

ЭЛЕМЕНТЫ ОПТИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЫ СКС

Д.А. Шилкин

Научный руководитель – Д.О. Изумрудов (ЗАО «Эврика»)

В статье рассмотрены современные оптические разъемы и соединители, которые являются неотъемлемой частью структурированной кабельной системы, а их качество в значительной степени определяет дальнейшие эксплуатационные характеристики сетей. Контроль на этапе монтажа и тестирование оптических систем позволяют добиться минимальных величин потерь и обратных отражений и достигнуть максимально возможной заявленной скорости передачи информации в гигабитных и мультигигабитных приложениях, а при необходимости скорректировать те или иные параметры.

Введение

Современный этап развития локальных сетей характеризуется быстрым ростом их размеров, расширением объема выполняемых функций, четко наметившейся тенденцией интеграции в единое информационное пространство отделов, филиалов и офисов одной организации, часто удаленных друг от друга на десятки километров. Функционирование корпоративной информационно-вычислительной сети крупного предприятия требует передачи все большего объема разнообразных данных на все более высоких скоростях, которые требуются для современных приложений.

Традиционные системы связи на основе витой пары и коаксиального кабеля уже не в полной мере удовлетворяют современным требованиям в отношении пропускной способности, помехозащищенности, скрытности и дальности связи. Эти обстоятельства диктуют необходимость перехода к новому типу направляющей системы электромагнитных колебаний – волоконно-оптическому кабелю, а также применения специальных технических средств, предназначенных для работы с этим типом физической среды: аппаратуры волоконно-оптических систем передачи информации. Огромное значение, влияющее на качество реализации этих систем, имеют так называемые коммутационно-распределительные устройства: соединители, муфты, коннекторы, розетки, переходные разъемы и т.д.

В статье затронуты актуальные на сегодняшний день вопросы, касающиеся оптической подсистемы структурированных кабельных систем (далее СКС). Приведена система международной стандартизации оптических разъемов, описаны параметры (потери, отражение, физический контакт), а также рассмотрены основные типы соединителей, используемых в настоящий момент на российском рынке СКС.

1. Оптические разъемы

1.1. Назначение и основные требования

Одной из важнейших проблем, которую приходится решать при создании практически любой линии оптической связи, является необходимость сращивания оптических волокон (далее ОВ) друг с другом. В общем случае данная задача может быть решена двумя принципиально различными способами: с помощью разъемных или неразъемных оптических соединителей (рис. 1). Неразъемные соединители, которые иногда называются сростками, широко применяются при создании линий связи большой протяженности (например, сетей связи общего пользования масштаба города и более), а также при сборке оконечных коммутационных устройств в случае привлечения для этого технологии монтажных шнуров.

Оптические разъемы (разъемные соединители) предназначены для сращивания световодов в тех случаях, когда во время эксплуатации часто возникает потребность в изменении конфигурации трактов передачи информации или же существует повышенная опасность повреждения кабельного изделия на определенном участке тракта.



Рис. 1. Основные разновидности оптических соединителей

Оптические разъемы, которые иногда называются разъемными соединителями, предназначены для обеспечения разъемного подключения шнуровых изделий различного назначения к коммутационному оборудованию в технических помещениях различного уровня, информационным розеткам (далее ИР) рабочих мест и к сетевым устройствам [1]. В некоторых ситуациях оптический разъем (далее ОР) может выполнять функции сростка или является важным функциональным компонентом элемента специального назначения. ОР выполняет следующие основные функции:

- обеспечивает ввод ОВ в точку сращивания таким образом, чтобы радиус изгиба не уменьшился ниже предельно допустимого значения;
- защищает ОВ от внешних механических и климатических воздействий;
- фиксирует соединяемые световоды в центрирующей системе.

Перечень нормируемых эксплуатационных параметров ОР включает в себя величины максимально допустимых вносимых потерь, минимального коэффициента обратного отражения, рабочих температур и долговечности в смысле количества циклов подключения-отключения, при котором остальные характеристики разъемов не выходят за разрешенные пределы. Числовые значения этих параметров приведены в табл. 1.

Параметр	Разъемы	
	Многомодовые	Одномодовые
Номинальный диаметр оболочки волокна, мкм	125	125
Затухание, дБ	$\leq 0,75$	$\leq 0,75$
Коэффициент обратного отражения, дБ	≤ -20	≤ -35
Кол-во циклов соединения-разъединения	≥ 500	≥ 500
Рабочий диапазон температур, °C	$-10 \dots +60$	$-10 \dots +60$

Таблица 1. Основные характеристики оптических разъемов по ISO/IEC 11801:2002

Основной европейский стандарт EN 50173-1:2002 (Е), в отличие от американского и международного аналога, более жестко подходит к нормированию допустимого затухания: 0,5 дБ для 95% соединений и 0,75 дБ для 100% соединений.

Рабочий температурный диапазон оптических разъемов СКС согласно стандарту ISO/IEC 11801:2002 должен составлять от -10 до $+60^\circ\text{C}$. На практике у большинства конструкций он колеблется от -40 до $+85^\circ\text{C}$, т.е. совпадает с рабочим температурным диапазоном ОК внешней прокладки.

Отметим также относящуюся к области эксплуатации рекомендацию стандарта ISO/IEC 11801:2002 об очистке торцевых поверхностей соединяемых ОВ перед выполнением соединения ОР.

В соответствии с требованиями стандартов СКС розетки любого ОР, допускающего применение одиночных вилок, должны снабжаться фабричной или наносимой непосредственно на объекте монтажа символьной маркировкой, в виде букв А и В. Вилку с маркировкой А всегда необходимо подключать к розетке с такой же маркировкой, и наоборот, см. рис. 2. Смысл символьной маркировки вилок и розеток разъема СКС заключается в том, что она позволяет определить направление «движения» оптического сигнала. Вилка с маркировкой А всегда является источником, а розетка с такой же маркировкой – приемником, и наоборот. Аналогично на сетевом оборудовании розетка с маркировкой А является входом приемника, а с маркировкой В образует интерфейс физического уровня передатчика.

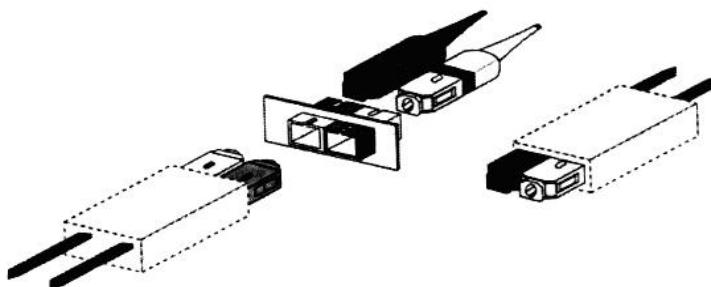


Рис. 2. Схема подключения оптического разъема

1.2. Система международной стандартизации оптических разъемов

Необходимость обеспечения совместимости компонентов ОР одного типа, изготовленных различными производящими компаниями, объективным образом привела к разработке нормативных документов, регламентирующих различные аспекты этой проблемы. В настоящее время наибольшую популярность получили два таких документа, в которых нормированы параметры наиболее распространенных типов разъемных оптических соединителей.

В Европе и азиатских странах производители элементной базы пользуются преимущественно международным стандартом IEC 61754. Структурно документ состоит из нескольких частей. Часть 1 включает в себя общие требования, предъявляемые к ОР. Остальные части содержат спецификации конкретных разновидностей разъемных соединителей для кварцевых и полимерных световодов [2].

Аналогичная стратегия принята в США: имеется базовый стандарт TIA/EIA-604 (FOCIS — от fiber optic connector intermateability), конкретные типы оптических разъемов описаны в отдельных частях этого документа, см. табл. 2.

№ части	IEC 61754	TIA/EIA-604
1	—	Bicinic
2	BFOC/2,5	BFOC/2,5
3	LSA	SC
4	SC	FC
5	MT	MTP/MPO
6	MU	FJ
7	MPO	SG-45
8	CF08	Mini-MAC
9	DS	Mini-MPO
10	Mini-MPO	LC
11	—	SCDC/SCQC
12	FC	MT-RJ

13	FC-PC	LX.5
14	—	—
15	LSH	MF
16	PN	LSH
17	—	MU
18	MT-RJ	—
19	SG	—
20	LC	—
21	SMI	—

Таблица 2. Структура стандартов серии IEC 61754 и TIA/EIA-604

2. Параметры оптических разъемов

2.1. Вносимые потери

Согласно рекомендации L.36 ITU-T, потери в оптическом разъеме определяются как

$$A = 10 \lg \left(\frac{P_{BX}}{P_{ВЫХ}} \right), \quad (1)$$

где $P_{вх}$ – мощность оптического сигнала на входе разъема; $P_{вых}$ – мощность оптического сигнала на выходе разъема; $P_{отр}$ – отраженный сигнал.

Потери в ОР определяются целым рядом причин, которые в общем виде могут быть классифицированы на следующие группы [3]:

- внутренние факторы, которые определяются допусками на геометрические размеры ОВ;
- внешние факторы, которые определяются качеством изготовления отдельных элементов разъема и его технологическими допусками;
- отражениями и рассеянием;
- загрязнениями.

К числу основных внутренних факторов, которые вызывают потери в ОР, относятся эксцентриситет и некруглость (эллиптичность) сердцевины, а также разность диаметров, числовых апертур и профилей показателей преломления срачиваемых световодов. Необходимость учета эксцентриситета и некруглости возникала на ранних стадиях развития техники оптической связи. В настоящее время в связи с достигнутым технологическим уровнем изготовления ОВ эти факторы перестали играть первостепенное значение [4].

В перечень составляющих потерь, которые вызываются внешними факторами, входят потери за счет наличия воздушного промежутка между торцами срачиваемых ОВ, радиальных и угловых смещений световодов, а также непараллельности торцевых поверхностей ОВ в разъемах. Потери этого вида обусловлены неизбежными производственными допусками на геометрические размеры отдельных деталей ОР, выполняющих центрирование срачиваемых ОВ. Потери, возникающие в случаях, когда между торцевыми поверхностями срачиваемых ОВ имеется воздушный промежуток, рассмотрены в подразделе 2.2. Потери на загрязнение возникают в процессе эксплуатации кабельной системы главным образом из-за несоблюдения правил подключения и отключения ОР. Для минимизации этой составляющей потерь стандарты требуют выполнять очистку оптически активных поверхностей соединяемых ОВ перед каждым подключением ОР.

2.2. Схема физического контакта в оптических разъемах

Основные стандарты СКС выдвигают достаточно жесткие требования по величине потерь, создаваемых разъемами оптической части структурированной проводки. Нормативные документы содержат только самые общие требования относительно кон-

структивного исполнения данных элементов кабельного тракта. Известные достоинства разъемов линзового типа при условиях, характерных для области эксплуатации СКС, оказываются невостребованными. В силу этого из соображений удобства эксплуатации, достижения высокой плотности портов на панелях коммутационного поля и т.д. предпочтительным является применение разъемов контактного типа.

Разъем контактного типа в общем случае предполагает только непосредственную стыковку соединяемых юстирующих элементов, а не самих волокон. За счет этого в собранном состоянии соединителя без применения специальных мер между ОВ потенциально может существовать воздушный промежуток. Наличие этого зазора обязательно сопровождается появлением эффекта френелевского отражения и формирования в пространстве конусообразного пучка излучения, угол при вершине (расходимость) которого определяется числовой апертурой волокна. Данные эффекты влекут за собой увеличение потерь в разъемном соединителе.

Количественной мерой интенсивности эффекта Френеля является коэффициент отражения, равный

$$\rho = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2. \quad (2)$$

Величина френелевских потерь при $n_1 = 1,48$ на основании формулы 2 составляет $2a_F = 0,34$ дБ.

Значение второй составляющей потерь, возникающей из-за расходимости светового потока, для градиентных волокон может быть оценено соотношением

$$a_z = -10 \lg \left(1 - \frac{z}{2a} NA \right), \quad (3)$$

где z – ширина воздушного зазора между волокнами; a – радиус сердцевин. Для наиболее распространенного 50-микронного волокна с $NA = 0,2$ при $z = 5$ мкм имеем $a_z = 0,09$ дБ. Таким образом, наличие воздушного зазора увеличивает потери в соединителе на $2a_F + a_z \approx 0,4$ дБ, что является недопустимо высокой величиной.

Для устранения данной составляющей потерь оптический разъем должен быть реализован по схеме так называемого физического контакта (physical contact – PC). Данная схема основана на принудительном обеспечении различными технологическими средствами плотного прилегания друг к другу сердцевин ОВ в случае штатного подключения вилки к розетке. При этом расстояние между торцовыми поверхностями сердцевин соединяемых волокон оказывается много меньшим длины волны передаваемого излучения. Результатом является полное устранение обоих нежелательных эффектов и снижение потерь на 0,4 дБ.

Из-за конечной точности оборудования для механической обработки наконечников полного сближения торцевых поверхностей волокон практически невозможно гарантированно добиться в структурах с плоской формой торцевой поверхности, популярных в ОР, создание которых была закончено не позднее середины 80-х гг. прошлого века, см. рис. 3а. Для достижения физического контакта в современных конструкциях применяется целый ряд технических и технологических приемов, в том числе:

- использование нажимных пружин, которые при вставленных в розетку вилок прижимают торцы наконечников друг к другу с усилием примерно 8–12 Н;
- формирование у наконечников выпуклой торцевой поверхности (радиус скругления в зависимости от варианта исполнения составляет 5–25 мм), см. рис 3.

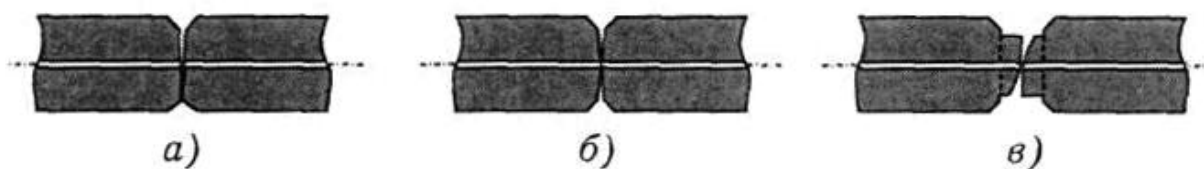


Рис. 3. Формы торцевой поверхности наконечников вилок оптических разъемов: а) плоская; б) выпуклая классов PC, SuperPC, UltraPC; в) скошенная (Angled PC)

Дополнительным положительным следствием от наличия физического контакта является то, что он позволяет в значительной степени подавить явление обратного френелевского отражения. Это является чрезвычайно важным для некоторых разновидностей одномодовых приложений.

2.3. Обратные отражения

В любом ОР между торцевыми поверхностями срачиваемых ОВ обязательно остаются воздушные зазоры большей или меньшей толщины и/или площади, вызванные неизбежными погрешностями и допусками на изготовление. В таких областях за счет наличия перехода стекло – воздух – стекло возникают френелевские отражения, которые приводят к появлению светового потока, распространяющегося в обратном направлении.

Поток обратного отражения оказывает отрицательное влияние, в первую очередь, на высокоскоростные лазерные оптические передатчики, так как, попадая обратно в резонатор излучателя, вызывает сильные искажения передаваемого сигнала [5]. В принципе, причиной возникновения обратных отражений может явиться любая неоднородность оптического тракта, однако наибольший вклад вносят ОР, где опасность их возникновения является наибольшей. На основании этого в процессе создания линий оптической связи значение обратного отражения должно контролироваться достаточно жестко. Количественной мерой интенсивности обратных отражений является коэффициент обратного отражения, который согласно рекомендации L.36 ITU-T определяется следующим образом:

$$RL = 10 \lg \left(\frac{P_{OBR}}{P_{BX}} \right), \quad (4)$$

где P_{OBR} – мощность потока обратного рассеяния; P_{BX} – мощность оптического сигнала на входе разъема.

В некоторых публикациях [6] в качестве меры обратного отражения используется эквивалентный параметр ORL (optical return loss), определяемый как

$$ORL = 10 \lg \left(\frac{P_{BX}}{P_{OBR}} \right), \quad (5)$$

т.е. $ORL = -RL$.

Нормы на коэффициент обратного отражения ОР, применяемые при построении кабельных трактов СКС, содержатся в стандарте ISO/IEC-11801:2002 и приведены в табл. 1. Указанная в этом нормативном документе величина обратных отражений для одномодовых ОР (не хуже –35 дБ) заимствована из рекомендаций ETSI. Она недостаточна для обеспечения работоспособности с заданным качеством некоторых приложений и в широкую инженерную практику внедрен ряд методов по его снижению. В зависимости от достижимого коэффициента обратного отражения одномодовые ОР традиционно делят на классы, которые приводятся в табл. 3.

Отметим также еще два обстоятельства, относящихся к области нормирования параметра обратного отражения. Во-первых, в ОР без скошенного наконечника после нескольких подключений из-за неизбежного появления царапин на торцевых поверхно-

стях сердцевин ОВ коэффициент обратного отражения устанавливается на уровне РС-разъема в независимости от уровня исходной полировки. Во-вторых, многоволоконные разъемы в одномодовом и многомодовом вариантах, как правило, имеют на 10–15 дБ меньшее значение параметра RL по сравнению с одноволоконными изделиями.

Фирма-производитель	ММ	РС	SPC	UPC	APC
Типовое значение	–20	–35	–45	–55	–65
Amphenol, США	–	–	–45	–55	–65
Diamond, Швейцария	–40	–50	–	–	–70
Huber+Suhner, Швейцария	–	–45	–50	–	–85
Molex, США	–	–	–45	–55	–70
Radiall, Франция	–20	–30	–40	–50	–60
Senko, Япония	–	–	–50	–55	–65
Telegartner, Германия	–30	–40	–	–	–60
Tyco Electronics, США	–	–50	–	–	–60

Таблица 3. Значения коэффициента обратного отражения различных классов оптических разъемов некоторых производителей

Обязательным условием минимизации обратного отражения является наличие физического контакта. Наличие физического контакта особенно важно для одномодовых разъемов. Для этих изделий наряду с мероприятиями, рассмотренными в параграфе 2.2, используют наконечники со скошенной торцевой поверхностью, см. рис. 3в.

Последний вариант является наиболее эффективным, хотя и самым сложным в технической реализации, и соответственно дорогим средством минимизации обратных отражений. Данная разновидность наконечников называется APC (от Angled physical contact, в Японии часто применяется трактовка этой аббревиатуры как Advanced Physical Polish [7]). Известно также их обозначение как PAE-, HRL- или SP-наконечники (от pre-angled endface, high return loss и slant polishing соответственно). Угол скоса выбирается несколько большим по сравнению с апертурным углом армируемого ОВ, чтобы излучение, отражаемое обратно в сердцевину, быстро высвечивалось в оболочку. В соответствии с этим условием угол скоса наконечников ОР, предназначенных для установки на волокна классов В1.1 (G.652) и В1.3 по IEC 60798-2-50, составляет примерно 8–9° (стандартные одномодовые ОВ этих классов имеют параметр NA примерно 0,12, который соответствует апертурному углу 6,8°). В тех случаях, когда вилки соединителя предназначены для установки ОВ со смещенной дисперсией, которые обладают повышенной числовой апертурой, угол наклона увеличивается до 12°. Отметим, что аппаратура, передатчики которой обладают повышенной чувствительностью к обратному отражению, работает только по одномодовым ОК. В силу этого скошенные наконечники применяются исключительно в одномодовых ОР.

3. Установка и монтаж элементов оптических разъемов

В процессе создания волоконно-оптических линий в сетях связи общего пользования сращивание ОВ и установка вилок ОР выполняются в подавляющем большинстве случаев с использованием сварочных аппаратов. Такой подход обусловлен тем, что наряду с высокой скоростью выполнения работы технология сварки обеспечивает ми-

нимальные, по сравнению с другими методами, потери в точке сращивания, а данный параметр критически важен на линиях большой протяженности, что характерно для данной области применения. Платой за эти преимущества являются значительная стоимость оборудования и повышенные требования к уровню технической подготовки персонала [8].

Элементная база для оконцевания оптических кабелей СКС может иметь две принципиально отличные друг от друга формы исполнения, каждая из которых, в свою очередь, реализуется в двух вариантах. Первая форма исполнения предполагает использование только элемента ОР (вилки или розетки), тем или иным способом устанавливаемого на ОВ. Способы реализации варьируются в зависимости от того, что поставляется на объект монтажа: набор исходных компонентов или уже частично предустановленные элементы, где ряд технологических операций с волокном был выполнен еще до выезда на объект монтажа, в стационарных заводских условиях. Обычно это наиболее ответственные операции заклейки, полировки и шлифовки, которые производятся с широким использованием автоматического и полуавтоматического оборудования, а на объекте осуществляется только сращивание волокон.

Решения первой группы дают возможность предельно уменьшить стоимость покупных компонентов. В случае применения подхода второго типа несколько снижается общее время выполнения монтажных работ, резко уменьшается количество отходов и практически стопроцентно гарантируются стабильность параметров и высокое качество.

Основным отличительным признаком второй разновидности методов оконцевания является применение так называемого монтажного шнура или пигтейла. Монтажный шнур присоединяется к световоду ОК с помощью сварки или механического сплайса. Технология с применением монтажного шнура относится к группе решений с выполнением части технологических операций по оконцеванию еще на этапе изготовления. Поэтому применение в случае технологии сварки прецизионного оборудования с высокой степенью автоматизации вследствие использования управляющего контроллера позволяет получить рекордно низкое на сегодняшний день время оконцевания ОВ в сочетании с минимальными вносимыми потерями.

3.1. Клеевые и механические методы фиксации волокна в наконечнике

Процедуры оконцевания световодов ОК элементами ОР, при которых ОВ фиксируется в центрирующем наконечнике или замещающем его элементе, относятся в настоящее время к классическим. Применяемые на практике разновидности реализующих их технологий могут быть в общем случае разделены на две основные подгруппы: клеевой и механической фиксации.

Клеевые методы оконцевания ОВ занимали доминирующее положение среди других технологий на первых этапах развития техники СКС. Сейчас они являются стандартным методом установки ОР практически во всех СКС как европейских, так и американских производителей (см. табл. 4). Этому способствуют простота реализации, универсальность и минимальная стоимость, как применяемого инструмента, так и расходных материалов.

Компания производитель	Тип СКС (оптической)	Сплайсы подсистемы	Сварочные аппараты	Клеевой состав
AMP, США	NetConnect Core-link (Solarum)	—	Эпоксидная смола	AMP, США
Corning, США	LANscape CamSplice	Serie X7	—	Corning, США

Commscope, США	Systimax (Optispeed) CSL	—	Эпоксидная смола и двухкомпонентный клей	Commscope, США
АйТи, Россия	АйТи-СКС	Fujikura FSM-17 FSM-50	Двухкомпонентный клей	АйТи, Россия
Brand-Rex, Англия	Millennium (Helios)	Fiber Opticx	—	Brand-Rex, Англия
Nexans, Франция	Nexans Cabling System	—	Клей Hot Melt	Nexans, Франция
RiT Technologies, Израиль	Smart	—	Эпоксидная смола	RiT Technologies, Израиль
Panduit, США	PanNet	—	Двухкомпонентный клей	Panduit, США

Таблица 4. Технические средства для установки разъемов некоторых производителей СКС

3.2. Иммерсионные разъемы

Появление ОР иммерсионного типа, иногда называемых также механическими коннекторами, было вызвано стремлением к поиску альтернативы клеевой технологии и устранению ее недостатков при работе в первую очередь в полевых условиях. Наиболее серьезными из них являются достаточно сложная многоэтапная процедура реализации технологии, необходимость применения значительного количества расходных материалов, а также наличие в составе клея весьма агрессивных химических веществ.

Иммерсионные разъемы представляют собой комбинацию механического сплайса и предустановленного ОР, т.е. в соответствии с предложенной выше классификацией они относятся к решениям второй разновидности с частичным выполнением некоторых технологических операций в заводских условиях. Применение этих элементов позволяет радикально решить проблему уменьшения продолжительности монтажа при относительно невысокой стоимости оборудования и не слишком жестких требованиях в отношении квалификации монтажников. Такой эффект обеспечивается:

- устранением из процесса установки требующих повышенной аккуратности и занимающих много времени операций шлифовки и последующей полировки торцевой поверхности наконечника;
- применением в процессе монтажа комплекта хорошо отработанных технологических инструментов, в некоторых случаях снабжаемых элементами полуавтоматики.

3.3. Технологии механического и сварного сращивания

Далеко не все производители СКС предусматривают в составе оборудования оптических подсистем средства для сращивания ОВ. Обоснованием такого подхода служит сравнительно небольшая протяженность кабельных линий, что позволяет в подавляющем большинстве случаев создавать их с использованием одной строительной длины. Тем не менее, если производитель СКС считает необходимым иметь в составе своей системы средства для сращивания световодов, то он может взять на вооружение технологии механических сплайсов и сварки. Одним из главных преимуществ механических сплайсов (см. табл. 5) являются заметно меньшие затраты на технологическое оборудование для их установки.

Метод	Время установки, мин	Стоимость комплекта инструментов, долл. США	Стоимость конструкции, долл. США	Примечание
Клеевая технология	5–20	450–15000	2–13	–
Иммерсионные разъемы	2–3	700–1200	8–15	–
Механические сплайсы	1–3	1000	7–20	Необходим организатор сплайсов
Технология сварки	1–2	8000–30000	10–20	Необходим организатор защитных гильз

Таблица 5. Сравнительная характеристика различных методов оконцевания световодов

Благодаря этому применение механических сплайсов оказывается экономически выгодным даже при выполнении сравнительно небольшого количества сращиваний и оконцовок.

Технология сварки является в настоящее время самым распространенным среди строителей сетей связи общего пользования способом сращивания ОВ. Реализующие эту технологию сварочные аппараты используются:

- для соединения ОВ отдельных строительных длин кабелей в процессе строительства линий связи большой протяженности, а также во время монтажа разветвительных и переходных муфт;
- при оконцевании ОВ вилками ОР в случае применения монтажных шнуров.

По упоминавшимся выше причинам экономического и технического характера сварочные аппараты не получили повсеместного распространения в области структурированной проводки и включаются в состав штатного технологического оборудования лишь ограниченным количеством производителей СКС.

Заключение

В оптических подсистемах СКС используются разъемы исключительно контактного типа, построенные по схеме физического контакта и унифицированные с аналогичными изделиями для сетей связи общего пользования. Применение подобных компонентов позволяет снизить их стоимость и упрощает процесс производства, построения и эксплуатации структурированной кабельной проводки.

Наличие широкой гаммы серийных разработок разъемов из группы SFF (small form factor) позволяет достигнуть в оптической подсистеме плотности портов, по меньшей мере, не уступающей аналогичному параметру медной подсистемы. Дополнительным преимуществом элементной базы этой разновидности является то, что в нее еще на стадии разработки заложен принцип практически полной совместимости с разъемами модульного типа подсистемы на основе витой пары по посадочным местам и идентичности по эксплуатационным параметрам.

Основная масса типов серийных оптических разъемов реализует симметричную схему построения, что выгодно в первую очередь с эксплуатационной точки зрения, так как унифицирует конструкцию и технологию монтажа на линейных и шнуровых ка-

бельных изделиях. Определенное значение имеют также несколько более широкие функциональные возможности симметричных разъемов.

Использование основных компонентов оптического разъема оказывается технически выгодным в процессе конструирования разнообразных адаптеров. Изделия данной разновидности в массовом масштабе применяются при решении широкого круга задач, часто возникающих на этапах построения и эксплуатации структурированной проводки (изменение типа интерфейса, внесение в тракт передачи дополнительного затухания и т.д.).

В технике СКС находит применение значительное количество оригинальных технологий монтажа элементов разъемов, ориентированных на применение непосредственно на объекте установки кабельной системы. Это существенно упрощает и ускоряет процесс реализации оптической подсистемы. Каждый из внедренных в широкую инженерную практику методов позволяет гарантировать качество не только на уровне требований действующих редакций национальных и международных нормативно-технических документов, но и с определенным превышением пороговых значений.

Литература

1. Мальке Г., Гессинг П. Волоконно-оптические кабели. Основы, проектирование кабелей, проектирование систем. / Пер. с нем. 2-е изд., перераб. и доп. – Corning Cable Systems. – Новосибирск, 2001.
2. Волоконная оптика в локальных и корпоративных сетях связей. – М.: КомпьютерПресс, 1998.
3. Packaging guide: Фирменный материал компании Acome. – 2004.
4. ГОСТ 18690-82 (СТСЭВ 3227-81). Кабели, провода, шнуры и кабельная арматура. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение. Государственный комитет СССР по стандартам. – М.: Издательство стандартов, 1983.
5. Ларин Ю.Т. Программа разработки нормативно-технической базы оптических волокон и кабелей // Фотон-Экспресс. – 2003. – Сентябрь. – №4(30).
6. ГОСТ 5151-79. Барабаны деревянные для электрических кабелей и проводов. Технические условия. Государственный комитет СССР по стандартам. – М.: Издательство стандартов, 1986.
7. Семенов А.Б. Оптические разъемы // Фотон-Экспресс. – 2005. – №4(44).
8. Московченко А. Оптические коннекторы SFF – достойный ответ на современные и перспективные запросы телекоммуникационной индустрии // Электронные компоненты. – 2003. – № 1.