КУРСОВАЯ РАБОТА

На тему:

«Конструкции кабелей связи»

**1.** **Классификация кабелей связи**

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 броневые покровы.

По назначению кабели связи разделяют на междугородные, зоновые, 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 (полой медной 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. Токопроводящие жилы

Проводники, из которых состоит телефонный кабель, называются токопроводящими жилами, изготовляемыми из меди и алюминия. Эти материалы обладают хорошей электрической проводимостью, гибкостью и достаточной механической прочностью. Удельное сопротивление медного проводника при температуре 20°С равно 0,0175 ОмЧмм2∕м, алюминиевого проводника при той же температуре 0,295 ОмЧмм2∕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.

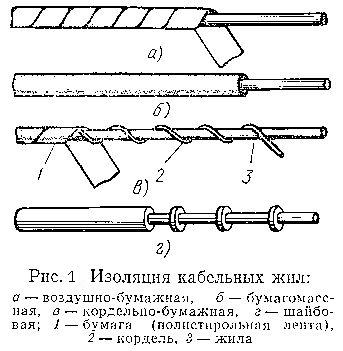
Несмотря на то, что алюминий обладает также хорошей проводимостью и менее дефицитен, чем медь, применение его для изготовления токопроводящих жил кабелей связи очень ограничено.

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.

## 3. Способы изоляции жил

Для изоляции жил телефонных кабелей используют специальную телефонную бумагу толщиной 0,05 мм, полиэтилен, обладающий достаточной прочностью и малой влагопоглащаемостью, 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 (рис 1 а) жилы обмотаны по спирали бумажной лентой. Ленту накладывают на жилу так, чтобы внутренний диаметр трубки был несколько больше диаметра жилы.

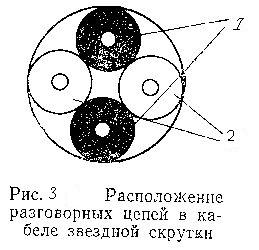
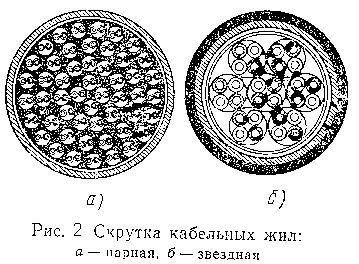


Таким образом, между жилой и бумажной трубкой образуется зазоры, заполненные сухим воздухом, который и является хорошим изолятором. Разновидностью воздушно-бумажной изоляции является бумагомассная, покрывающая жилы кабеля сплошным слоем бумажной массы (рис 1 б).

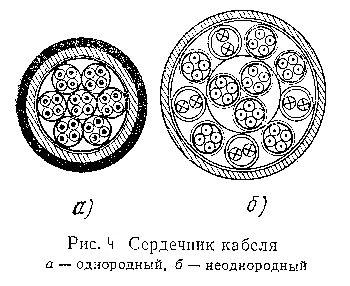
При кордельно-бумажной изоляции (рис 1 в) на жилы наложены витки корделя, поверх которого навита бумажная лента. При этом между жилой и стенками бумажной трубки получается устойчивый воздушный зазор, что улучшает электрические параметры кабеля. Кордельно-полистирольная (стирофлексная) изоляция выполняется 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 (рис 1 г), которая выполняется в виде шайб из твердого диэлектрика (полиэтилена), насаживаемых через определенные промежутки на внутренний проводник.

**4.** **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 (рис. 2). 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.



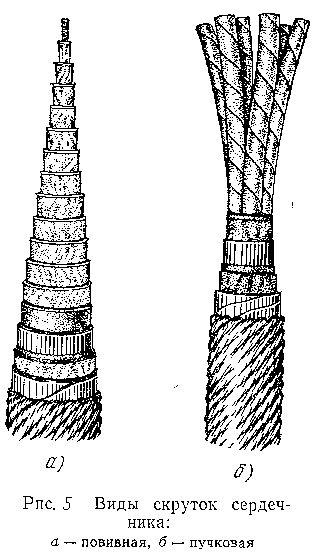
При звездной скрутке скручивают четыре изолированные жилы, расположенные по углам квадрата. Жилы, лежащие по диагонали квадрата, образуют рабочие пары. По первой паре жил (1) образуется одна разговорная цепь, по второй паре (2) – другая (рис. 3). Пары или четверки жил скручивают в повивы, или пучки, образуют сердечник кабеля. Если он образован из жил одинаковой конструкции и скрутки, то такая конструкция сердечника называется однородной (рис. 4 а), если же из жил различных диаметров и скруток, то неоднородной (рис. 4 б). 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 пучек. 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 веду 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 (рис. 5).

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.



## 5. Защитные оболочки

кабель жила изоляция оболочка

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 металлическою оболочку (алюминий, сталь) наносят слой пластмассы.

## 6. 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 пластмассовою 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.

**7. 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 3 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 100x2x0,5 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.

## 8. Опорный конспект

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 броневые покровы.

Проводники, из которых состоит телефонный кабель, называются токопроводящими жилами, изготовляемыми из меди и алюминия. Эти материалы обладают хорошей электрической проводимостью, гибкостью и достаточной механической прочностью.

Для изоляции жил телефонных кабелей используют специальную телефонную бумагу толщиной 0,05 мм, полиэтилен, обладающий достаточной прочностью и малой влагопоглащаемостью, и полистирол (стирофлекс), обладающий хорошими изоляционными свойствами и применяемый для высокочастотных кабельных жил.

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.

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

Каждый кабель согласно ГОСТу имеет условное обозначение или марку, состоящую из букв и цифр.

**Вопросы**

1. Как разделяют кабели связи по назначению и по конструкции?

2. Расскажите про удельное сопротивление медного и алюминиевого провода.

3. Что вы знаете о бумажной изоляции?

4. Что вы знаете про парную и звездную скрутку?

5. Расскажите про повивную скрутку кабельного сердечника.

6. Что вы знаете про защитную алюминиевую оболочку?

7. Для чего на кабели накладывают специальный защитный покров?

8. Что обозначают буквы на маркировке кабеля?

9. Что обозначают цифры на маркировке кабеля?

10. Что вы знаете про броню типа – Б и типа – К?

**Ответы**

1. По назначению кабели связи разделяют на междугородные, зоновые, городские и сельские. Отдельную группу представляют коаксиальные кабели. По конструкции кабели связи бывают симметричные и коаксиальные.

2. Удельное сопротивление медного проводника при температуре 20 °С равно 0,0175 ОмЧмм2∕м, алюминиевого проводника при той же температуре 0,295 ОмЧмм2∕м. Отсюда видно, что удельное сопротивление алюминиевого проводника в 1,65 раз больше медного.

3. При воздушно-бумажной изоляции жилы обмотаны по спирали бумажной лентой. Ленту накладывают на жилу так, чтобы внутренний диаметр трубки был несколько больше диаметра жилы. 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.

## 4. 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 образуется одна разговорная цепь, по второй паре – другая.

5. 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 веду от центра сердечника к его периферии.

6. 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.

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

8. 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 3 означает, что кабель имеет звездную скрутку.

9. Цифры в марке кабеля указывают его емкость, т.е. количество жил и их диаметр, а также вид скрутки, например ТГ 100x2x0, 5 означает: телефонный кабель парной скрутки.

10. 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.

**Тесты**

1. Какие бывают кабели по диапазону частот?

А) высокочастотные и низкочастотные

Б) только высокочастотные

В) только низкочастотные

2. Во сколько раз удельное сопротивление алюминиевого проводника больше медного?

А) в 1,55 раз

Б) в 1,65 раз

В) в 1,75 раз

3. Какая толщина специальной телефонной бумаги используемой для изоляции жил телефонных кабелей? 0,05 мм

А) 0,05 мм

Б) 0,5 мм

В) 1 мм

## 4. С каким шагом скрутки жил кабеля, жилы дополнительно обматывают хлопчатобумажной ниткой?

А)150–200 мм

Б)200–250 мм

В)250–300 мм

5. Какая из защитных оболочек является наиболее влагостойкой и герметичной?

А) свинцовая оболочка

Б) алюминиевая оболочка

В) стальная оболочка

6. Что представляет собой подушка, накладываемая на кабель перед броней?

А) кабельная клейкая лента

Б) кабельная миткалевая нитка

В) пропитанная антисептиком кабельная пряжа (джут)

7. Что обозначает цифра 2 на маркировке кабеля ТГ 100x2x0,5?

А) номер завода

Б) парную скрутку жил

В) двойную изоляцию жил

8. Какой недостаток имеет алюминиевая защитная оболочка?

А) подверженность коррозии

Б) монтаж отдельных кусков кабеля

В) правильные ответы А и Б

9. Какую изоляцию используют для коаксиальных кабелей на ГТС?

А) шайбовую

Б) бумажную

В) гелеваю

10. При повивной скрутке кабельного сердечника в центре кабеля может быть расположено ………………. пар или четверок (групп), скрученных в общий пучек.

А) от 1 до 9

Б) от 1 до 7

В) от 1 до 5

**Ключ к тестам**

1.а

2. б

3. а

4. б

5. а

6. в

7. б

8. в

9. а

10. в

**Литература**

1. П.А. Полонский «Монтаж линейно-кабельных сооружений городских телефонных сетей» 1978 г.