

КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ СВЯЗИ.

Выполнила: студентка группы МТС-410
Степаненко Е.А.

КЛАССИФИКАЦИЯ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ.

Кабелем называется конструкция, состоящая из скрученных вместе изолированных проводников (сердечник), заключенных в общую влагозащитную оболочку и броневые покровы.

Кабели связи классифицируются по следующим признакам:

- по области применения - на магистральную, зональные (внутриобластные, сельские, городские, для соединительных линий и вставок, а так же радиогонимные кабели)
- по условиям прокладки - на подземные, подводные, подвесные и кабели для протяжки в телефонной канализации;
- по спектру передаваемых частот - на низкочастотные НЧ (тональные до 10кГц) и высокочастотные ВЧ (свыше 10кГц);
- по конструкции - на симметричные и коаксиальные . Симметричная цепь состоит из двух совершенно одинаковых в конструктивном и электрическом отношении изолированных проводников. Коаксиальная цепь представляет собой два цилиндра в совмещенной осью, причем один цилиндр - сплошной проводник, концентрически расположен внутри другого цилиндра - полого.

Кроме того различают кабели:

- ⦿ по способу построения сердечника - с пучковой и повивной скруткой;
- ⦿ по способу скрутки жил - на парную и звездную скрутки;
- ⦿ по роду защитных оболочек - на кабели с металлическими , пластмассовыми и металлопластмассовыми оболочками;
- ⦿ по типу бронепокровов - на голые (безброневые) и бронированные стальными лентами либо плоскими или круглыми проволоками.

1.2 .КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ. ТОКОПРОВОДЯЩИЕ ЖИЛЫ.

Токопроводящие жилы кабелей связи должны обладать высокой электрической проводимостью, гибкостью и достаточной механической прочностью. Проволока, применяемая для кабельных жил, должна быть на всем протяжении гладкой, без трещин, спайки и иметь одинаковый диаметр. Токопроводящие жилы изготавливаются в основном из меди и алюминия.

Для кабелей городских телефонных сетей обычно используется медная проволока диаметром 0.32 ; 0.4 ; 0.5 ; 0.6 ; 0.7мм, для междугородных кабелей диаметром 0.8 ; 0.9 ; 1.2 ; 1.4мм. Наиболее широко применяются на городских сетях кабели с жилами диаметром 0.5 мм, для междугородной связи кабели с жилами диаметром 1.2 мм

Алюминиевые жилы; используются в производстве кабелей связи, имеют диаметр 1.15 ; 1.55 ; 1.8 мм. Эти жилы аналогичны по электрической проводимости медным с диаметрами 0.9 ; 1.2 ; 1.4 ; мм соответственно. Применение алюминиевых жил вместо медных вызывает увеличение диаметра кабеля в 1.28 раза, а следовательно, и увеличение расхода дорогостоящего свинца на изготовление защитной оболочки. Поэтому применение алюминиевых жил наиболее рентабельно в кабелях без свинцовой оболочки.

Кабельные проводники имеют преимущественно сплошную цилиндрическую конструкцию. Кроме того используют проводники и более сложной конструкции. В тех кабелях, где требуется повышенная гибкость и механическая прочность, токопроводящая жила скручивается в ??? из нескольких проволок, чаще 7, 12, 19. Изготавливают кабели также с биметаллическими проводниками конструкции алюминий - медь, сталь - медь.

В подводных кабелях применяется многопроволочная жила, состоящая из проволок разного сечения. В центре такой жилы размещается толстый проводник, повив состоит из тонких проволок.

В коаксиальных кабелях внутренний проводник сплошной, а внешний представляет собой полый цилиндр, изготавливаемый из меди или алюминия.

В электрическом отношении наилучшей формой внешнего проводника коаксиального кабеля является однородная по всей длине трубка. Однако изготовить такой проводник крайне затруднительно. Промышленное применение нашли разновидности гибких внешних проводников коаксиального кабеля.

Наиболее широко в коаксиальных кабелях магистральной связи используется первая конструкция внешнего проводника (медный цилиндр со швом молния) как более технологичная и обеспечивающая требуемую электрическую однородность по длине.

1.2.2. ИЗОЛЯЦИЯ.

В электрическом отношении свойства изоляции характеризуются следующими четырьмя параметрами:

- ⊙ электрической прочностью U , при которой происходит пробой изоляции;
- ⊙ удельным электрическим сопротивлением, характеризующим величину тока утечки в диэлектрике;
- ⊙ диэлектрической проницаемостью, характеризующей степень смещения (поляризации) зарядов в диэлектрике при воздействии на него электрического поля;
- ⊙ тангенсом угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg} \delta$ (или величиной диэлектрических потерь), характеризующим потери высокочастотной энергии в диэлектрике.

Наилучшим диэлектриком является воздух, у которого $\epsilon = 1$, $\operatorname{tg} \delta = 0$.

Однако создать изоляцию только из воздуха практически невозможно.

Поэтому кабельная изоляция является комбинированной и содержит как воздух так и твердый диэлектрик , причем количество твердого диэлектрика должно быть минимальным и определяется требованиями устойчивости изоляции и жесткости ее конструкции . Изоляция должна предохранять токопроводящие жилы от соприкосновения между собой и строго фиксировать взаимное расположение жил в группе по всей длине кабеля .

Для изоляции жил кабелей наряду с бумагой применяются современные полимеры типа полиэтилен , стирофлекс (полистирол) , фторопласт , поливинилхлорид и др.

Известны следующие типы изоляции кабелей связи :

- Трубчатая , выполняется из бумажной или пластмассовой ленты , наложенной в виде трубки;
- Кордельная , состоит из нити корделя , расположенного открытой спиралью на проводнике , и ленты , которая накладывается поверх корделя;
- Сплошная , выполняется из сплошного слоя пластмассы;
- Пористая , образуется из слоя пенопласта;
- Болонная , представляет собой тонкостенную пластмассовую трубку , внутри которой свободно располагается проводник . Трубка периодически в точках или по спирали обжимается и надежно удерживает жилу в центре изоляции;
- Шайбовая , выполняется в виде шайб толщиной 1.5-2.5мм из твердого диэлектрика , насаживаемых на проводник через определенные промежутки 20-30мм;
- Спиральная , представляет собой равномерно распределенную по длине проводника пластмассовую спираль , имеющую прямоугольное сечение ;
- Колпачковая , выполняется из цилиндрических , пластмассовых или керамических колпачков , насаженных на проводник вплотную;
- Втулочная , выполняется из полиэтиленовых втулок длиной 12мм , растяженных на проводнике с интервалом 6мм ;
- Ленточная , выполняется из продольно расположенной полиэтиленовой ленты толщиной 0,4 мм , на которой имеется по четыре выступа высотой 1,2мм с интервалом 12мм;
- Кордельно - трубчатая , состоит из полиэтиленового корделя диаметром 0,6 - 0,8 мм и полиэтиленовой трубки толщиной 0,2 - 0,3 мм .

Наибольшее применение в настоящее время получили :

- ⦿ *для кабелей городской и сельской связи* трубчатая, сплошная полиэтиленовая , пористая бумажная или полиэтиленовая ;
- ⦿ *для симметричных кабелей междугородной связи* кордельно - полистирольная , балонная , кордельно - трубчатая или пористая из полиэтилена;
- ⦿ *для коаксиальных кабелей* шайбовая , балонная , спиральная и пористая . Во всех случаях диэлектриком является полиэтилен ;
- ⦿ *для подводных коаксиальных кабелей* сплошная полиэтиленовая изоляция.

СКРУТКА КАБЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ .

В симметричных кабелях применяется несколько способов скрутки изолированных проводников в группы .

- Парная скрутка (П) - две изолированных жилы скручиваются в пару с шагом скрутки не более 300мм .
- Скрутка четверочная или звездная (З) - четыре изолированные жилы расположенные по углам квадрата , скручиваются с шагом скрутки 150 - 300 мм. Разговорные пары (цепи) в этой скрутке образуются из диагональных жил . Так , жилы а и б образуют одну пару , а жилы с и д другую.
- Скрутка двойная пара (ДП) - две предварительно свитые пары скручиваются между собой в четверку . Шаги скрутки пар должны быть отличными как один от другого так и от шага скрутки самой четверки. Шаг скрутки пар принимается в пределах 400 - 800 мм , а шаг скрутки четверки 150 - 300 мм .
- Скрутка двойной звездой (ДЗ) - четыре предварительно свитые пары вновь скручивают вместе по способу звезды , образуя восьмерку.
- Шаги скрутки пар , составляющих восьмерку , делают различными и берут в пределах 150 - 250 мм , а шаг скрутки восьмерки 200 - 400 мм. Направление скрутки пар и скрутки восьмерки должны быть противоположными .
- Восьмерочная скрутка (В) - восемь жил группы располагаются концентрически вокруг сердечника из изолированного материала , например стирофлексного полиэтиленового корделя.

Наиболее экономичной ,обеспечивающей лучшую стабильность по электрическим параметрам , является звездная скрутка . Эта скрутка получила преимущественное применение в междугородных кабелях связи.

Группы (пары , четверки и т.д.) скручиваются в общий кабельный сердечник . Различают две системы скрутки в сердечник : пучковую и повивную . При пучковой скрутке группы сначала скручиваются в пучки (по 50 или 100 групп), после чего пучки скручиваются в сердечник..

При повивной скрутке группы располагаются последовательными концентрическими слоями (повивами) вокруг центрального повива, состоящего из одной - пяти групп.

При повивной скрутке число групп в каждом последующем повиве

- ⦿ n_x увеличивается на шесть по сравнению с предыдущем n :
- ⦿ $n_x = n + 6$

Исключением из этого правила является второй повив в том случае , когда в первом (центральном) повиве имеется лишь одна группа. Тогда во втором повиве увеличение будет не на шесть , а на пять групп .

1.2.4. ЗАЩИТНЫЕ ОБОЛОЧКИ И ПОКРОВЫ .

Сердечник кабеля , состоящий из скрученных по определенной системе групп , покрывают поясной изоляцией и заключают в герметичную оболочку, предохраняющую кабель от влаги и возможных механических воздействий , которые могут возникнуть в процессе транспортировки , прокладки и эксплуатации кабеля .

В кабельной промышленности применяют следующие кабельные оболочки : металлические , пластмассовые и металлопластмассовые .

К металлическим оболочкам относятся , главным образом , свинцовые, алюминиевые и стальные . Свинцовые оболочки накладывают на кабель методом опрессовки в горячем виде . Чтобы свинцовая оболочка имела большую твердость и вибростойкость , ее изготавливают из легированного свинца с присадкой 0,4 - 0,8 % сурьмы . толщина свинцовых оболочек в зависимости от диаметра кабеля.

Алюминиевые оболочки выпрессовывают в горячем виде или изготавливают холодным способом из ленты со сварным продольным швом . Известны методы сварки оболочки из алюминиевых лент высокочастотными токами или способом холодной сварки , давлением . Для больших диаметров кабеля (свыше 20 - 30 мм применяют алюминиевые) оболочки гофрированной конструкции.

Применение алюминиевых оболочек является весьма прогрессивным . Алюминиевая оболочка легкая , дешевая и обладает высокими экранирующими свойствами . Однако алюминий весьма подвержен электрохимической коррозии и поэтому его надежно защищают полиэтиленовым шлангом .

Стальные оболочки изготавливают путем сварки лент толщиной 0,3 - 0,5 мм , свернутых в трубку . Для повышения гибкости стальные оболочки подвергают гофрированию . С целью защиты от коррозии стальные оболочки покрывают полиэтиленовым шлангом с предварительно наложенным слоем битума . Стоимость стальных оболочек составляет 50 % от стоимости свинцовой оболочки и 64 % от алюминиевой . Такие оболочки не требуют дополнительной механической защиты.

Из пластмассовых оболочек наибольшее использование получили полиэтилен , поливинилхлорид и полиизобутиленовые композиции . Пластмассовые оболочки выгодно сочетают влагостойкость , стойкость против электрической и химической коррозий и придают кабелю легкость , гибкость и вибростойкость . Однако через пластмассу постепенно диффундируют водные пары , что приводит к падению сопротивления изоляции кабеля . Поэтому пластмассовые оболочки применяют , главным образом , в кабелях с негигроскопической изоляцией типа полиэтилена , фторопласта и др.

В настоящее время известна целая серия комбинированных металлопластмассовых оболочек . Оболочка "алпэт" состоит из продольно-наложенной (с перекрытием) на сердечник кабеля гофрированной алюминиевой ленты толщиной 0,2 мм и полиэтиленового шланга . Оболочка "сталпэт" состоит из двух гофрированных лент - алюминиевой толщиной 0,13 - 0,2 мм и стальной оцинкованной толщиной 0,2 мм , - наложенных на сердечник продольно , и наружного полиэтиленового шланга . При этом нижнюю - алюминиевую - ленту накладывают с небольшим зазором , а верхнюю - стальную - с перекрытием . Продольный шов стальной ленты сваривают .

Известны также комбинированные оболочки , в которых сочетаются тонкая оболочка из свинца и полиэтиленовый шланг (оболочка "свипэт"). Такие оболочки используются для защиты кабелей от повреждений при ударах молнии, а также для защиты свинца от коррозии .

Сопоставляя различные конструкции защитных оболочек , следует отметить как наиболее перспективные алюминиевые и стальные , надежно защищенные полиэтиленовым шлангом .

Снаружи кабеля располагаются бронепокровы , защищающие кабель от механических повреждений и коррозии . В состав этих покровов входят три основные части : стальной покров и два волокнистых покрова , располагаемых под и над броней .

Волокнистые покровы состоят из кабельной пряжи (джута) , пропитанной битумным составом .

В зависимости от механических воздействий на кабель в процессе прокладки и эксплуатации применяются следующие разновидности брони:

- две стальные ленты (марка Б);
- повив из круглых стальных проволок (марка К);
- повив из плоских стальных проволок (марка П);

Кроме того, применяется усиленная двойная броня , состоящая из комбинации различных типов брони (БК, КК).

МАРКИРОВКА КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ .

Для удобства классификации и пользования кабелями им присваивается определенное условное обозначение - марка кабеля .
Магистральные и междугородные кабели маркируются буквой М ; буквы КМ обозначают коаксиальные магистральные . Телефонным городским кабелям присваивается буква Т . Если кабель имеет стиролфлексную (полистирольную) изоляцию , то дополнительно вводится буква С , полиэтиленовую изоляцию - то буква П . В кабелях с алюминиевой оболочкой еще добавляется буква А , а со стальной - буква С .

В зависимости от вида защитных покровов кабели маркируются буквами : Г - голые (освинцованные), Б - с ленточной броней и К - с кругло проволочной броней . Наличие наружной пластмассовой оболочки обозначается буквой П (полиэтиленовая) или В (поливинилхлоридная).

МЕЖДУГОРОДНЫЕ КОАКСИАЛЬНЫЕ КАБЕЛИ .

Магистральный коаксиальный кабель 2,6/9,4 марки КМБ-4 состоит из четырех коаксиальных пар и пяти звездных четверок. Каждая коаксиальная пара состоит из внутреннего медного проводника диаметром 2,6 мм и внешнего проводника в виде медной трубки диаметром 9,4 мм с одним продольным швом . Коаксиальная пара имеет изоляцию из полиэтиленовых шайб толщиной 2,2 мм с расстоянием между ними 25 мм . Поверх внешнего проводника расположен дополнительный экран в виде двух мягких стальных лент толщиной 0,15 - 0,2 мм , который покрывается одним - двумя слоями кабельной бумаги . Кабель имеет свинцовую оболочку и обычные броневые покровы и маркируется КМБ , КМГ и КМК . Кабель типа 2,6/9,4 используется в основном по однокабельной системе .

В четырехкоаксиальном кабеле две диаметрально расположенные коаксиальные пары служат для многоканальной телефонной связи , а вторые две пары - для телевидения . По телефонным парам можно передавать 1920 каналов в спектре 312 8500 кГц . Для телевидения как черно - белого , так и цветного занимается спектр частот 6 МГц.

Возможно также использование коаксиальной пары для 300 телефонных разговоров в спектре 312 1500 кГц и телевизионных программ в спектре 1900 8500 кГц .

Имеются системы уплотнения кабеля в спектре до 12 МГц , по которым можно получить 2700 телефонных каналов , и до 17 МГц для 3600 каналов .

Малогабаритные коаксиальные кабели изготавливаются с диаметрами :

- 1,2/ 4,6 ; 1,2/ 5,3 ; 1,5 /5,4 и др. Наибольшее применение получил кабель с соотношением диаметров проводников 1,2/4,6 мм .

Малогабаритные коаксиальные кабели предназначены для строительства кабельных магистралей ограниченной протяженности , рокадных линий между магистралями , устройство глубоких вводов радиорелейных линий и обеспечения областных связей .

Достоинством малогабаритных кабелей является простота конструкции , дешевизна и технологичность их изготовления . Если средние коаксиальные кабели целесообразно применять при большом пучке связей (500 и больше) , то малогабаритные кабели эффективны и при малом числе каналов , начиная с десятков (60 -120). Эти кабели , в отличие от симметричных , не требуют выполнения сложных работ по симметрированию.

Наибольшее применение получил четырехкоаксиальный малогабаритный кабель . Он может изготавливаться как в пластмассовой оболочке (МКТП- 4) , так и в свинцовой оболочке с ленточной броней (МКТСБ- 4). Сердечник кабеля в обоих случаях идентичный.

Комбинированные коаксиальные кабели содержат средние пары 2,6 9,4 , малогабаритные коаксиальные пары 1,2 4,6 и симметричные группы. Комбинированные кабели позволяют:

- организовать мощные пучки телефонных каналов и телевизионную передачу на большие расстояния по коаксиальным парам 2,6/9,4 при помощи систем уплотнения К-1920 и К-3600;
- обеспечить распределительные каналы по связи между городами и промежуточными пунктами , расположенными по магистрали по коаксиальным парам 1,2/4,6 при помощи системы К - 300 и в последующем системы К - 1320 ;
- обеспечить выделение необходимого количества каналов в любом пункте трассы из системы уплотнения аппаратуры К -300 и системы К - 24к уплотнения симметричных пар ;
- организовать служебную связь и телесигнализацию по симметричным парам и четверкам.

1.3.2.МЕЖДУГОРОДНЫЕ СИММЕТРИЧНЫЕ КАБЕЛИ .

Междугородные симметричные кабели подразделяются на три вида : кабели с кордельно - бумажной изоляцией МК , с кордельно - полистирольной (стирофлексной) изоляцией МКС и с полиэтиленовой изоляцией МКП . Наружные оболочки изготавливаются из свинца , алюминия или стали .

Для междугородной связи применяются в основном кабели конструкции 4×4 и 7×4 , а для зонавой (внутриобластной) связи - 1×4 .

Кабели предназначены для высокочастотного уплотнения в спектре до 252 кГц , аппаратурой К - 60 , работающей при напряжении дистанционного питания 1000 В постоянного тока (690 В переменного тока). Расстояние между НУП - 20 км , между ОПУ - 160 -250 км . Максимальная дальность - 12500 км.

Наибольшее применение имеют кабели с кордельно полистирольной (стирофлексной) изоляцией МКС. В зависимости от типа оболочки они классифицируются : МКС - в свинцовой оболочке , МКСА - в алюминиевой оболочке , МКСС - в стальной оболочке . Во всех случаях сердечник кабеля идентичен . Кабели типа МКС изготавливаются в виде конструкций 7×4 ; 4×4 и 1×4 строительной длиной 825 м .

Конструкция наиболее распространенного четырехчетверочного симметричного кабеля с кордельно - полистирольной изоляцией МКС - 4*4 . Диаметр медных жил - 1,2 мм . Токопроводящие жилы высокочастотных четверок изолируются разноцветным полистирольным корделем диаметром 0,8 мм и полистирольной лентой толщиной 0,05мм сперекрытием 25 30% . Первая пара каждой четверки состоит из красного и желтого цветов , вторая пара - из жил синего и зеленого цветов .

Центр четверки заполняется стирофлексным корделем диаметром 1,1 мм. Шаги скрутки всех четверок различны , взаимно согласованы и лежат в пределах 125 275 мм .

Кабели со свинцовой оболочкой и соответствующей броней имеют марки: МКСГ , МКСБ и МКСК . Толщина свинцовой оболочки у кабеля МКСБ - 1,25 мм а у остальных 1,4мм .

Кабели с алюминиевой оболочкой имеют поверх алюминия антикоррозийный защитный покров в виде битума и полиэтиленового шланга . В названии таких кабелей дополнительно приписываются буквы "АП": МКСАП , МКСАПБ , МКСАПК и др . Толщина алюминиевой оболочки при высокочастотной сварке - 1.0 мм , при прессовании - 1,3 мм .

Кабели в стальной оболочке маркируются МКССП . Стальная оболочка имеет толщину 0,4 мм и для большей гибкости гофрируется по всей длине . Поверх стали наносится антикоррозийный покров в виде битума и полиэтиленового шланга .

1.3.3. ЗОНОВЫЕ (ВНУТРИОБЛАСТНЫЕ) КАБЕЛИ .

Для зоно́вой связи , т.е . связи областного центра с районами , нашли применение однокоаксиальные кабели ВКПАП - 1 (с парой 2,1 / 9,7) , уплотняемые аппаратурой К - 120 по однокабельной системе , и одночетверочные кабели различных модификаций с полиэтиленовой МКП - 1*4 и кордельно - полистирольной (стирофлексной) МКС - 1*4 изоляцией , уплотняемые аппаратурой К - 60 по двухкабельной системе .