

ОПТИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА КОМПАНИИ OFS ДЛЯ СЕТЕЙ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА

А.Микилев, к.ф.-м.н.,
директор по маркетингу, российский филиал OFS
М.Павлычев,
генеральный директор российского филиала OFS

Сегодня постоянно растет потребность в оптическом волокне, предназначенном для кабелей "последней мили". Такое волокно должно обладать рядом специфических свойств, в основном связанных с тем, что условия прокладки оптического кабеля в жилых домах и в промышленных сооружениях зачастую далеки от идеальных. В статье рассказывается о требованиях к такому оптоволокну со стороны Международного союза электросвязи (ITU) и о решениях, предлагаемых одним из ведущих мировых производителей оптических волокон – компанией OFS.

Необходимость подключения массового абонента к современным широкополосным сетям передачи данных, цифрового кабельного телевидения и различного рода конвергентным услугам связи посредством оптического волокна (ОВ) определила бурный рост сетей FTTx во всем мире [1]. Для решения этой задачи особый интерес представляют распределительные пассивные оптические сети (PON), обеспечивающие доставку сигнала "по оптике" непосредственно до квартиры абонента, что в первую очередь актуально для многоквартирных домов [2]. Инфраструктуры FTTx могут с успехом удовлетворять сегодняшние запросы пользователей, "оставляя открытой дверь" для перехода к сетям PON. Но какая бы архитектура ни использовалась, она все равно повлечет за собой прокладку оптоволокну на уровне доступа [3].

Основу установленной базы оптических кабелей (ОК) магистральной и городской сети связи сегодня составляет стандартное одномодовое ОВ, соответствующее рекомендации ITU-T G.652. Причем в последнее десятилетие используется ОВ без "пики воды" подкатегории G.652D, к которой принадлежит ОВ семейства AllWave ZWP [4]. В отличие от магистральной сети, инсталляция ОВ на последних метрах

PON всегда связана с риском увеличения затухания в местах перегибов, особенно на длинных волнах (1550–1625 нм). Возможно даже механическое повреждение ОВ. Именно необходимость обеспечивать малый прирост затухания при прокладке ОК с радиусом изгиба порядка 5–10 мм и привела ведущих производителей оптоволокну к созданию "гибких" (bend-insensitive или bend-optimized) оптических волокон и кабелей [5] и повышению активности разработчиков в области стандартизации таких ОВ и ОК. В результате в декабре 2006 года появилась рекомендация ITU-T G.657 "Характеристики одномодового оптического волокна и кабеля, не чувствительного к потерям на макроизгибе, для использования в сетях доступа", а затем в ноябре 2009 года – ее новая редакция.

Термин bend-insensitive fiber – "нечувствительное к изгибу волокно" – не следует понимать буквально, поскольку в любом ОВ изгибы в той или иной мере приводят к дополнительным потерям оптического сигнала. Причем эти потери возрастают с ростом длины волны (от 1275 до 1653 мкм) и с уменьшением радиуса изгиба (от 20 до 5 мм). Первым промышленным волокном из категории «гибких» было одномодовое ОВ типа Depressed Cladding, разработанное под-

Таблица 1. **Характеристики затухания ОВ на изгибах согласно рекомендации ITU-T G.652 и G.657**

Рекомендация ITU-T	Категория ОВ						
	G.652D	G.657A	G.657B	G.657A1	G.657A2	G.657B2	G.657B3
Год публикации	2005	2006		2009			
ДМП (1310 нм), мкм	8,6–9,5	8,6–9,5	6,3–9,5	8,6–9,5		6,3–9,5	
Радиус изгиба, мм	37,5	10	10	10	10	10	5
Число витков	100	1	1	1	1	1	1
Потери на длине волны, не более, дБ							
1550 нм	1,0	0,75	0,1	0,75	0,1	0,1	0,15
1625 нм	–	1,5	0,2	1,5	0,2	0,2	0,45

разделением волоконной оптики компании OFS (в то время еще подразделение AT&T). Это ОВ отличалось пониженным показателем преломления отражающей обложки в виде кольца, что и привело к уменьшению оптических потерь. С развитием технологий FTTx /PON разработки "гибких", в первую очередь одномодовых волокон, вышли на новый уровень. Возникла необходимость создания соответствующих технических норм.

В первой редакции документа ITU-T G.657 (2006 г.) для сетей доступа рекомендовалось два класса (категории) волокна – G.657A и G.657B. Класс G.657A представляет собой, по сути, стандартное ОВ с несколько более жесткими требованиями к затуханию на изгибах по сравнению с G.652D. В то же время класс G.657B включал в себя "нестандартные" конструкции ОВ, в частности – ОВ с уменьшенным диаметром модового поля (ДМП). Иначе говоря, волокно класса А соответствует широко используемому стандарту G.652D, а волокно класса В – нет. Соответственно, решив применять ОВ класса G.657B, заказчик должен помнить о возможных проблемах с совместимостью и свариваемостью со стандартным ОВ.

В плане совместимости первоочередное внимание следует уделять значению ДМП. Один из известных способов снижения потерь на изгибах заключается в уменьшении диаметра сердцевинки ОВ, и как следствие – в снижении ДМП в спецификации волокна. Однако при уменьшении диаметра сердцевинки волокна возрастают оптические потери при его сварке с другим ОВ, имеющим стандартный диаметр сердцевинки. Например, при сварке ОВ с ДМП = 6,3 мкм (минимум согласно рекомендации G.657B) с оптоволоконном со стандартным ДМП = 9,2 мкм расчетное среднее значение затухания соединения составляет 0,6 дБ, что достаточно ощутимо для энергетического бюджета сети PON (порядка 10 дБ).

Новая редакция ITU-T G.657 (2009 г.), действующая и сегодня, разделила категории А и В на подкатегории А1/А2 и В2/В3 (табл.1). Волокно категории А1/А2 пригодно для применения в диапазоне длин волн 1260–1625 нм. Оно имеет те же передаточные параметры и свойства совместимости при соединениях, что и соответствующее рекомендации G.652D. Подкатегория G.657 А1 предпочтительна для минимального радиуса изгиба ОВ до 10 мм, а подкатегория G.657 А2 – для радиуса до 7,5 мм. То есть "новая" подкатегория А1 соответствует "старой" подкатегории А рекомендации G.657 и обратно совместима с G.652D.

Оптические волокна категории В в новой редакции G.657 подходят для применения на длинах волн 1310, 1550, 1625 нм на ограниченные расстояния. Свойства свариваемости и соединения этих ОВ могут отличаться от требований G.652D,

однако их преимущество – очень малый допустимый радиус изгиба – до 7,5 мм (G.657 В2) или до 5,0 мм (G.657 В3).

Некоторые существенные параметры ОВ, определяемые рекомендациями ITU-T G.652 и G.657, приведены в табл.1. Для сравнения в табл.2 указаны те же параметры ОВ производства компании OFS – "гибкого" ОВ типа AllWave Flex ZWP и "сверхгибкой" модификации ОВ типа А2. Видно, что AllWave Flex ZWP – это в некотором смысле наиболее универсальное ОВ, поскольку соответствует одновременно требованиям и рекомендации G.652D, и новой редакции G.657 А1, А2, В2.

Одно из основных преимуществ волокна AllWave Flex ZWP: будучи по существу стандартным ОВ, оно обладает примерно в 10 раз меньшими потерями при изгибе, и без каких-либо проблем сваривается со стандартным волокном – средние потери на стыке не превышают 0,02 дБ [5]. Поэтому именно у AllWave Flex наиболее велики шансы стать "массовым" для сетей PON. Применение этого ОВ позволяет снизить затраты на строительство сети в целом – как за счет снижения требований к объему размещения ОВ в оптических муфтах, коробках, телекоммуникационных шкафах и пр., так и благодаря менее строгим требованиям к монтажникам и обслуживающему персоналу.

В отличие от некоторых конструкций ОВ предшествующих лет, использующих "траншееобразный" профиль показателя преломления, для Allwave Flex не существует проблем с распознаванием волокна сварочным аппаратом. Для монтажников работа с этим ОВ абсолютно ничем не отличается от работы со стандартным волокном, поэтому не нужно никакого дополнительного обучения персонала.

Для самых жестких требований к радиусу изгиба компания OFS предлагает технологию EZ-Bend-кабелей, в которые заложено "сверхгибкое" ОВ с параметрами, близкими к волокну OFS А2 (см. табл.2). В отличие от ОВ Flex, у волокна А2 несколько меньше ДМП, но и значительно ниже потери на изгибах. Если при подводе распределительного ОК к абоненту требуется радиус изгиба до 5 мм, кабели типа EZ-Bend представляются одним из самых надежных решений. Компания OFS предлагает две модификации распределительных кабелей типа EZ-Bend – с наружным диаметром 4,8 и 3,0 мм. При радиусе изгиба 5 мм допустимое затухание на длине волны 1550 нм для этих кабелей не превышает 0,1 дБ.

Таким образом, ОВ стандарта G.657, в отличие от G.652, характеризуется малым приростом затухания при изгибах ОВ, в остальном же параметры ОВ G.657 близки к параметрам стандартного ОВ. Поэтому оно наиболее перспективно для применения в кабелях, предназначенных для прокладки внутри зданий, с возможностью множественных изгибов.

Таблица 2. **Характеристики затухания на изгибах ОВ производства OFS в сравнении с рекомендацией ITU-T**

Рекомендация	G.652D	OFS AllWave G.652/G.657		G.657A1	G.657A2	G.657B2	G.657B3
		Flex	OFS A2				
ДМП (1310 нм), мкм	8,6-9,5	8,9±0,4	8,6±0,4	8,6-9,5		6,3-9,5	
Радиус изгиба, мм	37,5	10	10	10	10	10	5
Число витков	100	1	1	1	1	1	1
Потери на длине волны, не более, дБ							
1550 нм	1,0	0,2*	0,1**	0,75	0,1	0,1	0,15
1625 нм	–	0,5	0,2	1,5	0,2	0,2	0,45

* Согласно спецификации OFS. По данным реальных измерений, – не более 0,1 дБ.
 ** Согласно спецификации OFS. По данным реальных измерений, – не более 0,05 дБ.

Это кабельная инфраструктура "последней мили", сети – FTTH, PON и им подобные. Данному типу соответствуют ОВ марки AllWave FLEX (категория G.657 A1) и недавно появившееся ОВ марки AllWave FLEX+ (категория G.657A2), которые получают самое широкое распространение для подключения конечных абонентов к сети широкополосного доступа по ОВ, а объем их применения в ближайшем будущем составит существенную часть от общего объема потребления ОВ всех типов. При этом одним из наиболее часто задаваемых вопросов у практиков всегда будет, по-видимому, вопрос совместимости нескольких типов ОВ на сети широкополосного доступа – в отношении как разных марок и типов, так и разных производителей ОВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барсков А. Абсолютный FTТх. – Журнал сетевых решений LAN, 2010, №6.
2. Гаскевич Е., Убайдуллаев Р. Активная пассивность. Сети PON. – Connect! Мир связи, 2010, №8.
3. Логинов С.Н. Сети связи широкополосного доступа. – Сети и системы связи, 2008, №7.
4. Микилев А.И., Павлычев М.И. Эволюция характеристик затухания одномодовых ОВ, применяемых на сети связи России. – LightWave Russian Edition, 2007, №2.
5. Микилев А.И., Павлычев М.И. Оптика в квартиру – гибкие и сверхгибкие оптические кабели. – Технологии и средства связи, 2009, №2.