

4. Пассивные компоненты ВОЛС

4.1 Оптические соединители и кроссовое оборудование

4.1.1 Стандартные соединительные изделия.

Соединитель в волоконной оптике – комплект коннекторов, стыкуемых в розетке. В настоящее время на отечественном рынке наиболее часто предлагаются соединители стандартов ST, FC и SC. Эти соединители имеют “традиционный” керамический наконечник диаметром 2,5 мм. Керамика (окись циркония) имеет коэффициент теплового расширения, близкий к стеклу, что обеспечивает стабильность параметров соединения в широком температурном диапазоне, обычно это от -40 до $+80^{\circ}\text{C}$. Наконечник имеет выпуклую торцевую поверхность с радиусом закругления около 20 мм. Соединители подпружинены, так что при стыковке коннекторов в розетке торцы наконечников прижимаются друг к другу с усилием (порядка 10 Н). Возникающий при такой стыковке физический контакт (РС) волокон исключает воздушный зазор между ними, тем самым снижает влияние Френелевского отражения.



Соединитель ST был разработан в Bell Labs. Коннектор снабжен подпружиненной втулкой типа байонет, повернув которую на четверть оборота можно просто и надежно зафиксировать соединение. Средние потери на соединении 0,2 дБ. Соединитель прост и надежен в использовании. Однако, керамический наконечник жестко связан с корпусом разъема, что делает его чувствительным к вибрации. Применение его в системах видеонаблюдения производственного объекта требует учета его виброчувствительности.



Соединитель FC был разработан в NTT (Япония). Соединитель ориентирован преимущественно на применение в одномодовых линиях (дальняя связь, кабельное телевидение, системы видеонаблюдения). Конструкция разъема обеспечивает развязку подпружиненного наконечника относительно корпуса, что повышает надежность соединения. Средние потери на соединении 0,2 дБ. Этот тип соединителя в наибольшей степени отвечает требованиям эксплуатации в условиях производственного объекта. При необходимости могут использоваться специализированные герметичные разъемы.



Соединитель SC (subscriber connector – абонентский коннектор) применяется с 1990 года. Особенность конструкции коннекторов SC – фиксация в корпусе розетки без поворота корпуса (push-pull). Это предохраняет наконечники соединителей от прокручивания при стыковке. Независимое крепление наконечника относительно корпуса коннектора (pull-proof) обеспечивает надежность соединения при механических воздействиях на корпус коннектора и рывках за кабель. Соединители SC выпускаются как для многомодовых, так и для одномодовых применений, в симплексном и дуплексном вариантах. Пластмассовый корпус позволяет использовать цветовую маркировку разъемов. Одномодовые коннекторы имеют обычно голубой, бежевый, а многомодовые –

черный, серый цвет. Коннекторы со скошенным наконечником (APC) имеют зеленый корпус и такой же хвостовик.

4.1.2 Кроссовое оборудование.

Правильный выбор кроссового оборудования облегчает задачу монтажа и обслуживания сети. При создании сетей видеонаблюдения часто возникает необходимость компактного размещения в условиях технологического помещения специализированного оборудования. Поэтому встает вопрос выбора не только активного оборудования, но и пассивного кроссового. Подбирая конструктив, нужно обеспечить:

- устойчивость кроссового оборудования к долговременной эксплуатации в заданных условиях;
- удобство монтажа и обслуживания оборудования;
- защиту от несанкционированного доступа;
- современный дизайн и т.п.

Защита оборудования от влияния окружающей среды характеризуется конструктивным исполнением и определяется уровнем IP-защиты согласно стандартам EN 60529 и IEC 529. Уровень IP-защиты имеет буквенное обозначение с двухзначным кодом. Первая цифра кода означает степень защиты человека для обеспечения безопасной эксплуатации оборудования и защиты самого оборудования от попадания внутрь посторонних предметов и пыли, вторая – степень защиты от попадания воды внутрь оборудования.

Для офисных шкафов обычно достаточно класса защиты не выше IP 22, поэтому такие конструктивы наиболее часто используются. Если же шкафы устанавливаются в производственных, подвальных помещениях, где возможно скопление пыли и протекание воды, требуется более высокий класс защиты, например IP 55.



Рис.4.1. Настенный кросс с защитой от несанкционированного доступа.

4.1.3. Специализированные соединительные изделия

Ответвители

В оптических сетях часто возникают задачи разделения или объединения потоков оптического излучения, отвода части оптического излучения из основного канала передачи и др. Такие задачи решаются с помощью волоконно-оптических разветвителей.

Разветвители находят применение в оптических глобальных и локальных сетях передачи голоса и данных, информационных сетях и в сетях кабельного телевидения. Учитывая постоянный рост этих сетей, растет и спрос на разветвители. Другими областями применения разветвителей являются измерительные системы, приборы и датчики.

Оптический разветвитель – это пассивный оптический многополюсник, имеющий $n_{вх}$ входных и $n_{вых}$ выходных оптических портов. Оптическое излучение, подаваемое на входные порты, распределяется между его выходными портами.

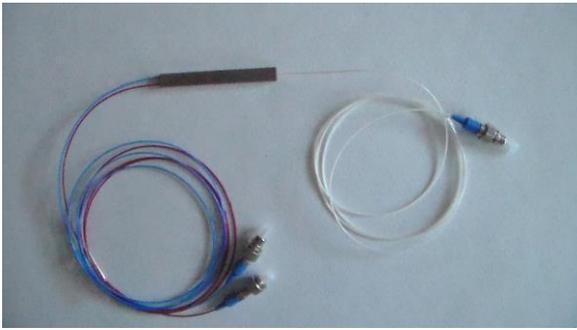


Рис.4.2. Ответвитель 1x2 с разъемами FC.

Разветвители бывают двух типов:

Симметричные (X-образные), например простейший из них типа 2x2 (2 входа и 2 выхода);

Несимметричные (Y-образные), например простейший из них типа 1x2 (1 вход и 2 выхода);

Все другие разветвители являются частными случаями указанных двух типов и характеризуются функциональной направленностью.

Так, простейший разветвитель Y-типа (1x2), предназначенный для отделения заданной части мощности оптического излучения, называется ответвителем, или же разветвителем T-типа.

Для разделения видеосигнала в выбранной рабочей области использовались пленочные разветвители, обеспечивающие низкие потери в расширенной спектральной области 1260 ... 1650 нм (рис.4.5).

Циркуляторы

Оптический циркулятор – пассивное устройство с тремя или более портами, организованными так, что оптический сигнал, поданный на порт 1, передается на следующий (смежный) порт 2, расположенный в направлении циркуляции. Принцип работы циркулятора аналогичен принципу работы изолятора, например, на вращателе Фарадея, исключая то, что он имеет несколько портов. Например, в трехпортовом циркуляторе входной сигнал, подаваемый на порт 1, передается только на выход порта 2, а сигнал, поданный вход порта 2, передается только на выход порта 3.

Используя два циркулятора можно организовать двустороннюю передачу оптического сигнала по одному световоду. Однако, необходимо учитывать потери, вносимые циркулятором, для соответствия энергетическому бюджету линии передачи.

4.2. Контроль качества соединительных изделий

Параллельно с измерением уровня обратных отражений может проводиться контроль качества полировки коннектора. Визуальный контроль может выявить только грубые дефекты. Использование высокочувствительных интерферометрических методов позволяет сделать полировку наглядной и устранить возможные причины ухудшения ее качества. Типичная последовательность контроля качества соединительных изделий:

1. Визуальный контроль с помощью микроскопа.
2. Проверка на проходные потери с помощью тестера или стационарной установки.
3. Измерение обратных потерь с помощью стационарной установки.
4. Проверка на интерферометре.

4.3. Контроль качества полировки с помощью интерферометра.

4.3.1. Принцип работы интерферометра.

Для вычисления радиусов колец r дополним выпуклую поверхность линзы до сферы.

$$r = \sqrt{d(2R + d)},$$

R – радиус кривизны поверхности линзы, d – толщина воздушной прослойки на расстоянии r от центра. С учетом $d \ll R$, заменим $2R + d \sim 2R$:

$$d = r^2 / (2R)$$

$$\Delta = 2d + \lambda / 2 = r^2 / R + \lambda / 2,$$

Δ – оптическая разность хода. Светлые кольца получаются при $\Delta = m\lambda$, m – целое число.

Радиус светлого m -го кольца:

$$r_m = \sqrt{(m - 1/2)\lambda R}$$

Аналогично для радиуса темного m -го кольца:

$$r_m = \sqrt{m\lambda R}.$$

Центр колец в отраженном свете темный.

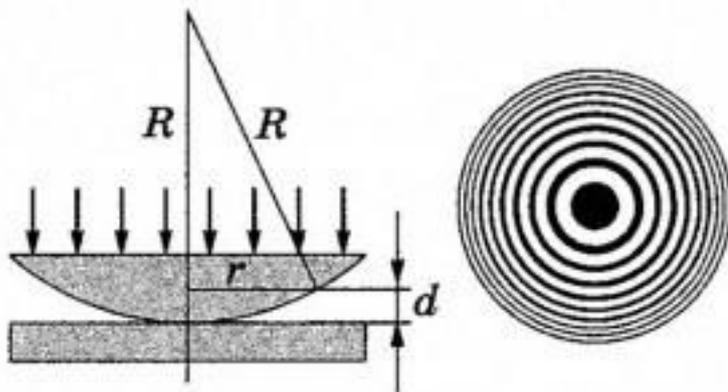


Рис.4.3. Схема интерферометрического измерения радиуса полировки торца наконечника оптического соединителя.

4.3.2. Геометрия торца наконечника оптического соединителя.

Для торца наконечника оптического соединителя основными геометрическими параметрами, характеризующими качество полировки и монтажа, являются:

- радиус полировки;
- выступ (заглубление)
- величина несоосности.

Радиус полировки обычно в пределах 7-25 мм для сферической полировки (SPC, UPC) и 7-12 мм для угловой полировки (APC). Величина выступа (заглубления) должна быть в пределах от 50 до -100 нм для сферической полировки (SPC, UPC) и от 100 до -100 нм для угловой полировки (APC). Величина несоосности сердцевины и наконечника должна быть не более 50 нм для любого типа полировки.

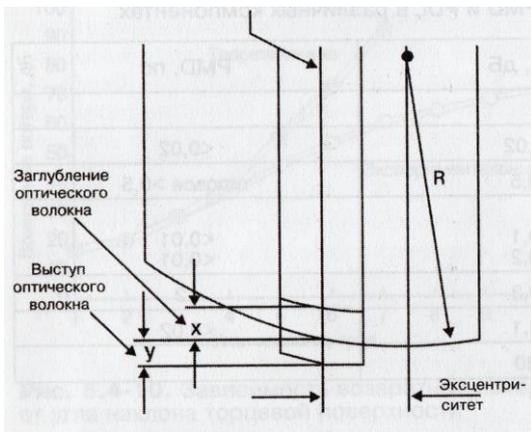


Рис.4.4. Схема геометрических параметров наконечника оптического соединителя при сферической полировке, R- радиус полировки.

Измерения геометрических параметров проводятся с помощью интерферометра. Зоны торца, в которых производится измерение, приведены на рис. . Обозначения: D=250 мкм, E=140 мкм, F=50 мкм. Зона D-E используется для измерения радиуса полировки, а зона F – для для определения заглубления (выступа) волокна и эксцентриситета.

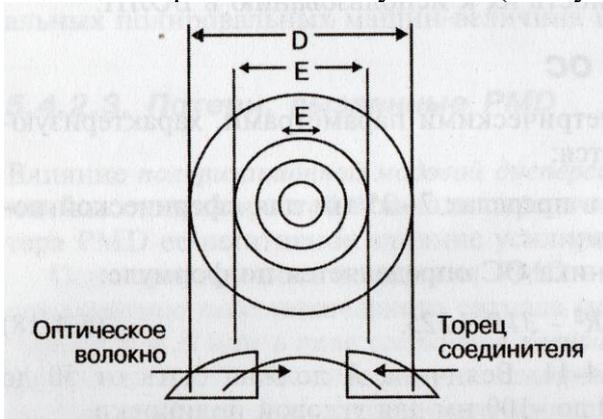


Рис.4.5. Зоны для измерения геометрических параметров торца наконечника оптического соединителя.