

# Уменьшение потерь в волоконно-оптической линии связи



**А. Н. Крошкин,**  
генеральный директор  
ЗАО «ИнТелКом РОС»,  
Санкт-Петербург,  
www.itcros.spb.ru

Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) все шире применяются во всем мире. По некоторым данным, в России количество используемого оптического волокна для организации новых каналов связи с 2005 по 2007 годы увеличилось примерно в 2,5 раза. Постоянно растут требования к скорости передачи данных по этим линиям, скорость в 10Гбит/сек становится все более востребованной. В этой ситуации определяющими становятся качественные параметры ВОЛС.



**Хааг Ольга,**  
эксперт, Швейцария

## Характеристика потерь в ВОЛС

В этой главе авторы ставят себе целью всего лишь напомнить читателям о структуре потерь в ВОЛС, что будет необходимо для понимания последующего материала.

Упрощенная схема прохождения сигнала по ВОЛС представлена на рисунке 1. Общее вносимое затухание на ВОЛС складывается из затухания в волокне, потерь в неразъемных соединениях (сростках) и в разъемных соединителях.

Из рисунка видно, что потери мощности оптического сигнала на ВОЛС складываются из потерь от затухания собственно в кабеле, а также на различных соединениях. Под воздействием различных факторов параметры кабеля и соединений могут ухудшаться. Уменьшить их воздействие на сам кабель и соединения можно, если строго соблюдать технологию прокладки и монтажа ВОЛС.

## Неразъемные и разъемные соединения

### 1. Неразъемные соединения (сростки)

#### 1.1. Сварка оптического волокна

Сварка оптического волокна является на сегодняшний день самым распространенным способом обеспечения неразъемного соединения оптического волокна. Несмотря на то, что технология сварки постоянно совершенствуется, она, тем не менее, остается еще достаточно дорогостоящей в силу необходимости применения дорогого высокоточного и технологичного оборудования и квалифицированного персонала. Кроме того, сварка оптического волокна в полевых условиях, в условиях ограниченного пространства представляет собой достаточно сложную процедуру. Сварочный шов, выполненный с соблюдением технологии, вносит затухание до 0,1 дБ.

#### 1.2. Склейка оптического волокна

Склейка оптического волокна – более простой процесс и может относительно легко выполняться в полевых условиях и на ограниченном пространстве. Недостатками склейки являются менее прочное механическое соединение и большее вносимое затухание. Современные технологии склейки обеспечивают вносимое затухание порядка 0,3 дБ.

### 2. Разъемные соединители

Разъемные соединители представляют собой семейство оптических адаптеров и коннекторов, различающихся конструкцией и предназначенных для разных оптических волокон. Основными конструктивными требованиями, предъявляемыми к ним, являются точность юстировки сердечника

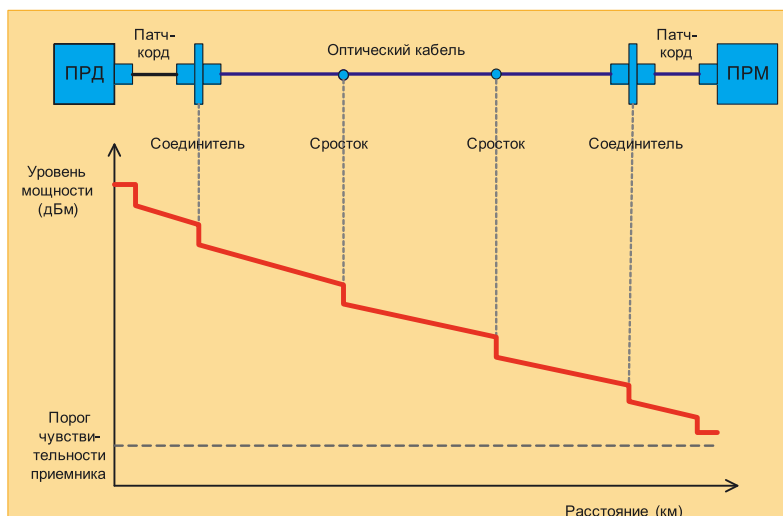


Рис. 1. Прохождение сигнала по ВОЛС

световода, качество шлифовки контактной поверхности, количество возможных переключений, защищенность от загрязнения, удобство пользования и обслуживания. Основными техническими требованиями являются малое затухание оптического сигнала при прохождении контакта и большое затухание для отраженного сигнала, которые зависят от конструкции коннектора, качества используемых материалов при его изготовлении и качества сборки, обеспечивая высокую стабильность и повторяемость параметров соединения. Качественный соединитель должен иметь вносимые потери при прохождении сигнала не более 0,3 дБ.

На сегодняшний день в России широко применяются типоразмеры оптических коннекторов FC, SC, ST, LC и некоторые другие. У всех этих коннекторов есть один недостаток — плохая защита контактной поверхности от загрязнения при транспортировке и переключениях. Связано это с тем, что для защиты используется резиновый или пластиковый колпачок, который снимается и надевается вручную, хранится отдельно от коннектора и, как следствие, часто теряется. Подобная проблема отсутствует, например, у семейства коннекторов и адаптеров стандарта E2000 швейцарской фирмы «DAIMOND FIBER OPTICS», представленных на рисунке 2.



Рис. 2. Коннекторы стандарта E2000

Конструктивной особенностью этих коннекторов является подвижная крышка, защищающая контактную поверхность. В конструкции адаптера предусмотрены элементы, открывающие эту крышку при вставке в него коннектора и закрывающие ее при извлечении коннектора.

Другой конструктивной особенностью коннекторов стандарта E2000 и некоторых других является качество и угол шлифовки контактной поверхности. Различаются два основных типа шлифовки – прямая (PC, SPC, UPC), представленная на рисунке 3, и косая (APC) с углом 8°, представленная на рисунке 4. Преимущество шлифовки APC заключается в том, что отраженный от контактной поверхности сигнал (reflected light) уходит в оболочку волокна и там гасится. За счет этого добиваются рассеивания отраженного сигнала 60дБ и более, при том что шлифовка PC, SPC, UPC обеспечивает этот параметр в пределах 40-55дБ. Шлифовка APC применяется на одномодовом волокне, а шлифовки PC, SPC, UPC как на одномодовом, так и на многомодовом волокне.

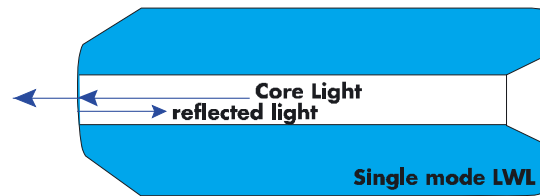


Рисунок 3. Коннектор со шлифовками PC, SPC, UPC

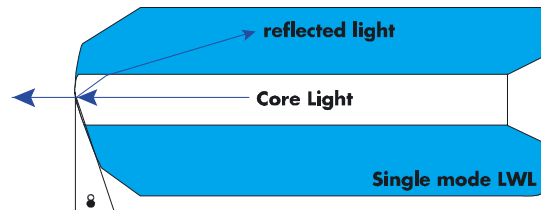


Рис. 4. Коннектор со шлифовкой APC 8°

### Характерные повреждения контактной поверхности коннекторов

Основной причиной возникновения повреждений контактной поверхности коннекторов является нарушение правил их эксплуатации. При эксплуатации нельзя допускать касания контактной поверхности руками или другими предметами, следует оберегать коннекторы от пыли и грязи, механических повреждений в виде изгибов, царапин, ударов, сколов и прочего. Некоторые виды повреждений контактной поверхности, состоящей из поверхности направляющего цилиндра (ферруля), оболочки и сердечника световода, представлены на рисунках 6–9. Критерием предельной допустимости повреждений и загрязнений является исправность и чистота сердечника световода. Отвечающая этим требованиям контактная поверхность представлена на рисунке 5.



Рис. 5.

Если на всех остальных поверхностях допускаются в определенной степени загрязнения и повреждения, то сердечник световода должен быть исправным и чистым. В наконечниках применяются керамические, пластиковые и металлические феррули. С точки зрения эксплуатации предпочтительнее керамические феррули, т. к. они обладают достаточной механической прочностью, не электризуются и не притягивают микрочастицы.

На рисунке 6 видны царапины от механического повреждения, причем царапина проходит через сердечник световода. Использовать соединитель с такой поверхностью нельзя. Для устранения неисправности необходимо произвести шлифовку поверхности. Каждую операцию шлифовки необходимо контролировать с помощью диагностического микроскопа.

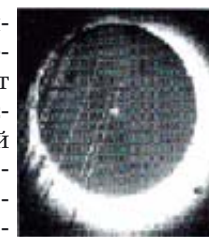


Рис. 6

На рисунке 7 пример загрязнения контактной поверхности пылью. При этом частицы пыли не

дают образовываться плотному контакту между соединителями и формируют воздушную прослойку, а также частично перекрывают сердечник световода. Такая поверхность способна значительно ослабить сигнал в прямом направлении и увеличить отраженный сигнал. Пыль может быть убрана путем чистки контактной поверхности сухой салфеткой или, при сильном загрязнении, салфеткой с изопропиловым спиртом.

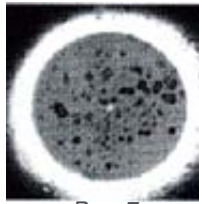


Рис. 7

На рисунке 8 видны сколы оболочки волокна. Небольшие сколы допустимы, но в данном случае площадь сколов достаточно велика, чтобы оказать влияние на распространение оптического сигнала. Устранение подобного повреждения может проводиться путем шлифовки контактной поверхности. Применение той или иной полировочной бумаги будет зависеть от глубины сколов.

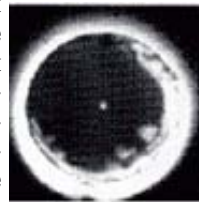


Рис. 8

На рисунке 9 показан пример трещины, проходящей по сердцевине волокна. Соединитель с таким дефектом использовать нельзя. Такие трещины могут образовываться, например, при использовании на одномодовом волокне лазера с мощностью выше допустимой. Трещины можно удалить путем шлифовки, однако при глубокой трещине может потребоваться обрезание соединителя и монтаж его заново.

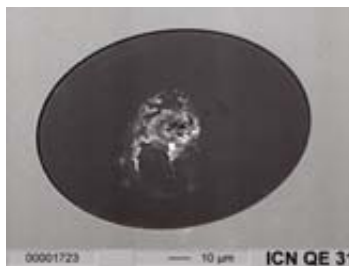


Рис. 9



Рис. 10

Приведенные выше повреждения, как правило, образуются в ходе эксплуатации соединителей. Своевременный контроль их состояния и обслуживание гарантирует поддержание параметров соединителей в установленных нормах. Для проведения работ по контролю и обслуживанию соединителей может применяться специальный набор инструментов. Один из образцов швейцарской компании «Mesomatic Messtechnik AG» представлен на рисунке 10. Он включает в себя оптический микроскоп с необходимыми насадками и адаптерами для контроля коннекторов, кассету, салфетки, изопропиловый спирт для чистки контактной поверхности съемных коннекторов и приспособления для чистки контактной поверхности коннекторов в патч-панелях.

### Рекомендации по уменьшению потерь

Таким образом, чтобы уменьшить потери оптического сигнала в ВОЛС, помимо применения качественного кабеля с минимальными собственными параметрами затухания остается только один путь — обеспечение минимальных потерь на разъемных и неразъемных соединениях. Для этого, во-первых, необходимо уменьшать само количество разъемных и неразъемных соединений. Одним из способов является применение так называемых кабельных сборок. Такие кабели оборудуются с одного или двух концов коннекторами в заводских условиях и монтируются на объекте целиком. Это позволяет изготовить качественный соединитель с соблюдением заводской технологии производства и контроля, а также избежать сварного контакта при оконцовке кабеля пиктейлом.

**Во-вторых**, применение коннекторов с малым затуханием сигнала в прямом направлении и большим рассеиванием в обратном, например, со шлифовкой APC.

**В-третьих**, поддержание контактов разъемных соединений в надлежащем состоянии путем организации своевременного контроля, чистки и измерений.

**В-четвертых**, применение качественных материалов проверенных производителей. В настоящее время на российском рынке много некачественной дешевой продукции из Китая, Индии, Тайваня. Применение такой продукции уменьшает первоначальные вложения, но значительно увеличивает эксплуатационные затраты.

Телекоммуникационные сети и системы стали неотъемлемой частью всей жизни и деятельности современного общества. Одной из главных задач, стоящей перед специалистами, работающими в этой области, помимо активного строительства и развития, является обеспечение надежной, высокопроизводительной работы существующих сетей и систем.