

Лабораторная работа №1

Изучение оптических кабелей различного назначения для ВОЛС

Выполнила: Величкина А. С.

Цель работы: изучить маркировку и характеристики оптических кабелей, представленных на лабораторном стенде.

Оборудование: Оптические кабели (ВОК), представленные на стенде.

Теоретический материал

Оптический кабель (ОК, ВОК) – это кабельное изделие, содержащее одно или несколько оптических волокон, объединенных в единую конструкцию, обеспечивающее их работоспособность в заданных условиях эксплуатации. Волоконно-оптические кабели применяются для создания ВОЛС – волоконно-оптических линий связи, способных обеспечить самую высокую скорость передачи информации (в зависимости от типа используемого активного оборудования скорость передачи может составлять десятки гигабайт и даже терабайт в секунду). Основным материалом для изготовления сердцевины оптического волокна и его оболочки являются различные сорта кварцевого стекла.

Классификация ВОК:

По области применения:

1. кабели для внутренней прокладки (indoor cables): используются внутри телефонных станций, зданий и помещений клиентов/абонентов.
 - a. кабели вертикальной прокладки (riser cable);
 - b. кабели городской прокладки (distribution cable);
 - c. шнуры коммутации (patch cord).
2. кабели для внешней прокладки (outdoor cables):
 - a. воздушные;
 - b. подземные;
 - c. подводные.

3. специальные:

- а. одноволоконные полностью диэлектрические (ПД) кабели в тонкой специальной оболочке для использования в сети внутренней коммутации различных спецустройств и приборов;
- б. многоволоконные плоские (ПД) кабели, используемые для внутренних шин и компьютерных сетей суперкомпьютеров;
- с. многоволоконные объёмные (матричные) ПД кабели, используемые для прямой (несканируемой) передачи плоских графических изображений объектов (например, для передачи видеоизображений – содержат тысячи или десятки тысяч волокон).

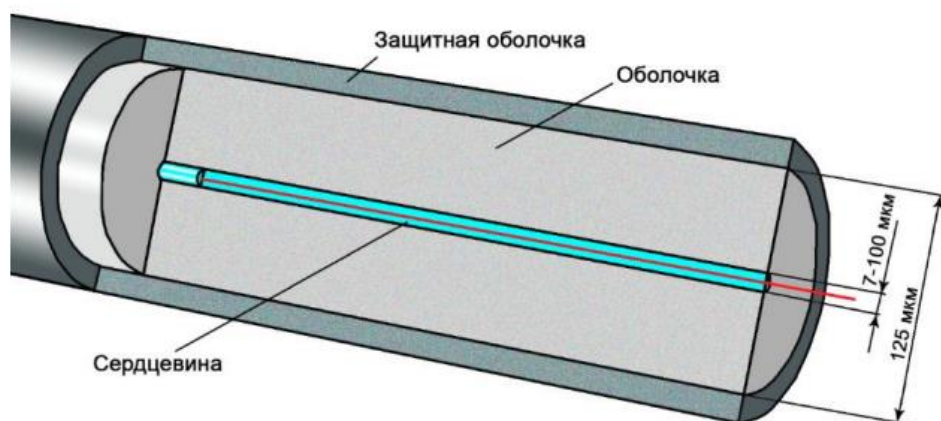


Рис. 1. Устройство ВОК.

Оптическое волокно (ОВ) разделяют на одномодовое и многомодовое. По многомодовому ОВ может распространяться несколько мод э/м волны одновременно. Многомодовые волокна обладают значительной полосой пропускания (до 400 МГц/км) и большой входной числовой апертурой (0.2-0.29), позволяющей использовать ненаправленные источники излучения (светодиоды). Однако, большая числовая апертура приводит к высокой модовой дисперсии сигнала в ОВ. Существование модовой дисперсии приводит к уширению выходных импульсов, вызывающему интерференцию различных символов, что ограничивает скорость передачи данных (рис. 1.2). Уширение

выходных импульсов в свою очередь накладывает ряд ограничений на длину ВОЛС. Для компенсации ряда недостатков, свойственных многомодовым ОВ, были разработаны ОВ с различным типом профиля показателя преломления (ступенчатый, градиентный).

Многомодовое волокно используется:

- для передачи данных в пределах одного здания между кроссовыми и серверными комнатами на разных этажах или в разных корпусах;
- в магистралях между зданиями, если расстояние не превышает 550м;
- в горизонтальных сегментах СКС и в системах FTTD (fiber-to-the-desk), где устанавливаются пользовательские рабочие станции с многомодовыми оптическими сетевыми картами;
- при экономии затрат и менее требованиях к количеству поворотов/спусков и радиусу;
- в ЦОД, в дополнение к одномодовому волокну и офисе.

Одномодовым называется оптическое волокно, по которому может распространяться только одна мода электромагнитного излучения. Число передаваемых мод в ОВ зависит от диаметра ОВ. Одномодовое оптическое волокно (SingleMode MM)— волокно, основной диаметр сердцевины которого, приблизительно в семь - десять раз больше длины волны, проходящего по нему света. Одномодовые волокна обладают меньшей числовой апертурой (0.1 - 0.15) и лишены ряда недостатков многомодовых ОВ, в том числе ограничений по скорости передачи данных. Однако, малая числовая апертура, значительно снижающая число мод, способных пройти по ОВ, что накладывает ограничения на типы источников излучения. В случае одномодовых волокон наиболее часто используются лазерные источники излучения, обеспечивающие когерентный достаточной мощности. Полоса пропускания одномодового волокна теоретически неограничена, поэтому такое волокно может пропускать один световой режим за один раз. Одномодовое распространение возможно при выполнении условия: нормированная частота должна быть меньше 2,405

Одномодовое волокно используется:

- при необходимости укладки кабеля на расстояния более 500м (прежде всего для магистральных соединений между удаленными крупными узлами);
- в региональных линиях, линиях связи между городскими узлами, в выделенных оптических каналах на большие расстояния, в магистральных к оборудованию операторов мобильной связи;
- в системах GPON с доведением волокна до конечного пользователя;
- в подводных кабельных линиях связи;
- в ЦОД, кампусах и университетах.
-

Числовая апертура оптического волокна - синус максимального угла между осью и лучом, для которого выполняются условия полного внутреннего отражения при распространении оптического излучения по волокну. Она характеризует эффективность ввода световых лучей в оптическое волокно и зависит от конструкции волокна.

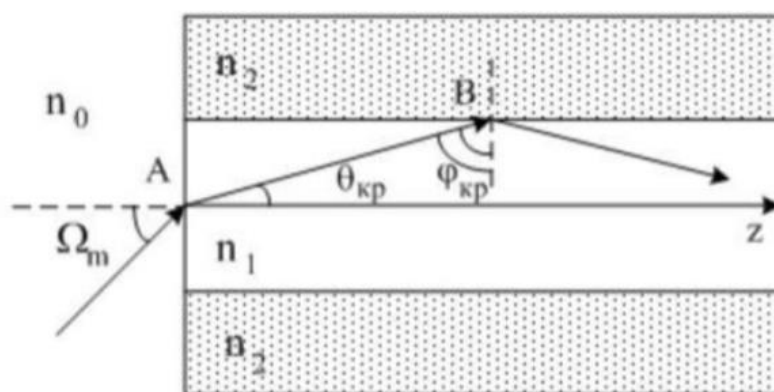


Рис 2. Числовая апертура оптоволокна.

Числовая апертура оптоволокна определяется по формуле:

$$\sin \Omega = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (1)$$

Чем меньше значение числовой апертуры, тем больше скорость передачи данных в ОВ. Также от значения числовой апертуры зависит мощность вводимого в оптоволокно сигнала.

ОВ изготавливают из кварцевого стекла. В некоторых случаях используют полимерные составы, например, полиметилметакрилат.

Силовые элементы ВОК изготавливают из различных материалов в зависимости от области применения кабеля. СЭ изготавливают из металла, стеклопластика, арамидных нитей.

Рабочий спектральный диапазон ВОЛС определяется окнами прозрачности оптоволокна. Поэтому выделяются следующие типовые частоты, на которых и функционируют ВОЛС:

- 820-920 нм;
- 1280-1350 нм;
- 1528-1561 нм, 1620 нм.

Экспериментальная часть

Номер кабеля	1	2	3	4	5	6	7
Кол-во волокон	4	4		8	8	2	
Рабочая длина волны, нм	1310, 1550	1310, 1550	1310, 1550, 1625	1310, 1550	1310, 1550	850, 1310, 1550	850, 1310, 1550
Размер кабеля	8.5-11.4	7.3, 10.5	6.2, 7.2	5.1 x 10.2	7.5-3.7	2,55	3
Тип волокна	Полибутилен-терефталат	Полибутилен-терефталат	Полибутилен-терефталат	G.651, G.652.D, G.655, G.657	G.651.1, G.652.D, G.655, G.657.A1	G.651, G.652.B2, G.652.D, G.655, G.657.A1	G.657A1
Материал наружной оболочки	Полэтилен средней плотности	Полэтилен средней плотности	Полэтилен средней плотности	Полэтилен средней плотности	Полэтилен средней плотности	Полэтилен средней плотности	LSZH
Цвет наружной оболочки	Черный	Черный	Черный	Черный	Черный	Черный	Черный
Силовой элемент	11-12 стальных проволок	гофрированная стальная лента	Стальной трос в полимерной изоляции	Стальная оцинкованная проволока	два FRP-прутка	Стальная проволока + 2 арамидных (стеклопластиковых прутка)	FRP (стеклопруток)
Диаметр силового элемента, мм	1	1	1	1,60	2	0.8	
Минимальный радиус изгиба, мм	15 диаметров кабеля	109.5 – 117 мм	15 диаметров кабеля	10	120	20 диаметров	
Типовое затухание, дБ/км	не более 0.36 при 1310 нм, не более 0.22 при 1550 нм	не более 0.36 при 1310 нм, не более 0.22 при 1550 нм	не более 0.36 при 1310 нм, не более 0.22 при 1550 нм	не более 0.36 при 1310 нм, не более 0.22 при 1550 нм	не более 0.36 при 1310 нм, не более 0.22 при 1550 нм	не более 0.38 при 1310 нм, не более 0.24 при 1550 нм	
Макс. нагрузка при	2.0 (при относительном	от 2.7	0.4	от 0.5	0.5	0.8-1	

растяжении, кН	удлинении волокна 0.6%), 1.0 (при относительн ом удлинении волокна 0.3%)						
Макс. нагрузка при сжатии, кН/см	от 0.4	от 0.5	0.3	от 0.3	0.5	0.6	
Удельная масса кабеля, кг/км	122 – 138	70.7-75.9	70.6 - 139.2	51-90.1	35	16-16.7	
Срок службы	25 лет	25 лет	25 лет			25 лет	25 лет
Назначение	Для прокладки в кабельной канализации	Предназнач ен для прокладки в кабельной канализации , трубах, лотках, блоках, тоннелях, коллекторах , по мостам и эстакадам, в грунт, между зданиями и сооружения ми, а также внутри зданий	Применяют ся для подвеса на опорах воздушных линий связи, контактной сети и автоблокиро вки железных дорог, линий передач, столбах освещения, энергообъек тах, между зданиями и сооружения ми	Оптический кабель предназначе н для подвеса на опорах воздушных линий связи, столбах городского освещения, контактной сети городского транспорта, между зданиями и сооружения ми.	Применяют ся для подвеса (при особо высоких требованиях по устойчивост и к внешним электромагн итным воздействия м) на опорах воздушных линий связи, контактной сети железных дорог	Оптический кабель для подвесного монтажа на опорах воздушных линий связи.	Абонентски й кабель предназначе н для прокладки внутри помещений, чердачных помещений, в трубах, коробах, лотках

Вывод

В ходе лабораторной работы были изучены основы функционирования и проектирования ОВК и ВОЛС. Были изучены различные типы ОВК и особенности их применения на практике.

Ответы на контрольные вопросы.

1. Волоконно-оптические кабели, их классификация, назначение и устройство.

Ответ: Волоконно-оптический кабель - это кабельное изделие, содержащее одно или несколько оптических волокон, объединенных в единую конструкцию. ВОК классифицируются на кабели внутренней прокладки, внешней прокладки и специальные кабель.

2. Волоконно-оптические кабели с многомодовыми оптическими волокнами, параметры и сферы их применения.

Ответ: По многомодовому ОВ может распространяться несколько мод э/м волны одновременно. Многомодовые волокна обладают значительной полосой пропускания (до 400 МГц/км) и большой входной числовой апертурой (0.2-0.29), позволяющей использовать ненаправленные источники излучения (светодиоды). Используются для прокладки внутри зданий или в случае уменьшения стоимости прокладки и устойчивости к изгибам.

3. Волоконно-оптические кабели с одномодовыми оптическими волокнами, параметры и сферы их применения

Ответ: Одномодовым называется оптическое волокно, по которому может распространяться только одна мода электромагнитного излучения. Число передаваемых мод в ОВ зависит от диаметра ОВ. Применяются, когда требуются большие скорости передачи и для прокладки на большие расстояния.

4. Числовая апертура оптического волокна и ее влияние на скорость передачи данных.

Ответ: Числовая апертура оптического волокна - синус максимального угла между осью и лучом, для которого выполняются условия полного внутреннего отражения при распространении оптического излучения по волокну. Чем меньше значение числовой апертуры, тем больше скорость передачи данных в ОВ.

5. Материалы для изготовления оптических волокон.

Ответ: ОВ изготавливают из кварцевого стекла. В некоторых случаях используют полимерные составы, например, полиметилметакрилат.

6. Материалы для изготовления силовых элементов волоконнооптических кабелей.

Ответ: Силовые элементы ВОК изготавливают из различных материалов в зависимости от области применения кабеля. СЭ изготавливают из металла, стеклопластика, арамидных нитей.

7. Рабочий спектральный диапазон ВОЛС.

Ответ: Рабочий спектральный диапазон ВОЛС определяется окнами прозрачности оптоволокна. Поэтому выделяются следующие типовые частоты, на которых и функционируют ВОЛС: 820-920 нм, 1280-1380 нм, 1528-1561 нм, 1620 нм.