состоит из цельнолитого корпуса длиной 50-60 см с залитым в него стальным контактным стержнем и соединительного провода, припаянного к выступающему стальному стержню.

Для снижения переходного сопротивления, обеспечивающего стабильную работу электрода между ним и землёй, создают искусственную среду заполнителем, который состоит из механической смеси глины, гипса и сернокислого магния. Сущность протекторной защиты заключается в том, что разрушаться будет не оболочка, а присоединенный к ней электрод (рисунок 34).

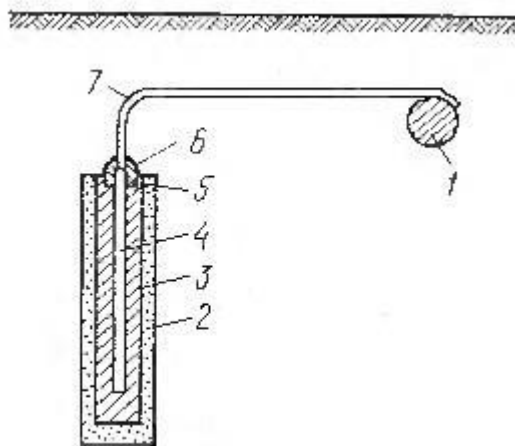


Рисунок 34 – Устройство и включение анодного электрода

1 – кабель; 2 – заполнитель; 3 – электрод; 4 – стальной стержень; 5 – свинец; 6 – битумная масса; 7 – соединительный провод

Защиты от коррозии бывают:

— Дренажная защита.

Дренажную защиту кабелей связи устраивают для отводов блуждающих токов с оболочки кабеля к источнику их возникновения. Существует несколько разновидностей электрических дренажей: прямой, поляризованный и усиленный.

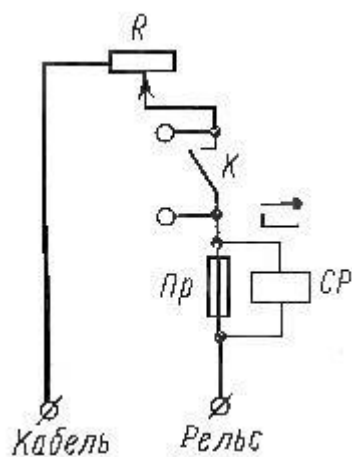


Рисунок 35 – Схема прямого электрического дренажа

Прямой дренаж обладает двухсторонней проводимостью и устанавливается только на тех участках проложенного кабеля, где создаётся устойчивая анодная зона, т.е. там, где потенциал оболочки кабеля всегда положителен по отношению точки подключения дренажного кабеля к рельсу. Схема прямого электрического дренажа (рисунок 35), состоит из однополюсного рубильника К на 50-100 А, плавкого предохранителя Пр на допустимую силу тока в цепи дренажа, реостата R и сигнального реле СР. Параллельно рубильнику подключены зажимы, между которыми включается амперметр для измерения тока в цепи дренажа (рубильник при этом должен быть разомкнут). На приведенной схеме видно, что отводимый ток от кабеля проходит через реостат, регулирующий силу тока, плавкий предохранитель и рельс. При перегорании предохранителя включается сигнальное реле, присоединенное параллельно к предохранителю, и срабатывает сигнальное устройство.

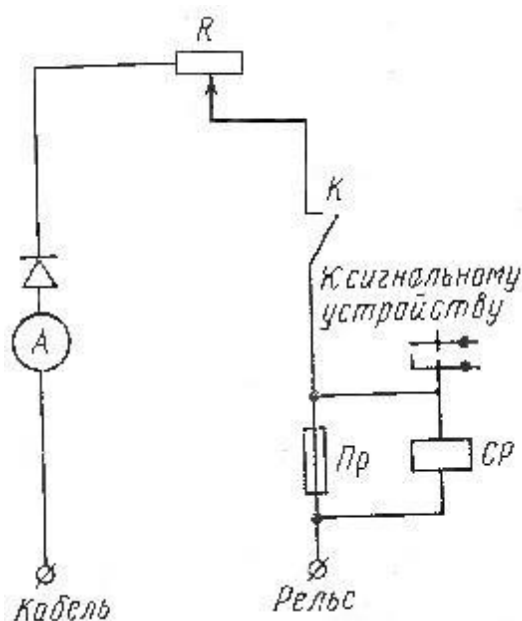


Рисунок 36 – Схема поляризованного электрического дренажа

Монтаж дренажных установок

На ГТС электрические дренажи размещают в специальных шкафах, устанавливаемых на кирпичном фундаменте. Дренажный кабель прокладывают в трубах телефонной канализации (рисунок 37). Для защиты места соединения

дренажного кабеля с проводом, идущим от рельсового пути, сооружают коробку малого типа или монтируют чугунную муфту.

Дренажный кабель в колодце присоединяют к свинцовой оболочке кабеля с помощью свинцовой полосы. Место спайки помещают в изолирующую муфту.

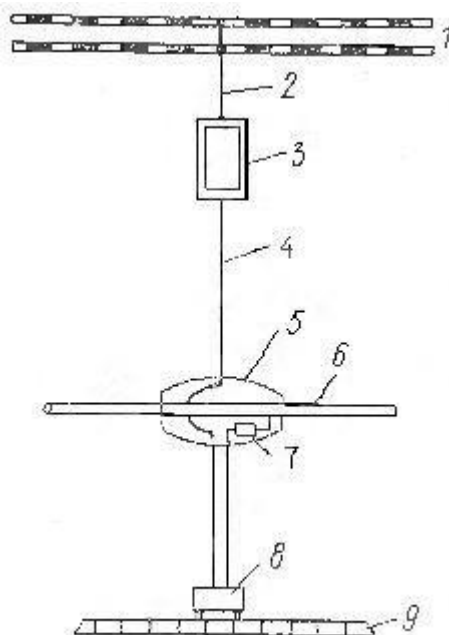


Рисунок 37 – Схема прокладки дренажного кабеля

1 – рельсы; 2 – соединительный провод; 3 – коробка закрытого типа; 4 – дренажный кабель; 5 – колодец; 6 – телефонный кабель; 7 – изолирующая муфта; 8 – дренаж; 9 – стена здания

Перед присоединением дренажного кабеля к свинцовой оболочке ронированного кабеля производят разделку. На джутовую оболочку накладывают два проволочных бандаж из четырёх – пяти витков на расстоянии 150-200 мм друг от друга. Джут надрезают и удаляют. Затем накладывают бандаж на ленточную броню из двух медных проволок, концы которых оставляют свободными на длину 100-150 мм.

Броню между бандажами надрезают и удаляют, свинцовую оболочку зачищают и к ней припаивают свинцовую полосу, а к свинцовой полосе припаивают концы бандаж и жилы перемычки. Место соединения брони, свинцовой оболочки зачищаемого кабеля и жил перемычки изолируют пекопесчаной массой.

— Катодная защита.

Для создания отрицательного потенциала на оболочки кабеля, имеющего анодную зону, используют катодные установки, состоящие из катодной станции (источника постоянного тока), анодного заземления и дренажных кабелей. В качестве источников постоянного тока служат выпрямительные устройства различных типов (германиевые, селеновые и др.). Катодные установки размещают в металлических шкафах.

Такой способ защиты заключается в создании отрицательного потенциала на оболочке защищаемого кабеля за счёт токов катодной установки, входящих в кабель из земли по цепи: положительный полюс катодной станции, анодное заземление, земля, защищаемая оболочка кабеля, отрицательный полюс катодной станции.

Применяют следующие катодные установки: КС-400 мощностью 400 Вт, КСГ-500-1 с германиевым диодом мощностью 500 Вт и КСК-500-1 с кремниевым диодом мощностью 500 Вт.

Анодные заземлители для катодных установок выполняют из стальных труб, забиваемых в шурфы на глубине 0,8 м и соединяемых между собой стальной полосой в заземляющий контур. Дренажный кабель от отрицательного зажима выпрямителя катодной установки до защищаемой оболочки кабеля на ГТС прокладывается в канализации, а к положительному зажиму прокладывается бронированным кабелем.

— Изолирующие муфты.

Разрыв электрической непрерывности и в результате увеличение продольного сопротивления металлической оболочки кабеля уменьшает величину выходящего из кабеля в землю блуждающего тока, т. е. уменьшается коррозия оболочки. Достигается это устройством на защищаемом кабеле изолирующих муфт, которые устанавливают на пересечении кабеля с рельсами трамвая и электрифицированных железных дорог, при выходе кабеля из канализации на воздушные линии связи и стены зданий, при катодной защите и т. д.

На кабелях ТГ и ТЗ применяют изолирующую муфту МИСт, на МКС муфту МИСс, на коаксиальных КМ муфту МИСк. На городских телефонных кабелях типа

ТГ, находящихся в эксплуатации, устанавливают муфту МИТ. Указанные муфты изготавливают в заводских условиях.

Для выравнивания потенциалов на оболочках кабелей, проходящих через один колодец или в шахте, производят перепайку оболочек свинцовой лентой шириной 20-40 мм через два-три колодца на участках, где нет ответвлений, а также в шкафных и разветвительных колодцах.

Для систематического наблюдения за коррозионным состоянием кабелей, оборудуют контрольно-измерительные пункты (КИП).

— Техника безопасности.

Подключать кабели связи к защитным устройствам, а также защитные устройства к источникам блуждающих токов следует только в диэлектрических перчатках.

До начала ремонтных работ необходимо отключить дренажные установки от контактной сети и заземления дренажного кабеля. На катодных установках разрешается работать без снятия напряжения, но обязательно в диэлектрических перчатках. Наружный ящик катодной установки должен быть заземлен.

Меры защиты от коррозии:

Защитные меры от коррозии оболочек кабелей связи принимаются как на устройствах электрифицированного транспорта, так и на сооружениях связи. На электрифицированных участках железных дорог осуществляют следующие меры защиты:

- уменьшают сопротивление рельсов путем качественной сварки стыков;
- улучшают изоляцию рельсов от земли (полотно из гравия, щебня, песка);
- переполусовывают источники питания так, чтобы заземлялся минусовой электрод.

На сооружениях связи такими мерами защиты являются:

- выбор трассы с менее агрессивным грунтом (песок, глина, суглинок, нежирный чернозем);
- применение кабелей с герметичными полиэтиленовыми шлангами поверх металлических оболочек (обязательно для алюминия и стали);

- электрический дренаж (от электрической коррозии);
- катодные установки (от электрической и почвенной коррозии);
- изолирующие муфты (от электрической коррозии);
- протекторные установки (от почвенной коррозии);
- антивибраторы амортизирующие, рессорные подвески (от межкристаллитной коррозии).

Электрический дренаж, катодные и протекторные установки относятся к активным электрическим методам защиты, остальные - к пассивным.

Электрический дренаж - это отвод блуждающих токов с защищаемого кабеля посредством проводника. Дренаж подключается к кабелю в середине анодной зоны, т. е. там, где кабель имеет наибольший положительный потенциал по отношению к земле. Блуждающие токи по дренажному кабелю отводятся из оболочки защищаемого кабеля к рельсам или минусовой шине, питающей подстанции. В результате анодная зона на кабеле превращается в катодную.

При необходимости устанавливают несколько дренажей с тем, чтобы на всем сближении кабелей связи с электрической железной дорогой оболочка имела отрицательный потенциал. Такие дренажи называются прямыми электрическими дренажами. Прямой электрический дренаж эффективен только в устойчивых анодных зонах, например при защите кабеля от блуждающих токов дистанционного питания.

При необходимости устанавливают несколько дренажей с тем, чтобы на всем сближении кабелей связи с электрической железной дорогой оболочка имела отрицательный потенциал. Такие дренажи называются прямыми электрическими дренажами. Прямой электрический дренаж эффективен только в устойчивых анодных зонах, например при защите кабеля от блуждающих токов дистанционного питания.

В знакопеременных зонах применяют дренажи односторонней проводимости, так называемые поляризованные дренажи. В дренажную цепь включается вентиль, диод или поляризованное реле, обладающее односторонней проводимостью. В результате ток течет только от оболочки кабеля к питающей подстанции электрифицированной

Принцип действия катодной защиты состоит в том, что к оболочке кабеля, имеющей положительный потенциал по отношению к земле (анодная зона), присоединяют отрицательный полюс от источника постоянного 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.

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. Этот ток направлен от более высокого потенциала к более низкому. В результате его действия разрушению подвергается металл с более низким потенциалом.

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 заземляемой оболочки. Такой электрод является анодом, и ток с него будет стекать в землю. Оболочка кабеля при этом становится катодом и, следовательно, защищена от коррозии.

Протекторные электроды применяются главным образом для защиты от почвенной коррозии и устанавливаются по два-три на усилительный участок, расстояние между ними и кабелем должно быть при этом не менее 2...6 м, глубина заделки 0,6...1,8 м. Протектор включается через контрольно-испытательные пункты (КИП).

При сравнении оболочек следует иметь в виду, что сталь чувствительна к воздействию кислот и ведет себя стойко в щелочных средах. Свинец и алюминий подвержены коррозии в обоих случаях.

3.6 Устройства заземления на узлах и линиях связи. Принципы расчета количества заземлителей

Заземлителем - называется металлический электрод любой формы (труба, стержень, полоса, проволока, лист и т. п.), находящийся в непосредственном соприкосновении с грунтом и создающий с ним электрическое соединение определенного сопротивления.

Заземляющим устройством (контуром заземления) - называется совокупность одиночных заземлителей и проводников, соединяющих эти заземлители параллельно.

Заземлением - называется устройство, состоящее из заземляющего устройства или заземлителя и проводников, соединяющих его с электрическими установками.

Удельным сопротивлением грунта - называется электрическое сопротивление, оказываемое грунтом объемом в 1 м^3 , при прохождении тока от одной грани куба грунта к противоположной грани. Обозначается удельное сопротивление грунта через ρ и выражается в $\text{ом} \cdot \text{м}$.

Рабочим заземлением - называется устройство, предназначенное для подключения к земле аппаратуры проводной связи и радиотрансляционных узлов с целью использования земли в качестве одного из проводов электрической цепи.

Защитным заземлением - называется устройство, предназначенное для снижения опасных напряжений до допустимых значений на защищаемом объекте (линия, аппаратура и т. п.). Защитное заземляющее устройство присоединяется к нетоковедущим металлическим частям электротехнического оборудования (стойки, каркасы машин и аппаратуры), к молниеотводным спускам, к разрядникам и т. д.

Линейно-защитным - заземлением называется устройство, предназначенное для соединения с землей металлических покровов (оболочек, брони, экранов) кабе-

лей с целью уменьшения влияния внешних магнитных полей на жилы кабелей связи и защиты кабелей от ударов молнии.

Измерительным заземлением - называется вспомогательное заземляющее устройство, предназначенное для контрольных измерений сопротивлений рабочих и защитных заземлений в установках связи и радиотрансляционных узлах.

Если в силовых электротехнических установках на каждом передающем и приемном концах линии передачи энергии устраивают по одному заземляющему устройству, то на узлах связи и усилительных пунктах оборудуют по несколько обособленных заземляющих устройств в зависимости от их назначения и функции. Так, на каждой телефонной и телеграфной станции, а также на оконечных и промежуточных обслуживаемых усилительных станциях междугородной связи с собственными источниками питания оборудуют по три стационарных обособленных заземляющих устройства: рабочее заземление и два подсобных измерительных заземления[13, 28].

К рабочему заземлению на указанных станциях присоединяются: отрицательный полюс питающего источника электрической энергии, разрядники, металлические части оборудования станции и металлические покровы (оболочки и броня) кабелей.

К измерительным заземляющим устройствам присоединяются с помощью изолированных проводников клеммы заземляющего щитка, которыми пользуются при контрольных измерениях сопротивления рабочего заземления.

Устройство заземлений на необслуживаемых промежуточных усилительных пунктах (НУП).

На НУП с дистанционным питанием по системе «провод-земля» в зависимости от удельного сопротивления грунтов, от типа применяемых кабелей оборудуются стационарно либо два обособленных заземления (рабочее и защитное), либо три (рабочее, линейно-защитное и анодно-защитное).

Применение кабелей без изолирующих покрытий.

Если в НУП с дистанционным питанием по системе «провод—земля» будут заведены кабели без изолирующих покрытий (типа МКСБ, КМБ), то при удельном

сопротивлении земли менее $300 \text{ ом}^*\text{м}$, когда необходимо осуществлять защиту металлической цистерны НУП от почвенной коррозии, около НУП следует оборудовать два обособленных заземляющих устройства (рабочее и линейно-защитное). Кроме того, требуется установить несколько магниевых электродов (единичных заземлителей) для присоединения их изолированными проводами к металлической цистерне НУП. Анодные электроды выполняют роль защитного устройства против коррозии металла цистерны. Через рабочее заземляющее устройство НУП, находящееся под положительным потенциалом, стекают токи питания усилителей в грунт.

К линейно-защитному заземлению присоединяют изолированным проводником через клеммы КИП-1 оболочку и броню кабелей.

Если в местах расположения НУП $\rho > 300 \text{ ом}^*\text{м}$, то необходимость в специальной защите цистерны НУП от коррозии вследствие весьма незначительных размеров последней отпадает, анодные электроды в этом случае не устанавливают, не монтируются также и газонепроницаемые изолирующие муфты.

При прокладке кабелей без изолирующих покрытий около НУП оборудуют два обособленных заземляющих устройства — рабочее и линейно-защитное.

На узлах связи, усилительных пунктах (ОУП) и радиотрансляционных узлах заземляющие устройства оборудуют преимущественно при помощи вертикальных заземлителей различной длины. Одиночные заземлители могут иметь длину 2—3 м (нормальные), 3,5 м (углубленные) и 10—30 м (глубинные).

При применении стальных полос для соединения вертикальных заземлителей между собой полосы приваривают к заземлениям с помощью накладок. Вывод от заземления в здание станции делают жгутом из стальных проволок или стальным канатом, изолированным от земли асфальтовым или каким-либо другим изолирующим и водостойким лаком. В качестве подводящего провода может быть использована также шина, к которой приваривают все заземлители.

Присоединение к соединительной полосе подводящего канатика или жгута из проволок осуществляется следующим образом: на жгут или канатик надевают стальной наконечник, который сжимают двумя хомутами и место соединения

канатика или жгута с наконечником пропаивают. После этого наконечник прикрепляют к соединительной полосе хомутом и приваривают к ней. Подводящий жгут из стальных проводов с соединительной полосой может быть соединен сваркой.

Канатик или жгут из стальных проволок при прокладке вверх по стене здания должен быть защищен от механических повреждений на высоте до 2,5 м над поверхностью земли при помощи уголковой стали. При этом уголковая сталь должна быть заглублена не менее чем на 0,5 м.

Подводящие проводники вводят в здание через отдельное для каждого проводника отверстие в стене здания; они не должны касаться металлических частей зданий. При прокладке через стены зданий заземляющих проводников последние должны быть защищены шлангом из изолирующего материала (резиновая или эбонитовая трубка и г. п.).

Устройство заземлений на оконечных и промежуточных станциях.

На узлах связи, усилительных пунктах (ОУП) и радиотрансляционных узлах заземляющие устройства оборудуют преимущественно при помощи вертикальных заземлителей различной длины. В соответствии с проектом на заземляющий контур одиночные заземлители могут иметь длину 2—3 м (нормальные), 3,5 м (углубленные) и 10—30 м (глубинные).

Перед вбиванием электродов в грунт к каждому из них приваривают стальную проволоку диаметром 4-5 мм, если приварить ее невозможно, то допускается припайка

Чтобы не повредить края трубы при забивке ее в грунт, в верхний конец ее вставляют стальной вкладыш с головкой, опирающейся своими заплечиками на срез трубы. Нижний конец трубы, забиваемый в грунт, предварительно сплющивают. Многоэлектродный заземляющий контур выполняется в следующем порядке:

1. На выбранной проектом площадке с помощью траншеекопателя вырывают канавы глубиной 0,8—1,0 м и шириной до 40—50 см определенной длины и конфигурации.

2. Одиночные заземлители в намеченном месте канавы забивают так, чтобы их верхние концы возвышались над уровнем дна канавы на 10—15 см. Электроды заземляющего контура объединяют между собой при помощи соединительной полосы или проволоки, привариваемой или припаиваемой к верхней части каждого электрода.
3. При применении проволоки для соединения электродов между собой, проводники от заземлителей свивают с шагом скрутки 0,1—0,25 м: и укладывают в канаве, как это показано на рис.3.27.

При применении стальных полос для соединения вертикальных заземлителей, между собой полосы приваривают к заземлениям с помощью накладок

Вывод от заземления в здание станции делают жгутом из стальных проволок или стальным канатом, изолированным от земли асфальтовым или каким-либо другим изолирующим и водостойким лаком.

Присоединение к соединительной полосе подводящего канатика или жгута из проволок осуществляется следующим образом: на жгут или канатик надевают стальной наконечник, который сжимают двумя хомутами и место соединения канатика или жгута с наконечником пропаивают. После этого наконечник прикрепляют к соединительной полосе хомутом и приваривают к ней; место пайки наконечника, а также подводящего канатика или жгута дважды покрывают асфальтовым лаком на всем протяжении прокладки в земле.

Канатик или жгут из стальных проволок при прокладке вверх по стене здания должен быть защищен от механических повреждений на высоте до 2,5 м над поверхностью земли при помощи уголковой стали. При этом уголковая сталь должна быть заглублена не менее чем на 0,5 м.

Подводящие проводники вводят в здание через отдельное для каждого проводника отверстие в стене здания; они не должны касаться металлических частей зданий. Подводящие проводники, проложенные внутри здания, должны быть изолированы; их крепят к стене через каждые 30 см.

Для обеспечения должного экранирующего эффекта металлических покровов кабелей при влиянии внешних электромагнитных полей, а также для защиты

кабелей от ударов молнии необходимо, чтобы оболочка и броня кабелей были надежно заземлены не только по концам усилительного участка, но также и вдоль линии между усилительными пунктами.

Заземление металлических оболочек и брони кабеля вдоль линии между усилительными пунктами обеспечивается:

- на кабелях без изолирующих покрытий непосредственным контактом брони и оболочки с землей через джутовый покров;
- на кабелях с изолирующим покровом поверх алюминиевой (свинцовой) оболочки и броней в джутовом покрове с помощью перемычек между оболочкой и броней через КИП-2, оболочка и броня заземляются через джутовую оплетку;
- на кабелях с изолирующими полиэтиленовыми покрытиями поверх брони и оболочки путем заземления оболочек и брони через КИП-2 на специальные линейно-защитные заземляющие контуры, оборудуемые в соответствии с проектом.

Схемы соединения специально оборудованных заземлений через КИП-2 с металлическими покровами кабелей с изолирующими материалами поверх брони и с металлической оболочкой кабеля без брони.

В нормальных условиях эксплуатации перемычки в щитке КИП-2 должны быть установлены так, чтобы оболочка и броня обоих кабелей были соединены с заземляющим устройством.

Количество мест заземлений вдоль кабеля на длине усилительного участка при сближении кабеля с линиями сильного тока определяют расчетом, исходя из обеспечения надлежащего экранирующего действия.

При прокладке кабеля в местах с повышенной грозодеятельностью, когда расчетное количество повреждений кабеля от ударов молнии превышает допустимое, количество заземлений должно быть по возможности больше. В настоящее время предложено устанавливать заземления, всего в 9 местах: по концам усилительного участка, затем на расстоянии в 1; 2; 5,5 км от каждого НУП и в середине между НУП.

В зависимости от удельного сопротивления грунта заземляющее устройство, оборудуемое вдоль кабельной линии у КИП, обычно является многоэлектродным, состоящим из нескольких вертикальных электродов различной длины. При больших удельных сопротивлениях верхних слоев грунта рекомендуется при оборудовании заземлений вдоль кабеля применять глубинные заземлители. Контуры заземления располагаются в 2—3 м от трассы.

Заключение

ПРАВИЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕРВИЧНЫХ СЕТЕЙ ВЗАИМОУВЯЗАННОЙ СЕТИ СВЯЗИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Приложение А

Термины и определения

Абонентская линия местной телефонной сети	Линия местной телефонной сети, соединяющая оконечное абонентское телефонное устройство с телефонной станцией
Абонентская проводка пункта на кабельном вводе местной телефонной сети	Участок абонентской линии местной телефонной сети от абонентской распределительной коробки до розетки телефонного аппарата
Абонентская проводка пункта на воздушном вводе местной телефонной сети	Участки абонентской линии местной телефонной сети от вводных изоляторов абонентского пункта до абонентского защитного устройства и от этого устройства до розетки телефонного аппарата
Воздушная линия местной телефонной сети	Совокупность проводов, арматуры и опор, обеспечивающих передачу сигналов электросвязи местной телефонной сети
Волоконно-оптическая линия передачи	Совокупность линейных трактов волоконно-оптических систем передачи (ВОЛП), имеющих общий оптический кабель, линейные сооружения и устройства их обслуживания
Волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС)	Оптический кабель в комплексе с линейными сооружениями и устройствами для их обслуживания, по которому передают все виды сигналов ВОЛП
Волоконно-оптическая линия воздушной электропередачи	Оптический кабель, подвешенный и связи на смонтированный на воздушной линии электропередачи для передачи сигналов (ВОЛС-ВЛ) ВОЛП
Кабельная канализация	Совокупность подземных трубопроводов и колодцев (смотровых устройств) предназначенных для прокладки, монтажа и технического обслуживания кабелей связи
Кабельная линия местной телефонной сети	Последовательно соединенные кабели местной связи определенной длины, оконечные кабельные устройства и арматура, обеспечивающие передачу сигналов электросвязи местной телефонной сети. Примечание: В зависимости от места прокладки кабеля

	кабельные линии местных телефонных сетей подразделяются на: -подземные в кабельной канализации, коллекторах или в грунте, -настенные открытой прокладки или в каналах стен зданий; -подвесные на столбах или стойках
Канал передачи	Комплекс технических средств и среды распространения, обеспечивающий передачу сигнала электросвязи в определенной полосе частот или с определенной скоростью передачи между сетевыми станциями, сетевыми узлами или сетевой станцией и сетевым узлом, а также между сетевой станцией или сетевым узлом и конечным устройством первичной сети
Кабельный распределительный участок местной телефонной сети	Участок абонентской линии местной телефонной сети от распределительного абонентской линии кабельного шкафа до абонентской распределительной коробки или телефонного кабельного ящика
Линия передачи	Совокупность линейных трактов систем передачи и (или) типовых физических цепей, имеющие общие линейные сооружения, устройства их обслуживания и одну и ту же среду распространения в пределах действия устройств обслуживания. Примечания В зависимости от первичной сети, к которой принадлежит линия передачи, ее называют магистральной, внутризонавой, местной, а в зависимости от среды распространения кабельной, радиорелейной, спутниковой и т.д. Линию передачи, представляющую собой последовательное соединение разных по среде распространения линий передачи, называют комбинированной
Линия передачи абонентская	Линия передачи, соединяющая между собой сетевую станцию или сетевой узел и конечное устройство
Линия передачи соединительная	Линия передачи, соединяющая между собой сетевую станцию и сетевой узел или две сетевые станции
Лицензия	Документ, устанавливающий полномочия физических и юридических лиц в соответствии с

	Федеральным законом "О связи" и иными правовыми актами для осуществления деятельности в области связи
Линейно-кабельные сооружения местной	Комплекс технических средств, состоящих из кабелей, муфт кабелей, линейного телефонной сети оборудования и кабельной канализации, предназначенных для организации линий местной телефонной сети
Линия местной сети	Конструктивно законченная совокупность телефонной линейных сооружений местной телефонной сети, образующих физические цепи, предназначенные для передачи сигналов электросвязи
Линейный участок линии местной телефонной сети	Участок абонентской линии местной абонентской телефонной сети от кроссового оборудования до розетки телефонного аппарата
Магистральный участок абонентской линии телефонной сети	Участок абонентской линии местной телефонной сети от кроссового местной оборудования до распределительного кабельного шкафа, включая участки межшкафной связи, или до абонентского пункта, расположенного в зоне, примыкающей к телефонной станции, телефонной подстанции или концентратору в радиусе до 500 м
Оптический кабель (ОК)	Кабельное изделие, содержащее оптические волокна, объединенные в единую конструкцию, обеспечивающую передачу световых сигналов в заданных условиях эксплуатации
Оптический кабель самонесущий неметаллический ОКСН	ОК с армирующими элементами, выполненными из стеклопластиковых прутков или синтетических нитей
Оптический кабель неметаллический навивной ОКНН	ОК, навиваемый на фазный провод или грозозащитный трос ВЛ
Оптический кабель ОКФП	ОК, встроенный в фазный провод ВЛ
Проект организации строительства (ПОС)	Составная часть проекта, определяющая общую продолжительность и промежуточные сроки строительства, распределение капвложений и объемов строительно-монтажных работ, материально-технические трудовые ресурсы и источники их покрытия, основные методы выполнения строительно-монтажных работ и структуру управления строительством объекта
Проект производства	Проект, определяющий технологию, организацию

работ (ППР)	работ, сроки их выполнения и порядок обеспечения ресурсами строительно-монтажных работ и служащий основным руководящим документом при организации строительных процессов. Разрабатывается в подготовительный период строительства
Распределительный участок местной телефонной сети	Участок абонентской линии местной абонентской линии от распределительного телефонной сети кабельного шкафа до абонентского пункта
Связь Федеральная	Сети и сооружения электросвязи и почтовой связи на территории Российской Федерации (за исключением внутрипроизводственных и технологических сетей связи)
Сертификат соответствия	Документ, подтверждающий, что надлежащим образом идентифицированное оборудование (или услуга Связи) соответствует требованиям нормативных документов
Сети связи ведомственные	Сети электросвязи министерств и иных федеральных органов исполнительной власти, промышленных объединений и предприятий, создаваемых для удовлетворения производственных и специальных нужд, имеющие выход на сети связи общего пользования
Сети связи внутрипроизводственные и технологические	Сети электросвязи федеральных органов исполнительной власти, а также предприятий, учреждений и организаций, создаваемые для управления внутрипроизводственной деятельностью и технологическими процессами, не имеющие выхода на сеть связи общего пользования
Сеть первичная	Совокупность типовых физических цепей, типовых каналов передачи и сетевых трактов, образованная на базе сетевых узлов, сетевых станций, оконечных устройств первичной сети и соединяющих их линий передачи
Сеть первичная	Часть первичной сети, обеспечивающая соединение между собой типовых каналов передачи разных местных первичных сетей одной зоны нумерации телефонной сети общего пользования
Сеть первичная магистральная	Часть первичной сети, обеспечивающая соединение между собой типовых каналов передачи и сетевых трактов разных внутризоновых первичных сетей на всей

	территории страны
Сеть первичная местная	Часть первичной сети, ограниченная территорией города с пригородом или сельского района Примечание - Местной первичной сети присваивают названия: городская или сельская сеть
Сеть связи вторичная	Совокупность линий и каналов вторичной сети, образованных на базе первичной сети, станций и узлов коммутации или станций и узлов переключений, предназначенная для организации связи между двумя и ли более определенными точками. Границами вторичной сети являются стыки этой сети с абонентскими оконечными устройствами
Сеть телефонная внутризоновая	Часть телефонной сети, представляющая собой совокупность расположенных в зоне нумерации автоматических междугородных телефонных станций, а также линий и каналов телефонной сети. Сеть предназначена для обеспечения всеми видами телефонной связи абонентов различных местных телефонных сетей данной зоны, а также установления междугородных соединений
Сеть телефонная междугородная	Часть телефонной сети, представляющая собой совокупность междугородных телефонных станций, телефонных узлов автоматической коммутации, линий и каналов телефонной сети, соединяющих их между собой. Сеть предназначена для обеспечения телефонной связью абонентов различных зон нумерации
Сеть телефонная местная	Часть телефонной сети, представляющая собой совокупность коммутационных узлов, телефонных станций, линий и каналов телефонной сети. Сеть предназначена для обеспечения телефонной связью абонентов города и сельского района
Сеть телефонная общего пользования (ТфОП)	Телефонная сеть, представляющая собой совокупность автоматических телефонных станций, коммутационных узлов, линий, каналов телефонной сети, оконечных абонентских устройств и обеспечивающая потребность населения, учреждений, организаций и предприятий в услугах телефонной сети
Соединительная линия городской телефонной	Линия городской телефонной сети, соединяющая районные автоматические и узловые телефонные

сети	станции между собой и телефонную подстанцию или концентратор с опорной станцией городской телефонной сети
Соединительная линия сельской телефонной сети	Линия сельской телефонной сети, сельской соединяющая оконечные и узловые телефонные станции между собой, а также оконечные и узловые станции с центральной телефонной станцией
Станционный участок абонентской линии местной телефонной сети	Участок абонентской линии местной телефонной сети от абонентского комплекта телефонной станции, телефонной подстанции или концентратора до кроссового оборудования
Участок абонентской линии местной телефонной сети	Часть абонентской линии местной местной телефонной сети, включенная в два смежных оконечных устройства