

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ И ВОЛОКОН

СЕМИНАР КОМПАНИИ CORNING: МОСКВА, 28.11.07

28 ноября 2007 года компания Corning, США, провела в Москве очередной семинар [1]. Его программа, кроме обзора рынка ОВ в 2007 г., включала доклад о новом ОМ-волокне с малыми потерями на изгиб компании Corning и обзоры последних достижений в оптической связи при развертывании систем FTTH. Как всегда, материалы семинара – предмет для изучения.

РЫНОК ОВ В 2007 ГОДУ И ТЕНДЕНЦИИ ЕГО РАЗВИТИЯ

В обзоре рынка ОВ Арина Корнильева (директор по маркетингу и продажам) отметила существенное оживление и общий рост рынка ОВ и капиталовложений, связанных в основном с развитием сетей широкополосного доступа (ШПД) и архитектурных решений типа FTTH и FTTB, что, в общем, подтверждает прогноз распределения мирового рынка ОВ прошлого года: сети доступа – 55%, городские сети – 30%, магистральные сети дальней связи – 10%, ЛВС – 5% [2].

Что касается РФ, то в 2007 году наблюдался повышенный (около 40%) рост капиталовложений и закупок ОВ в РФ на цели развития ШПД (Министерства информационных технологий и связи РФ), вызванный развитием сетей на основе технологии FTTH.

Общий итог развития рынка ОВ и оптического оборудования на 2007 год по материалам компании Corning тот же, что и раньше [2], а вклад компании при этом состоит:

- в полном переходе на ОВ Corning SMF-28e+NexCor;
- в использовании ОВ Corning SMF-28e XB (Extra Bend) с улучшенными изгибными характеристиками;
- в использовании ОВ Corning SMF-28 ULL со сверхнизким затуханием (0,17 дБ/км) и минимальным значением ПМД (0,04 пс/км^{-1/2});

- в поддержании полной совместимости указанных ОВ с уже проложенным волокном SMF-28.

РАЗВИТИЕ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

Интересный доклад "Поколения волокон с пониженной чувствительностью к изгибам" представил зав. лаб. систем связи компании Corning Сергей Тен. Он был посвящен таким вопросам, как:

- проблемы прокладки оптического кабеля (ОК) в многоквартирных домах;
- стандарты на волокна с пониженной чувствительностью к изгибам;
- уменьшение изгибных потерь в оптическом волокне (ОВ);
- подсчет бюджета для покрытия потерь новых типов ОВ.

Проблемы прокладки ОК в домах

К ним относятся: приемлемые размеры распределительных шкафов; скорость и простота развертывания распределительных кабелей; большое количество разветвлений и бюджет потерь ОВ, проведенного в дом (FTTH). Эти проблемы вызваны тем, что оптические сетевые окончания (ОНТ) находятся внутри здания, доступ к ним усложнен, они должны быть компактными, чтобы занимать минимум места в квартирах. В результате ОК претерпевает много изгибов,

Тип потерь	Параметры	Для G.652D			Для G.657A			Для G.657B					
		Радиус, мм	Число витков	Потери на 1550 нм, дБ	Потери на 1625 нм, дБ	Радиус, мм	Число витков	Потери на 1550 нм, дБ	Потери на 1625 нм, дБ	Радиус, мм	Число витков	Потери на 1550 нм, дБ	Потери на 1625 нм, дБ
От микроизгибов	Радиус, мм	30	15	10	15	10	7,5						
	Число витков	100	10	1	10	1	1						
	Потери на 1550 нм, дБ	0,1	0,25	0,75	0,03	0,1	0,5						
	Потери на 1625 нм, дБ	–	1,0	1,5	0,1	0,2	1,0						

которые существенно увеличивают бюджет потерь. Решением может быть создание кабеля, нечувствительного к изгибам с радиусом до 5 мм.

Стандарты ОВ с низкой чувствительностью к изгибам МСЭ разработал рекомендацию G.657 для таких волокон, которая определяет два класса волокон (А и В) с различными допусками на потери за счет изгибов. Так, волокно типа G.657A работоспособно вплоть до радиусов изгиба 10 мм, а волокно типа G.657B – до 7,5 мм (тогда как стандартное ОВ – G.652D – было ограничено 30 мм). Сравнительные потери от микроизгибов этих волокон приведены в таблице.

Третий класс волокон с пониженной чувствительностью к изгибам необходим для наиболее трудных условий прокладки, при которых радиус изгиба может быть уменьшен до 5 мм.

Уменьшение изгибных потерь в ОВ

Рассмотрим способы минимизации изгибных потерь (рис.1):

- увеличить показатель преломления (ПП) сердцевинки;
- уменьшить размер модового пятна;
- уменьшить ПП оболочки;
- сформировать "траншеи" в ПП оболочки.

Перспективными в этом отношении оказываются микроструктурированные (МСВ) и фотонно-кристаллические волокна (ФКВ) [3]. Компания Corning разработала волокно типа ClearCurve с использованием технологии наноструктурирования. Его схематический разрез приведен на рис.2. Эта технология позволила получить допустимый радиус изгиба 5 мм

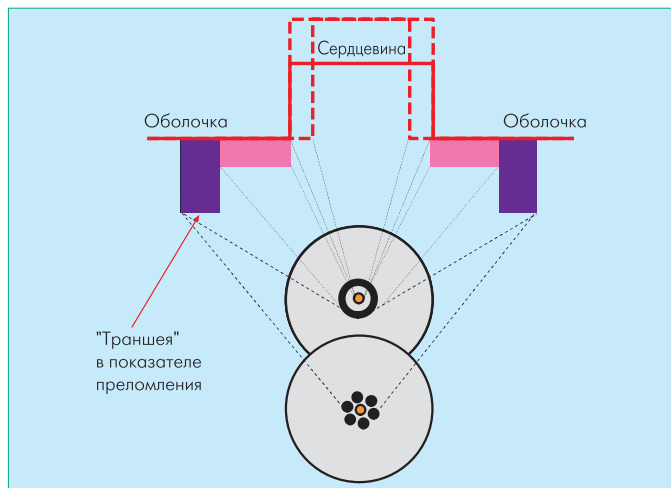


Рис.1 Схема формирования ПП для ОВ с уменьшенными потерями от микроизгибов

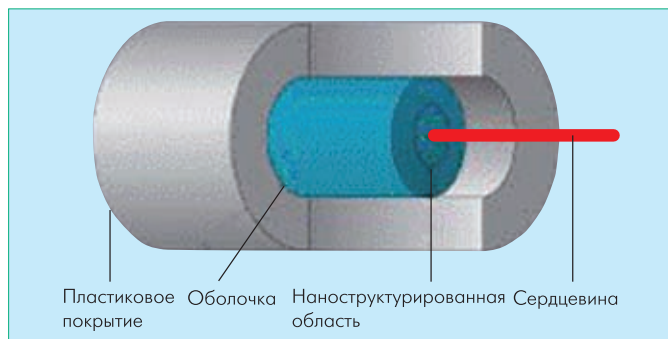


Рис.2 Вид волокна ClearCurve в разрезе

при дополнительном затухании на 1 виток порядка 0,1 дБ, что в два раза меньше, чем у волокна типа G.657B (см. таблицу), и дало возможность удовлетворить требованиям в наиболее трудных условиях прокладки ОК. Кроме того, волокно ClearCurve лучше или не уступает волокнам типа G.652D, G.657A и G.657B по другим важным показателям: затуханию в контрольных точках (1310, 1383, 1550 и 1625 нм), дисперсии, ПМД, точности геометрии и показателям, зависящим от изменения условий окружающей среды. Его преимущества по затуханию наглядно представлены на рис.3.

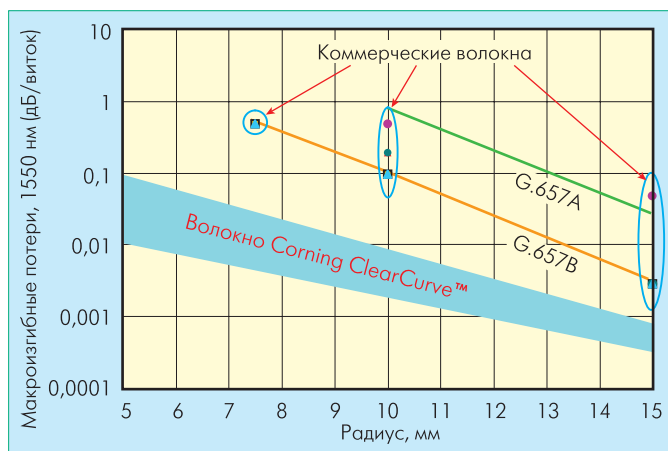


Рис.3 Зависимость дополнительного затухания от радиуса изгиба для волокон: ClearCurve, G.657A и G.657B

Подсчет бюджета для покрытия потерь

Для подсчета бюджета мощности волоконно-оптической системы передачи (ВОСП), требуемого для покрытия потерь на изгибах у новых типов ОВ, нужно рассмотреть оптические потери в здании. Общие потери Z складываются из потерь в фидерном и распределительном кабеле X и потерь в здании Y, то есть $Z [дБ] = X + Y + \langle \text{Запас на ухудшение и ремонт} \rangle$. Потери Z (которые не должны выходить за рамки наложенных требований – 28 дБ, если следовать бюджету GPON) рассчитываются стандартно и могут быть известны из анализа на уровне ТЗ. Для расчета потерь Y нужно разработать соответствующую модель расчета, учитывающую наличие изгибов и закрепление кабеля скобами.

Так, если запас на ухудшение и ремонт выбран на уровне 1,5 дБ, а расчет потерь в кабеле $X = 26,1$ дБ, то (при ориента-

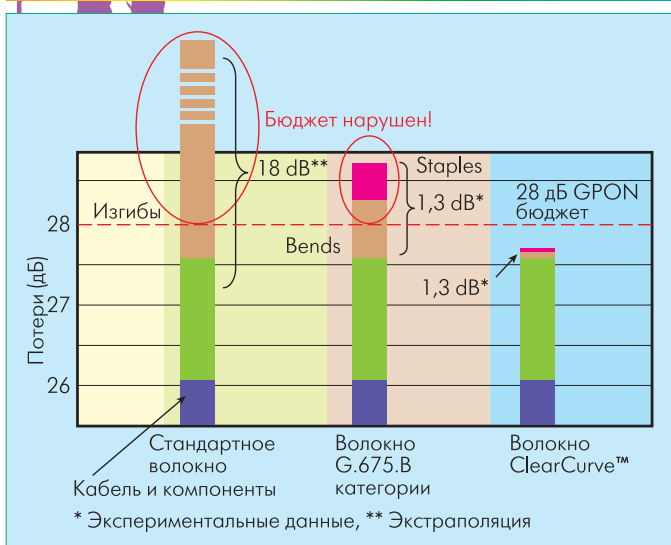


Рис. 4 Результаты расчета бюджета мощности ВОСП с учетом дополнительных потерь на изгибы и скобы

ции на бюджет GPON) на дополнительные потери, вызванные наличием изгибов и скобок, остается 0,4 дБ (28–26,1–1,5 дБ), что можно удовлетворить (при наличии, например, 12 изгибов (90°) и 20 скоб) только при использовании волокна ClearCurve компании Corning, что и показано на рис.4. Использованная модель расчета в результате дает, что потери на изгибы и скобы для ОВ типа G.652D составляют 18 дБ, для G.657B – 1,3 дБ, а для ClearCurve только 0,13 дБ [1].

Итак, можно констатировать, что волокно ClearCurve компании Corning, соответствуя, в целом, стандарту G.652, превосходит по техническим характеристикам ОВ типа G.657A,B и позволяет удовлетворить бюджету потерь сети GPON, используемой для решения проблем в рамках развития широкополосной связи на базе FTTH.

РАЗВИТИЕ ШИРОКОПОЛОСНОЙ СВЯЗИ НА БАЗЕ FTTH

Прогресс в использовании ОВ для реализации технологии волокна в дом FTTH рассматривается практически на каждом семинаре компании Corning. Не стал исключением и этот семинар, на котором были представлены два доклада на эту тему: Обена Улука (Oben Uluc) и Майкла Эммериха (Michael Emmerich) – специалистов компании Corning Cable Systems, образованной в 2000 году.

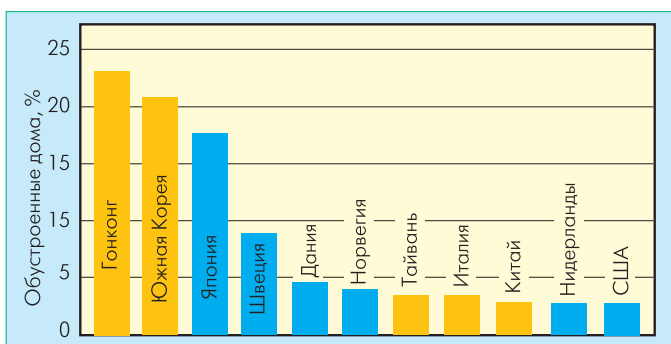


Рис. 5 Страны, где наиболее распространены FTTH и FTTH+LAN

В первом из них содержался краткий анализ развития систем ШПД. Согласно опубликованным данным, число пользователей технологии FTTH/FTTB в 2007 году составит около 270 млн. [2]. Вместе с тем, развитие стран в этом направлении происходит очень неравномерно, что видно на рис.5. Наилучшие результаты (по материалам обзора 11 стран за июль 2007 года) демонстрируют Гонконг, Южная Корея и Япония, наихудшие – США. При этом первые две страны и ряд других (Тайвань, Италия и Китай) используют в основном технологию FTTB+LAN (они помечены на рис.5 оранжевым цветом), тогда как остальные – технологию FTTH (они помечены синим цветом). По оси ординат отложен процент обустроенных этой технологией домов (нижний уровень отсечения был выбран при этом 1%, поэтому большинства стран, в том числе и России, в нем нет).

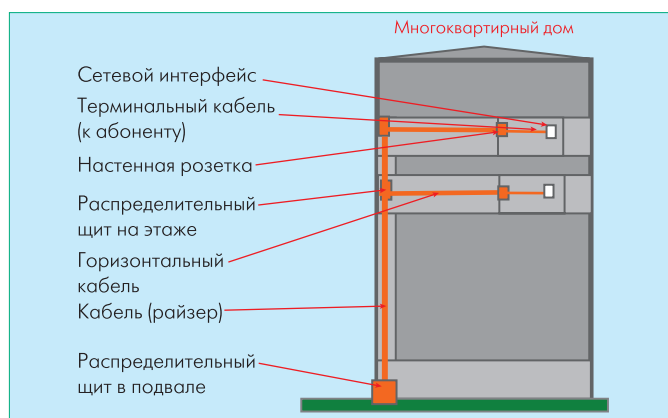


Рис. 6 Схема кабельной проводки и расположения оборудования в многоквартирном доме

Во втором докладе рассмотрены решения для FTTH с использованием предварительно оконцованного волокна. Вне зависимости от архитектуры FTTH (точка-точка, BPON, GPON и др.), основными вопросами, решаемыми при строительстве, остаются: скорость прокладки сети, простота и надежность.

При прокладке сети в многоквартирных домах существует своя специфика: большое число поворотов и изгибов малого радиуса, а также большое число соединений, которые традиционно свариваются, что замедляет процесс и требует квалифицированных кадров. Возможный выход из этого, позволяющий ускорить и упростить прокладку сети, в замене сварки на оптические разъемы, что предполагает использование предварительно оконцованного на заводе волокна для конструктивных элементов сети: кабелей, муфт и сетевых интерфейсных устройств. Расчет на то, что высокое качество заводских соединений и использование разъемов с низкими потерями может:

- снизить требования к квалификации инсталляторов;
- снизить затраты на прокладку сети;
- уменьшить сроки создания/развертывания сети (в 5–10 раз)
- снизить риски (оборудование сертифицировано по ISO TL9000).

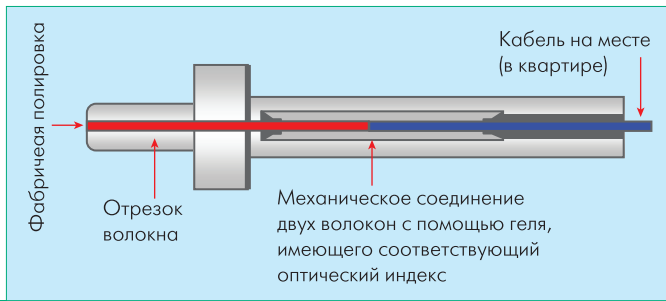


Рис.7 Подключение абонента с помощью разъема OptiSnap

Одним из таких решений может быть использование:

- распределительных шкафов с предварительно оконцованным волокном, например OptiTect (с числом волокон: 144, 288 и 432), для подключения абонентов в сетях ПОС (PON), с установкой разветвителей по мере надобности;
- сетевых муфт, например OptiTect (с числом волокон 144 и 5 разветвителями 1:32), в точках сетевого доступа;
- адаптерных муфт, например OptiSheath (мультипортовых терминалов с числом адаптеров 4–16), с настенной и подземной установкой или установкой на воздушной линии для подсоединения абонентских кабелей.

При этом используются: оконцованный с одной или двух сторон абонентский кабель (например, OptiFit), распределительный кабель FlexNAP, точки ответвления, например FlexNAP, на 12, 72 и 216 волокон.

Для систем FTTH в многоквартирных домах такие решения особенно удобны, учитывая ограниченное пространство на этажах и в подвалах, сложность конфигурации и особенности доступа, а также большое количество требуемых точек доступа с разъёмными соединениями. При использовании нового волокна ClearCurve преимущество использования решений с предварительной оконцовкой волокна и кабелей для развертывания сетей в домах становится особенно очевидным, достаточно взглянуть на схему требуемой кабельной проводки (рис.6).

Подключение абонента при этом осуществляется путем установки оптического разъема SC-APC на месте с помощью предварительно оконцованного разъема OptiSnap (рис.7), механически соединяемого с волокном кабеля, расположенного в квартире, используя гель, имеющий соответствующий оптический индекс. Использование предварительно оконцованного волокна ClearCurve и кабеля для сетевых FTTH-решений в многоквартирных домах является, несомненно, прогрессивным шагом, позволяющим сократить сроки и стоимость развертывания FTTH-сетей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Развитие технологий оптической связи и волокон: Материалы семинара Corning. – Москва, 28 ноября 2007.
2. Н.Слепов. Фотоника, 2007, №4, с.2-5.
3. Н.Слепов. Фотонно-кристаллическое волокно – уже реальность. – Электроника: НТБ, 2004, №5, с.80-84.