**Пассивные компоненты ВОЛС**

К пассивным компонентам ВОЛС относятся оптические соединители и разветвители, которые служат для объединения или разъединения оптических сигналов.

Различают чувствительные (селективные) и нечувствительные (неселективные) пассивные компоненты. Первые применяются для объединения (или разъединения) сигналов с различными оптическими несущими и называются соответственно мультиплексорами и демультиплексорами. Вторые используются для разветвления оптической мощности при наличии большого числа оконечных устройств в линии связи.

**Мультиплексоры и демультиплексоры**. Мультиплексирование позволяет увеличить информационную емкость ВОЛС. Применяемые в линиях устройства для объединения сигналов с различными несущими длинами волн (мультиплексоры) и разъединения (демультиплексоры) должны иметь малые вносимые потери. Кроме того, они должны обеспечивать высокую степень изоляции между каналами. В зависимости от длины волны используют четыре основных способа формирования данных устройств.

В основу работы устройств положены три чувствительных к длине волны эффекта: угловая дисперсия, интерференция и поглощение. Демультиплексоры, показанные на рис. 1.а, б, используют угловую дисперсию решетки или призмы.

На рис. 1.в изображена конструкция для разделения каналов с помощью интерференционного фильтра, а на рис. 1.г – структура поглощающего типа. При этом каждый поглотитель состоит из чувствительного к длине волны фотодиода.

Устройства с решеткой и призмой являются делителями с параллельным разделением каналов, а использующие фильтры и селективные фотодетекторы – с последовательным.

Последовательное разделение применяется при небольшом числе каналов, так как с ростом числа каналов пропорционально увеличивается число элементов схемы (сфетофильтров, делительных пластин, зеркал, фокусирующих элементов) и соответственно растут потери на излучение. Наиболее широко используются устройства с интерференционным фильтром.

Интерференционные фильтры пропускают узкую область спектра, а остальное излучение эффективно отражают.

В приведенной схеме шесть фокусирующих элементов состыкованы торцами, между которыми размещены интерференционные фильтры, причем каждый из них пропускает лишь одну оптическую несущую. Потери при выделении одной несущей от лазерного источника излучения составляют ~2,5 дБ, интервал между несущими 30 нм.

Демодуляторы такого типа выполнимы и в полностью волоконном исполнении без использования цилиндрических линз. Их устройство подобно устройству торцевых делителей мощности, в разрезе передающего волоконного световода которых вместо полупрозрачной пластины расположен фильтр, чувствительный к длине волны.

Параллельное разделение возможно осуществить как для малого, так и для большого (несколько десятков) числа спектрально уплотненных несущих в одном волоконном световоде.

Параллельные детали представляют собой миниспектрометры. Как и спектрометр, делитель имеет диспергирующий элемент (решетку или призму), коллимирующий элемент (объектив или вогнутое зеркало), а также входную и выходную щели (роль которых выполняют сердечники излучающего и приемных волоконных световодов).

Схема с призмой не получила широкого распространения, так как призма ограничивает возможность иниатюризации устройства и характеризуется низкой дисперсией в диапазоне длин волн 1,1 – 1,6 мкм. Материалы для изготовления призм со значительной угловой дисперсией имеют большие потери. Кроме того, дисперсия призм не постоянна по спектру. Наибольшее распространение получили устройства с дифракционной решеткой.

Угловая дисперсия первого порядка для решетки определяется ее пространственным периодом – постоянной решетки А и описывается выражением

.

Если оптическая мощность в каждом канале практически монохроматична, разделение каналов определяется определяется соотношением

,

где f – фокусная длина линзы;

D – прстранственное разделение выходов

волоконного световода.

Конечная ширина спектральной линии таких источников излучения, как светодиоды, приводит к перекрытию соседних каналов, поэтому мультиплексоры и демультиплексоры с решетками пригодны в ВОЛС, в которых источниками излучения являются только полупроводниковые лазеры с шириной спектральной линии ~ 2 нм.

Излучающий и пять приемных ВС объединены в линейку, расположенной в фокальной плоскости объектива (фокусное расстояние 23,8 мм, диаметр 14 мм).

Излучение из передающего ВС коллимируется объективом, дифрагирует на решетке и снова попадает в объектив, который в зависимости от длины волны фокусирует излучение на тот или другой приемный ВС. Вместо объектива может использоваться фокусирующий (градиентный).

Дифракционную решетку изготавливают анизотропным травлением кристаллической подложки по кристаллическим осям сквозь предварительно нанесенную маску.

Решетка имеет несимметричные канавки. Параметры решетки (постоянная решетки А=4 мкм, угол =6,20) выбраны так, чтобы ее максимальная дифракционная эффективность достигалась на центральной длине волны =0,86 мкм рабочего диапазона 0,82 – 0,88 мкм. Спектральный интервал между каналами равен 25 нм. Вносимые потери в каналах не превышают 1,4 дБ, переходное затухание не менее 30 дБ.

**Делители оптической мощности**. Неселективные разветвители подразделяют на два основных типа: Т-образные, построенные по принципу ответвления оконечных устройств от главного ствола линии и звездообразные.

Потери при распределении мощности излучения в системе с Т – образными соединителями возрастают пропорционально числу абонентов, а в системе со звездообразными ответвителями – пропорционально логарифму числа оконечных устройств N. Так в системе с 20 оконечными устройствами общие потери составляют в первом случае 130 дБ, а во втором – 28 дБ. Поэтому в системах с большим количеством абонентов целесообразно применение звездообразных соединительных устройств.

Деление мощности с помощью Т-образного разветвителя характеризуют следующими величинами затухания:

в прямом направлении 

вносимым 

при ответвлении 

связи 

в обратном направлении 

В звездообразном ответвителе к каждому из входных ВС подведена мощность РЕi (i=1, 2,…, n), которая передается выходным ВС. Пусть РАj (j=1, 2,…, m) – мощность, поступающая в j-й выходной ВС. При равномерном распределении входной мощности между выходными ВС ответвитель характеризуют следующие величины:

потери на расщепление 

вносимые потери 

ослабление в обратном направлении

, где =1, 2,…, n.

По своей конструкции разветвители разделяют на две основные группы:

– биконические, в которых излучение передается через боковую поверхность;

– торцевые, в которых излучение передается через торец.

В обеих группах передача излучения может осуществляться либо при непосредственном контакте ВС, либо через вспомогательные элементы – зеркала, линзы, смесители.

В биконических разветвителях свет может быть извлечен через боковую поверхность при преобразовании направляемой моды в моду излучения или при связи со вторым ВС через исчезающее поле .

Преобразование распространяющейся волны в моды излучения получают при изгибе ВС, при снятии оболочки или коническом сужении сердцевины. Вносимые потери составляют 0,2 – 1,0 дБ.

Из разветвителей торцевого типа наиболее распространены такие, в которых торцы выходных ВС непосредственно состыкованы с торцом входного ВС и закрепляются каким-либо механическим способом.

Изменяя взаимное расположение торцов ВС и подбирая их поперечное сечение, можно варьировать в широких пределах отношение мощностей в разных выходных каналах. Вносимые потери составляют 0,3 – 1,2 дБ.

Изображен разветвитель с ветвящейся структурой, сформированный путем склеивания или сплавления выходных ВС вдоль сошлифованных под малым углом сердечника и соединения с торцом входного ВС.

Хотя принцип разветвителя простой, изготовление затруднительно, вносимые потери составляют 0,5 – 1,2 дБ. Эта конструкция подходит как для градиентных, так и для ступенчатых световодов. Разделение мод и потери растут с ростом угла , под которым соединены ВС.

волоконный связь оптический пассивный

Световод разрезан под углом 450 к оси, торцы его отполированы и покрыты частично отражающими и диэлектрическими зеркалами. Величина потерь составляет 0,5 дБ.

В разветвителях со вспомогательными элементами широко используют диэлектрические цилиндрические линзы, представляющие собой отрезок градиентного волоконного световода с параболическим профилем показателя преломления.

Он состоит из цилиндрического корпуса со стеклянным смесительным стержнем. Один из концов смесительного стержня представляет собой сферическое зеркало, на другой конец нанесено просветляющее покрытие.

Излучение, выходящее из какого-либо световода, отражается от зеркала и равномерно распределяется всем ВС. Это дает возможность каждому терминалу в системе передавать и принимать данные от любого другого терминала.