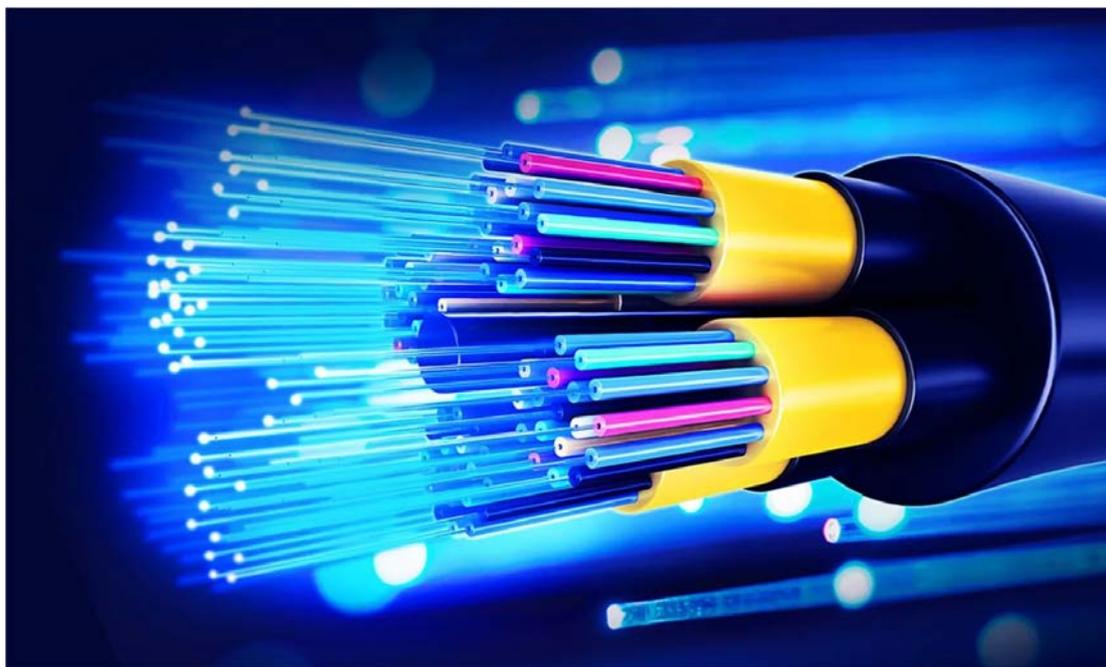


ХАБАРОВСКИЙ ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ (ФИЛИАЛ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»  
СРЕДНЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ



## **Монтаж и эксплуатация направляющих систем**

### **МЕТОДИЧЕСКОЕ УКАЗАНИЕ**

#### **ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

**по выполнению лабораторных работ по дисциплине Монтаж и эксплуатация направляющих систем для студентов специальности 11.02.15 «Инфокоммуникационные сети и системы связи»**

Хабаровск  
2021

М.В.Кузнецова Методическое указание по выполнению лабораторных работ по дисциплине «**Монтаж и эксплуатация направляющих систем**» для студентов среднего профессионального образования специальности 11.02.15 «Инфокоммуникационные сети и системы связи» - г. Хабаровск, ХИИК ФГБОУ ВО СибГУТИ, 2021 г

В методическом указание рассматривается классификация кабелей связи, конструкция электрических и оптических кабелей связи.

г. Хабаровск, 2021г

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Лабораторная работа № 1.....	4
2 Лабораторная работа № 2.....	12
3 Лабораторная работа № 3.....	18
4 Лабораторная работа № 4.....	29
5 Лабораторная работа № 5.....	36

## Лабораторная работа №1

1. **Тема работы:** "Промежуточная и угловая вязка проводов на изоляторах. Оконечная вязка".

2. **Цель работы:** Приобретение практических навыков по выполнению промежуточной вязки проводов; приобретение практических навыков по выполнению угловой и оконечной вязки проводов.

### **3. Требования к знаниям:**

#### **студент должен:**

#### **3.1 иметь представление:**

- об основных видах работ на строительство ВЛС.

#### **3.2 знать:**

- организацию выполнения строительных работ

#### **3.3 уметь:**

- выполнять монтаж проводов.

#### **3.4 иметь навыки:**

- выполнения промежуточной и угловой вязки проводов на изоляторах. Оконечной вязки.

### **4. Основное оборудование:**

4.1. Металлические стойки

4.2. Каболка.

4.3. Изоляторы.

4.4. Куски линейной и перевязочной проволоки.

4.5. Медная трубка.

4.6. Плоскогубцы, острогубцы, клещи для закручивания трубочек.

### **5. Подготовка к работе:**

5.1 Изучить по рекомендуемой литературе порядок выполнения вязки проводов на промежуточных, угловых и оконечных опорах.

5.2 Подготовить бланк отчета.

5.3 Подготовить ответы на следующие вопросы:

5.3.1 Какая работа выполняется перед наворачиванием изоляторов на крюки?

5.3.2 Что используется для насадки изоляторов?

5.3.3 С помощью, какой проволоки линейные провода крепят к изолятору?

5.3.4 Требования, предъявляемые к вязке проводов.

5.3.5 Как выбираются размеры медных трубочек?

## **6. Содержание отчета:**

6.1. Название и цель работы.

6.2. Описать порядок вязки проводов на промежуточной, угловой или оконечной опорах (или зарисовать

## **7. Порядок выполнения:**

7.1. Будьте осторожны, работая с кусками линейной и перевязочной проволоки.

7.2. На завершенную часть крюка или штыря наложить растрепанный конец каболки и намотать плотными рядами на длину нарезки изолятора.

7.2.1. Наматывание каболки вести по часовой стрелке сначала снизу вверх, а затем сверху вниз.

7.2.2. Толщину слоя каболки делать такой, чтобы изолятор наворачивался с большим усилием.

7.3. Изолятор повернуть до отказа так, чтобы желобок на его головке установился по направлению провода.

7.4. Выполнить промежуточную вязку провода на изоляторе (рис.1).

7.4.1. Охватить шейку изолятора куском перевязочной проволоки так, чтобы один из концов проволоки был длиннее другого на величину, равную диаметру головки изолятора.

7.4.2. Скрутить оба конца перевязочной проволоки до желоба в головке изолятора.

7.4.3. Охватить шейку изолятора с другой стороны вторым куском перевязочной проволоки и также окрутить оба конца.

7.4.4. Длинные концы перевязочной проволоки перекинуть на другую сторону изолятора через линейный провод в желобке изолятора и отогнуть вниз.

7.4.5. Длинные переброшенные концы проволоки вместе с короткими, с

помощью плоскогубцев плотно навить на линейный провод.

7.5. Выполнить угловую вязку провода на изоляторе (рис.2).

7.5.1. Кусок перевязочной проволоки приложить серединой на провод в месте прикрепления его к изолятору с внешней стороны.

7.5.2. Концы перевязочной проволоки обвить вокруг шейки изолятора в противоположные стороны.

7.5.3. Концы перевязочной проволоки при помощи плоскогубцев обвить вокруг линейного провода с обеих сторон изолятора.

7.6. Выполнить оконечную заделку стальных проводов (рис.3).

7.6.1. Конец линейного провода обводится вокруг шейки изолятора один раз и укладывается параллельно линейному проводу.

7.6.2. С помощью плоскогубцев спаячной проволокой диаметром 1 мм обматывается сначала один провод 6-ю витками, а затем оба провода на длину, указанную в таблице 2 на линиях 1,2,3 класса и 50 мм на столбовых линиях ГТС.

7.6.3. Провод отгибается вниз, и спаячная проволока наматывается 10-ю витками вокруг одного провода.

7.6.4. Отогнутый конец провода откусывается острогубцами так, чтобы остался отросток длиной 50 мм для припайки вводного провода.

7.7. Выполнить оконечную заделку медных проводов (рис.4).

7.7.1. На линейный провод одевается медная соединительная трубка.

7.7.2. Линейный провод обводится вокруг шейки изолятора и конец его вставляется в медную трубку.

7.7.3. Трубочка при помощи специальных клещей закрывается на полтора оборота.

7.7.4. Конец линейного провода за трубочкой отгибается и оставляется длиной 50 мм для припайки вводного провода.

## **8. Контрольные вопросы:**

8.1. Укажите последовательность насадки изолятора на крюки или штыри.

8.2. Что следует учитывать, при наворачивании изолятора?

8.3. Укажите порядок вязки провода на промежуточной опоре.

8.4. Укажите порядок угловой вязки проводов.

8.5. Какой инструмент необходимо применять при вязке проводов из цветного металла? Почему?

8.6. Какую возможность дают способы окончной заделки проводов?

9.7. Каким образом подбирается размер трубки для окончной заделки медных проводов?

**Приложение:**

Перед наворачиванием изолятора на крюки или штыри накладывают растрепанный конец каболки. Вместо каболки могут применяться полиэтиленовые втулки.

Провода крепят к изолятору при помощи перевязочной проволоки материал, и диаметр которой выбирают в зависимости от материала и диаметра линейного провода (таблица 1). Крепление провода к изолятору должно быть прочным, чтобы не допустить передвижения проводов из одного пролета в другой в нормальных условиях работы и при обрыве провода в пролете. Кроме того, не должно быть срыва линейного провода с изолятора при колебаниях провода от порывов ветра или вибрации провода.

Чтобы не поцарапать провод и тем самым не ослабить его механическую прочность, при вязке проводов из цветного металла применяют плоскогубцы с медными вкладышами или универсальные плоскогубцы типа УПШ. При вязке медных и биметаллических проводов биметаллической перевязочной проволокой под нее на линейный провод подкладывают тонкую медную ленту размером 300x10x0,1мм.

Оконечная заделка проводов междугородных телефонно-телеграфных станций и на линиях РТС должна давать максимальные удобства перенесения проводов с одного изолятора на другой при замене опоры или изолятора. Способы заделки проводов дают возможность, натянув линейный провод блоками, заделку снимать с одного изолятора и надевать на другой без каких-либо работ, связанных с переделкой вводного провода.

Таблица 1. Размеры и материал проволоки.

Линейный провод		Тип изоляции	Перевязочная проволока		Длина каждого из двух витков пер. пров. в см.	
Материал	Диаметр в мм.		Материал	Диаметр	На пром. опоре	На углов. опоре

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7
Сталь	4	ТФ-20	Мягкая сталь	2,5	50	55
Сталь	3	ТФ-16	Оцин- кованая	2,0	50	55
Сталь	3	ТФ-12	Оцин- кованая	2,0	46	51
Сталь	2	ТФ-12	Оцин- кованая	1,2	40	45
Сталь	1,5	ТФ-12	Оцин- кованая	1,2	40	45
Медь или биметалл	4	ТФ-20	Медь или биметалл	2,5	50	55
	3,5	ТФ-20		2,5	50	55
	3	ТФ-20		2,0	50	55
	2,5	ТФ-16		2,0	46	51
	1,2	ТФ-12		1,0	40	45

Таблица 2

Диаметр перевязочной проволоки мм.	Длина перевязочной проволоки мм.	мм.	мм.
5,0	250	50	75
4,0	205	50	75
3,0	105	30	45
2,5	75	30	45

Диаметр	9 Размеры трубочек мм.
---------	------------------------

	Внутреннее отверстие	Толщина стенок	Длина
4,0	4,4x9,3	0,75	150
3,5	3,8x8,1	0,75	150
3,0	3,3x7,0	0,6	120

Таблица 3

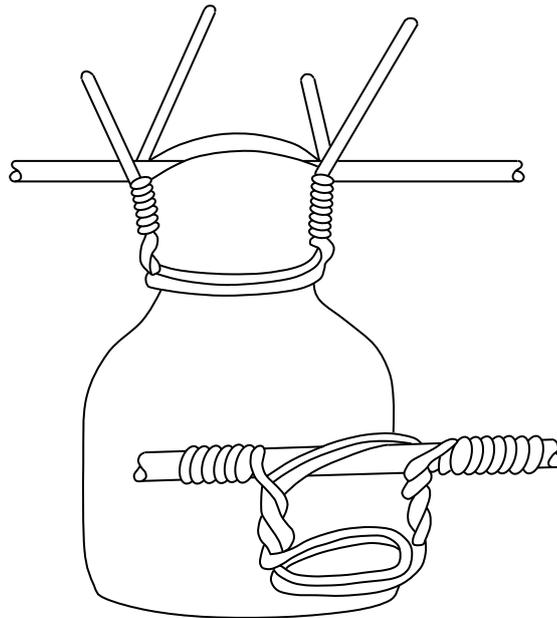


Рис. 1. Крепление провода к изолятору на промежуточной опоре

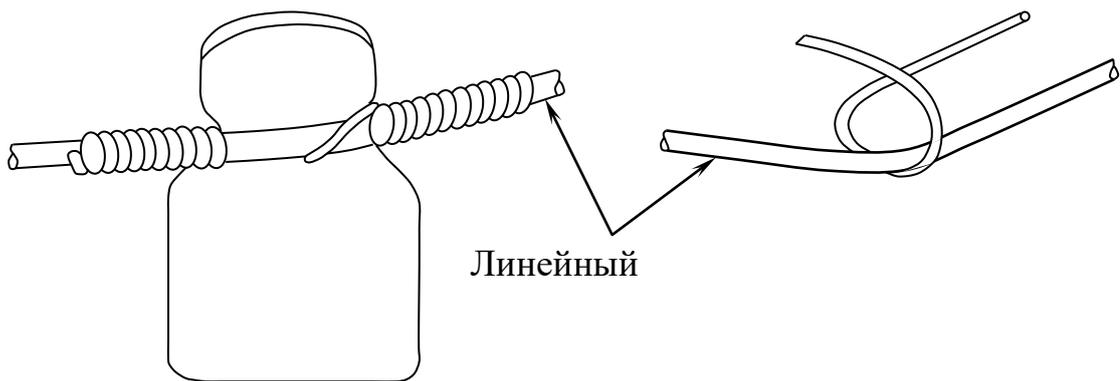
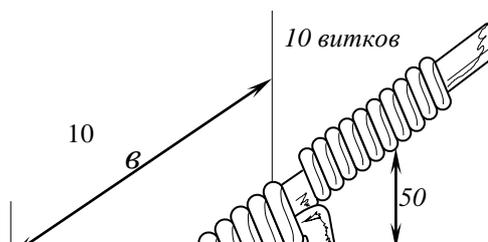


Рис. 2. Крепление провода к изолятору на угловой



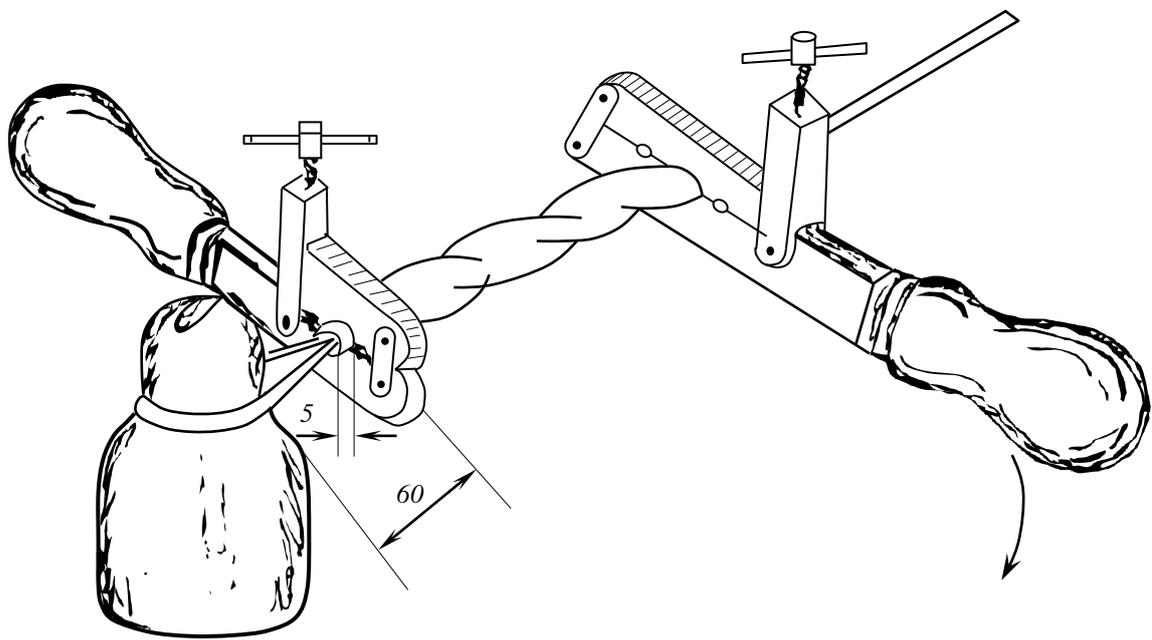


Рис. 4. Заделка проводов из цветного металла

## Лабораторная работа №2

**1. Тема работы:**"Кабели городских, сельских телефонных сетей и звукового вещания".

**2. Требования к знаниям, умениям и навыкам студентов:**

Знать конструкцию и назначение предложенных образцов кабелей ГТС, СТС и ЗВ. Уметь определять марки каждого кабеля. Иметь навыки в определении емкости кабеля и измерения диаметра жил.

**2. Цель работы:**

2.1. Изучить конструктивные элементы кабелей городской и сельской телефонных сетей и звукового вещания.

2.2. Определять тип и марку кабелей ГТС, СТС и ЗВ.

**3. Требования к знаниям:**

**студент должен:**

**3.1 иметь представление:**

- об общей конструкции кабелей.

**3.2 знать:**

- конструкцию и назначение кабелей ГТС , СТС и ЗВ.

**3.3 уметь:**

- определять марки кабеля.

**3.4 иметь навыки:**

- определение емкости кабеля

- разделки кабеля

**4. Основное оборудование:**

4.1. Образцы кабелей ГТС в пластмассовой и стальной гофрированной оболочках.

4.2. Образцы кабелей СТС.

4.3. Образцы проводов, применяемых на ГТС.

4.4. Микрометр.

**5. Подготовка к работе:**

5.1 Изучить по рекомендуемой литературе типы и марки кабелей ГТС, СТС, а также проводов применяемых на ГТС.

5.2 Подготовить бланк-отчета.

### 5.3 Подготовить ответы на следующие вопросы:

- 5.3.1 Что означает буква "Т" в маркировке кабеля?
- 5.3.2 Что означают буквы "П, В, Ст" в маркировке кабеля?
- 5.3.3 Укажите диаметр токопроводящих жил в кабелях ГТС, СТС.
- 5.3.4 Какова изоляция жил в кабелях ГТС, СТС?
- 5.3.5 Какую изоляцию жил имеют провода, применяемые на ГТС?
- 5.3.6 Какую ёмкость имеют кабели ГТС, СТС, провода ГТС?
- 5.3.7 Укажите назначение экрана в кабелях ГТС и СТС.
- 5.3.8 Поясните, как ведется счет пар в четверке кабеля КСПП.
- 5.3.9 Укажите типы скруток сердечника кабеля ГТС.

### **6. Содержание отчета:**

- 6.1. Название и цель работы.
- 6.2. Заполнить таблицу 1 по предложенной форме.
- 6.3. Изобразить сечение изучаемого кабеля с указанием его конструктивных элементов.

### **7. Порядок выполнения:**

- 7.1. Определить конструкцию защитного покрова кабеля.
- 7.2. Определить материал влагозащитной оболочки и замерить ее радиальную толщину.
- 7.3. Определить ёмкость кабеля (число пар или четверок).
- 7.4. Определить тип изоляции токопроводящих жил.
- 7.5. Замерить диаметр жил.
- 7.6. Определить марку каждого из предложенных образцов кабелей и проводов.

### **8. Контрольные вопросы:**

- 8.1. Укажите диаметры токопроводящих жил в кабелях ГТС.
- 8.2. Какова изоляция жил в кабелях типа ТП?
- 8.3. Какую изоляцию имеют токопроводящие жилы в кабелях ГТС типа Т?
- 8.4. Каков материал оболочки кабелей типа Т?
- 8.5. Какую оболочку имеют кабели ГТС типа ТП?
- 8.6. Какова оболочка кабелей типа ТС?

8.7. Какие кабели используют на магистральной и распределительной сети абонентских линий ГТС?

8.8. Какие кабели применяются для оборудования абонентских пунктов?

8.9. По средствам, каких проводов производится Кроссировка пар магистральных и распределительных кабелей в шкафах?

8.10. Какие кабели используются для организации межстанционных соединительных линий на СТС.

### **Приложение:**

На телефонных сетях России применяют следующие типы городских телефонных кабелей: с воздушно бумажной изоляцией в свинцовой оболочке (Т); с полиэтиленовой изоляцией жил в полиэтиленовой оболочке (ТПП); с полиэтиленовой изоляцией жил в стальной оболочке (ТПС); с воздушно-бумажной изоляцией жил в стальной оболочке (ТС); с полиэтиленовой изоляцией жил в алюминиевой оболочке (ТПА).

Кабели типа (Т) имеют медные жилы диаметром 0,4; 0,5 и 0,7 мм. Воздушно-бумажная изоляция жил может быть выполнена пористой бумажной массой или трубчатой, состоящей из бумажной ленты, наложенной на жилу с перекрытием 20-30%. Скрутка жил парная с шагом 70-250 мм. В каждой скрученной паре изоляция одной жилы должна быть белого (натурального) цвета, а другой жилы – красного или синего цвета, или иметь красную или синюю продольную полосу. Скрутка сердечника может быть повивная или пучковая. Пучковая применяется в кабелях свыше 100×2. при повивной скрутке сердечника в каждом повиве имеется контрольная пара, отличающаяся по расцветке изоляции. Каждый повив сердечника, за исключением центрального и внешнего обмотан по спирали нитью из хлопчатобумажной пряжи. Поверх сердечника накладывается поясная изоляция не менее чем из двух лент телефонной бумаги толщиной 0,05 мм при емкости кабеля более 100×2. поверх поясной изоляции накладывается влагозащитная оболочка из свинца радиальной толщиной от 1,1 до 2,6 мм.

В зависимости от конструкции защитных покровов выпускаются

следующие марки кабелей: ТГ, ТБ, ТБГ, ТК.

Кабели типа (ТП) имеют медные токопроводящие жилы диаметром 0,32; 0,4; 0,5; 0,64 и 0,7 мм. Изоляция жил сплошной полиэтилен, каждая жила в паре имеет свою радиальную расцветку. Скрутка жил парная или четверочная. Скрутка сердечника может быть повивная или пучковая, пучки состоят из 10×2, 50×2 и 100×2 или 5×4, 25×4, и 50×4. Сердечник имеет поясную изоляцию из полиэтиленовых лент, поверх которых накладывается экран из алюминиевых лент толщиной 0,1-0,2 мм, наложенных с перекрытием продольно или спирально, вдоль экрана – экранная проволока  $d = 0,5$  мм. Затем накладывается влагозащитная оболочка, которая может быть полиэтиленовой или поливинилхлоридной. Кабель имеет следующие емкости: 10×2; 20×2; 30×2; 50×2; 100×2; 200×2; 300×2; 400×2; 500×2; 600×2; 1200×2 и при диаметре жилы 0,32 мм до 2400×2.

Выпускаются следующие марки:

ТПП – с полиэтиленовой изоляцией жил в полиэтиленовой оболочке;

ТППБ – то же, бронированный стальными лентами с наружным джутовым покровом;

ТППБГ – то же бронированный стальными лентами с противокоррозийным покрытием;

ТППБШп – то же, бронированный стальными лентами с наружным защитным шлангом из полиэтилена;

ТППт – с полиэтиленовой изоляцией в полиэтиленовой оболочке с самонесущим стальным тросом;

ТПВ – с полиэтиленовой изоляцией жил в поливинилхлоридной оболочке;

ТПВБ – то же, бронированный стальными лентами с наружным защитным покровом.

На магистральной сети применяют кабели ёмкостью от 100×2 или 50×4 и выше, на распределительной сети от 10×2 до 100×2. Кабель ТПП прокладывается в трубах телефонной канализации и по стенам зданий, кабель ТПВ рекомендуется прокладывать в помещениях, так как поливинилхлоридная оболочка обладает большой гигроскопичностью.

Кабель ТПСтШп имеет стальную гофрированную оболочку толщиной 0,4 мм и 0,5 мм, покрытая слоем битума толщиной 0,25 мм и светостабилизированным полиэтиленовым шлангом толщиной 2-3,4 мм.

Кабель ТСтШп отличается от ТПСтШп изоляцией жил (воздушно-бумажная) и материалом поясной изоляции (несколько слоев кабельной бумаги).

Кабели ТСтШп и ТПСтШп можно прокладывать непосредственно в грунт

#### Провода, применяемые на ГТС.

Применяются для выполнения кроссировок и оборудования абонентских пунктов. Для абонентской проводки используются провода ТРП и ПКСВ (провод кроссировочный стационарный с поливинилхлоридной изоляцией жил диаметром 0,5 мм; может содержать 2; 3 и 4 жилы).

#### Кабели сельской связи.

Для межстанционных соединительных линий применяются упрощенные конструкции одночетверочных кабелей типа КСПП-1×4 с диаметром жил 0,9 и 1,2 мм, а также четырех-четверочные кабели КСПП-4×4 с жилами 0,9 мм. Изоляция жил – сплошной полиэтилен. Поверх изолированных жил накладывается поясная изоляция из полиэтилена и алюминиевый экран толщиной 0,1-0,15 мм. Снаружи располагается защитная полиэтиленовая оболочка толщиной 1,8 мм для КСПП-1×4 и 2,0 мм для КСПП-4×4. Бронированные варианты кабеля имеют марку: КСППБ-1×4; КСППК-1×4 и КСПП-4×4. Кабели КСПП уплотняются высокочастотной системой передачи КНК-6Т и КНК-12, ИКМ-15 "КАМА".

Для абонентских линий применяются однопарные кабели: ПРППМ-1×2; ПРППА – 1×2; ПРПВМ-1×2 и ПРППА-1×2. Жилы медные диаметром 0,8; 1,0; 1,2 мм (ПРППМ, ПРПВМ) и алюминиевые диаметром 1,6 мм (ПРППА, ПРПВА). Пара жил изолирована полиэтиленом, поверх которого расположена полиэтиленовая оболочка (ПРППМ, ПРППА) или поливинилхлоридная (ПРПВМ, ПРПВА). Для абонентских линий могут применяться городские кабели ёмкостью 10×2.

### Лабораторная работа № 3

**1. Тема работы:** "Симметричные кабели магистральных и зональных сетей".

**2. Цель работы:**

2.1. Изучить конструктивные элементы симметричных кабелей используемых для междугородной связи.

2.2. Определять тип и марку междугородного кабеля связи.

**3. Требования к знаниям:**

**студент должен:**

**3.1 иметь представление:**

- об общей конструкции кабелей.

**3.2 знать:**

- конструкцию и назначение симметричных , магистральных и Зональных кабелей.

**3.3 уметь:**

- определять марки кабеля.

**3.4 иметь навыки:**

- определение емкости кабеля

- разделки кабеля

**4. Основное оборудование:**

4.1. Образцы высокочастотных симметричных кабелей типа МК, МКС, ЗК.

4.2. Образцы низкочастотных симметричных кабелей типа ТЗ, ТЗПА.

4.3. Микрометр.

**5. Подготовка к работе:**

5.1 Изучить по рекомендуемой литературе типы и марки междугородных симметричных кабелей, а также их конструктивные элементы.

5.2 Подготовить бланк-отчета.

5.3 Подготовить ответы на следующие вопросы:

5.3.1 Что означает буква "С" в маркировке кабеля?

5.3.2 Что означают буква "Б" в маркировке кабеля?

5.3.3 Укажите диаметр токопроводящих жил в междугородных симметричных кабелях.

- 5.3.4 Какова изоляция токопроводящих жил в кабелей типа МК?
- 5.3.5 Какую изоляцию жил имеют кабели типа МКС?
- 5.3.6 Какую изоляцию имеют токопроводящие жилы кабелей типа ТЗП?
- 5.3.7 Какую ёмкость имеют междугородные кабели типа МКС?
- 5.3.8 Поясните, почему в конструкции кабелей со стальной оболочкой имеется экран, а с алюминиевой отсутствует?
- 5.3.9 Укажите, как ведется счет пар в четверке кабеля типа МКС.
- 5.3.10 Поясните счет четверок кабеля МКС-4×4; МКС-7×4.

## **7. Содержание отчета:**

- 7.1. Название и цель работы.
- 7.2. Заполнить таблицу 1 по предложенной форме.
- 7.3. Изобразить сечение изучаемого кабеля с указанием его конструктивных элементов.

## **8. Порядок выполнения:**

- 8.1. Определить конструкцию защитного покрова кабеля.
- 8.2. Определить материал влагозащитной оболочки и измерить ее радиальную толщину.
- 8.3. Определить ёмкость кабеля (число пар или четверок).
- 8.4. Определить тип изоляции токопроводящих жил.
- 8.5. Измерить диаметр жил.
- 8.6. Определить марку каждого из предложенных образцов кабелей.

## **9. Контрольные вопросы:**

- 9.1. Какие кабели используют для организации пучков стандартных телефонных каналов на магистралях страны?
- 9.2. Укажите марку кабеля, в конструкции которого имеется экран из алюминиевой фольги.
- 9.3. Кабели какого типа имеют кордельно-стирофлексную изоляцию?
- 9.4. С каким диаметром жил выпускаются кабели типа МКС?
- 9.5. Укажите скрутку жил кабеля типа МКС?
- 9.6. Как ведется счет четверок у кабеля МКСГ-4×4, МКСГ-7×4?
- 9.7. определите марку кабеля, если дано его схематическое изображение

(рис.1 – рис.5).

### **Приложение:**

*Симметричными* называются кабели, у которых обе жилы пары изготовлены из однородного материала, имеют одинаковый диаметр, тип изоляции.

Изолированные жилы симметричных кабелей скручиваются в группы, называемыми элементарными. Скручивание создает отдельным жилам пары одинаковые условия относительно взаимных и внешних помех. Скручивание ставит жилы и элементы в такое положение, при котором значительно облегчается их взаимное перемещение под оболочкой при изгибах кабеля, что повышает стабильность конструкции. Для предохранения от проникновения влаги и понижения изоляции жил общую скрутку кабеля заключают в герметичную оболочку из свинца, алюминия, стали, пластмассы. Для предохранения от механических повреждений поверх оболочки накладывают защитные покровы, которые состоят из стальных лент или оцинкованных круглых проволок. Междугородные симметричные кабели предназначены для строительства междугородных кабельных магистралей и линий зональных сетей, уплотняемых высокочастотной аппаратурой типа К-60П в диапазоне частот до 252 кГц.

Междугородные симметричные кабели имеют следующие модификации:

МКС – с кордельно-полистирольной изоляцией в свинцовой оболочке.

МКСА – с кордельно-полистирольной изоляцией в алюминиевой оболочке.

МКСС – с кордельно-полистирольной изоляцией в стальной оболочке.

МК – с кордельно-бумажной изоляцией в свинцовой оболочке.

ЗКП – с полиэтиленовой изоляцией и полиэтиленовой оболочкой.

ЗКВ – с полиэтиленовой изоляцией и поливинилхлоридной оболочкой.

ЗКПА – с полиэтиленовой изоляцией и алюминиевой оболочкой.

#### 9.1 Магистральные кабели МКС:

Выпускаются с числом высокочастотных четверок 1, 4, 7. Кабели ёмкостью 4×4 могут иметь пять, а 7×4 шесть сигнальных жил.

Диаметр медных токопроводящих жил четверок – 1,2 мм, сигнальных жил – 0,9 мм.

#### Марки кабелей:

МКСГ – в свинцовой оболочке, голый.

МКСБ – бронированный стальными лентами.

МКСБв – бронированный стальными лентами, свинцовая оболочка защищена поливинилхлоридным шлангом.

МКСК – круглопроволочной броне.

МКСКв – бронированный круглыми проволоками, свинцовая оболочка защищена поливинилхлоридным шлангом.

МКСБГ – бронированный стальными лентами с антикоррозийным покрытием из компаунда (без наружного джутового покрытия).

Токопроводящие жилы изолируются разноцветным полистирольным корделем диаметром 0,8 мм и полистирольной лентой толщиной 0,05 мм с перекрытием 25-30%. Первая пара каждой четверки состоит из жил красного и желтого цветов, вторая пара – из жил синего и зеленого цветов. В центре четверки имеется полистирольный кордель с диаметром 1,1 мм. Поверх кабельного сердечника накладывается поясная изоляция из шести – восьми слоев кабельной бумаги и свинцовая влагозащитная оболочка. Строительная длина кабеля МКС-4×4 и 7×4 – 825 м, а МКС-1×4 – 650 м.

#### 9.2. Кабели МКСА:

С кордельно-полистирольной изоляцией в алюминиевой оболочке имеют аналогичную конструкцию сердечника и ёмкость. Поверх алюминиевой оболочки накладывается слой битумного компаунда и полиэтиленовый шланг. В зависимости от рода защитных покровов кабели маркируются:

МКСАШп – в алюминиевой оболочке и полиэтиленовом шланге.

МКСАБп – то же, с броней из стальных лент и наружным джутовым покровом.

МКСАБпШп – то же, с броней из стальных лент с наружным полиэтиленовым шлангом.

МКСАБпГ – то же, с броней из стальных лент с противокоррозийным наружным покрытием.

МКСАКпШп – то же, с броней из круглых проволок и наружным полиэтиленовым шлангом.

### 9.3. Кабели МКССт:

С кордельно-полистирольной изоляцией в стальной гофрированной оболочке. Выпускаются емкостью 4×4 и 7×4. Конструкция сердечника аналогична конструкции сердечника кабелей МКС. Поверх поясной изоляции из четырех слоев кабельной бумаги наложен экран из алюминиевой фольги толщиной 0,2 мм. Под экраном наложена медная проволока диаметром 0,4 мм для уменьшения его сопротивления, а поверх наложена пластмассовая или бумажная лента. Сердечник кабеля заключен в стальную гофрированную оболочку со сварным продольным швом, толщина оболочки 0,4 мм. Снаружи располагается полиэтиленовый шланг толщиной 2,5 мм.

### 9.4. Кабели МК:

С кордельно-бумажной изоляцией в свинцовой оболочке.

По роду защитных покровов подразделяются на следующие типы:

МКГ – голый без брони.

МКБ – бронированный стальными лентами.

МКП – бронированный плоскими проволоками.

МКК – бронированный круглыми проволоками.

МКБГ – бронированный стальными лентами с антикоррозийным покрытием, без наружного джутового покрытия.

В зависимости от конструкции сердечника кабеля могут быть: однородными, состоящими 3×4, 4×4, 7×4 с жилами 1,2 мм и комбинированные включают, кроме высокочастотных четверок, экранированные высокочастотные пары с жилами диаметром 1,4 мм, а в некоторых случаях и низкочастотные четверки. Токопроводящие жилы у этих кабелей медные, изолированы трехниточным бумажным корделем диаметром 0,81 мм и двумя лентами кабельной бумаги.

### 9.5. Кабели ЗКК:

Имеют четыре медные жилы диаметром 1,2 мм, изолированные сплошным концентрическим слоем полиэтилена разного цвета. Жилы скручены в звездную четверку вокруг сердечника корделя из полиэтилена диаметром 1,3 мм. Поверх четверки заполнение из полиэтилена с бутилкаучуком (диаметр по заполнению 11,4 мм). Поверх заполнения наложен экран из 2-х медных или алюминиевых лент. Между алюминиевыми лентами продольно размещены две медные луженные проволоки диаметром 0,3-0,5 мм. Экран покрыт битумного состава, поверх которого наложена полиэтиленовая (П) или поливинилхлоридная (В) оболочка. В бронированных кабелях поверх оболочки наложены защитные покровы.

Кабели выпускаются емкостью 1×4 следующих марок: ЗКП, ЗКВ, ЗКПБ, ЗКВБ, ЗКПК, ЗКВК.

### 9.6. Кабели ЗКПА:

Имеют поверх полиэтиленового заполнения наложены алюминиевая оболочка, битумный состав, полиэтиленовый шланг. Конструкция сердечника аналогична кабелю типа ЗК.

Выпускаются кабели ёмкостью 1×4 следующих марок: ЗКПАШп, ЗКПАПБп, ЗКПАКпШп.

### 9.7. Область применения и способ прокладки кабеля:

Кабели типа МК, МКС, МКСА, МКССт применяют на междугородных кабельных магистралях в диапазоне до 252 кГц.

Кабели типа МКС МКСА, МКССт применяют также для организации соединительных линий между РАТС в диапазоне до 252 кГц.

Кабели типа ЗК применяют для организации зоновой связи, т.е. связи областного центра с районным уплотняемые аппаратурой К-60П в спектре частот 12-252 кГц.

Таблица 2.

Марка кабеля	Условия прокладки
МКСГ	В трубах телефонной канализации, коллекторах, тоннелях, при вводах в помещение станций.
МКСБл	В трубах и водах, агрессивных по отношению к свинцу.
МКСБ	В грунтах всех категорий, через несудоходные реки с незаболоченными устойчивыми берегами и спокойным течением.
МКСК	Пересечение горных, судоходных, сплавных рек, рек с неустойчивыми берегами на крутых склонах.
МКСКл	То же, но при наличии агрессивности грунта и воды по отношению к свинцу.

Таблица 3.

Марка кабеля	Условия прокладки
МКСАШп	В трубах канализации, коллекторах, тоннелях, в устойчивых грунтах I-III категории.
МКСАБп	В грунтах всех категорий без коррозионной опасности для стальной брони.
МКСАБпГ	В коллекторах, шахтах, в районах с повышенным электромагнитным влиянием, в районах заселенных грызунами, в тоннелях.
МКСАБпШп	В грунтах всех категорий, в районах с повышенным электромагнитным влиянием эл.ж.д., радиостанций, районах с повышенной грозодеятельностью с коррозионной опасностью для стали.
МКСАКпШп	При пересечении через реки, в грунтах при наличии растягивающих усилий.
МКССтШп	В трубах кабельной канализации, коллекторах, тоннелях, устойчивых грунтах I и III категорий, через реки с

устойчивыми берегами и спокойным течением.

Таблица 4.

Марка кабеля	Условия прокладки
ЗКП ЗКВ	В трубах кабельной канализации, коллекторах, тоннелях, в устойчивых грунтах I-III категорий, при отсутствии электромагнитных влияний и опасности повреждения грызунами.
ЗКПБ ЗКВБ	В грунтах всех категорий, при наличии опасности повреждения грызунами, при пересечении несудоходных рек с устойчивыми берегами и спокойным течением, при наличии незначительного электромагнитного влияния.
ЗКПАШп	В трубах канализации, коллекторах, шахтах, в устойчивых грунтах, при отсутствии опасности повреждения грызунами.
ЗКПК	Через горные, судоходные и сплавные реки, заболоченные поймы и болота глубиной более 2 м.

Таблица 5.

Марка кабеля	Условия прокладки
МКГ	В трубах канализации, при вводах в помещение станций.
МКБ	В грунте, где кабель не будет испытывать продольных растягивающих нагрузок.
МКБГ	В шахтах, тоннелях.
МКК	Через судоходные реки, в вечномерзлых и других грунтах, где из-за смещения или пучения почвы кабель может быть подвержен значительным растягивающим усилиям.

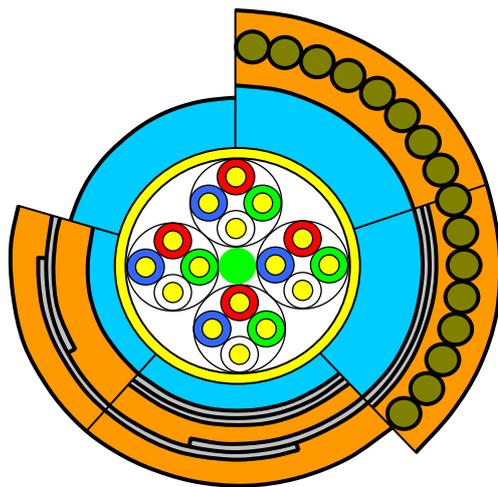


Рисунок 1 – Кабель  
МКС-4×4×1,2:

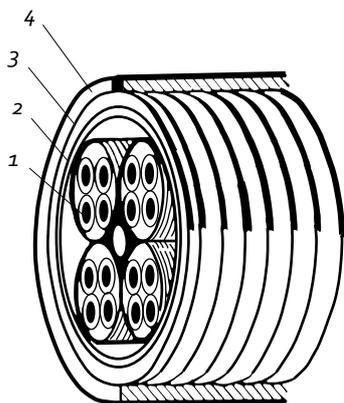


Рисунок 2 – Кабель МКССШп-4×4:  
1 – изолированные жилы; 2 –  
алюминиевый эк-ран; 3 – стальная  
гофрированная оболочка; 4 –  
полиэтиленовая оболочка

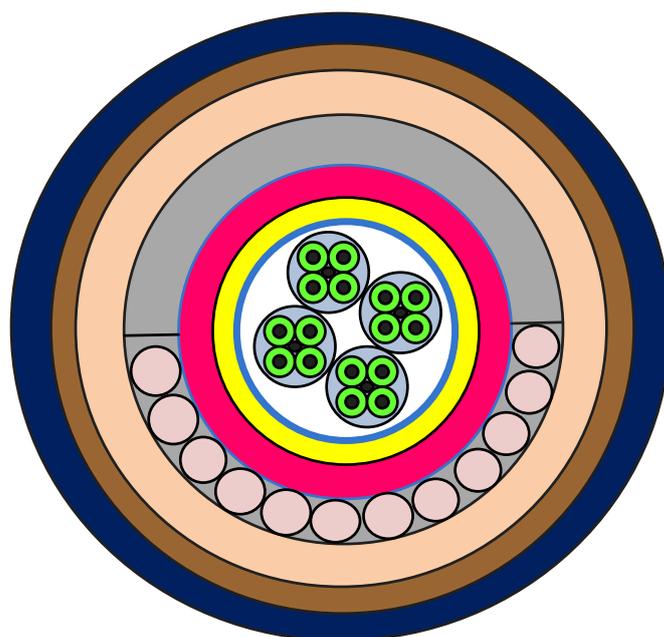


Рисунок 3 – Кабель МКСАШп-4×4:

1 – полиэтиленовый шланг; 2 – поливинилхлоридная лента; 3 – битумный состав; 4 – броне-проволока; 5 – две бронеленты; 6 – подушка; 7 – алюминиевая оболочка; 8 – поясная изоляция; 9 – цветная хлопчатобумажная пряжа; 10 – полистирольная пленка; 11 – цветной полистирольный кордель; 12 – токопроводящая жила диаметром 1,2 мм; 13 – центрирующий кордель диаметром 1,1 мм

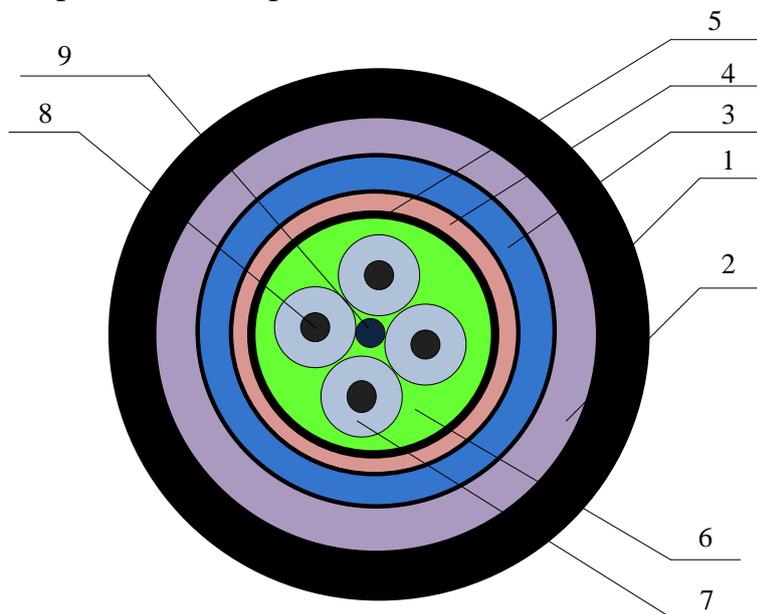


Рисунок 4 – Зоновый кабель с полиэтиленовой изоляцией ЗКП-1×4:

1 – наружный покров; 2 – броня из двух стальных лент; 3 – подушка; 4 – наружная оболочка из поливинилхлоридного пластиката; 5 – экран из двух лент алюминиевой фольги; 6 – заполнение из композиции; 7 – полиэтиленовый кордель; 8 – токопроводящая жила; 9 – полиэтиленовая изоляция

## Лабораторная работа №4

**1. Тема работы:** "Коаксиальные кабели".

**2. Цель работы:**

2.1. Изучить конструктивные элементы коаксиальных кабелей.

2.2. Определять тип и марку коаксиального кабеля связи.

**3. Требования к знаниям:**

**студент должен:**

**3.1 иметь представление:**

- об общей конструкции кабелей.

**3.2 знать:**

- конструкцию и назначение коаксиальных кабелей.

**3.3 уметь:**

- определять марки кабеля.

**3.4 иметь навыки:**

- определение емкости кабеля

- разделки кабеля

**4. Основное оборудование:**

4.1. Образцы кабелей КМ-4, МКТС, ВКПАП.

4.2. Микрометр.

**5. Подготовка к работе:**

5.1 Изучить по рекомендуемой литературе типы и марки коаксиальных кабелей, а также их конструктивные элементы.

5.2 Подготовить бланк-отчета.

5.3 Подготовить ответы на следующие вопросы:

5.3.1 Что означает сочетание букв "КМ" в маркировке кабелей?

5.3.2 Что означает сочетание букв "МКТ" в маркировке кабелей?

5.3.3 Укажите диаметр внутреннего проводника в кабеле типа КМ-4?

5.3.4 Укажите диаметр внутреннего проводника в кабеле типа МКТ?

5.3.5 Укажите диаметр внешних проводников коаксиальных пар в КМ-4 и МКТ-4?

5.3.6 Укажите диаметр служебных четверок и чем отличается центральная четверка?

5.3.7 Как нумеруются коаксиальные пары?

5.3.8 Как нумеруются четверки?

5.3.9 Какую изоляцию имеют коаксиальные пары в кабеле КМ-4?

5.3.10 Какую изоляцию имеют коаксиальные пары в кабелях типа МКТ-4

## **6. Содержание отчета:**

6.1. Название и цель работы.

6.2. Заполнить таблицу 1 по предложенной форме.

6.3. Изобразить сечение изучаемого кабеля с указанием его конструктивных элементов.

## **7. Порядок выполнения:**

7.1. Определить конструкцию защитного покрова кабеля.

7.2. Определить материал влагозащитной оболочки и измерить ее радиальную толщину.

7.3. Определить ёмкость кабеля (число коаксиальных пар, отдельных жил).

7.4. Определить тип изоляции коаксиальных пар, четверок.

7.5. Измерить диаметры внутреннего проводника коаксиальной пары и жил четверок.

7.6. Определить марку каждого предложенного кабеля.

## **8. Контрольные вопросы:**

8.1. Какие кабели имеют шайбовую полиэтиленовую изоляцию?

8.2. Какие кабели имеют трубчатую (баллонную) полиэтиленовую изоляцию?

8.3. Определите марку кабеля по его схематическому изображению (см. рис. 1-4).

8.4. Как нумеруются пары и четверки?

## **Приложение**

Основным элементом коаксиального кабеля является коаксиальная пара – гибкая металлическая трубка, внутри которой находится изолированный внутренний проводник. Кабели с коаксиальными парами 1,2/4,6 называют малогабаритными коаксиальными и обозначают буквами

МКТ; кабели с коаксиальными парами 2,6/9,5 обозначают буквами КМ.

Кабели имеющие коаксиальные пары 2,6/9,5 и 1,2/4,6 имеют обозначение КМ-8/6.

В зависимости от типа оболочки в марку кабеля добавляют буквы А, Э, П, С, а в зависимости от защитных покровов – буквы Г, Б, БГ, Бл, БШп, Шп, БпШп, К, КпШп.

11.1 Кабели МКТ имеют 4 коаксиальные пары, 5 симметричных пар для служебной связи и телемеханики и одну контрольную медную жилу диаметром 0,7 мм. Изоляция контрольной жилы имеет отверстия или прорезы, благодаря чему, при попадании влаги в кабель сопротивление изоляции контрольной жилы резко снижается. Датчик понижения сопротивления изоляции срабатывает и предупредит о повреждении. Для кабеля МКТ применяется система К-300 – однокабельная однополосная, с линейным спектром 60-1300 кГц. В дальнейшем он будет уплотняться системой к-1020 до 5,7 МГц. По симметричным парам организуются ПСС-1 (1, 2 пары), ПСС-2 (3, 4 пары), сигналы телемеханики ТМ (5 пара). ПСС – Постанционная служебная связь. Нумерация симметричных пар: 1 – красная белая, 2 – зеленая-белая, 3, 4, 5 – синяя-белая, 5-я пара в центре. Нумерация коаксиальных пар: 1-я между 1 и 2 симметричными (красно-белой и зелено-белой), 2-я между 2 и 3 (зелено-белой и сине-белой). Кабели с полиэтиленовой оболочкой имеют следующую маркировку: МКТП-4 с двухслойной оболочкой из полиэтилена и поливинилхлорида. МКТПБ-4 тоже, бронированный двумя стальными лентами. Кабели со свинцовой оболочкой имеют следующую маркировку: МКТСБ, МКТСБШп, МКТСБГ, МКТСБл, МКТСК, МКТСКл. Кабели с алюминиевой оболочкой имеют следующую маркировку: МКТАШп, МКТАБп, МКТАБпШп.

Б – бронированный двумя стальными лентами с наружным джутовым покровом.

БШп – бронированный двумя стальными лентами с наружной полиэтиленовой оболочкой.

БГ – бронированный двумя стальными лентами без наружного слоя.

Бл – со слоем поливинилхлоридного пластика, бронированный стальными лентами.

К – бронированный круглыми проволоками из стали.

Шп – полиэтиленовый шланг.

Бп – под броней полиэтиленовый шланг.

БпШп – под броней и поверх брони шланг из полиэтилена.

Все кабели МКТ имеют одинаковый сердечник: четыре коаксиальных пары, пять симметричных пар и одна контрольная жила. Коаксиальная пара состоит из медного внутреннего проводника диаметром 1,2 мм и внешнего проводника в виде медной трубки с продольным швом диаметром 4,6 мм. Изоляция между внутренним и внешним проводниками баллонная полиэтиленовая трубчатого типа. Поверх внешнего проводника имеется экран из двух стальных лент толщиной 0,1 мм. Сверху располагается поливинилхлоридная лента толщиной 0,23 мм. Диаметр коаксиальной пары 6,4 мм.

#### 11.2 Рассмотрим конструкцию кабеля КМ-4.

КМ-4 содержит 4 коаксиальные пары 2,6/9,5 мм и 5 симметричных четверок с бумажной изоляцией с диаметром жил 0,9 мм. Диаметр внутреннего проводника коаксиальной пары 2,58 мм. Внешний проводник изолируется от внутреннего посредством шайб из полиэтилена толщиной 2 мм с шагом наложения 30 мм и представляет собой медную трубку с толщиной стенок 0,3 мм и внешним диаметром 9,4 мм. Поверх внешнего проводника наложены две стальные ленты (экран), уменьшающие влияние между парами и внешние влияния. Каждая коаксиальная пара изолирована двумя слоями бумажной ленты. Симметричные четверки имеют медные жилы диаметром 0,9 мм изолированные бумажными лентами, а центральная четверка имеет еще и эмалевую изоляцию. Эмалированные жилы могут быть использованы для измерений при попадании в кабель влаги. Поверх кабельного сердечника, состоящего из 4-х коаксиальных пар и пяти четверок, накладывается поясная изоляция из бумажных лент, а затем свинцовая оболочка. Поверх свинцовой оболочки могут быть защитные

покровы. У кабеля КМБ-4 поверх свинцовой оболочки накладывается подушка из пропитанной компаундом кабельной пряжи, затем броня из двух стальных лент, поверх которых намотана пряжа. Кабель КМГ-4 не имеет защитных покровов и прокладывается в канализации.

Кабель КМК имеет броню из круглой проволоки, применяется на речных переходах.

Нумерация четверок в кабеле:

1 четверка – желтая в центре сердечника кабеля;

2 четверка – красная;

3 четверка – синяя;

4 четверка – белая

5 четверка коричневая.

Нумерация коаксиальных пар:

1-я коаксиальная пара – между красной и синей четверками;

2-я – между коричневой и белой;

3-я – между синей и белой четверками;

4-я – между красной и коричневой четверками.

Коаксиальные пары предназначаются для многоканальной связи и телевидения на главных магистралях страны. Они уплотняются аппаратурой К-1920 в диапазоне частот до 8,5 МГц и К-3600 в диапазоне до 17 МГц. Намечается их дальнейшее уплотнение в диапазоне частот до 60 МГц аппаратурой на 10800 телефонных каналов. Пары звездных четверок предусмотрены для организации служебной связи.

Коаксиальные кабели марок КМА-4 и КМЭ-4 отличаются от кабелей КМ-4 только типом оболочки. В кабелях КМАГ-4 – комбинированная двойная оболочка, состоящая из алюминиевой толщиной 1,0 мм и свинцовой толщиной 1,3 мм наложенной поверх алюминиевой. Эти кабели предназначаются для прокладки в земле в районах высокой грозодеятельности, на участках сближения с электрифицированными ж.д. и ЛЭП в условиях повышенных влияний.

### 11.3. Комбинированный коаксиальный кабель КМ-8/66

Содержит коаксиальные пары 2,6/9,5 мм, малогабаритные коаксиальные пары 1,2/4,6 мм и симметричные группы.

Комбинированные кабели позволяют:

Организовать мощные пучки телефонных каналов и телевизионную передачу на большие расстояния по коаксиальным парам 2,6/9,5 мм с помощью систем передачи К-1920, К-3600 и в перспективе К-10800.

Обеспечить распределительные каналы для связи между городами и промежуточными пунктами, расположенными на магистрали, по коаксиальным парам 1,2/4,6 мм с помощью системы К-300 и в последующем системы К-1020. Обеспечить выделение необходимого числа каналов в любом пункте трассы из системы передачи К-24-К, организуемой по симметричным группам. Организовать служебную связь и телесигнализацию по симметричным парам и четверкам.

Кабели КМ-8/6 имеют номенклатуру:

КМГ-8/6 – коаксиальный кабель в свинцовой оболочке.

КМБ-8/6 – то же, бронированный двумя стальными лентами.

КМК-8/6 – то же – бронированный круглыми проволоками.

### 11.3 Однокоаксиальный кабель ВКПАП6

2,1/9,7 мм предназначен для организации зонной связи по однокабельной системе К-120. дальность связи 600 км. Длина усилительного участка – 10 км. Кабель имеет следующую модификацию:

ВКПАП – внутризональный однокоаксиальный кабель с пористо-полиэтиленовой изоляцией, с алюминиевым внешним проводником, в полиэтиленовой оболочке

ВКПАПАТ – тоже с самонесущим встроенным тросом. ВКПАПКШп – то же, с броней из круглых проволок. Кабель ВКПАПт подвешивается на опорах воздушных линий связи. Длина пролета подвесного кабеля составляет 50-65 м.

Внутренний проводник кабеля выполнен из медной проволоки диаметром 1,2 мм, изоляция из пористого полиэтилена. Внешний проводник представляет собой алюминиевую трубку толщиной 1,0 мм с внешним

диаметром 9,7 мм, которая одновременно выполняет роль экрана. Защитная оболочка выполнена из светостабилизированного полиэтилена толщиной 2,5 мм.

### **Лабораторная работа №5**

**1. Тема работы:** "Волоконно-оптические кабели".

**2. Цель работы:**

2.1. Изучить конструкцию волоконно-оптических кабелей.

2.2. Исследование оптических волокон.

**3. Требования к знаниям:**

**студент должен:**

**3.1 иметь представление:**

- об общей конструкции кабелей.

**3.2 знать:**

- конструкцию и назначение оптических кабелей.

**3.3 уметь:**

- определять марки кабеля.

**3.4 иметь навыки:**

- определение емкости кабеля

- разделки кабеля

**4. Основное оборудование:**

4.1. Образцы оптических кабелей.

4.2. Микрометр.

4.3. Микроскоп.

**5. Подготовка к работе:**

5.1 Изучить по рекомендуемой литературе конструкции оптических кабелей городской и зонавой связи отечественного и импортного производства.

5.2 Подготовить бланк-отчета.

5.3 Подготовить ответы на следующие вопросы:

5.3.1 Укажите конструкцию оптического волокна.

5.3.2 Укажите типы оптических кабелей по назначению.

5.3.3 Укажите группы кабелей по конструкции сердечника.

5.3.4 Перечислите составные элементы оптических, кроме волокна.

5.3.5 Укажите емкость кабелей для городской, зоновой и магистральной связи.

5.3.6 Укажите достоинства оптических кабелей.

## **6. Содержание отчета:**

6.1. Название и цель работы.

6.2. Заполнить таблицу 11 по предложенной форме.

6.3. Изобразить сечение изучаемого кабеля с указанием его конструктивных элементов.

## **7. Порядок выполнения:**

7.1. Определить тип кабеля в зависимости от конструкции сердечника.

7.2. Определить материал оболочки и измерить ее радиальную величину.

7.3 Определить емкость кабеля (число ОВ).

7.4. Определить материал и конструкцию:

- силового элемента;

- заполнителя;

- армирующего элемента;

## **8. Контрольные вопросы:**

8.1. Укажите материал сердечника, оболочки и защитного покрытия оптического волокна.

8.2. Укажите общий диаметр волокна.

8.3. Назначение магистральных, зоновых, городских, объектовых и подводных кабелей.

8.4. Конструкция кабелей с фигурным сердечником и ленточного типа.

8.5. Назначение и конструктивное выполнение силового элемента, армирующего элемента, заполнителя, наружной защитной оболочки.

8.6. Указать основные характеристики ОВ.