

# Климатические и механические свойства дроп-кабелей

**Аннотация.** Рассмотрены технологии выполнения распределительной сети с помощью оптических дроп-кабелей, которые предназначены для прокладки в многоквартирных жилых домах городской застройки. Рассмотрены конструкции таких дроп-кабелей марок OBHLS-HF с оптическими микромодулями и ОПЦ-Д2 с центральным модулем, которые используют для прокладки внутри зданий с использованием системы Verti Casa, предложенной фирмой Prysmian Group. Механические испытания кабелей проводили на установке для растяжения и раздавливания типа РПК-ЕК2. Климатические испытания проводили в камере марки Challenge CH1200C фирмы Angelantoni. В процессе исследования получены зависимости приращения затухания в зависимости от величины растягивающего и раздавливающего усилия, а также от температуры.

**Ключевые слова:** оптический дроп-кабель; FTTH (оптика до дома); пассивная оптическая сеть; оптические микромодули (ОММ); талькирующее устройство.

**Abstract.** Technologies of a distribution network of optical drop cables which are designed for installation in multi dwelling units in urban areas are analyzed. OBHLS-HF drop cables with optical micromodules and ОПЦ-Д2 drop cables with a central module used for installation with the help of the Verti Casa system offered by the Prysmian Group are considered. Mechanical tests of the cables were performed using the РПК-ЕК2 type tensile and crushing machine. Climatic tests were carried out in the Angelantoni Challenge CH1200C chamber. In the course of testing the attenuation increment dependences on the tensile and crushing strength values, as well as on the temperature, were obtained.

**Key words:** optical drop cable; FTTH (Fiber-To-The-Home); passive optical network; optical micromodules (OMM); talc spreader.

Материал поступил в редакцию 10.07.2018  
 Боев М.А. E-mail: maboev@mail.ru  
 Е Наинг Лин E-mail: yenainglin90@gmail.com

Классический подход к построению архитектуры сети связи основан на применении активного оборудования (усилители, коммутаторы и т.д.) от узла доступа к абоненту, причём с увеличением количества активных элементов наблюдаются ухудшение и уменьшение надёжности сети [1].

Современная практика использует новую архитектуру, построенную на базе пассивной оптической сети (passive optical network, сокращенно PON), при этом развёртывание сети по абонентам осуществляют с помощью пассивных оптических разветвителей.

В типичной PON используют различные терминаторы оптической сети (optical network termination (ONT)) или устройства оптической сети (optical network unit (ONU)). Устройства ONU обычно располагают на цокольных этажах или в подвальных помещениях и используют для группы пользователей. Голосовые сервисы, а также услуги передачи данных и видео доводятся от ONU или ONT до абонента по кабелям, проложенным в помещении абонента [2].

Архитектуру такой сети на базе PON называют FTTH (оптика до дома), которая обычно поддерживает протокол Ethernet. В некоторых случаях используют дополнительную длину волны нисходящего потока (downstream), что позволяет предоставлять пользователям традиционные аналоговые и цифровые телевизионные услуги без применения телевизионных приставок. Благодаря распределённому

по времени мультиплексированию на один PON порт OLT возможно подключить до 64 устройств ONU [3].

В настоящее время, например, в многоквартирных жилых домах городской застройки можно выделить несколько технологий выполнения распределительной сети на основе оптических кабелей (ОК):

- классическая, когда ОК прокладывают к каждой этажной распределительной коробке;
- прямого доступа к модулям с оптическим волокном (ОВ), предложение фирмы Acome, производителя кабеля типа H-PACe;
- прямого доступа к ОВ по системе Verti Casa (предложение фирмы Prysmian Group);
- прямого доступа к кабелям (пикоотводам) home-EnLighten (предложение фирмы TYCO);
- с использованием кабельных сборок EvolantFlexNAP (предложение фирмы Corning);
- путём задувки ОВ в трубки (например, продукт «Sirocco» фирмы Prysmian или продукт «Speed-Pipe» фирмы Gabocom) [4].

Система Verti Casa, предложенная фирмой Prysmian Group, предусматривающая доставку ОВ непосредственно к абонентам в квартиры и офисы многоэтажных зданий, основана на инновационной технологии, которая обеспечивает быстрое и гибкое подсоединение пользователей

в многоквартирных зданиях. Система предполагает вертикальную прокладку ОК большой ёмкости – до 96 волокон, объединённых в оптические микромодули (ОММ), которые содержат по несколько ОВ [5].

С целью удобства использования технологией прямого доступа, предприятие ООО «Еврокабель 1» разработало специальные дроп-кабели следующих марок: ОВНБЛС-НФ-12А1, (0,9)-0,5 Д2 и ОПЦ-8А, 1,0 Д2.

Дроп-кабель марки ОВНБЛС-НФ-12А1, (0,9)-0,5 Д2 (рис. 1) вертикальной прокладки, содержит до 48 одномодовых ОВ с уменьшенными потерями на изгибах с малыми радиусами по рекомендации ИТУ-Т G.657А1, находящихся в 12 микромодулях, по 4 ОВ в каждом ОММ. Диаметр ОММ составляет от 0,9 до 1,6 мм. Кабель имеет силовые элементы в виде двух стеклопластиковых прутков, с наружной оболочкой из материала, не распространяющего горение, с пониженным дымо- и газовыделением, не выделяющего коррозионно-активных газообразных продуктов при горении и тлении. Внутреннее пространство ОММ не содержит гидрофобного заполнителя. Если ОММ содержит от 2 до 24 ОВ, то волокна окрашены в различные цвета, при этом используют максимально 12 цветов. При количестве ОВ более 12 делают дополнительную штриховую маркировку ОВ [6].

Для того чтобы ОММ дроп-кабеля марки ОВНБЛС-НФ-12А1, (0,9)-0,5 Д2 можно легко извлекать из-под оболочки, при изготовлении ОК используют специальное талькирующее устройство. Фотография такого устройства типа ЭТУ 100×2, предназначенного для безпыльного и тонкого дозирования талька для опыления ОММ, приведена на рис. 2. Устройство содержит две электростатические пудревые пушки с диапазоном регулировки напряжения от 0 до 100 кВ. Величина напряжения влияет на силу прилипания талька к поверхности ОММ. Количество нанесённого талька регулируют количеством откачиваемого с помощью струйных насосов воздуха из флюидизированной воронки. В талькирующем устройстве имеется система фильтров воздуха, а камеру опыления держат под вакуумом. Тем самым достигается условие, при котором тальк не проходит через входное и выходное отверстия из камеры опыления в окружающее пространство. Фильтры не требуют обслуживания и очищаются автоматически. Заполнение машины тальком в режиме работы машины проводят вручную через дверь на обратной стороне машины. Уровень талька в бункере машины контролирует датчик, который даёт сигнал тревоги, когда достигается минимум уровня.

Дроп-кабель марки ОПЦ-8А, 1,0 Д2 (рис. 3) может содержать от 2 до 32 ОВ в центральном оптическом модуле (ЦОМ). Несущим силовым элементом кабеля является стеклопластиковый пруток. Кабель имеет наружную оболочку из полиэтилена. Для изготовления ЦОМ используют полибутилентерефталат в однослойной конструкции или полибутилентерефталат и полиамид в случае выполнения ЦОМ в виде двухслойной трубки. Свободное пространство в ЦОМ заполнено гидрофобным заполнителем. Внутри ЦОМ расположены ОВ, которые различаются по цвету. При количестве более 12 на ОВ наносят дополнительно кольцевую кодировку. Диаметр ЦОМ составляет от 1,5 до 4,0 мм. Оболочка должна быть толщиной не менее 1,0 мм. Оболочка кабеля и несущего силового элемента соединены между собой перемычкой, образуя в сечении фигуру в виде «восьмерки».

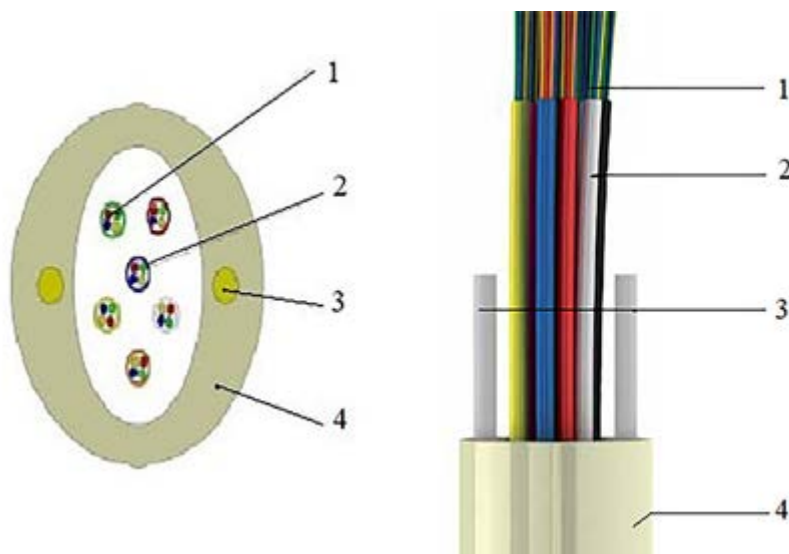


Рис. 1. Дроп-кабель марки ОВНБЛС-НФ-12А1, (0,9)-0,5 Д2 для прокладки внутри зданий: 1 – оптическое волокно, 2 – оптические микромодули (ОММ), 3 – силовой элемент – стеклопластиковый пруток, 4 – наружная оболочка

Внутриобъектовые ОК не содержат металлических конструктивных элементов, что исключает необходимость решения вопросов электромагнитной совместимости и электробезопасности применения этих кабелей. Основные технические требования некоторых стандартов к современным ОВ, используемым в ОК, приведены в табл. 1 [7].

Основные технические требования к климатическим и механическим параметрам ОК названных выше марок приведены в табл. 2.



Рис. 2. Электростатическое талькирующее устройство типа ЭТУ 100×2

Проверка стойкости к механическим воздействиям включала испытания на растяжение и раздавливание. Испытание кабелей на стойкость к растяжению проводили по ГОСТ Р МЭК 794-1 (метод E1) на строительной длине 1619 м, при этом длина растягиваемого участка кабеля составляла 70 м. Для испытаний использовали специальную установку типа РРК-ЕК2. Кабель марки ОВНБLS-HF-12А1, (0.9)-0,5 Д2 подвергали растяжению и при этом контролировали растягивающее усилие. В исходном состоянии и при увеличении растягивающего усилия через каждые 100 Н рост нагрузки останавливали на 3 минуты и проводили измерения затухания оптического сигнала в ОВ кабеля. При достижении усилия 500 Н нагружение прекращали и нагрузку снимали. Кабель марки ОПЦ-8А, 1,0 Д2 подвергали растяжению аналогичным образом, но при этом остановки и контроль затухания проводили через каждые 200 Н, а максимальная величина растягивающего усилия составила 1000 Н. Полученные зависимости приращения затухания сигнала в ОВ исследуемых кабелей от величины растягивающего усилия приведены на рис. 4.

Испытание кабелей на стойкость к раздавливанию проводили по ГОСТ Р МЭК 794-1 (метод E3) на той же строительной длине, при этом длина участка, на котором производили раздавливание, составляла 10 см. Измерение затухания и порядок приложения нагрузки аналогичны испытанию на растяжение. С ростом величины раздавливающего усилия, растёт величина затухания. Полученные зависимости приращения затухания сигнала в ОВ кабелей от величины раздавливающего усилия показаны на рис. 5.

В данной работе для измерения затухания сигнала в ОВ кабеля использовали тестер оптический ОТ-2-6, который

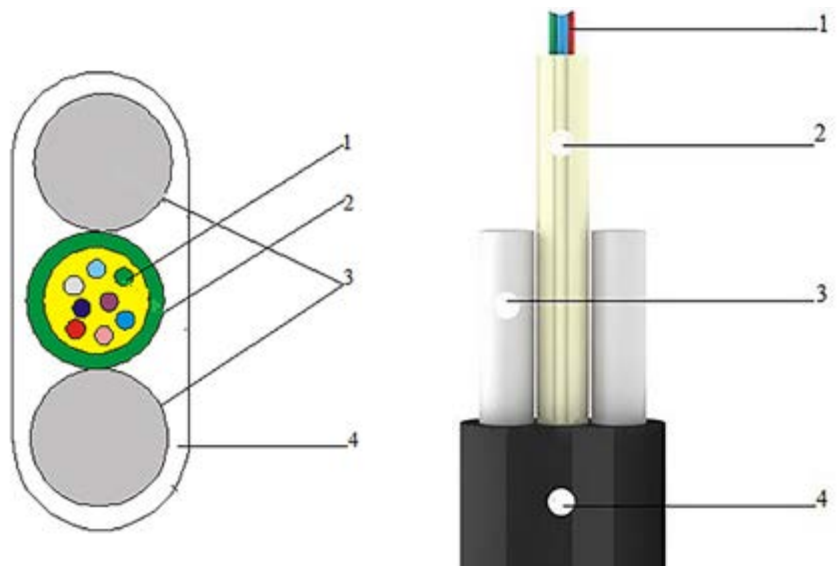


Рис. 3. Дроп-кабель марки ОПЦ-8А, 1,0 Д2 для прокладки внутри зданий: 1 – оптическое волокно, 2 – центральный оптический модуль, 3 – силовой элемент – стеклопластиковый пруток, 4 – наружная оболочка

предназначен для измерения оптической мощности и затухания в волоконно-оптических линиях связи и компонентах волоконно-оптической техники, а также для генерации стабилизированного оптического излучения. В тестере в одном малогабаритном корпусе объединены источник оптического излучения и измеритель мощности, что позволяет при помощи одного устройства измерить ряд оптических параметров. Измерение затухания проводили на волне длиной 1550 нм.

Проверку стойкости ОК к климатическим воздействиям проводили в климатической камере Challenge CH1200С фирмы Angelantoni, температурный диапазон работы которой лежит в пределах от минус 70 °С до 180 °С, с неравномерностью температуры по объему камеры при установленном тепловом режиме ±1 °С. Испытания ОК

Таблица 1

**Характеристики ОВ, используемые в дроп-кабелях**

Параметры ОВ	Стандарты, определяющие тип ОВ		
	ITU-T G.652 D	R ITU-T G.655 S	ITU-T G.657A
Потери из-за макроизгибов, на волне 1310 нм, дБ	1 виток на диаметр 32 мм ≤0,5	1 виток на диаметр 32 мм ≤0,5	10 витков на диаметр 30 мм ≤0,3
Потери из-за макроизгибов, на волне 1550 нм, дБ	1 виток на 32 мм в диаметре ≤0,5	1 виток на 32 мм в диаметре ≤0,5	10 витков на 30 мм в диаметре ≤0,25
Наклон дисперсионной характеристики на волне 1550 нм, пс/нм <sup>2</sup> ·км	≤0,93	≤0,045	≤1
Поляризационная модовая дисперсия на волне 1550 нм, пс/км <sup>0,5</sup>	≤0,2	≤0,1	≤0,2
Затухание на волне 1310 нм, дБ/км	≤0,4	≤0,35	≤0,4
Затухание на волне 1550 нм, дБ/км	≤0,3	≤0,22	≤0,3

Таблица 2

**Основные технические требования к климатическим и механическим параметрам исследуемых ОК, предназначенных для прокладки внутри зданий**

Параметр	Марка кабеля	
	ОВНБLS-HF-12А1, (0.9)-0,5 Д2	ОПЦ-8А, 1,0 Д2
Диапазон температуры эксплуатации, °С	от минус 10 до 50	от минус 50 до 70
Максимальное растягивающее усилие, кН	0,5	1,0
Максимальное раздавливающее усилие, кН/см	0,2	0,4
Количество ОВ	12	8
Вес кабеля, кг/км	41	30
Минимальный радиус изгиба, мм	65	40



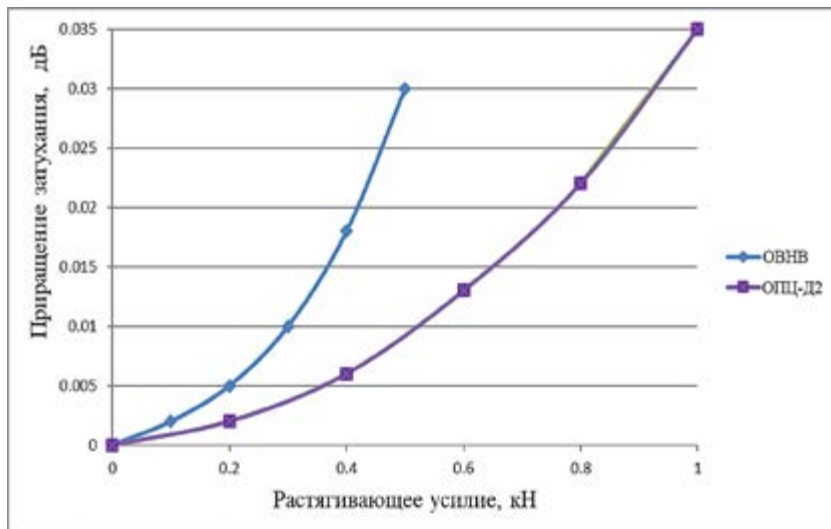


Рис. 4. Зависимость приращения затухания сигнала в ОВ кабелей марок OBHBLs-HF-12A1, (0.9)-0,5 Д2 и ОПЦ-8А, 1,0 Д2 от растягивающего усилия

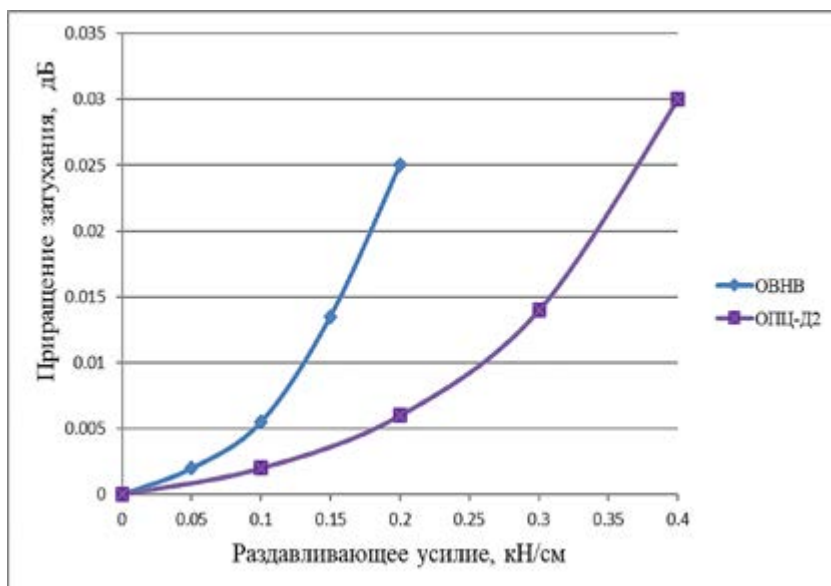


Рис. 5. Зависимость приращения затухания сигнала в ОВ кабелей марок OBHBLs-HF-12A1, (0.9)-0,5 Д2 и ОПЦ-8А, 1,0 Д2 от раздавливающего усилия

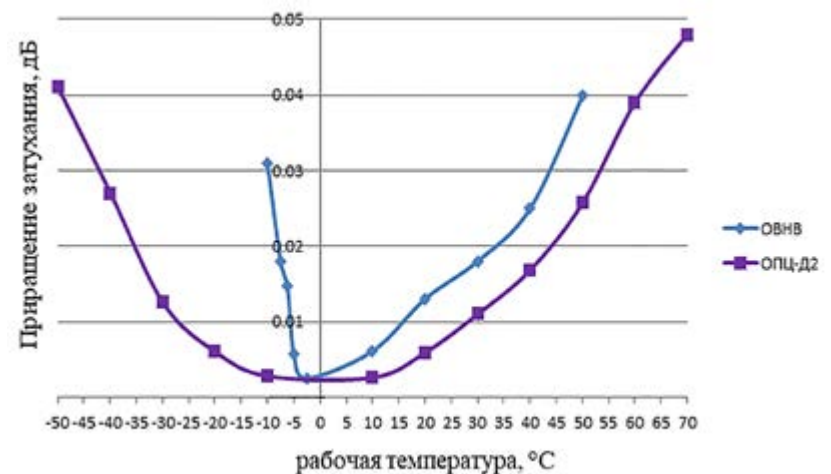


Рис. 6. Зависимость приращения коэффициента затухания в ОВ кабелей марок OBHBLs-HF-12A1, (0.9)-0,5 Д2 и ОПЦ-8А, 1,0 Д2 от температуры

на стойкость к воздействию пониженной и повышенной рабочей температуры проводили по ГОСТ Р МЭК 794-1 (метод F1) на той же строительной длине. Кабель, намотанный на барабан, помещали в климатическую камеру с нормальными климатическими условиями (температура 20 °С). Концы ОК выводили из камеры, ОВ соединяли шлейфом и подключали к оборудованию для измерения затухания сигнала в ОВ. Вначале испытания провели измерение затухания при нормальных климатических условиях. Затем кабель марки OBHBLs-HF-12A1, (0.9)-0,5 Д2 охлаждали до температуры минус 10 °С, выдерживали при этой температуре в течение 4 ч и вновь измеряли затухание. После этого начинали поднимать температуру и проводили измерение затухания вначале через каждые 2 °С, а затем через каждые 10 °С. Таким образом осуществляли нагрев до максимальной рабочей температуры кабеля, равной 50 °С. Аналогичным образом проводили испытание кабеля марки ОПЦ-8А, 1,0 Д2, но при этом минимальная температура составляла минус 50 °С, измерение затухания проводили через каждые 10 °С, а максимальная температура составила 70 °С [8].

Проведенные исследования показали, что прирост затухания сигнала в ОВ для исследованных кабелей не превышает 0,05 дБ. Такой результат позволяет подтвердить соответствие регламентированные в ТУ 3587-003-58743450–2014 требования по стойкости к растягивающему усилию, к раздавливающему усилию и к климатическим воздействиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попков Г.В. Сеть абонентского доступа с использованием технологий ETHERNET FTTH, PON // Проблемы информатики. – 2011. – № 4. – С. 48–55.
2. Попов Д.А., Ванчиков А.С., Канаев А.К., Кренин В.В. Сети доступа на базе технологии PON // Автоматика, связь, информатика. – 2011. – № 10. – С. 24–26.
3. Бубличенко Н., Журавлев Р. Практические проблемы построения сетей PON: приглашение к дискуссии // Первая мила. – 2012. – № 3. – С. 36–45.
4. Слепов Н. Технология оптической связи и волокон. Семинар компании CORNING // Электроника: наука, технология, бизнес. – 2006. – № 2. – С. 50–53.
5. Гаскевич Е., Убайдуллаев Р. Кабель с задувкой волокна в решениях последней мили // Электроника: наука, технология, бизнес. – 2005. – № 7. – С. 32–35.
6. Боев М.А., Зарипов И.Г. Оптические кабели для внутриобъектовой прокладки с применением микромодуля // Вестник МЭИ. – 2013. – № 2. – С. 092–094.
7. Боев М.А., Зин Мин Латт. Современные конструкции внутриобъектовых оптических кабелей для широкополосного доступа // Кабели и провода. – 2016. – № 5 (360). – С. 31–36.
8. Боев М.А., Аунг Хаинг У. Механические и климатические свойства оптических кабелей для ЛВС // Вестник связи. – 2011. – № 8. – С. 41–44.