

Приборы для измерения потерь.

Все приборы для измерения потерь в волокне делятся на несколько видов:

- оптические тестеры;
- оптические рефлектометры;
- оптические измерительные ослабители лазерного излучения (аттенюаторы).

Оптические тестеры.

Оптические тестеры состоят из двух независимых друг от друга блоков:

- источника оптического излучения (генератора);
- измерителя оптической мощности.

Эти блоки могут быть совмещены в одном корпусе, а могут быть и разделены.

Источники оптического излучения разделяются на лазерные и светодиодные (в зависимости от применяемого излучателя). Лазерные источники отличаются от светодиодных уровнем излучаемого сигнала (обычно -6 дБм в волокне; у светодиодных источников -15...-40 дБм в волокне) и шириной спектра излучения (до 10 нм у лазерных источников и до 200 нм у светодиодов).

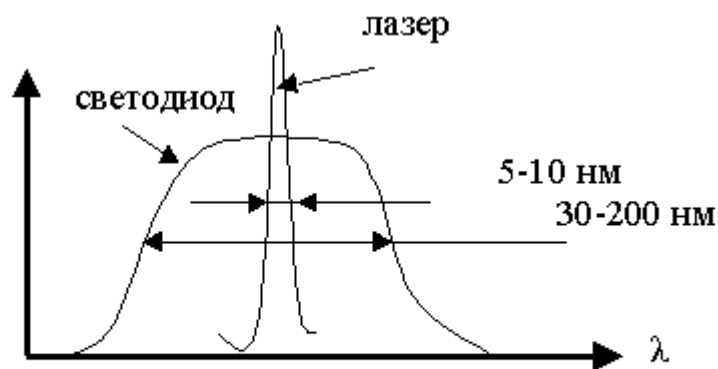


Рис.2.5.1. Спектры излучения лазера и светодиода.

Типичные длины волн источников - 665 нм (пластмассовое волокно, область видимого красного света), 820, 850, 870, 1300 и 1550 нм (стекловолокно, инфракрасный диапазон излучения). Некоторые виды измерений, например, измерение затухания отдельных длин волн в волокне, требуют применения источника с переменной длиной волны, которым обычно служит лампа с вольфрамовой нитью и монохроматором для настройки на определенную длину волны. Длина волны может быть критичной при точных измерениях потерь, так как ослабление в волокне зависит от длины волны, и особенно

чувствительно на коротких длинах волн. Поэтому все источники излучения для измерительных приборов должны быть калиброваны по длине волны.

Светодиодные источники применяются для измерения потерь преимущественно на коротких многомодовых волокнах и имеют очень высокую стабильность излучения (временную). Излучение источников оптического излучения может быть как модулированным импульсной последовательностью, так и непрерывным.

Измерители оптической мощности - это приборы, индицирующие падающую на их оптический вход мощность. Сложность их построения заключается в том, что они должны обрабатывать уровни, заключенные в большом динамическом диапазоне.

- Динамический диапазон измерителя - это разница между максимальной допустимой входной мощностью и минимумом чувствительности измерителя. В настоящее время динамический диапазон измерителей мощности в зависимости от сферы использования находится в следующих пределах:
 - для телефонии: +10 дБм/–70 дБм;
 - для кабельного телевидения: +20 дБм/–50 дБм;
 - для локальных сетей: -20 дБм/–60 дБм.

Большинство измерителей уровня оптической мощности способны принимать и обрабатывать в основном диапазоне сигнал с максимальным уровнем +3...+5 дБм и с минимальным уровнем -60...-70 дБм. Таким образом, основной динамический диапазон измерителей уровня мощности составляет 63 -75 дБ.

Для тестирования аналоговых систем кабельного телевидения или волоконно-оптических усилителей требуются специальные измерители с расширенным динамическим диапазоном до +20 дБм (100 мВт). Несмотря на то, что никакие волоконно-оптические системы не работают с мощностями ниже -50 дБм, некоторые измерители могут измерять сигналы с уровнем -70 дБм или больше, что оказывается полезным при измерении оптического затухания отражения (возвратных потерь) или спектральных характеристик монохроматических источников.

Измерители мощности измеряют усредненную по времени оптическую мощность, а не пиковое значение мощности света, поэтому они чувствительны к частоте входного импульсного потока. В большинстве измерителей используется источник непрерывного излучения или импульсной последовательностью с частотой 2 кГц.

Кроме своей основной задачи - измерения потерь в оптическом волокне, измерители могут также использоваться для измерения уровня мощности источника оптического излучения, определения длины волны падающего света, его модуляции (что необходимо при идентификации волокон) и определения уровня мощности на входе приемника. В первом случае он подключается непосредственно к выходу передатчика (источника), а во втором - прямо в точку, где должен располагаться оптический приемник или ко второму выходу ответвителя (при этом необходимо использовать ответвитель с коэффициентом ветвления 1:2, имеющем вносимые потери 3.5 дБ)

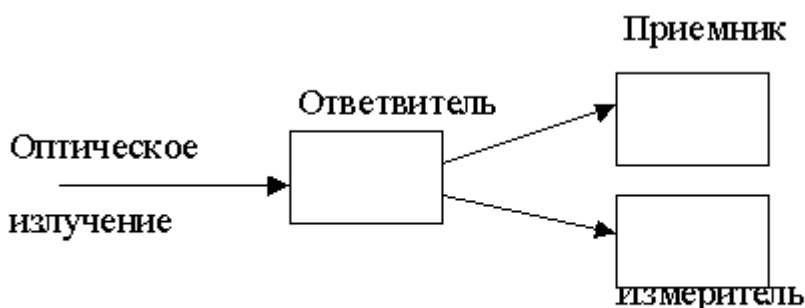


Рис. 2.5.3. Измерение уровня мощности на входе приемника.

В погрешность измерения приборов вносят свой вклад:

1. нестабильность оптической связи между фотоприемником и коннектором;
2. отражение света от полированных поверхностей разъемов;
3. неизвестная длина волны излучения на входе (так как фотодиоды чувствительны к длине волны);
4. нелинейность фотодиода и электронных схем измерителя;
5. шумы фотодиода и входных цепей на очень низких уровнях сигнала.

Большинство этих причин имеют отношение ко всем измерителям мощности независимо от их сложности, поэтому сложные лабораторные измерители ненамного более точны по сравнению с карманными переносными приборами.

Оптические рефлектометры.

Оптический рефлектометр - это прибор, с помощью которого можно оценить распределение затухания по длине линии, определить местонахождение неоднородностей и оценить степень их влияния на

передаваемый сигнал. Рефлектометр очень удобен для диагностики состояния волокна. Он позволяет проводить измерения, находясь на одном конце волокна (или кабеля).

Рефлектометр состоит из:

- ❖ базового блока, который обрабатывает результаты измерения и выводит их на встроенный дисплей;
- ❖ сменных оптических модулей на разные длины волн.

Динамический диапазон рефлектометров находится в пределах 25 - 40 дБ, что позволяет им измерять оптическое волокно длиной до 200 км. Разрешающая способность этих приборов (подробнее о ней будет написано в главе 3.4.3.) может изменяться от нескольких сантиметров до десятков метров.

По рефлектограмме можно определить:

- общие потери в волокне и его коэффициент затухания;
- распределение потерь по длине волокна;
- расположение муфт (сварных и механических соединений) и потери в них;
- место повреждения волокна;
- оптическую длину волокна.

Рефлектометры обычно используют для измерения параметров достаточно длинных волокон. На коротких длинах его использование ограничивается существованием "мертвой зоны" - начального участка волокна, на котором измерения невозможны из-за кратковременного "ослепления" фотодиода мощным зондирующим импульсом, отраженным от выходного коннектора прибора.

Измерительные ослабители лазерного излучения (аттенюаторы).

Измерительный ослабитель лазерного излучения – это устройство, предназначенное для уменьшения энергии или мощности лазерного излучения в известное число раз с заданной погрешностью. Поэтому его иногда называют искусственным удлинителем оптического волокна. Все аттенюаторы делятся на два вида:

- фиксированные;
- перестраиваемые.

По принципу действия оптические аттенюаторы подразделяются на несколько видов:

1. механические;
2. поляризационные;
3. акустооптические;
4. дифракционные;
5. интерференционные и др.

Аттенюаторы, кроме того, бывают ступенчатыми (аттенюаторы, при использовании которых может быть получен ряд дискретных значений коэффициента ослабления) и плавно регулируемые (с их помощью можно получить любое значение коэффициента ослабления). При измерении параметров волоконно-оптической системы связи чаще всего применяются механические и поляризационные аттенюаторы.

Механические аттенюаторы делятся на два типа: с разрывом волокна и без разрыва оптического волокна.

Аттенюаторы с разрывом волокна работают по принципу изменения расстояния, угла или осевого смещения между торцами оптического волокна, а также помещением между торцами различных светофильтров.

Аттенюаторы без разрыва волокна меняют затухание при изменении радиуса изгиба волокна. Эти аттенюаторы имеют преимущество перед аттенюаторами с разрывом волокна в том, что они могут работать и в системах кабельного телевидения (СКТВ). Это очень важное преимущество из-за того, что аппаратура, применяемая в СКТВ, является аналоговой и она очень чувствительна к обратному отражению.

Принцип действия поляризационных аттенюаторов основан на свойстве некоторых оптических элементов реагировать на поляризацию света. Затухание происходит при изменении направления поляризации падающей световой волны с помощью одного поляризационного фильтра и поглощения ее на втором фильтре, повернутом относительно первого фильтра (вокруг оптической оси) на угол от 0° до 90° . При этом ослабление сигнала изменяется от 0% до 100%.

Затухание аттенюаторов часто зависит от длины падающей волны, поэтому обращаться с ними необходимо с осторожностью. В технических характеристиках аттенюаторов обычно указывается тип волокна, длина рабочей волны (или несколько длин волн), максимальное затухание, величина обратного отражения и максимальная входная мощность, а также температурный диапазон.

Основное назначение аттенюатора – измерение запаса волоконно-оптической системы по затуханию, для чего необходимо определить уровень мощности на входе фотоприемника, при котором количество ошибок превышает пороговый уровень.

При измерениях потерь с помощью аттенюатора, им замещают устройство, в котором надо измерить потери. Приемник при этом выступает в роли индикатора мощности.



Рис.2.5.4. Схема измерения потерь с помощью аттенюатора.

Изменением вносимого затухания добиваются равенства принимаемой индикатором мощности по сравнению с той, что была до замены. Затем по показаниям аттенюатора определяют затухание, которое вносит неизвестное устройство или волокно.

Типичные параметры аттенюаторов приведены ниже:

- тип волокна - одномодовое или многомодовое;
- длина волны 1310/1550 или 850 мкм;
- максимальное затухание ≈ 60 дБ;
- разрешение индикатора $\approx 0,1$ дБ;
- вносимые потери $\leq 3,5$ дБ;
- обратное отражение ≤ -40 дБ;
- максимальная входная мощность $\approx +18$ дБ;
- температурный диапазон работы $0...+50^{\circ}\text{C}$, хранения $-25...+70^{\circ}\text{C}$.
- повторяемость $\pm 0,01$ дБ (типовая $\pm 0,005$ дБ).