

КАБЕЛЬ С ЗАДУВКОЙ ВОЛОКНА

В РЕШЕНИЯХ ПОСЛЕДНЕЙ МИЛИ

Прокладка кабельной сети является наиболее трудоемким и затратным этапом создания сети доступа. Его оптимизацией в последнее время занимались многие компании, которые предложили ряд перспективных решений по формированию кабельных систем. Одна из наиболее продвинутых из них – кабельная система Prysmian (бывшая Pirelli) – предназначена для построения распределительных волоконно-оптических сетей доступа к дому абонента (FTTP/FTTH). Базируется она на технологии пневмопрокладки оптического волокна (ОВ). Суть системы в том, что на первом этапе строится собственно кабельная канализация, представляющая собой ряд пустых (без ОВ) трубок и микротрубок. На втором этапе в них вдуваются волоконные модули, которые и доводят ОВ до места назначения.

ПРОБЛЕМА ПОСЛЕДНИХ МИЛЬ

При всем многообразии последних миль цель их построения одна – создание экономичной распределительной сети доступа. Именно кабельная часть такой сети наиболее затратна, сложна и консервативна. В то же время именно она является одним из основных активов оператора связи.

Задача усложняется, когда речь идет о волоконно-оптической сети доступа, так как нужно строить кабельную инфраструктуру так, чтобы *оптический кабель* (ОК) доходил до каждого дома. Такие инфраструктуры позволяют многократно увеличивать скорость передачи и рассчитаны не менее чем на 10–20 лет эксплуатации. Если сегодня технологии Gigabit Ethernet (GE) и *разреженного волнового мультиплексирования* (CWDM) обеспечивают общий трафик в сети доступа до 10 Гбит/с, то уже через несколько лет (благодаря 10GE и *плотному волновому мультиплексированию* – DWDM) он может возрасти до 40–100 Гбит/с.

В существующих сетях доступа волокна мало. Прокладка ОК через городскую кабельную канализацию или непосредственно в грунт сравнялась по стоимости с прокладкой телефонного или коаксиального кабеля. В то же время устройства разветвления оптического кабеля значительно дороже, чем медного. Поэтому главная проблема – создание оптимальной распределительной *оптической кабельной системы* (ОКС), обеспечивающей гибкие возможности по наращиванию и разветвлению.

КАБЕЛЬНАЯ КАНАЛИЗАЦИЯ

При строительстве городских телекоммуникационных сетей укладка кабелей (оптических, медных коаксиальных и телефонных) осу-

Е.Гаскевич, Р.Убайдуллаев
info@teralink.ru

ществляется в построенной заранее *кабельной канализации*. Подземная кабельная канализация – это совокупность линейных сооружений, кабельных каналов, технических колодцев, туннелей, дополнительных приспособлений – кронштейнов, муфт, шкафов, стоек и т.д. Кабельная канализация удобна для эксплуатации и ремонта кабельных систем, замены проложенных кабелей и наращивания кабельной инфраструктуры или емкости кабельных каналов. Однако ее строительство требует больших расходов, а отказ от нее (например, прокладка кабеля в грунт) делает кабельную инфраструктуру негибкой.

С ростом сети кабельная канализация переполняется так, что трудно или невозможно проложить новый кабель. Вопрос формирования кабельной канализации часто возникает при организации телекоммуникационных инфраструктур коттеджных поселков. Как это делать? Использовать традиционные методы или принять альтернативное решение? Нами рассмотрено одно из таких решений – *микрокабельная система Prysmian* (продукт Sirocco – торговая марка компании Prysmian Cables & Systems), в основу которой положена технология пневмопрокладки.

ПНЕВМОПРОКЛАДКА – НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА КАБЕЛЬНУЮ КАНАЛИЗАЦИЮ

Одна из особенностей технологии пневмопрокладки – поэтапное строительство волоконно-оптической кабельной системы. На первом этапе строится собственно кабельная канализация, представляющая собой кабель, объединяющий кабельные каналы – одну или множество пустых (без волокон) трубок, или микротрубок в технологии Prysmian. На втором этапе в эти кабельные каналы (микротрубки), формирующие "оболочку" канализации, вдуваются специальные волоконные модули.

Чертой, отличающей технологию Prysmian от других технологий пневмопрокладки, является использование в качестве каналов кабельной канализации трубок малого диаметра. В табл.1 приведено сравнение системы Sirocco с традиционным решением, при котором армированный ОК с 8–16 волокнами затягивается в асбоцементную трубу диаметром 100 мм.

Таблица 1. Сравнительный анализ системы Sirocco и традиционной прокладки ОК

Элементы и параметры системы	Система Sirocco	Традиционная прокладка ОК
Кабельная канализация	Кабель из микротрубок	Совокупность асбоцементных труб
Кабельный канал/внешний/внутренний диаметр, мм	Микротрубка /5/3,5	Асбоцементная труба /118/100
Оптический кабель/диаметр, мм	Волоконный модуль/1,3 (12 волокон)	Армированный ОК /15
Число волокон ОК	2/4/8/12	8/16/24/32/48 (и другие)
Способ ответвления канализации	Муфта (бесколодезный способ)	Колодцы
Диаметр системы, мм	44 (24 трубки)	250 (4 канала)

В распределительных сетях важен способ ответвления волокон от кабельной канализации к абоненту. Традиционно для ответвления нескольких волокон от ОК требуется колодец или уличный шкаф и муфта. При этом, даже если нужно ответить два волокна, разрезаются все волокна в пределах модуля ОК (8 или 12 волокон), которые затем перевариваются в муфте с учетом ответвлений.

В системе Sirosso для этих целей ответвляют не волокна, а трубки. При ответвлении микротрубки в ней волокон нет. Волокно вдвигается после того, как ответвленный кабель с трубкой проложен до абонента. Заметим, что в других трубках магистрали при этом могут находиться волокна. Все трубки, которые не ответвляются, вскрытию не подвергаются.

Кабели с микротрубками. Кабели содержат 1, 2, 4, 7, 12, 19 и 24 трубки (рис.1). Все они одинакового размера, внешний диаметр 5 мм, внутренний 3,5 мм.

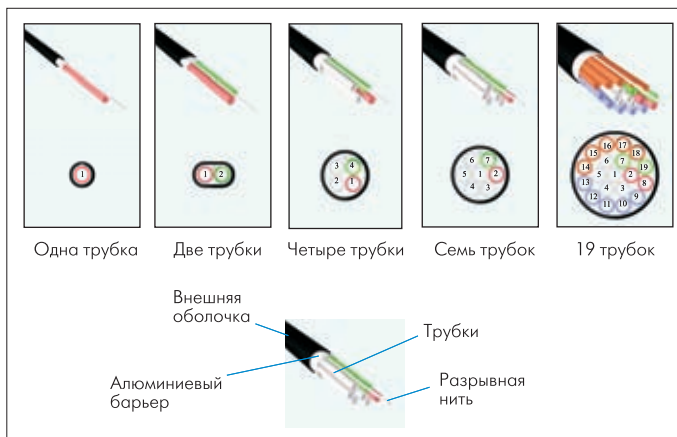


Рис. 1. Кабели с микротрубками

Кабели поставляются с одной полиэтиленовой (ПЭ) оболочкой для прокладки в полиэтиленовых трубах кабельной канализации или с двумя оболочками для защиты при прокладке в асбоцементных (АЦ) трубах или в грунт (когда они армируются стальной гофрированной лентой – СГЛ). В каждом случае трубки отделяются от ПЭ-оболочки водоблокирующей алюминиевой лентой. Существуют также пожаробезопасные кабели для прокладки внутри зданий, не содержащие в своей оболочке галогенов. Все кабели легко разделяются, позволяя снять внешние оболочки и добраться до трубок.

Волоконные модули. В микротрубки укладываются волоконные модули. Они содержат 2, 4, 8 и 12 волокон (рис.2). Все модули, за исключением модуля на 12 волокон, имеют поверхностные неоднородности, вызывающие турбулентность воздушного потока при задувке, что способствует более сильному затягиванию модуля потоком. Параметры модулей приведены в табл. 2.

Таблица 2. Волоконные модули EPFU (Enhanced Performance Fiber Units)

Параметр	2 ОВ	4 ОВ	8 ОВ	12 ОВ
Диаметр, мм	1	1	1,4	1,3
Погонная масса, г/м	0,8	0,8	1,5	1,64
Длина задувки, м	1000			
Возможные типы ОВ	SM, MM50/125, MM62,5/125, OM3			

Задувка. В одну микротрубку задувают только один модуль. Следовательно, максимальное число ОВ в одном кабеле равно 288 (24 x 12). Затягивание модуля в микротрубку происходит благодаря воздушному потоку, который воздействует на модуль и увлекает его за собой. Поток образуется при нагнетании воздуха высокого давления со стороны подачи в трубку волокна. Эту операцию выпол-

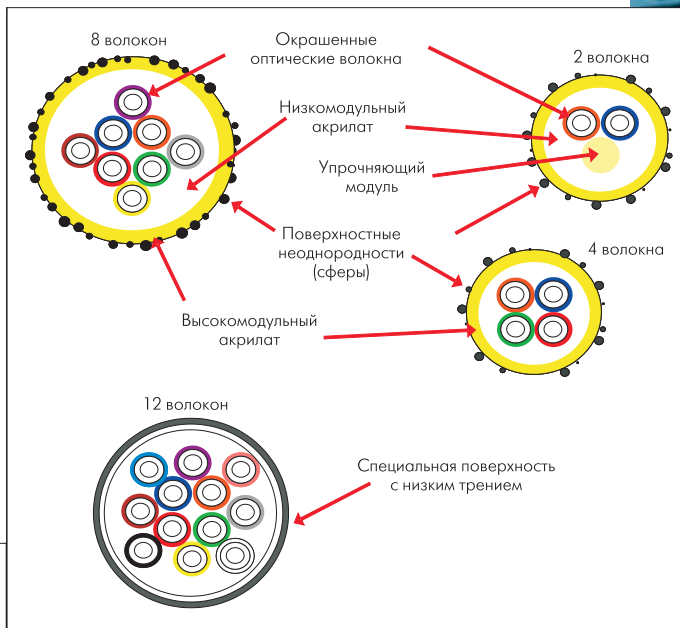


Рис. 2. Волоконные модули

няет небольшая машинка – "головка задувки" (рис.3). С одной стороны она подключается к источнику питания и к компрессору, который подает сжатый воздух. В головку заводится волоконный модуль. С другой стороны головка задувки подключается к трубке, в которую необходимо задувать модуль.

Рис. 3. Головка задувки

В процессе задувки головка заталкивает волоконный модуль в трубку и помогает ему перемещаться внутри нее, подавая сжатый воздух, который обволакивает и увлекает волоконный модуль. На начальной стадии задувки, пока длина волокна в трубке мала, поток воздуха не увлекает его. Чтобы преодолеть эту так называемую "мертвую зону", волоконный модуль механически проталкивается со стороны головки задувки. Только после этого модуль захватывается воздушным потоком, и процесс становится стационарным. Характерная скорость задувки – 30 м/мин.

Таким способом можно проложить до 1 км волоконного модуля в одну сторону. Катушка, на которой намотан модуль, допускает его разматывание с двух сторон. Поэтому, если задувку вести из средней точки трассы, можно построить участок протяженностью 2 км (одна строительная длина). При необходимости можно задувать и большую длину, если после прохождения 1 км собирать волокно в специальную канистру (Pan) для хранения, а затем задувать его еще на 1 км и т.д. Рекомендуется, однако, ограничиваться строительными длинами 1–2 км, учитывая, что такое расстояние оптимально подходит для решений на последней миле.

МОНТАЖ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ SIROSSO

Бестраншейная прокладка труб. Для укладки кабеля в грунт или в канализацию обычно требуется стандартная бригада кабелеукладчиков. Однако, если работы ведутся в городе или на территории коттеджа, где застройка уже давно завершена, то наиболее экономична и эффективна бестраншейная прокладка труб – под дорогами, тротуарами, заборами и т.д. Существует ряд технологий такой прокладки, например с использованием пневмопробойников, достаточно эффективных для проходки горизонтальных скважин в однородных грунтах на расстояние до 50 метров.

Так, чтобы сделать "прокол" под кабельную канализацию Sirosso, достаточно использовать небольшой пневмобойник. Его торпеда (длина 130 см, диаметр 6,5 см, масса 25 кг) позволяет под дорогой протянуть пластиковую трубу диаметром 50 мм. Затем в эту трубу можно проложить любую кабель Prysmian. Протяжка не составляет труда, поскольку трение пластика по пластику минимально. Все это значительно проще и экономичнее по сравнению с работами на стандартной кабельной канализации с асбоцементной трубой диаметром 118 мм, где для организации "прокола" необходимо использовать крупногабаритные и дорогие машины горизонтального бурения.

Работы по прокладке кабельной канализации Sirosso и созданию "прокола" может вести бригада из трех человек. Требуется следующее оборудование: пневмобойник, компрессор и пластиковая труба диаметром 50 мм. Другая бригада (1–3 человека) выполняет разделку кабеля, микротрубок и задувку волокон. Используемое оборудование: компрессор, головка задувки, приборы тестирования качества и герметичности трубок, аксессуары и катушки с модулями. Все оборудование невелико по составу и массе, несложно в управлении, а процесс задувки эффективен и осуществляется быстро.

ТЕХНОЛОГИЯ ЗАДУВКИ МОДУЛЕЙ ДЛЯ КОТТЕДЖНОГО ПОСЕЛКА

При строительстве сети доступа коттеджного поселка можно выделить три этапа (рис.4).

Этап 1. Прокладка кабеля с микротрубками

Вначале прокладываются основной кабель с микротрубками. С учетом числа и расположения домов определяется подходящий маршрут и выбирается кабель с оптимальным числом трубок.

Кабель Sirosso прокладывается из центрального узла по замкнутому маршруту (для обеспечения резервирования) и проходит вблизи всех коттеджей. Через каждые 500–1000 м кабель заводится в муфты. В сложном случае, когда поселок сдан в эксплуатацию со всей инфраструктурой (дороги, заезды, заборы), для прокладки кабеля необходимо сделать "проколы" под заборами, дорогами, под заездами на участки, проложить узкие траншеи, вскрыв грунт на необходимую для укладки кабеля глубину. После этого кабельная канализация закрывается и территория восстанавливается.

Для коттеджного поселка рекомендуются кабели с 24 трубками при топологии "точка-точка" и 19 трубками при топологии "точка-многоточка" (PON для распределения сервисов через волокно по клиентам). При этом на каждые 32 дома устанавливается только один уличный шкаф или колодец. Кабель заводится в шкафы, но не разделяется, так как волоконных модулей в кабеле пока еще нет. После прокладки кабеля все места вскрытия восстанавливаются.

Этап 2. Подготовка поселка к подключению

На этом этапе происходит задувка модулей в три магистральные трубки кабеля, разделка волокон в центральном узле и в шкафах (сварка, терминирование, подключение к разветвителям, вывод волокон на кроссовое поле). По завершении этих работ поселок можно считать готовым к подключению.

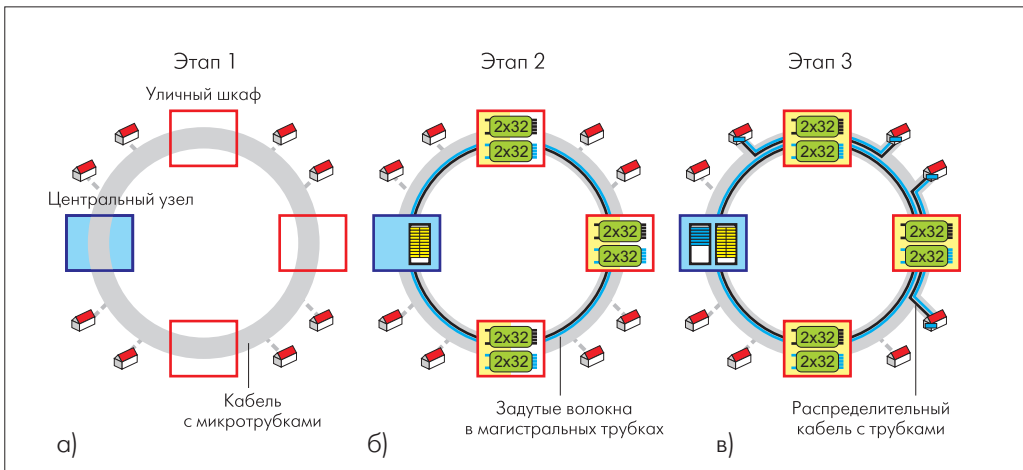


Рис. 4. Технология задувки для коттеджного поселка: а) прокладка кабеля с микротрубками; б) прокладка магистральных волоконных модулей и разделка волокон в шкафах; в) создание абонентских ответвлений

При топологии "точка-многоточка" внутри шкафа будут находиться сплайс-пластины, разветвители 2x32 и кроссовое поле. Внутри шкафа можно поместить дополнительный разветвитель, что позволит наряду с сетью PON построить сеть кабельного ТВ, либо резервную сеть PON, нужную при реконструкции и наращивании.

Инвестиции на этапе 2 потребуются в несколько раз меньше по сравнению с традиционным решением – разводкой стандартного ОК по домам. Объясняется это тем, что в последнем случае пришлось бы делать один колодец не на 32 дома (как в Sirosso), а на каждые 2–4 дома с установкой муфт для организации ответвлений, и прокладывать трубы диаметром не 50, а 90 мм, учитывая, что в одной канализации будут еще ОК, идущие к коттеджам.

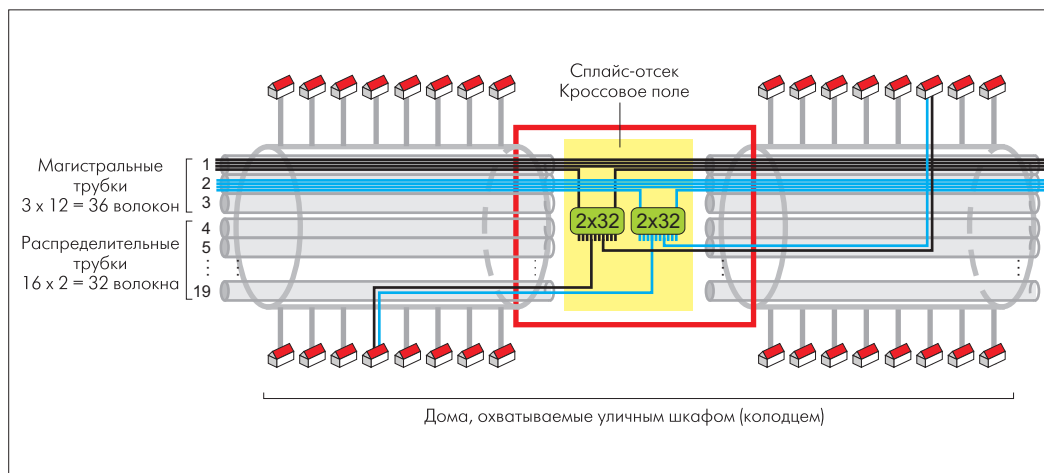
Этап 3. Подключение отдельных абонентов

Подключение абонентов осуществляется следующим образом (см. рис.4в). Вблизи от участка абонента, там, где проходит кабель с трубками, снимается грунт, освобождается участок кабеля длиной около 1 м, делаются нужные разрезы и вскрывается оболочка. Находится зарезервированная микротрубка. Она разрезается и соединяется муфтой с трубкой отводного кабеля, который доходит непосредственно до дома. Место ответвления закрывается коробом или защищается термоусаживаемой клеевой манжетой и снова засыпается грунтом.

Толщина отводного кабеля с одной трубкой невелика (меньше 8 мм), поэтому необходимые "проколы" и ввод в дом трудностей не вызывают. После этого из точки, где находится шкаф с разделанными магистральными волокнами, осуществляется задувка волоконного модуля в дом. Задуваемый модуль может быть на два или четыре волокна. Затем волокна модуля привариваются к выходным портам разветвителей. Возможно также терминирование волокон и вывод их на кроссовое поле уличного шкафа. При этом волокна – выходные порты разветвителя – также должны быть терминированы и выведены на кроссовое поле. Соединения терминируются оптическими соединительными шнурами. Далее в доме устанавливается электронное оборудование, а оборудование в центральном офисе конфигурируется под предоставляемые услуги (рис.5).

Следует отметить, что нет необходимости подключать всех абонентов одновременно. Даже если в поселке только 20% абонентов желают подключиться сразу, оператору это выгодно, так как он не несет затрат по подключению оставшихся 80% абонентов. Затраты от него потребуются только при подключении каждого отдельного абонента. Этим предлагаемая технология и привлекательна.

Начальные затраты могут отличаться от конечных в пять раз, что облегчает бремя инвестиций при подготовке абонента к подключе-



по установке кабельной системы.

Бесколодезные ответвления в системе Sirocco, отсутствующие в традиционном решении, делают процесс ответвлений безболезненным, так как для их создания не требуется сооружения колодца. Ответвления фактически создаются благодаря предварительной маршрутизации кабельных каналов, после чего волокна вдуваются по маршруту, созданному микро-трубкой.

Рис. 5. Общая схема разводки волокон в трубках (сегмент на 32 дома)

нию. При традиционной технологии на каждый участок, независимо от того, есть ли на нем дом или он планируется в будущем, надо заводить кабель. Кабельная система Sirocco окажется достаточно эффективной, если оператор захочет использовать медиаконвертеры и будет предлагать сервис по схеме "точка-точка".

МОНТАЖ СИСТЕМЫ SIROCCO В ГОРОДЕ

Монтаж Sirocco в городе имеет определенные преимущества перед традиционной прокладкой ОК как при использовании существующей кабельной канализации, так и при укладке непосредственно в грунт.

Прокладка кабеля в городе в существующей кабельной канализации

Прокладка новых ОК в кабельной канализации часто осложнена из-за недостатка свободного места (особенно в колодцах – местах ответвления). Здесь преимущество технологии пневмопрокладки в том, что требуется минимум свободного пространства. При создании ответвления от кабеля с микро-трубками понадобится только Т-ответвитель, и можно будет забыть про дополнительные витки с излишками кабеля и сваривание волокон – атрибуты традиционной прокладки. Другим преимуществом является то, что внутри существующей кабельной канализации появляется новая многоканальная кабельная канализация, обеспечивающая максимальную гибкость при прокладке волоконных модулей.

Прокладка кабеля в городе непосредственно в грунт

В случае недоступности кабельной канализации по разным (физическим или экономическим) причинам для альтернативного оператора остается единственный путь – строить свою собственную кабельную канализацию. И здесь вместо традиционного и дорогого решения можно воспользоваться кабельной системой Sirocco. Ее строительство в городе аналогично строительству в коттеджном поселке. Учитывая, что масштаб расстояний в городе больше, чем в поселке, сварочные муфты или шкафы в системе Sirocco оптимально располагать на расстояниях до 1 км. На более длинных участках рационально использовать традиционное решение. В итоге наиболее экономичным может быть смешанное решение.

Резюмируя все изложенное, отметим основные преимущества и недостатки технологии пневмопрокладки системы Sirocco.

Преимущества

Малый диаметр кабелей и их большое разнообразие на разное число каналов позволяют находить оптимальное решение в каждом конкретном случае и значительно снижать общую стоимость работ

Возможность отложенной и повторной задувки волоконных модулей. При монтаже системы Sirocco сначала строится кабельная канализация – кабель с пустыми трубками. Волоконные модули прокладываются позже. Это предоставляет операторам и монтажным компаниям, строящим оптические последние мили и магистральные участки, большую гибкость, поскольку вопрос о числе волокон на момент начала установки обычно открыт. Таким образом, стартовые затраты существенно уменьшаются. Если свободных трубок в кабеле нет, а потребность в увеличении числа волокон остается, то можно выдуть из трубки модуль с малым числом волокон, а вместо него повторно задувать модуль с большим числом волокон.

Недостатки

Увеличение стоимости по сравнению с традиционным решением, если все абоненты определены заранее. В такой ситуации, если не планируются подключение новых абонентов в будущем, выгоднее прокладывать обычный армированный ОК, подключая всех абонентов практически одновременно.

Повышение требований к процессу монтажа. Персонал, выполняющий установку системы Sirocco, должен иметь более высокую квалификацию. Однако монтажников при этом требуется меньше.

Ограничение строительной длины. Задувка волокна в системе Sirocco допускается на длину 1 км. При этом обеспечивается максимальная экономичность. Непрерывный сегмент волокна длиной 2 км можно построить, вдувая волокно из средней точки. Если требуется большая длина, то процесс монтажа с повторными задувками в промежуточных точках снижает степень экономичности процесса в целом. ○