

ОПТИЧЕСКИЕ РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНИТЕЛИ

для WAN и LAN

Оптические разъемные соединители (ОРС), или оптические разъемы (ОР), играют в волоконно-оптических линиях связи (ВОЛС), в принципе, ту же роль, что и электрические разъемы (ЭР) в электрических линиях связи. Разница только в том, что ОРС обеспечивают непрерывность оптического, а не электрического потока. Первые ОР появились одновременно с оптическими кабелями (ОК), то есть около 30 лет назад, тогда как ЭР – на сто лет раньше. Этот факт, а также то, что обеспечить передачу оптического потока, которая происходит из торца передающего в торец приемного оптического волокна (ОВ), значительно сложнее, чем электрического, привели к тому, что номенклатура ОР не только несоизмеримо меньше номенклатуры ЭР, но в ней преобладают одноволоконные/одноканальные разъемы, а конструктивные особенности ОР и ЭР обычно имеют мало общего. Изменение параметров ОРС проходило под влиянием изменения параметров ВОЛС. Резкое увеличение скорости передачи информации в оптических линиях потребовало от разъемов обеспечить низкий уровень потерь. Рост числа волокон ОК, например за счет использования ленточных (матричных) модулей, вызвал появление многоконтактных ОР (на 4, 8, 12 и более оптических волокон), стыкуемых одновременно. Развитие локальных оптических сетей привело к созданию так называемых миниатюрных (Small Form Factor – SFF) оптических разъемов. Наличие значительного количества ОВ с улучшенными параметрами (например, ОВ InfiniCor), а также полимерных ОВ с диаметром сердцевины 100–200 мкм – все это заставило расширить номенклатуру разъемов. В предложенной статье сделана попытка кратко описать это многообразие используемых оптических разъемов.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Назначение оптического разъема – обеспечить прохождение света из одного элемента ВОЛС в другой, внося при этом минимальные оптические потери на стыке, формируемом разъемом.

Сложность минимизации потерь на стыке определяется в первую очередь необходимостью центрирования поперечного сечения передающего и приемного ОВ в разьеме, которое должно быть выполнено с высокой точностью, так как диаметр ОВ мал – 50 и 62,5 мкм для многомодового (ММ) и 10 мкм для одномодового (ОМ) волокон. Это центрирование осуществляется (в классических схемах) с помощью наконечника – ферулы (ferrule).

Оптический разъем должен обеспечить минимальные *вносимые потери* (параметр стыка) не только в нормальных климатических условиях, но и при воздействии различных внешних факторов. Кроме того, должна гарантироваться стабильность параметров стыка при многократном соединении-разъединении, т.е. требуемая воспроизводимость параметров разъема. Она определяется *долговечностью* (durability) – параметром стыка, показывающим, сколько повторных соединений-разъединений (mating cycles) допускается без увеличения вносимых потерь (это число равно обычно 500–1000). Габаритные размеры разъемов должны быть минимальными, обеспечивающими высокую плотность монтажа оптических кроссов. Для малогабаритных разъемов (формат SFF) плотность монтажа ОР такая же, как у ЭР типа RJ-45. Вместе с тем время повторного соединения разъема должно быть минимальным, как у разъемов типа push-pull.

Во многих случаях требуется совместимость различных разъемов, то есть возможность их стыковки между собой при сохранении параметров. Причем, с учетом быстрого прогресса ВОЛС, вновь создаваемые разъемы должны быть совместимы с уже установленными разъемами. Например, широко используемые в области связи оптические разъемы допускают стыковку через промежуточный элемент – переходные розетки. Для совместимости на физическом уровне нужно, чтобы размеры разъемов обеспечивали их стыковку с другими разъемами того же или похожего типа.

На более высоком уровне требуется совместимость разъемов по таким характеристикам, как вносимые потери, температурные и механические режимы эксплуатации и число соединений/разъединений. На практике этим требованиям могут отвечать только разъемы одного типа или стандарта. Стандартизация разъемов проводится различными организациями, причем некоторые типы разъемов становятся стандартными де-факто ввиду их большого распространения, а не в результате стандартизации, например со стороны такой базовой организации, какой является МЭК (IEC).

М. Комаров, Н. Слепов
komarov@fot.cinet.ru
nsleropv@online.ru



КОНСТРУКЦИЯ ОПТИЧЕСКОГО РАЗЪЕМНОГО СОЕДИНИТЕЛЯ

Оптические разъемные соединители (разъемы и адаптеры), в отличие от сварных, позволяют осуществлять подключение к линии различных оконечных устройств, источников и приемников излучения. Оптический разъем/адаптер должен обеспечивать точную юстировку стыкуемых ОВ. При этом необходимо свести к минимуму вносимые и возвратные потери стыка.

Схема организации (конструкция) разъемного соединения с помощью оптического адаптера (розетки) показана на рис. 1. Наконечник оптического разъема – ферул и центрирующая втулка (sleeve) адаптера (розетки) устанавливаются в корпусах, позволяющих осуществить необходимый оптический контакт. Конструкция корпуса (assembly) может быть самой различной и определяется технологией сборки и функциональным назначением разъема/адаптера.

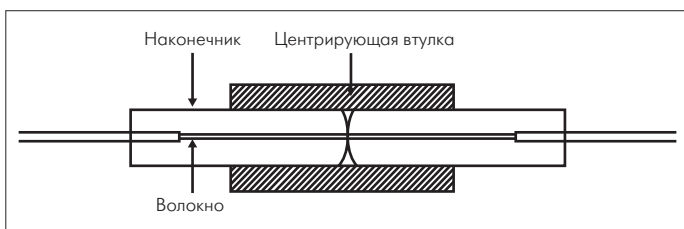


Рис. 1. Схема оптического разъемного соединителя

Основными деталями оптического разъема являются: наконечник, корпус, устройство кремпирования (eyelet) и хвостовик (boot). Наиболее предпочтительна так называемая *предварительно собранная сборка*. В этом случае конструкция будет состоять из трех деталей: корпуса с установленным в нем наконечником, втулки, фиксируемой устройством кремпирования, и хвостовика. Необходимо также отметить еще одну деталь – пылезащитный колпачок (dust cap), который надевается на торец наконечника разъема, чтобы не повредить его и предохранить его поверхность от пыли и грязи.

Основным элементом разъема, определяющим его качество и параметры, является оптический наконечник, изготавливаемый из различных материалов: стекла, пластика, металла, керамики, металлокерамики диаметром 2,5 или 1,25 мм для миниатюрных разъемов. В его центральное сквозное отверстие помещается очищенное от внешней оболочки ОВ (рис. 1). Выходной торец ОВ полируется вместе с торцом наконечника, формируя торец наконечника разъема, обеспечивающий физический контакт (РС) волокон разъема при соединении. Поверхность торца наконечника может быть плоской, сферической (прямой или косой), конической (плоской) или ступенчатой (сферической). Сферическая поверхность на стыке может обеспечивать *прямой* (РС) или *косой/угловой* физический контакт (АРС). В первом случае центр сферы лежит на общей оси ОВ, так что касательная в точке стыка составляет прямой (90°) угол с осью волокна. Во втором – центр сферы смещен с оси и касательная в месте стыка отклонена на 8°, 9° или 12° от вертикали (для уменьшения уровня обратного отражения сигнала). Торцы разъемов (для улучшения контакта) сжимают при стыковке благодаря наличию пружин в разьеме с силой 8–9 Н.

В развитии конструкций разъемов можно заметить две тенденции. Первая состоит в переходе от использования разъемов собственной конструкции к использованию унифицированных разъемов. Вторая – в чем-то противоположная первой и связанная с увеличением общего числа ВОЛС и их специализации – состоит в применении "специальных" разъемов, наиболее полно отвечающих конкретным условиям их использования. Большой объем специализированных ВОЛС делает экономически оправданным изготовление предназначенных специально для них разъемов, хотя общая потребность в таких разъемах на порядок меньше, чем в унифицированных.

Основными рекомендациями МЭК в этой области являются: IEC 60874 (для оптических разъемов), IEC 61754 (для оптических интерфейсов) и IEC 61300 (для методов испытаний и измерений параметров).

Основой стандартизации ОР явилось то, что в конце 80-х и начале 90-х годов центрирующий элемент-наконечник стал выполняться производителями с необходимой точностью наружного диаметра: $2,499 \pm 0,0007$ мм. Одновременно с ним и с такой же точностью начали выпускать центратор (sleeve) оптической розетки адаптера.

Наконечники этих разъемов удалось изготовить со стандартным рядом отверстий для оптических волокон: 125, 126, 127 +1/-0 мкм (для ОМ-волокон) и 127, 128 +1/-0 мкм (для ММ-волокон). При этом эксцентриситет таких отверстий относительно наружного размера составляет 0,6; 1,0 и 1,4 мкм. Сейчас появились разъемы типа SFF с уменьшенным вдвое диаметром наконечника $1,249 \pm 0,0007$ мм, но они пока находятся в стадии стандартизации. Всего на данный момент существует около 70 различных типов ОР.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОПТИЧЕСКИХ РАЗЪЕМОВ

Наиболее важными параметрами ОР являются:

- *вносимые потери* – IL (Insertion Loss);
- *возвратные потери* (потери на отражение) – RL (Return Loss);
- *потери, вызванные PMD* (поляризационной модовой дисперсией – Polarization Mode Dispersion);
- *потери, зависящие от поляризации* – PDL (Polarization Dependent Loss).

Необходимо отметить и достаточно большое количество требований к температурным и механическим параметрам, а также параметрам надежности ОР, которые мы не будем здесь рассматривать. Желющие найдут нужную дополнительную информацию в публикациях [1–3].

Вносимые потери

Качество оптического разъема в первую очередь определяется величиной вносимых потерь:

$$\alpha = -10 \lg(P_{out}/P_{in}),$$

где P_{in} и P_{out} – уровни оптической мощности на входе и выходе соединяющих разъем волокон.

Возвратные потери

Возвратные потери (или коэффициент обратного отражения) оптического разъема определяются выражением:

$$RL = -10 \lg(P_1/P_2),$$

где P_1 и P_2 – мощности отраженного и прямого оптического сигнала.

Лучшими характеристиками обладает разъем с более высокими (по абсолютной величине) отрицательными возвратными потерями.

Потери, вызванные PMD и PDL

Влияние *поляризационной модовой дисперсии* (PMD) стало критичным по мере достижения высоких скоростей в оптическом канале связи. Кроме этого, в силу накопительного характера PMD ее негативное влияние усиливается с увеличением длины ВОЛС.

Основная физическая причина появления PMD – некруглость сердцевин ОМ-волокна. В идеальном изотропном волокне обе компоненты электромагнитного поля световой волны E и H распространяются с одинаковой скоростью, и на выходе ОВ результирующий

импульс не меняется. В ОВ с анизотропными свойствами для E и H появляются два различных эффективных показателя преломления. Это приводит к разным групповым скоростям распространения мод в плоскостях E и H и появлению дифференциальной групповой задержки (ДГЗ) δt для этих мод на приемной стороне. Такая задержка и ведет к уширению результирующего импульса.

Типовые значения PMD и PDL в различных оптических компонентах

Компоненты ВОЛС	PDL, дБ	PMD, пс/км
ОМ волокно: длина сегмента – 1 м длина сегмента – 1 км	<0,02 <0,5	<0,02 <0,5
Оптический разъем: PC APC	<0,1 <0,2	<0,01 <0,01

Вклад в PMD могут вносить различные компоненты ВОЛС (см. таблицу). Для справки в этой таблице приведены и значения потерь, зависящих от поляризации (PDL). Параметр PDL показывает максимальное различие в затухании сигнала для двух ортогональных состояний поляризации (SOP). С развитием технологии волнового мультиплексирования (WDM) измерение PDL становится нужным, если требуется гарантировать низкий уровень ошибок систем передачи.

ВИДЫ ОПТИЧЕСКИХ РАЗЪЕМОВ

Разъемы с керамическим наконечником Ø2,5 мм

Оптический разъем типа FC

Первым разъемом, основанным на 2,5-мм наконечнике из циркониевой керамики, был разъем типа FC (Fiber Connector) (рис. 2). Он был разработан компанией Nippon Telephone & Telegraph (NTT) в 1980 году в соответствии со стандартом D3. Первые разъемы имели наконечник с плоским торцом, но в настоящее время используются только образцы с прямой (PC) или угловой (APC) сферической полировкой торца, обозначаемые также как FCPC.

Конструкция разъема допускает юстировку путем поворота фиксатора корпуса в положение с минимальным значением вносимых потерь. Наличие фиксатора обеспечивает также стабильность параметров разъема при соединении-разъединении. В ряде случаев этот фактор более важен, чем минимальность потерь, учитывая, что и так они могут составлять величину, меньшую стандартной, – 0,12–0,25 дБ (0,06/0,15 дБ).



Рис.2. Разъемы и адаптер типа FC

Корпус разъема крепится с помощью накидной гайки с резьбой М8х0,75 мм, что обеспечивает надежное соединение даже при наличии вибрации, хотя и увеличивает время его соединения-разъединения (гайку требуется повернуть на несколько оборотов).

Корпус разъема – металлический или из пластика. Адаптеры имеют металлический корпус и исполнены с накидной гайкой (рис.2) или с фланцем. Разъем обычно используется с ОМ-волокном, но может быть оснащен и ММ-волокном 50/125, 62,5/125 и 200/230 мкм.

Оптический разъем типа ST

В середине 80-х годов в отделении Bell Labs компании АТТ (США) был разработан разъем типа ST (Straight Tip) (рис. 3).

Для закрепления разъема используется корпус с байонетной гайкой. Он обеспечивает быстрое соединение-разъединение разъема (гайку требуется повернуть на четверть оборота – 90°). Этот тип разъема предпочтительно использовать там, где не требуется защита от вибрации, например в офисе. В связи с интенсивным развитием ЛВС разъемы типа ST наиболее популярны и производятся мно-



Рис. 3. Разъемы и адаптер типа ST

и ММ-волокна.

Существует модификация ST типа push-pull, имеющая прямоугольный корпус, что делает его удобным для использования в однополюсном (симплексном) и двухполюсном (дуплексном) вариантах для ОМ- и ММ-волокна.

Корпус может быть металлическим или пластиковым (ММ-волокно 50/125, 62,5/125 мкм). Адаптер имеет металлический корпус и крепится к панелям при помощи накидной гайки. Очень редко встречаются адаптеры с фланцем или сдвоенные. Разъем рекомендован к применению в структурированных кабельных системах (СКС) и обеспечивает уровень вносимых потерь 0,25/0,75 дБ.

Используются и другие названия этого разъема: FST-LEAN, FST-HQ (BFOC), FST-Security.

Оптический разъем типа SC

Разъем SC (Subscriber Connector) (рис.4) был разработан компанией NEC, и уже в начале 80-х годов завоевал очень большую популярность, так как допускал использование ОМ- и ММ-волокна и обеспечивал низкие вносимые потери 0,12/0,25 дБ (High-End) и 0,06/0,15 дБ (Premium) для ОМ-волокна и 0,2/0,5 дБ для ММ-волокна.

Этот разъем составляет конкуренцию разъему типа ST в ЛВС, СКС

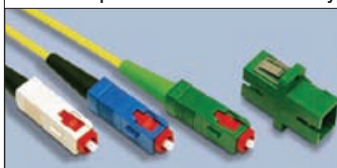


Рис. 4. Разъемы и адаптер типа SC

и аналогичных применениях. Разъем SC сконструирован по типу push-pull, и для фиксации его соединения используется защелка, чем обеспечивается защита от случайных механических воздействий. Небольшое усилие, приложенное к кабелю, не приводит к разрыву оптического контакта в разъеме. Преимуществами разъема типа SC являются легкость и быстрота соединения благодаря отсутствию вращательных движений при его осуществлении. Кроме того, это обстоятельство дает возможность создания на их основе простых конструкций дуплексных и многополюсных разъемов.

Корпус разъема и адаптера выполнен из пластика. В разъеме обеспечена возможность подстройки. Конструкция корпуса имеет очень много различных вариантов. Например, существует разъем SCII, который не имеет наружного корпуса и может быть удален из адаптера только специальным инструментом.

Наибольшую популярность в ЛВС имеют дуплексные разъемы SC (рис. 5). Они имеют различные модификации соединений в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Используется и другое название этого разъема – FSC.

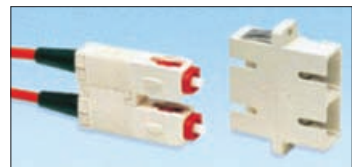


Рис.5. Разъем и адаптер дуплексного типа

Оптический разъем типа SC-RJ

Разъем SC-RJ, или SC-Compact, выпущен компанией Reichle & De-Massari (Швейцария). Основан на прототипе – разъеме SC, но имеет компактные размеры. Расстояние между осями в дуплексном варианте уменьшено с 12,7 мм до 7,35 мм за счет устранения внешнего крепления и применения новой фиксирующей оправки.

Оптический разъем типа FDDI MIC

Разъем типа MIC технологии FDDI является продолжением дуплексного типа конструкций разъема MIC (Medium interface Connector –



интерфейсный разъем). Он разработан как стандарт ANSI только в варианте для использования в ЛВС с технологией FDDI. Разъем имеет фиксирующий корпус типа push-pull с защелкой и колпачками (рис. 6), что защищает керамические наконечники от механических воздействий и обеспечивает соединение без особых усилий, делая его простым в использовании. Разъемы типа FDDI MIC (благодаря дуплексной конструкции) стыкуются между собой через соединительную розетку, а через переходную розетку – с дуплексным разъемом типа ST или с приемопередающими устройствами. Благодаря дуплексной конструкции, низким значениям вносимых потерь и простоты использования этот тип разъема находит применение не только в сетях FDDI.



Рис. 6. Оптический разъем типа FDDI MIC

Оптический разъем типа ESCON

Разъем (рис. 7) был разработан компанией IBM для применения в интерфейсе типа ESCON для оптоволоконной сети компьютерного контроллера канала связи. По параметрам разъем ESCON близок к разъему типа FDDI, он имеет только дуплексное исполнение и керамические наконечники диаметром 2,5 мм. Корпус разъема сделан отодвигаемым, типа push-pull, что позволяет быстро осуществлять процесс стыковки, хотя это и не обеспечивает такой же надежной защиты наконечников, как кон-



Рис. 7. Оптический разъем типа ESCON

струкция разъема с фиксирующим корпусом. В связи с тем, что эти разъемы занимают много места при установке, ведутся работы по их миниатюризации.

Оптический разъем типа DIN

Разъем был разработан в основном для использования в сетях кабельного телевидения (КТВ) и имеет согласно стандарту DIN длинный керамический наконечник (рис. 8). Корпус разъема выполнен из металла и имеет небольшие габариты. Диаметр гайки 7 мм, установочная резьба M5,5x0,5 мм.



Рис. 8. Разъемы и адаптер типа DIN

Разъем используется совместно с OM- и MM-волокном и обеспечивает вносимые потери на уровне 0,12/0,25 дБ (OM-волокно) и 0,2/0,5 дБ (MM-волокно). Другое название разъема – FLSA (DIN).

Оптический разъем типа E-2000

Разъем (рис. 9) разработан и изготовлен впервые компанией Diamond S.A. (Швейцария) с металлокерамическим наконечником. Выпускается также компаниями Huber+Suhner и Reichle & De-Massari (Швейцария) со стандартным керамическим наконечником (IEC 61754-15). Разъем называется LSH и FLSH. Корпус разъема и адаптера пластмассовый. Основное отличие от всех типов разъемов – наличие металлической защитной шторки, закрывающей конец наконечника, а также компактный вариант исполнения с уменьшенной высотой (14,7 вместо 22 мм).



Рис. 9. Разъемы и адаптер типа E-2000

Эти же разъемы изготавливаются и с хвостовиком, изогнутым на 90° (рис.10). Фиксация вилки в розетке выполняется внешней защелкой рычажного типа.

Выпускаются разъемы OM- и MM-типов, имеющие сферическую или угловую полировку. В классе Premium обеспечивают уменьшенные вносимые потери на уровне 0,06/0,15 дБ (OM-волокно). На корпуса и хвостовики распространяется международная цветовая кодировка. Исполнение – как симплексное, так и дуплексное. Расстояние между осями в последнем случае может быть стандартным – 12,7 мм или компактным – 7,35 мм.



Рис. 10. Разъем E-2000 с хвостовиком, изогнутым под углом 90°

Оптический разъем типа Opti-Jack

Разработчик и поставщик разъема типа FJ (Fiber Jack), или Opti-Jack, (рис. 11) – компания Panduit (1996). Это был первый разъем, соответствующий формату SFF, предложенный для СКС Pan-Net. Выпускается только в дуплексном варианте, расстояние между осями 6,35 мм (в два раза меньше, чем у дуплексного разъема SC), что соответствует размерам ЭР RJ-45, давая возможность обеспечить ту же плотность портов в устройствах оптических ЛВС. Разъемы широко распространены. Компания Sprint Corp., например, установила тысячу таких разъемов на своей корпоративной сети с целью предоставления услуг высокоскоростной ATM.

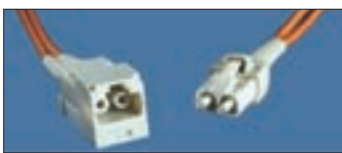


Рис. 11. Оптический разъем типа Opti-Jack

Разъемы с наконечником Ø1,25 мм

Оптический разъем типа LC

Разъем LC (Link Control) разработан по заказу компании Lucent Technologies, США, выполнен на базе наконечника Ø1,25 мм (рис.12). Пластмассовый корпус разъема и адаптера может быть как симплексным, так и дуплексным, для OM (LC-SM) и MM (LC-MM) ОВ с любым типом полировки. Средний уровень вносимых потерь – 0,12/0,25 дБ, минимальный (класс Premium) 0,06/0,15 дБ для OM-волокна и 0,2/0,5 дБ для MM-волокна. Выпускается также компанией Huber+Suhner под названием FLC. Разъем используется как в локальных, так и в магистральных сетях связи. Конструкция фиксатора основана на использовании вилки и внешней защелки рычажного типа для фиксации в гнезде розетки.

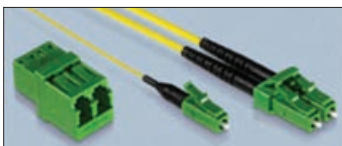


Рис. 12. Разъемы и адаптер типа LC



Рис. 13. Разъемы типа LC OptiCam

Аналогичный разъем в симплексном и дуплексном варианте выпустила и компания Panduit под названием LC OptiCam (рис.13).

Оптический разъем типа MU

Разъем MU (рис.14) – одна из последних разработок компании Fujikura. Диаметр наконечника 1,25 мм, корпус из пластика, малогабаритный. По конструкции аналогичен разъему SC (внутренняя защелка типа push-pull). Выпускается как в симплексном, так и дуплексном исполнении. Средний уровень вносимых по-



Рис. 14. Разъем и адаптер типа MU

терь – 0,09 дБ (OM-волокно). Выпускается также компанией Huber+Suhner под названием FMU, средний уровень вносимых потерь – 0,12/0,25 дБ (OM-волокно).

Оптический разъем типа LX.5

Разъем LX.5 типа push-pull разработан компанией ADC Telecommunications (США) и применяется в СКС Enterprise. Выпускается для OM- и MM-волокна в симплексном и дуплексном вариантах. В розетке фиксируется защелкой рычажного типа, торцевая часть вилки автоматически закрывается пластмассовой шторкой. Средний уровень вносимых потерь зависит от варианта: 0,2 дБ (MM), 0,12 дБ (OM-волокно, APC). Выпускается также компанией Huber+Suhner под названием LX.5 (FLX5) с металлической шторкой и цветовой кодировкой, в том числе и класса Premium с уровнем вносимых потерь 0,06/0,15 дБ (рис. 15).



Рис. 15. Разъемы и адаптер типа LX.5

Оптический разъем типа F3000

Разъем F3000 – это малогабаритная модификация разъема E2000 с наконечником Ø1,25 мм, изготавливаемым из керамики и металлокерамики, и металлической (при большой мощности лазерного диода – ЛД) шторкой. Конструктивно F3000 выпускается для OM- и MM-волокна и выполнен так, что позволяет вставлять его вилку в розетку разъема LC. Средний уровень вносимых потерь составляет 0,15–0,2 дБ для всех вариантов.

Оптический разъем типа MT-RJ

Разъем и адаптер дуплексного типа с соединением push-pull MT-RJ (рис.16) разработан компанией AMP Inc. и консорциумом MT-RJ (1997). Этот разъем применяется в ЛВС, СКС и ВОЛС. Он очень популярен, так как посадочное гнездо соответствует гнезду ЭР RJ-45, и более 30 производителей оборудования используют его при сборке концентраторов, высокоскоростных коммутаторов Ethernet, медиаконверторов (преобразователей среды передачи) и интерфейсных карт.



Рис. 16. Разъем и адаптер типа MT RJ

При сборке разъема типа MT-RJ эпоксидный клей для вклейки волокна не используется и не требуется полировка наконечника с ОВ, так как в его конструкции применяется не одноволоконный, а двухволоконный MT-наконечник с механически закрепляемым по технологии CoreLink [2] (предварительно отполированным) ОВ. Можно заказать варианты конструктивного исполнения этого разъема, совместимые с разъемами типа FC, SC, ST, LC, MU.

Этот тип ОР на сегодняшний день имеет наиболее низкое соотношение цена/качество, благодаря тому, что массово используется в MM- и OM-ВОЛС со скоростями передачи от 10 Мбит/с до 2,5 Гбит/с.

Разъемы, не содержащие наконечников

Центрирующий наконечник вилки ОР – дорогая прецизионная деталь, имеет большие габариты, стоимость ее составляет около 40% стоимости ОР. Исключение этой детали из конструкции ОР и решение задачи центрирования другими средствами привели к появлению новых типов ОР. Такими являются разъемы VF-45 и OptoClip II.



Оптический разъем типа VF-45

Отделение Telecom Systems Division компании 3M (США) поставляет дуплексные разъемы типа VF-45 (рис. 17), используемые в оборудовании для сетей Token Ring. В этом разъеме для центрирования ОВ используется V-образный желоб, образованный изогнутыми круглыми элементами, в котором при стыковке ОВ благодаря своей упругости прижимается к основанию желоба. Причем разъем наряду с типовым вариантом имеет и угловой вариант конструкции (V-тип). Вначале разъем мог работать только с ММ ОВ. Сейчас компания 3M разработала и одно-модовый вариант этого разъема.



Рис. 17. Разъем типа VF-45

Основное достоинство разъема в том, что его посадочное место соответствует месту, занимаемому ЭР RJ-45, что облегчает разработку оборудования ЛВС, использующего оптоволоконную среду передачи. Средние вносимые потери для ОМ-волокна на длине волны 1310 нм равны 0,2 дБ.

Оптический разъем типа OptoClip II

Существует еще одна, довольно любопытная конструкция разъема без наконечника – это OptoClip II (или OPC) (рис. 18) компании Molex Fiber Optics (США). Этот разъем имеет схему соединения типа push-pull для быстрого соединения в полевых условиях. Разъем сформирован по симметричной схеме в виде одиночной вилки и предназначен для ОМ- и ММ-волокна. Уникальная система центрирования ОВ в плоскости, перпендикулярной оси волокна, использует 3 шарика, сдвинутые в этой плоскости на 120° относительно друг друга, причем один из них подвижен в вертикальном направлении. Уровень вносимых потерь для ОМ ОВ составляет 0,2/0,5 дБ.



Рис. 18. Разъем и адаптер OptoClip II

Устанавливается разъем при помощи специального инструмента. ОВ имеет скол под углом 8–9° для уменьшения уровня обратного отражения света. Торец разъема закрыт защитной пластиной. Корпуса разъема и адаптера выполнены из пластмассы. Габариты адаптера аналогичны габаритам, используемым для установки адаптера типа SC.

Многоволоконные/многоканальные оптические разъемы

Оптический разъем типа MFS

Компания Diamond разработала модульную конструкцию многоконтактного (многоволоконного) разъема типа MFS (Multiple Fiber System) для использования в системах с большим числом волокон (рис. 19). Он может собираться в блоки для подключения 4, 8 и 12 ОМ и ММ ОВ. Причем для монтажа разъема типа MFS могут быть использованы кроссы, применяемые в системах с хорошо известными разъемами типа E2000 и SC. Достоинством этого разъема является низкое значение вносимых потерь. Причем, используя модули из 4 разъемов типа MFS можно сформировать соединения для 48 каналов.

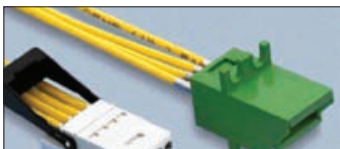


Рис. 19. Многоконтактный разъем типа FiberGate (MFS)

Аналогичные разъемы под названием FiberGate выпускает и компания Huber+Suhner. На рис. 19 показан вариант такого разъема на 4 ОВ, потери которого для ОМ ОВ, замеренные по типу соединения "каждый с каждым соответствующим", составляют 0,09/0,4 дБ.

В многоканальных ВОЛС используются также многоконтактные разъемы других типов.

Разъемы для ОВ с большим диаметром сердцевины

В настоящее время все чаще стали использоваться кварц-полимерные и полимерные оптические волокна, которые имеют существенно большие (100–200 мкм), чем обычные ОВ, диаметры сердцевины. Основные типы разъемов для таких волокон приведены на рис. 20.



Рис. 20. Разъемы для ОВ большого диаметра

ЛИТЕРАТУРА

1. Технические требования к волоконно-оптическим соединителям, предназначенным для применения на взаимоувязанной сети связи РФ Министерства связи. – Москва, 1994.
2. Комаров М.Ю. Разъемные оптические соединители. – В кн.: Волоконно-оптическая техника: Современное состояние и перспективы: Сб. статей под ред. Дмитриева С.А. и Слепова Н.Н. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: АО "ВОТ", 2005, с. 283–308.
3. Семенов А.Б. Волоконно-оптическая техника (ВОТ) в ЛВС и СКС. – В кн.: Волоконно-оптическая техника: Современное состояние и перспективы: Сб. статей под ред. Дмитриева С.А. и Слепова Н.Н. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: АО "ВОТ", 2005, с. 509–534.