

# ВОЛОКОННАЯ ОПТИКА: ИЗУЧАЕМ ПОТЕРИ В СОЕДИНИТЕЛЯХ, ЗНАКОМИМСЯ С ОКОНЦОВКОЙ В УСЛОВИЯХ ОБЪЕКТА

В. Репин, В. Шеховцева

## Вносимые потери в оптических соединителях.

Как известно, существует два основных вида контроля волоконно-оптических шнуров: первый метод – с измерительным (референсным) шнуром, второй метод – "каждый с каждым".

Подробно с методами измерения вносимых потерь в соединителях и его элементах можно познакомиться в ГОСТ 26990-86 (Методы измерения оптических параметров). Первый вид контроля обычно применяется службами технического контроля предприятий-изготовителей волоконно-оптических шнуров, второй предпочитают сертифицирующие организации, заинтересованные в наиболее объективной оценке шнуров в условиях, имитирующих реальную сеть. Во втором случае в качестве референсного используется шнур №1 (любой) из измеряемой партии, в паре с которым измеряются все шнуры партии (например, №2...№10). Затем референсным становится шнур №2 и т.д. – до заполнения таблицы измерений, учитывающей все сочетания коннекторов. Этот метод контроля считается более жестким, т.к. потери от несоосности волокон в соединителе могут возрасти вдвое (если эксцентриситеты световедущих жил направлены в противоположные стороны) и даже более. Однако возможен и иной вариант – односторонние эксцентриситеты сводят несоосность волокон к минимуму.

*Именно так, перебором нескольких не лучших шнуров, не в меру экономные монтажники добиваются иногда сносного результата. Но кто при этом учитывает самое дорогое – трудоемкость такого монтажа в сложных условиях объекта?*

Смещение вершин наконечников коннектора в разные стороны относительно оси может и не сказаться на потерях (рис. 1а), а может (при одностороннем размещении) сформировать зазор, превышающий четверть длины волны рабочего излучения (рис. 1б). И вот тогда "неожиданно" появляются дополнительные прямые потери – 0,2...0,3 дБ, да и возвратные потери со стандартных 45 дБ изменяются до 14 дБ.

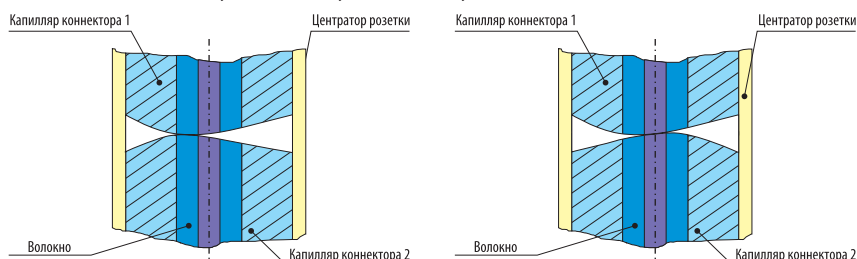


Рис. 1а

Рис. 1б

Чтобы избежать таких "неожиданностей", необходим контроль геометрии торца наконечника с помощью микроинтерферометра, с компьютерной обработкой результатов, представлением их на мониторе, а при необходимости – и с распечаткой паспорта торца. И пока этот контроль не стал обязательным, проблемы с надежностью оптических сетей будут оставаться. Потребителям шнуров можно порекомендовать продукцию, прошедшую сертификацию на предприятиях, где имеется необходимое оборудование, а специалисты умеют контролировать эти параметры. Но и это не дает полной гарантии надежности, т.к. контроль торца сегодня может быть произведен только в результате добровольного тестирования, т.е. с согласия производителя, включившего эти параметры в ТУ на свои изделия.

**Многомодовые соединители ST, FC, SC, LC, MT-RJ.** О прямых потерях в этих соединителях мы уже говорили в предыдущей статье.

Рассмотрим немного подробнее, почему же потери в соединителях различных типов неодинаковы, и от чего они зависят.

Рассмотрим еще раз диаграмму прямых потерь этих соединителей (рис. 2).

*Выборки случайные, измерения велись методом контроля с референсным шнуром. Выборки могут отличаться – в зависимости от конкретной партии наконечников потери изменяются в пределах +0,05 дБ, – но общие тенденции прослеживаются достаточно четко.*

Хорошо видно, что потери предельно простого по своей конструкции разъема ST описываются классической Гауссовой кривой распределения, т.е. зависят фактически от

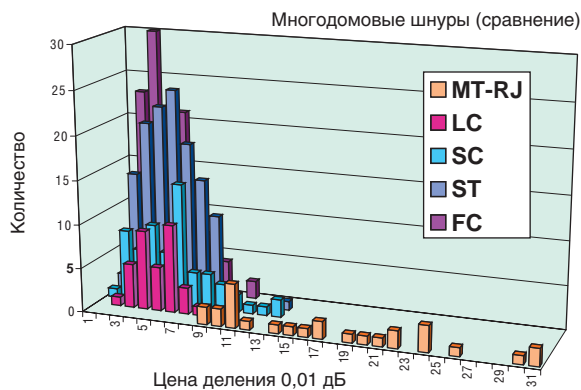


Рис. 2

одного основного фактора – рассогласования световедущих жил оптического волокна (за счет большого допуска на несоосность отверстий в наконечниках – до 4 мкм).

Более сложный, но и более точный соединитель FC позволяет получить ту же Гауссову кривую, но она сжата по оси X в нескольких сотых от нулевого значения; очевидно, что улучшение конструкции позволяет получить существенно меньшие потери. Однако такая точность, когда она достигается за счет увеличения стоимости, не всегда экономически оправдана. Разъем FC сегодня редко применяется в многодомовом варианте.

Пластмассовый корпус коннектора SC хоть и плотно, но не так однозначно, как коннекторы с металлическими розетками и гайками, фиксируется в розетке – и это заметно на гистограмме. Распределение потерь более пологое, но как среднее, так и максимальное значения потерь значительно меньше допустимых для многодомовых разъемов.

Пластмассовый коннектор LC, принадлежащий к следующему поколению оптических разъемов, имеет меньшие габариты и массу и потому плотнее удерживается в розетке. Его потери малы, плотно расположены на графике; если при этом учесть, что и коннектор, и розетка просты в установке и обслуживании, а пара коннекторов, как и SC, легко объединяется в дуплексный блок с помощью специальной оправы, то следует признать его лидерство среди разъемов нового поколения.

Соединитель MT-RJ выделяется беспорядочным разбросом параметров – сказывается неудачная конструкция, резко отличающаяся от классической схемы предыдущих разъемов. Допуски на размеры деталей, как бы они не были малы, здесь складываются из длинных размерных цепочек, вызывающих бессистемные отклонения потерь от средних значений, а это, в свою очередь – результат размещения двух волокон в одной детали, т.е. дуплексного решения.

А что произойдет, если в одной сети, в одной розетке окажутся коннекторы многодомовых шнуров с разным волокном – 50/125 мкм и 62,5/125 мкм?

Конечно, это досадный промах, недопустимый для профессионала. Но не катастрофа, как считают некоторые начинающие специалисты.

Если излучение из волокна 50/125 мкм входит в волокно 62,5/125 – Вы можете этого и не заметить. Наоборот – другое дело: в этом случае значительная часть излучения выйдет в отражающую оболочку 50-микронного световода и будет потеряна. Теоретически все выглядит достаточно просто: если считать, что сечение световодов равномерно заполнено излучением источника, то потери составят

$$10 \log 50^2 / 62,5^2 = 1,94 \text{ дБ}$$

Реально измеренные, эти потери лежат в пределах от 0,8 до 1,6 дБ.

Если Ваша сеть имеет одно-два такие соединения в линии – скорее всего, запаса мощности Вашей аппаратуры хватит для нормальной работы.

Одномодовые соединители FC, SC, LC (рис. 3).

Очевидным является преимущество прочной и надежной конструкции разъема FC. Неплохие потери дает соединитель LC. Но это не значит, что разъем SC значительно хуже – его потери (как и у предыдущих разъемов) далеки от предельно допустимых значений. В целом разброс потерь небольшой. Это объясняется использованием во всех разъемах классической схемы соединения:

- симметричные коннекторы
- подпружиненные керамические наконечники
- плавающий разрезной центратор розетки.

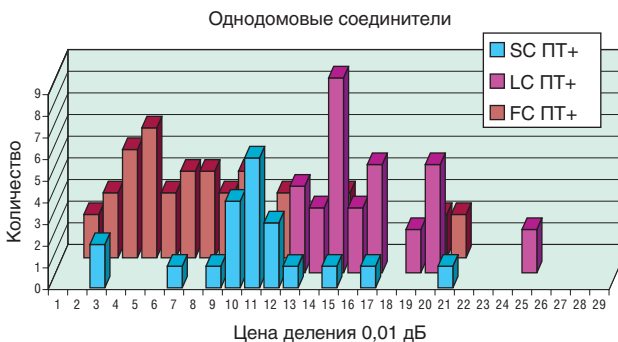


Рис. 3

Казалось бы, для одномодовых разъемов следует ожидать роста потерь, обратно пропорционального уменьшению диаметра световедущей жилы. На деле, как мы видим, потери увеличиваются примерно в 2...3 раза. Это – за счет более строгих допусков на диаметр и несоосность отверстий в наконечниках коннекторов. Именно отсюда и повышенные (по сравнению с многодомовыми) цены на одномодовые коннекторы и шнуры.

Шнуры на миникабеле и буфере (рис. 4).

По надежности буферное покрытие значительно уступает кабельной оболочке, поэтому шнуры на буфере принято закрывать в настенные или 19" кроссы, для выхода из них на аппаратуру обычно применяют миникабель. Диаграмма коннектора с буфером имеет среднее значение потерь менее 0,03 дБ, это объясняется тем, что подпружиненный наконечник вместе с буфером перемещается достаточно свободно, не создавая резких изгибов волокна в зоне хвостовика. В миникабеле может возникнуть изгиб волокна при входе буферного покрытия в оболочку, что может дополнительно усиливаться несоблюдением технологии вклейки и кримпирования. В этом случае плотно зажаты буфер не может уйти внутрь кабеля при смещении наконечника и изгибается, формируя радиус внутри коннектора. Пик потерь в партии, собранной на миникабеле, расположен на уровне 0,06 дБ. Когда при соединении в розетке с другим коннектором подпружиненный наконечник уходит вглубь коннектора даже на доли миллиметра, этого изгиба

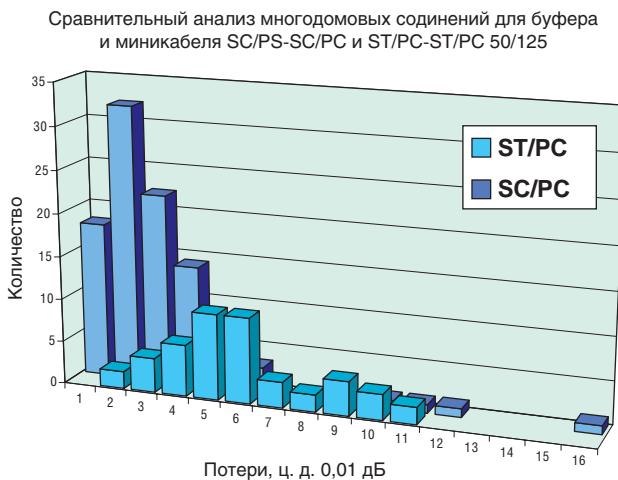


Рис. 4

волокна достаточно, чтобы образовались дополнительные потери 0,03 дБ (а при оконцовке одномодовых буфера и кабеля разница может достигать 0,1 дБ и более). Статистические данные подтверждают предположение, что целесообразно для минимизации потерь внутри кроссов ставить шнуры только на буфере.

**Качество коннекторов – что зависит от поставщиков?** (рис. 5).

Оптические параметры преимущественно зависят от применяемых комплектующих: наконечников, коннекторов, центраторов, оптического волокна, кабеля; точности и стабильности их характеристик. Грамотный выбор поставщиков и поддержание с ними партнерских отношений является основополагающим фактором в обеспечении производителями характеристик, определяющих базовую работоспособность шнуров. Конечно, все это справедливо только в том случае, если остальные факторы (оконцовка, шлифовка, контроль) – одинаково точны.

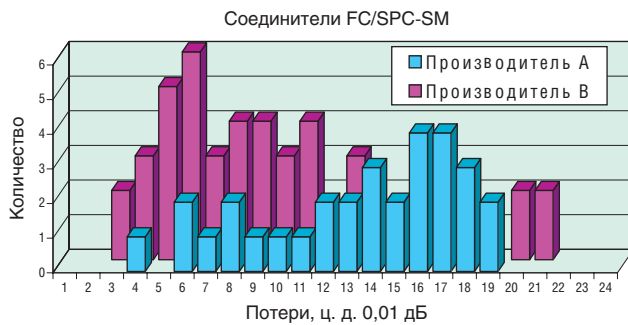


Рис. 5

Приведенная диаграмма наглядно демонстрирует преимущество высококачественных комплектующих. Контрольная партия шнуров была собрана на коннекторах из Юго-Восточной Азии (сборка коннекторов из деталей осуществлялась на производстве ПТ ПЛЮС), тестируемая партия – на коннекторах европейского качества.

В контрольной партии среднее значение потерь – 0,12 дБ, в тестируемой – 0,09 дБ. Кажется, разница невелика, но в процентном отношении эти 0,03 дБ – снижение потерь на четверть.

**Реальная сеть – чего следует ожидать?** (рис. 6).

Конечно, это далеко не средний результат по России. Это – график соединений "каждый с каждым" шнуров с комплектацией от Corning производства ПТ Плюс.

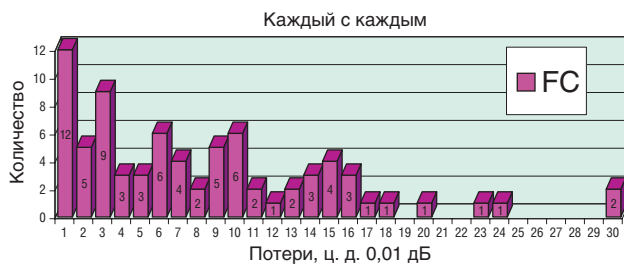


Рис. 6

Читатель вправе спросить: ну и где же в реальной сети такие потери? Да, обычно они больше. Причин тому много. Назовем наиболее важные, на которые следует обратить внимание специалистам, начинающим работать с оптическими линиями связи:

- сложение несоосностей двух волокон, если эксцентриситеты наконечников коннекторов направлены в противоположные стороны (потери могут вырасти вдвое, например, с 0,25 дБ до 0,5 дБ)
- отсутствие контроля геометрии торца (прибавка прямых потерь на 0,2...0,3 дБ и изменение возвратных с 45...55 дБ до 14 дБ)
- передавливание волокна в шнурах при формировании жгутов (до 0,2...2 дБ)

- осевое перекручивание многоканального кабеля при подмотке излишней длины (0,02...1 дБ на один оборот, преимущественно на кабелях с центральным силовым элементом на рабочей длине волны 1550 нм, при воздействии пониженной температуры)
- крутые радиусы изгиба волокна (менее 30 мм), особенно – работающих на длине волны 1,55 мкм (но и на длине волны 1,3 мкм полный оборот волокна в буферном покрытии на радиусе около 5 мм даст потери до 5 дБ)
- отсутствие безворсовых салфеток для протирки торца перед включением (от 0,1 до 2 дБ и более)
- применение нештатных протирочных жидкостей (например, денатурата с его подкраской, сивушными маслами и т.д.), хлопчатобумажных салфеток и т.п. (от 0,1 до 2 дБ и более, изменение возвратных с 45...55 дБ до 11...14 дБ)

Но если всего этого удалось благополучно избежать – потери на объекте будут примерно такими, как при методе контроля "каждый с каждым", результаты которого приведены на графике.

**Как самому оконцевать оптический кабель?**

Для этого нужны коннекторы и сам кабель, комплект инструментов для его разделки (если это бронированный или самонесущий тип кабеля), комплект инструментов для оконцовки, расходные материалы (салфетки, спирт, корундовые или алмазные шлифовальные пленки, клей, термоусаживающаяся трубка, для кабелей наружной прокладки – защитная трубка – брекаут). Если в комплекте инструментов нет мини-печки для отверждения клея – скажите "спасибо" заботливым снабженцам, приобретавшим комплект подешевле, и найдите термостат на 100...150°C.



**Техника безопасности.**

Техника безопасности – отдельный и серьезный разговор. Инструкции по ТБ, конечно же, необходимы, но здесь, в короткой статье, мы можем рассказать только об основных моментах.

Чего нельзя делать, работая с оптическим волокном?

Нельзя работать вообще, если зрение слабое. Если монтажник не видит упавшего на стол волокна – рано или поздно оно обязательно окажется на его одежде, а при неудачном движении – и в нем самом. И хорошо еще, если в руке...

Нельзя работать при плохом освещении – может случиться то же самое. Освещенность рабочего места на уровне 500 люкс обеспечивает нормальные условия работы.

Нельзя есть на рабочем месте.

Нельзя стирать рабочую одежду, не обработав ее пылесосом. Нельзя стирать ее вместе с другими вещами или в одной с ними стиральной машине.

Нельзя разбрасывать сколотое волокно на рабочем месте. Для сбора сколотых волокон используйте тару с плотной крышкой, высота которой меньше ее основания (чтобы не переворачивалась). Если это все же произошло – волокно не высыплется, если на дно изнутри наклеен двухсторонний скотч. Кончик скотча лучше вывести на край коробки – так удобнее потом ее чистить.

Нельзя протирать волокно в обоих направлениях (это кажется очевидным, но все инструкции по ТБ написаны кровью).

Нельзя пробовать наспех вытаскивать застрявшее в коже волокно пальцами – вы рискуете еще глубже загнать его под кожу.

Нельзя рассматривать торец волокна, полированный наконечник оптического шнура, если его противоположный торец подключен к лазерному источнику. Инфракрасное излучение невидимо, но фокусируется зрачком на сетчатке ничуть не хуже, например, обычного солнечного света. Нельзя работать с эпоксидными клеями, если у монтажника аллергия на них.

Нельзя касаться металлических деталей коннектора сразу после извлечения его из мини-печки. Серьезного ожога Вы не получите, но чувствительность пальцев может снизиться, а при такой тонкой работе Вам этого не нужно.

Нельзя держать на рабочем месте больше 100...150 мл легко воспламеняющихся жидкостей (изопропилового спирта, например). Но об этом Вам расскажет любой инженер, проверяющий правила ТБ. Хорошо, если спирт находится в специальном дозаторе, ограничивающем расход – меньше шансов разлить ЛВЖ.

Нельзя курить на рабочем месте при работе с ЛВЖ.

Можно работать с эпоксидными клеями без вытяжки – дозы клея так малы, что до предельно допустимых концентраций очень далеко.

Можно подсветить волокно видимым (красным) лазером и с расстояния вытянутой руки посмотреть на результат, медленно поворачивая коннектор к глазам. Это может потребоваться, чтобы понять, какой из двух коннекторов шнура вышел из строя. В "живом" коннекторе может чуть просвечивать световедущая жила, а в поврежденном, если скол расположен внутри коннектора, может просвечивать и оболочка, и даже клеевой шов.

Нужно иметь переносной источник освещения, создающий необходимый уровень местной подсветки на любом временном рабочем месте.

Нужно держать под руками малый, так называемый "глазной" пинцет и обычную десятикратную, а лучше часовую лупу (еще лучше узнать, где поблизости от места работы есть биноклярный микроскоп, например, МБС-9). Это даст возможность не торопясь и аккуратно вытащить (обязательно вдоль оси!) застрявшее в коже волокно – обычно оно обламывается примерно в миллиметре над кожей, и вытащить его самостоятельно часто удается, здесь главное – не спешить.

Нужно обратиться к врачу, если самому удалить волокно не удалось: не усугубляйте положение, не выжидайте, пока волокно выйдет с нарывом (хотя такие случаи и бывали).

Нужно соблюдать обычные правила ТБ при работе с эпоксидными клеями, ЛВЖ, электроустановками.

Теперь – о работе. Длина разделки не должна быть предельно малой – Вам надо не только дотянуться коннекторами до розеток, но и создать удобства для последующего обслуживания кросса. Полтора-два метра (рекомендованная длина – 2 м) разделки уже дадут Вам возможность в дальнейшем работать с коннекторами (например, переполировать поврежденный торец), не снимая каждый раз кросс с места его установки. А если кросс снабжен съемными кассетами – это еще удобнее.

Разделка оптического кабеля на начальном этапе ничем не отличается от разделки его электрического аналога – то же удаление первичного покрытия, выкусывание броневой проволоки или снятие гофроброни. Здесь единственное отличие – щадящий режим зажима кабеля: не передавливайте его в тисках или струбцинах (можно использовать прокладки из жесткой резины). А вот дальше надо действовать осторожнее, чтобы не повредить модули с волокном.



научно-производственное объединение

# защита информации

## ПРОИЗВОДСТВО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ОХРАННОГО ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ



**ПЕРЕДАЧА  
ВИДЕОСИГНАЛА НА БОЛЬШИЕ  
РАССТОЯНИЯ ПО КАБЕЛЬНЫМ ЛИНИЯМ**

**УСТРАНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОМЕХ**

**ГАЛЬВАНИЧЕСКАЯ РАЗВЯЗКА И ГРОЗОЗАЩИТА**

# WWW.SINF.RU

119192, Москва, Ломоносовский пр-т, 31, к. 2  
тел.: (095) 143-1293, 143-1300, факс: 143-3841  
e-mail: [sinf@sinf.ru](mailto:sinf@sinf.ru), <http://www.sinf.ru>

Лицензия №Д392539 ГКРФ по строительству: на строительство зданий и сооружений  
Лицензия №Д466555 ФА по строительству и ЖКХ: на проектирование зданий и сооружений  
Лицензия №1/03979 ГУ ГПС МЧС РФ на разработку мероприятий по предотвращению пожаров  
Лицензия №2/03966 ГУ ГПС МЧС РФ на производство работ по обеспечению пожарной безопасности



**Фото 1. Удаление оболочки**



**Фото 2. Резка кевлара**



**Фото 3. Снятие буферного и эпоксиакрилатного покрытия**



**Фото 4. Нанесение клея (ST-коннекторы)**



**Фото 5. Нанесение клея (FC, SC-коннекторы)**

Учтите, что у начинающих оптиков одна из самых распространенных ошибок после того, как Вы сняли вторичную оболочку и добрались до модулей – удаление модуля с волокнами вместо закладной "пустышки". Но именно для таких непредвиденных ошибок и укладывают несколько метров запасной длины кабеля – не всегда разделка и оконцовка удаются с первого раза.

Определившись с расположением кабеля в кроссе и расстоянием от места его крепления до места фиксации силового элемента, подрежьте его до нужной длины. Если в кабеле проложены силовые волокна (обычно – кевларовые) – срежьте их специальными ножницами (не надейтесь на обычные ножницы – скорее всего они будут просто скользить по кевлару). Иногда, при отсутствии центрального силового стержня, монтажники зажимают в фиксаторе кевларовые волокна. Иногда (особенно в тех случаях, когда фиксатор одновременно выполняет функции клеммы заземления) вместо центрального силового стержня зажимают в фиксаторе проволоку брони.

И помните, что наличие заземления в оптическом кроссе не обязательно: внутри здания проводка должна вестись негорючим кабелем (обычно типа ДСТ), не имеющим брони и других металлических элементов. При вводе кабеля в телекоммуникационный шкаф первичная оболочка и броня должны быть разделаны, и кабель заземлен на входе в шкаф, где для этого предусмотрены клеммы заземления. Тянуть его до рэкового кросса, не удалив броню, просто неудобно. Так что заземление в оптическом кроссе – это, скорее, подарок монтажникам, не всегда соблюдающим требования безопасности для кабельной проводки.

Настало время приготовить клей. Скоро он потребуется, и тянуть с его подготовкой больше нельзя, хотя и задолго до работы готовить его не надо – хоть и медленно твердеющий, но все же эпоксидный. Наверное, удобнее всего на объекте работать с фасованным клеем, например, TRA-BOND BA-F123. Удобная упаковка, небольшой объем, длительное отверждение – то, что надо для работы (с печкой!) в сложных условиях объекта. Открываем упаковку, вынимаем навеску клея в пластике, разделенную на две части пластиковым замком-перемычкой. Снимаем перемычку, руками разминаем прозрачный тюбик, наблюдая, хорошо ли перемешиваются компоненты клея. Главное, чтобы не осталось несмешанного клея в уголках. Теперь на половинку разорванной упаковки, на ее внутреннюю фольгированную часть, выдавливается из срезанного уголка капля размером с копейку – больше на средний кабель (8...16 жил) не потребуется. Если больше работы нет, остальное можно выбросить. Жалко? Да. И многим приходится объяснять, что этот объем – минимум для нормальной дозировки и смешивания клея, что главное в его цене даже не сам клей, а его фольгированная упаковка, заботливо добавленный пакетик силикагеля, разделительный замок. И все равно жалко. Поэтому, если такая же работа запланирована на вторую половину смены или даже на завтра, найдите поблизости холодильник (если работа ведется на действующем предприятии, это вполне возможно) и уложите клей в поддон под морозильной камерой. Так он может сохраняться около суток, если положен сразу же после смешивания (есть мнение, что еще лучше он хранится в морозильной камере, но мы это не проверяли).

На несколько часов можно продлить жизнь клея, просто положив его зимой на промерзший подоконник, поближе к холодной оконной раме. О годности клея можно судить как по его вязкости, так и по цвету – из желтого он становится зеленым, потом синее и, наконец, становится почти черным. Опытный оператор может работать и с довольно вязким клеем; начинающий спешит и ломает волокно, которое должно в этом случае подаваться в капилляр буквально по миллиметру в секунду, а то и еще медленнее.

Чем наносить клей на волокно? Работают зубочисткой, спичкой, скрепкой... Но лучше всего приготовить специальный "инструмент". Отрежьте 60...70 мм волокна в плотно сидящем буфере и зачистите его на длине 10...15 мм. Такой инструмент не позволит взять слишком большую дозу клея, не сломает волокно, прост в изготовлении и потому по окончании работ его просто выбрасывают (вместе с остальным тщательно упакованным волоконным мусором).

Теперь надо разделить модуль с волокном. Для этого лучше всего подходит хороший стриппер – например, "Clauss". Можно снимать модульную оболочку постепенно – примерно по полметра за один прием. Работа эта не из самых простых: влагозащитный гель, вытекающий из модуля, смывается только специальными растворителями, иногда для этого применяют изопропиловый спирт.

Затем на каждое волокно надевается прозрачная защитная трубка-брекаут, фиксирующаяся на модуле кусочком термоусаживающейся трубки. Неплохо защитить термоусадкой и переход с оболочки кабеля на модули. Теперь Ваш кабель приобрел,

наконец, тот вид, который изначально имеет разделанный кабель для внутриобъектовой разводки: чистые волокна в 900 мкм буферной оболочке готовы к оконцовке. Теперь не забудьте надеть на буфер хвостовик.

Ошибка досадная, но часто встречающаяся. Даже если она замечена сразу после разделки буфера, надеть хвостовик на уже зачищенное хрупкое волокно гораздо сложнее.

Когда разделяется миникабель (2 или 3 мм в диаметре), хвостовики должны быть соответствующего типа, поэтому еще при покупке коннекторов Вы должны твердо знать, с какими кабелями они будут использоваться. Правда, есть фирмы, поставляющие коннекторы сразу с двумя хвостовиками – для буфера и миникабеля, но зачем платить за второй, ненужный?

Стриппером "Miller" или "Claus" снимается как лишняя длина буфера (схема разделки прилагается к комплекту инструментов), так и эпоксикакрилатное 250 мкм защитное покрытие волокна. Некоторым нравится другой тип стриппера – "No-Nic", но он работает на первой стадии операции "на разжим", что не очень привычно.

Не надо пытаться снять буфер и эпоксикакрилат сразу со всей длины: например, во внутриобъектовых кабелях плотно посаженный на волокно буфер иногда приходится снимать в несколько приемов по 5...10 мм, чтобы не порвать волокно. Проверить, правильно ли снято покрытие, просто: безворсовая салфетка, смоченная изопропиловым спиртом, дает на чистом волокне характерный "стеклянный" скрип, а по эпоксикакрилату скользит почти беззвучно.

Эта операция требует очень тщательного исполнения: на практических занятиях доля специалистов, не сумевших снять эпоксикакрилат и обнаружить свою ошибку, достигает порой четверти присутствующих. И первая реакция при этом: "Волокно нестандартное!" или "Коннектор бракованный!" Но попробуйте протолкнуть 125 мкм волокно, пусть даже с незначительными остатками 250 мкм покрытия, в отверстие 126 мкм!

Правильно разделанное волокно надо ввести в капиллярное отверстие наконечника. Но сначала – клей. Если вы работаете с коннекторами ST – все просто. Клей наносится, начиная с кончика волокна. Отступите на 3...5 мм от конца (сухой кончик легче ищет отверстие капилляра, не прилипает к внутренним стенкам коннектора), нанесите каплю клея и ведите ее по волокну до буферного покрытия. Свежий клей быстро скатывается на волокне в отдельные мелкие капельки, поэтому с введением волокна в наконечник надо поторопиться (но не спешить, чтобы не сломать волокно!)

Если Вы работаете с коннекторами FC, SC, LC, лучше пользоваться шприцем с тупой (под 90°) иглой. После набора клея иглу протирают насухо, вводят до упора в коннектор и выдавливают клей в отверстие капилляра до появления капельки на торце. Это необходимо, чтобы не оставить даже следов клея на стыке подвижных и неподвижных частей коннектора.

Этим удается избежать двух серьезных ошибок – склейки подвижных частей с неподвижными (если такой коннектор в соединителе будет один – это еще полбеды, но если встретятся два – вы раздавите торцы волокон), или приклейки подвижного (вместе с наконечником) волокна к неподвижной части корпуса. Второй дефект хуже: волокно, при включении в соединитель отжатое вместе с наконечником назад, либо изгибается с очень крутым радиусом, с потерями, порой достигающими 2 дБ, либо вообще ломается.

Правда, монтажники со стажем умеют положить клей на волокно очень тонким слоем и попасть в отверстие с первого раза, не измазав им детали, но начинающему надеяться на везение не следует.

Если Вы ведете оконцовку миникабеля, вас подстерегают и другие неприятности. Вы забыли набросить на кабель кримп-втулку? Это надо было сделать до установки на волокно коннектора. Основное правило: меньший внутренний диаметр кримп-втулки должен быть обращен в сторону кабеля. В процессе кримпирования избыток клея в корпусе коннектора может выдавиться на торец подвижных деталей и склеить их с неподвижными. Кевлар может попасть не только на рифленую заднюю часть коннектора, но и внутрь, и по его нитям клей просочится на стык деталей или склеит подвижное волокно с неподвижной оболочкой кабеля. Поэтому лучше, не надеясь на опыт, использовать шприц.

Чтобы уверенно ввести волокно в капиллярное отверстие, надо заблокировать ладони (см. фото), исключив самую грубую погрешность – дрожание рук. Пальцы гораздо более чувствительны, и, скорее всего, Вы справитесь с задачей с первого раза. Если волокно не пошло, попробуйте осторожно вращать коннектор. Как правило, это помогает. Если волокно не вошло даже во второй коннектор, проверьте, действительно ли Вы удалили с разделанной части всю эпоксикакрилатную оболочку. Если и это



Фото 6. Блокировка ладоней при введении волокна в капилляр



Фото 7. Установка кримп-втулки



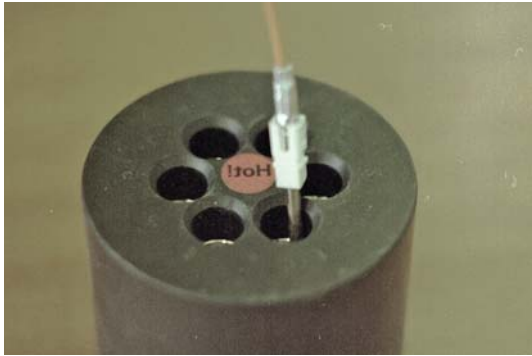
Фото 8. Кримпирование



Фото 9. Формирование защитной капли



Фото 10. Установка защитной втулки



**Фото 11. Теперь – в мини-печку**



**Фото 12. Скалывание волокна**



**Фото 13. Установка коннектора в оправку**



**Фото 14. Шлифовка**



**Фото 15. Протирка оправки**

не поможет – поищите коннекторы с отверстием 127 мкм (или даже 128 мкм: если Вы покупаете коннекторы не в первый раз, такие могут найтись в партиях, на которых Вы когда-то получали самые плохие результаты). Опытные installеры на всякий случай держат на складе партию коннекторов с такими капиллярами.

Волокно введено до упора буфера в капилляр и выступает из него на несколько миллиметров.

Теперь, если Вы работаете с миникабелем, надо переместить кримп-втулку на расположенные вокруг рифленной части коннектора кевларовые волокна и дважды обжать ее кримп-клещами: на коннекторе и на оболочке кабеля. Иногда монтажники для прочности наносят на юбочку распущенного на коннекторе кевлара или на рифление коннектора немного клея. Однако, если кримп-клещи хорошие и действуют надежно – это излишне.

Если же волокно в буферной оболочке, сразу переходим к следующей операции – наносим на торец наконечника, у выхода волокна, маленький конус клея. Это нужно сделать, чтобы при удалении выступающей части волокна после отверждения клея скол не пошел под торец прочного наконечника. Керамика из диоксида циркония практически не шлифуется корундовыми микропленками, и коннектор с таким сколом дешевле срезать, чем дошлифовать. Клей наносится так: на помазок-волоконно берется маленькая, менее 1 мм в диаметре, капля клея, потом его перекрещивают с выступающей частью волокна и ведут каплю по стыку волокон до касания с торцом наконечника. Теперь на наконечник надевается защитная разрезная втулка, предохраняющая волокно от излома. При этом надо следить, чтобы клей не попал на цилиндрическую часть наконечника: дело не только в том, что защитную втулку будет трудно снять, но и в том, что даже следы клея на наконечнике смещают ось волокна и приводят к большим потерям в соединении. От этих нежелательных последствий хорошо помогает простой канцелярский нож с выдвижным сменным лезвием и (только после этого!) салфетка, смоченная изопропиловым спиртом. Следы клея, почти невидимые даже в лупу, хорошо нащупываются и удаляются остро заточенным лезвием такого ножа.

После установки защитной втулки коннектор помещается в мини-печку. Там, при температуре 100° или 150° (в зависимости от типа печки), происходит отверждение клея. Время – от 5...7 минут (150°) до 10...15 минут (100°). Не страшно, если коннектор пролежит в печке чуть больше, особенно если вы не уверены в том, что печка справляется с наружной температурой.

Бывают и нештатные ситуации. Если на объекте -10°С, лучше отложить монтажные работы: пальцы теряют чувствительность и точность движений, мини-печка может не обеспечить нужный нагрев.

Внимаем коннектор из печки и приступаем к предпоследней операции – шлифовке торца. Для этого надо снять защитную втулку (она должна сняться легко; если возникли сложности, обязательно проверьте, не остались ли на цилиндрической поверхности наконечника следы клея и удалите его).

Но вот защитная втулка успешно снята. Выступающее волокно слегка надрезается ручкой-скалывателем и отрывается в осевом направлении. Можно сломать и с изгибом – для того и наносилась капелька клея, чтобы волокно можно было отшлифовать даже при непредвиденном изломе.

Оправки для шлифовки могут быть разными: пластмассовые хуже металлических, а те хуже комбинированных – с керамическими опорными элементами, не пачкающими микропленку, продляющими срок ее работы. Металлических оправок – большинство, но некоторые работают всей опорной поверхностью, на которую нанесены взаимно-перпендикулярные канавки; лучше них работают оправки с кольцевым опорным элементом: меньшая площадь контакта металла с абразивом не так сильно загрязняет поверхность шлифовальной пленки, и ее износ меньше. Во всяком случае, пленку не надо заменять через каждые 4...5 коннекторов, как это рекомендуют зарубежные изготовители оправок.

Оправки бывают как универсальными, так и с розеточным узлом крепления под коннекторы FC, ST, реже – SC и др. Фиксация в них лучше.

Установив коннектор в оправку, можно, наконец, надеть на него хвостовик: именно сейчас появилась хорошая опора для пальцев – оправка, и хвостовик наденется гораздо легче. Да и потребуется он именно сейчас, для защиты волокна от излома при шлифовке.

Первая лавсановая микропленка – с абразивом 5 мкм (M5). Держа ее на весу, надо подшлифовать торец волокна, пока он не перестанет царапать пленку (сухой царапающий звук переходит в шуршание). После этого на другой микропленке (такой же 5мкм), но уже уложенной на полированное стекло и тонкую картонную подложку

(около 1 мм) оправкой выписываем "восьмерку" до прекращения шуршания и снижения трения. Здесь важно прекратить шлифовку незадолго до полного удаления клея – со временем это чувство приходит.

После окончания шлифовки на этой пленке протираем оправку проспиртованной салфеткой (снимаем остатки крупного абразива), и переходим на пленку 1 мкм (M1). На этом абразиве выписываем 8...10 "восьмерок". С одномодовым волокном может быть и еще один переход – на пленку 0,3 мкм (M 0,3).

Теперь надо проверить, что получилось. Снимаем коннектор с оправки, протираем торец и устанавливаем коннектор в полевой 100х микроскоп (из комплекта инструментов для оконцовки). На белом фоне наконечника должны быть видны две концентрические окружности: большая диаметром 125 мкм – отражающая оболочка, вторая, диаметром 9,5 мкм (одномод), 50 или 62,5 мкм (многомод). При подсветке противоположной стороны внутренняя окружность ярко светится (если все было сделано правильно).

Если свет тусклый, изменяющийся при подвижке волокна, или подсветка вообще отсутствует, Вы что-то сделали не так, и волокно сломано.

Есть еще одна распространенная ошибка: закончив самые сложные операции, монтажник надевает защитную втулку небрежно и, даже не замечая того, ломает волокно. Оно так и продолжает стоять в капле клея, но позже, при полировке, половинка волокна оказывается отшлифованной, а вторая половина залита клеем. Такой "полумесяц" – свидетельство обидного сбоя в самом конце работы. Иногда обломанное волокно уходит вглубь отверстия, и тогда вместо четкой концентричной поверхности световода видна мутная равномерная поверхность.

Если шлифовка не доведена до конца, на поверхности волокна могут быть видны точки, царапины (иногда даже остатки клея). Тогда последний переход надо повторить. Если Вы забыли подложить картонную прокладку, волокно, скорее всего, будет зашлифовано ниже поверхности наконечника.

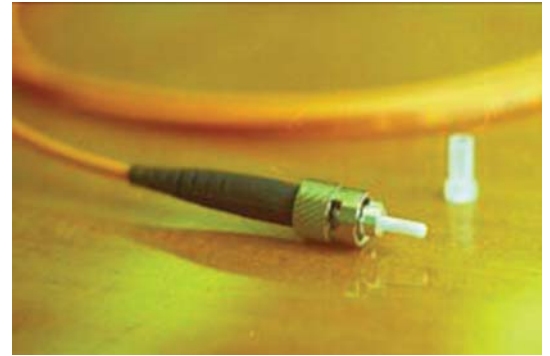


Фото 16. Готово!

Если поверхность волокна Вас устраивает, работа практически закончена. На коннектор SC надо будет еще надеть внешний корпус.

И не забудьте закрыть наконечник коннектора защитным колпачком.

Вот и все!

P.S. И все же помните – никогда в процессе оконцовки на объекте Вы не получите заводского качества изделия, для точной обработки и контроля необходимо стационарное оборудование.

## Полный комплекс услуг в области ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

- ~ Экспертиза
- ~ Проектирование
- ~ Монтаж
- ~ Наладка
- ~ Сервис

ПРОДУКЦИЯ  
ОТ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ

 **интеф**

[intef@peterlink.ru](mailto:intef@peterlink.ru), [www.intef.ru](http://www.intef.ru)

192148, г. Санкт-Петербург  
ул. Седова, д.15

☎ : +7(812) 265-1957

☎ : +7(812) 265-1767

☎ : +7(812) 346-8369

