

МИКРОТРУБООЧНАЯ КАНАЛИЗАЦИЯ

для сетей FTTH в районах индивидуального жилья

Е.Гаскевич, egaskevich@teralink.ru
И.Петренко, ip@teralink.ru
ЗАО "Тералинк"

Микротрубочная канализация как способ прокладки оптических сетей доступа становится все более популярным решением во многих странах мира. Подтверждение тому – эту технологию все активнее поддерживают своими решениями ведущие производители оптических кабелей и пассивного оптического оборудования. Конечно, микротрубочная канализация имеет свои особенности и специфику применения. Когда эта технология предпочтительна? Каковы основные компоненты систем микротрубочной канализации? Каковы особенности прокладки оптических сетей посредством технологии микротрубок? Всем этим вопросам посвящена предлагаемая статья.

Наиболее экономичные сети FTTH в районах частной застройки [1-3] – это воздушные сети, проложенные по существующим опорам, например, электрической распределительной сети 0,4 кВ. Однако в ряде случаев опор нет или их аренда нецелесообразна. Характерный пример – участки новой малоэтажной застройки, где силовые кабели проложены под землей. Зачастую крупные операторы, разворачивая свои сети, не желают зависеть от энергетиков и предпочитают не пользоваться их инфраструктурой. В России нет закона, регулирующего тарифы на вторичное использование инфраструктуры естественных монополистов. Поэтому операторы, которые разворачивают свои воздушные сети, используя по договору опоры электроснабжения, осветительной сети или троллейбусной контактной сети, значительно экономят при строительстве, но рискуют попасть в кабалу к владельцам этих сетей на этапе эксплуатации. Конфликт с хозяином опор может даже привести к прекращению работы той части сети, где эти опоры используются.

Строительство подземной сети FTTH – это, прежде всего, строительство подземной кабельной канализации. Есть соблазн сэкономить и уложить оптические кабели непосредственно в грунт. Но эксплуатировать такую сеть крайне дорого, а иногда и невозможно. Так, чтобы отремонтировать оптический кабель, уложенный непосредственно в грунт и порванный, скажем, при посадке крупномерного дерева, необходимо извлечь его концы минимум на 3-5 м в каждую сторону от места разрыва. Если дело происходит в новом коттеджном поселке, эти участки трассы могут быть закрыты, например, тротуарной плиткой или декоративными посадками. А договориться с хозяином участка, возле которого произошла авария, о земляных работах со вскрытием заезда на его участок можно далеко не всегда.

Стандартная кабельная канализация состоит из кабельных колодцев, смотровых и поворотных устройств (колодцев меньшего размера) и прямолинейных участков труб между ними. Глубина колодцев должна быть достаточно велика, желательно ниже уровня промерзания, а их размеры должны позволять монтеру

проводить работы, находясь внутри колодца. Например, размеры типового бетонного колодца ККС-3 – 1950×1160×1760 мм, масса более 2 т, а для его установки необходим автокран. Трубы, как правило, асбестоцементные, диаметром 100–150 мм. В последнее время все чаще используют гладкие трубы из полиэтилена низкого давления (ПНД) или двуслойные гофротрубы из-за вредности производства асбеста. Трубы располагают в грунте, соблюдая проектные уклоны, чтобы не образовывались застойные участки, приводящие к заиливанию. Обычно их укладывают открытым способом.

Кроме того, в большинстве регионов России в колодцах стандартной городской кабельной канализации всегда есть вода. Особенно сложно обслуживать кабели в период таяния снега – весной бывает, что колодцы заполнены по горловину. Поэтому передвижная оптическая лаборатория в составе своего оборудования должна иметь мотопомпу.

Очевидно, что строительство подземной кабельной канализации – процесс непростой и затратный. Альтернатива стандартной канализации для сетей ФТТН – микротрубочная канализация (микроканализация).

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЫ МИКРОКАНАЛИЗАЦИИ

Основная идея микроканализации – оптические кабели очень компактны, и для их прокладки можно обойтись каналами диаметром меньше сантиметра. Микротрубочная канализация подразумевает, что для каждого кабеля или модуля используется индивидуальная трубка. Соответственно, каждая трубка – или пустая, или с одним оптическим кабелем, или с оптическим модулем (волокнами в плотном буферном покрытии, далее – модуль). Два и более кабелей в одном канале не прокладываются. Диаметр

канала микроканализации меньше диаметра канала стандартной канализации более чем на порядок.

Трубки можно коммутировать в обслуживаемых смотровых устройствах (микротрубочная муфта в колодце, муфта на опоре, шкаф, пенал) при строительстве и эксплуатации, а также в необслуживаемых подземных микротрубочных муфтах или коробах во время строительства. Микроканалы заканчиваются в оптических шкафах, пеналах, панелях, муфтах, на абонентской розетке или абонентском терминале. Микротрубки могут укладываться в виде пучков или применяться в виде микротрубочных кабелей. Кабели или модули прокладываются в микроканалы большими длинами (до километра и более) методом пневмопрокладки (задувки). При этом корд для протяжки не используется.

Микротрубочная канализация решает многие неудобства стандартной канализации:

- не требуется прямолинейности участков между смотровыми, соединительными устройствами и устройствами ветвления;
- микроканализация может залегать выше глубины промерзания;
- для микроканалов легко обеспечить полную герметичность, нет необходимости соблюдать уклоны;
- вдоль трассы возможно до минимума снизить число обслуживаемых смотровых устройств, сохранив доступ к каналам только на ее концах. Обслуживаемые устройства при этом заменяются на необслуживаемые, закрываемые грунтом;
- микроканализация и оптические кабели (модули) в ней могут быть полностью диэлектрическими (без металлических элементов конструкции) и безопасно залегать вблизи силовых кабелей.



Рис.1. Варианты микротрубчатых кабелей с тонкостенными трубками: с упрочненной внешней оболочкой для укладки непосредственно в грунт (а), с LSZH-оболочкой и трубками из LSZH-пластика (б), подвесные кабели с вынесенным силовым элементом для воздушной прокладки (в), с 24 микротрубками и дополнительной центральной трубкой большего диаметра (г)

При этом микротрубчатая канализация обладает и основными достоинствами стандартной кабельной канализации:

- сопрягается со смотровыми устройствами;
- позволяет укладывать или удалять кабели (модули) в любое время;
- ремонтируется по месту повреждения;
- достраивается и разветвляется по мере развития сети (но трубки – индивидуально для каждого маршрута одного кабеля).

КОМПОНЕНТЫ МИКРОТРУБЧНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Микротрубчатая канализация состоит из микро-трубок (отдельных или собранных в виде кабелей или пучков), устройств маршрутизации трубок (коробов, шкафов, муфт, фитингов для соединения или терминирования трубок) и терминальных устройств оптической сети, в которых кабели (модули) выходят из микроканалов и поступают на стандартные элементы сети для управления маршрутами волокон.



Рис.2. Кабели с толстостенными трубками: круглые кабели с тонкой пластиковой оболочкой (а) и плоские кабели с тонкой пластиковой оболочкой (б)

Микротрубки – название условное. Площадь сечения внутреннего канала самой тонкой трубки примерно в 1000 раз меньше площади сечения канала труб стандартной кабельной канализации. Поэтому правильнее их было бы называть "миллитрубки", но сложились общепринятые названия – "микротрубки" и "микроканализация". Существуют различные стандарты для трубок микроканализации (внешний/внутренний диаметры):

- тонкостенные трубки – 4/3, 5/3,8, 7/5,5, 10/8, 12/10 мм;
- толстостенные трубки – 7/4, 12/8, 14/10 мм;
- тонкостенные трубки из пластика LSZH (малодымный, безгалогеновый пластик) для прокладки по зданиям и коллекторам – 4/3 и 5/3,8 мм.

Внутри трубок сформирован скользящий слой или продольная зубчатая структура внутренней поверхности для уменьшения коэффициента трения с оптическим кабелем. Трубки должны выдерживать внутреннее давление свыше 10 атмосфер.

Тонкостенные трубки укладываются в грунт в виде кабелей с упрочненной внешней оболочкой. Толстостенные трубки могут укладываться в грунт напрямую или в футлярах из тонкой полиэтиленовой оболочки или текстиля. Трубки малых диаметров (тонкостенные трубки 4 и 5 мм или толстостенные 7 мм) рассчитаны на прокладку оптических модулей (2-12 волокон), а более толстые трубки (тонкостенные 7-12 мм, толстостенные 12 и 14 мм) – на прокладку кабелей (обычно до 48 волокон, для трубок больших диаметров имеются кабели с 72, 96 и 144 волокнами).

Микротрубчатые кабели выпускаются во множестве вариантов. Для тонкостенных трубок (рис.1) производятся кабели:

- с упрочненной внешней оболочкой для укладки непосредственно в грунт (рис.1а);
- с тонкой внешней оболочкой для укладки в каналы стандартной кабельной канализации;
- с бронированной внешней оболочкой;
- с упрочненной или тонкой внешней оболочкой в диэлектрическом исполнении (в качестве водоблокирующей ленты используется текстильная лента с набухающим от воды порошком);
- с LSZH-оболочкой (трубки тоже из LSZH-пластика) (рис.1б);
- подвесные кабели с вынесенным силовым элементом для воздушной прокладки (рис.1в).

Для толстостенных трубок выпускаются (рис.2):

- круглые кабели с тонкой пластиковой оболочкой (рис.2а);
- плоские кабели с тонкой пластиковой оболочкой (рис.2б);
- пучки в текстильной оболочке;
- пучки, связанные кордом.

Как правило, кабели содержат трубки одного диаметра. Это сборки из 1, 2, 4, 7, 12 и 19 трубок.

Конструкция из 24 трубок включает дополнительную центральную трубку большего диаметра (рис.1г). Интересны гибридные сборки из трубок разных диаметров, например 2 трубки по 8 мм и 8 трубок по 5 мм (см. рис.1в). Такие конструкции позволяют совмещать магистральные каналы для кабелей с большим числом волокон и участки распределения маловолоконными модулями. Возможна сборка многотрубочных "кабелей" во время строительства – укладка в грунт защитных полиэтиленовых труб (ЗПТ) и протяжка в них пучка трубок.

Интересна и возможность модернизации многопарных телефонных кабелей под оптику посредством удаления медных жил. Свободный канал в оболочке кабеля после удаления "меди" (длина 50–100 м) заполняется пучком микротрубок или в него вводится микротрубочный кабель с тонкой внешней оболочкой. В результате старый "медный" кабель преобразуется в микротрубочную оптическую канализацию. В колодцы устанавливаются коробка соединения или муфты коммутации микротрубок, что обеспечивает реконфигурацию микроканализации.

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



Цена: 300 р.

БЕСПРОВОДНЫЕ КОММУНИКАЦИИ Голдсмит А.

МОСКВА: ТЕХНОСФЕРА,
2011. – 904 с., ISBN
978-5-94836-176-5

Книга знакомит читателей с основами теории и технологиями беспроводной связи, а также с аналитическими инструментами исследований в этой области. Она способствует формированию у читателя комплексного понимания фундаментальных принципов, лежащих в основе систем беспроводной связи. Приведен обзор беспроводных систем и стандартов, представлены характеристики беспроводных каналов, включая ограничения их пропускной способности. Детально рассматриваются различные методы модуляции и кодирования, а также схемы обработки сигнала, включая современную адаптивную модуляцию, технологии широкополосной передачи, модуляции нескольких несущих. Подробно рассмотрены технологии многоэлементных антенных систем. Последние главы посвящены системам множественного доступа, созданию сотовых систем и специальных беспроводных сетей.

"Беспроводные коммуникации" – идеальное пособие для студентов и аспирантов, ценный справочник для инженеров, IT-директоров и руководителей соответствующих подразделений, а также всех специалистов, работающих в области беспроводной связи.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ (495) 956-3346, 234-0110; knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru

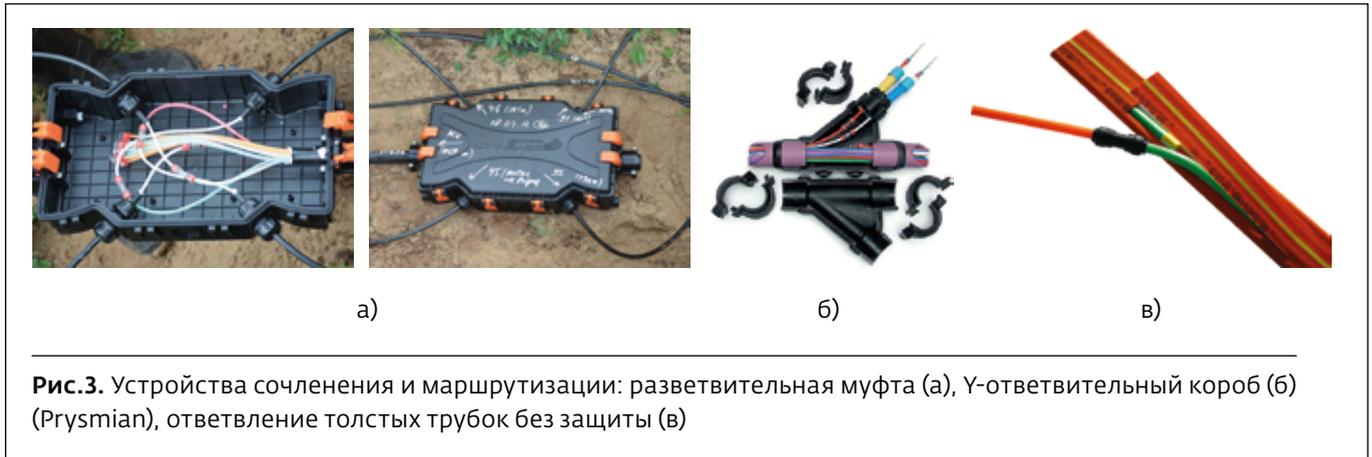


Рис.3. Устройства сочленения и маршрутизации: разветвительная муфта (а), Y-ответвительный короб (Prysmian), ответвление толстых трубок без защиты (в)

Устройства сочленения и маршрутизации – это коробки и герметичные муфты (рис.3). Для микро трубок не обязательно, чтобы муфта, в которой от кабеля отводится часть трубок, была герметичной. Важно, чтобы в короб не попадала грязь. Даже вмерзшие в лед микро трубки защищают оптические кабели. Однако герметичные муфты не допускают попадание воды между трубками и ее протекание вдоль кабелей. В этом нет большой необходимости, но такие муфты позволяют содержать соединения трубок в чистоте и сухости и обслуживать муфту в любое время года. Считается, что коробки и муфты ветвления – необслуживаемые, но доступ в них может потребоваться при реконфигурации сети.

Устройства сочленения и маршрутизации трубок, если они используются для кабеля, уложенного в грунт, также закрываются грунтом.

В этом есть большое преимущество перед стандартной канализацией – нет люков. Однако теряется гибкость. Если такие устройства расположить в стандартных колодцах или установить в виде уличных шкафов, то трубки можно оперативно переключать, выдувая и задувая в них кабели. Для толстостенных трубок коробка маршрутизации не обязательны: можно сделать продольный разрез внешней оболочки трубочного кабеля, выделить через него трубку, разрезать ее, один конец заглушить, а другой соединить с отходящей трубкой упрочненным соединителем (рис.3в). В этом случае особенно удобны плоские кабели.

Для ремонта кабелей можно использовать кусок ПНД-трубы и термоусаживаемые трубки (ТУТ). Перед началом ремонта ПНД-труба и ТУТ надеваются на один из концов кабеля. Трубки в кабеле сочленяются гильзами, которые должны располагаться со взаимным смещением. Для сочленения кабеля ПНД-труба и ТУТ надеваются на участок сочленений; ТУТ обсаживается термофеном. Этот способ можно использовать и для доукладки однотрубных



Рис.4. Гильзы: соединительные (а), терминальные (б), упрочненные (в), водоблокирующие (г), газоблокирующие (д)



Рис.5. Оптический уличный пенал (TE Connectivity). Все микро трубочные кабели подходят снизу через пьедестал



Рис.6. Специализированная оптическая муфта с портами для ввода микротрубочных кабелей и индивидуальными сплайс-кассетами для задувных модулей (TE Connectivity)

абонентских кабелей, предварительно выведенных из разветвительных коробов или муфт и подведенных к границам участков потенциальных абонентов. Важно отметить, что разветвительные коробки и муфты имеют специальную конструкцию, благодаря которой собираются на кабеле из отдельных частей так, чтобы можно было не резать транзитные трубки.

Соединительные гильзы. Трубки соединяются и закрываются на концах специальными гильзами, которые имеют механизм, самоблокирующийся при повышении внутритрубочного давления (рис.4). Если внутреннее давление воздуха совпадает с наружным, то трубку можно легко вставить и извлечь из гильзы. Эту операцию можно делать в любом месте – в траншее при ремонте, в кабельном колодце, у абонента в доме. Для ввода в оптическую муфту применяются водоблокирующие вводные гильзы, не пропускающие воду, если из-за повреждения она окажется в трубке. Для абонентского подключения ставят газоблокирующие гильзы со специальным механизмом для обжатия модуля (кабеля), проходящего через гильзу. Это исключает попадание



Рис.7. Абонентская розетка с вводом в дом и пеналом для газоблокирующей гильзы (Prysmian)

газов из микроканализации в дом абонента. Есть переходные гильзы, состыковывающие трубки разных диаметров или разных стандартов. Для толстостенных трубок применяют упрочненные гильзы, их можно располагать непосредственно в грунте.

Терминальные устройства. Микротрубки перебрасывают волокна между оптическими пассивными узлами. Например, распределительный узел сети PON может быть исполнен на оптической муфте со сплиттерами, и от нее трубки расходятся в дома абонентов, где они вводятся в оптические абонентские розетки. Или в качестве распределительного узла выступает оптический уличный шкаф либо пенал (рис.5). Для терминирования микротрубочных кабелей можно использовать стандартные оптические муфты, лишь бы в них были вводы, совместимые с диаметром кабеля. Некоторые производители муфт выпускают специальные линейки продуктов для микротрубок (рис.6).

Если применяются оптические модули, то в муфтах и шкафах микротрубки соединяются через наконечник водоблокирующего коннектора



Рис.8. Задувный оптический модуль: а) с двумя оптическими волокнами (волокна в плотном буфере), б) модуль с оптическими волокнами в гибкой плотной трубке.

с гибким кембриком для провода модуля в сплайс-пластину. Для ввода микроканализации в дом используются специальные вводные комплекты (рис.7). Как правило, на вводе в дом устанавливается газоблокирующий соединитель трубок, а в доме прокладывается трубка из пластика LSZH.

Оптические кабели и модули. Для укладки в микроканализацию применяются специальные диэлектрические оптические кабели и модули. Маловолоконные кабели, как правило, отличаются конструктивом с центральной трубкой. Они прокладываются в микротрубках, начиная с 4-мм внутреннего канала. Многоволоконные кабели имеют модули, повитые вокруг центрального силового элемента. Есть и конструкции с центральной трубкой с "ленточными" сборками волокон. Оптические кабели могут обладать емкостью до 144 волокон (прокладываются в трубки 12 и 14 мм), но в большинстве проектных решений достаточно 48 волокон (трубки от 7 мм). Оптические модули используются максимум с 12 волокнами и могут прокладываться в трубки значительно меньшего диаметра – тонкостенные 4/3 и 5/3,8 мм, толстостенные 7/4 мм.

Для сетей доступа FTTH решение на тонких трубках с модулями выгоднее – абоненту не нужно более четырех оптических волокон, можно применять тонкие многотрубчатые кабели.

Модули бывают в двух исполнениях: волокна в акрилате с мягкой внутренней и жесткой внешней акриловой оболочкой с микросферами (рис.8а) и волокна в гибкой плотной трубке с небольшим количеством скользкого геля между ними (рис.8б). Акрилатные модули имеют волоконность 2, 4, 6 и 8. В гибкой трубке (гибкий буфер) обычно 8 или 12 оптических волокон.

Модули поставляются отрезками до 6 км в специальных пластиковых канистрах, в которых они уложены вокруг центрального цилиндра канистры наслаивающимися петлями. В процессе монтажа витки модуля выходят вверх из неподвижной канистры через установленную на нее воронку (рис.9). На канистру с волокном через специальную цилиндрическую вставку можно надеть пустую канистру. Если перевернуть такую конструкцию из двух канистр, открывается доступ к второму концу модуля. Это позволяет задувать единый отрезок модуля из центральной точки в две стороны, увеличив строительную длину в два раза (до 2 км вместо ограничения 1 км при задувке с одной стороны). Специальное устройство – "койлер" – служит



Рис.9. Канистра для 6-км отрезка задувного модуля



Рис.10. Катушка предоконцованного с одной стороны задувного модуля на подающем устройстве (Prysmian)



Рис.11. Микротрэншер

для сматывания модуля в канистру. Это необходимо, если нужно проложить неразрывный отрезок большой длины: кабель задувается на 1 км и сматывается в канистру на приемной стороне, затем задувается далее и т.д. Такая технология в принципе позволяет задувать неразрывные кабели до 6 км, но для сетей ФТТН это вряд ли нужно.

Модули, особенно если задействовано только одно волокно (для сетей PON), могут быть отмотаны и оконцованы разъемом на производстве (рис.10). Это исключает одну сварку на каждом участке, обычно это участок абонентского подключения. Задувка со стороны распределительного узла позволяет не производить сварку волокна вне помещения. Выпускаются и 2-, 4-, 8- и 12-волоконные модули, предоконцованные с одной стороны.



Рис.13. Задувочная головка



Рис.12. Торпеда-пробойник

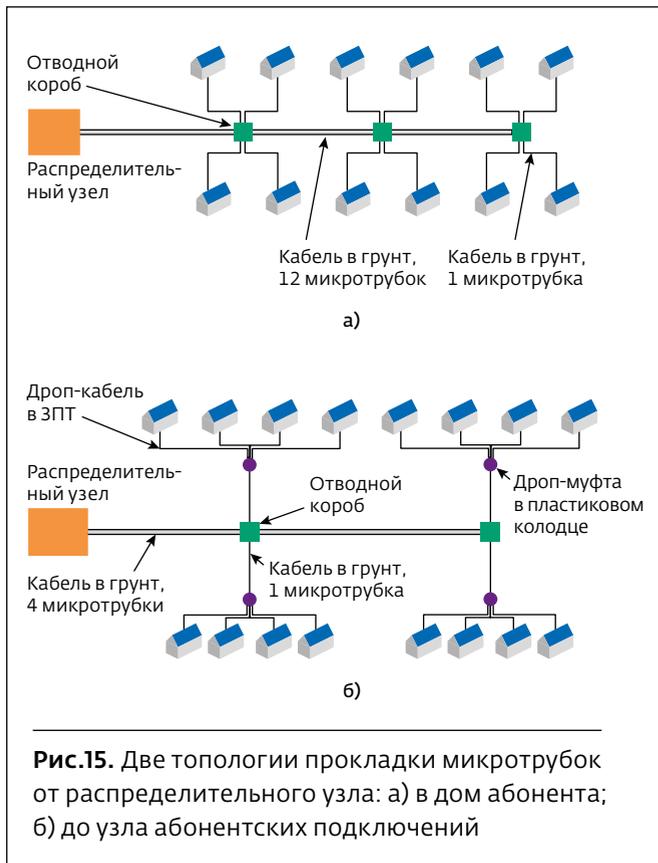
СРЕДСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА ОПТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ МИКРОТРУБЧНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Кабели с микротрубками обычно укладывают в открытые траншеи. При строительстве сетей ФТТН в существующих кварталах малоэтажной застройки трудно найти место для трассы так, чтобы она не залегала под твердым покрытием дорог и тротуаров и не пересекала дороги. Издержки от вскрытия дорог минимизируют такие средства, как микротрэншеры и оборудование бестраншейной прокладки – системы горизонтального направленного бурения (ГНБ) и грунтовые пневмопробойники. Для укладки в грунт кабелей с микротрубками достаточно прорезать траншею шириной несколько сантиметров, для плоских кабелей – от 2 см. Такую щель в асфальте, прорезанную фрезой микротрэншера (рис.11), после укладки трубок легко заполнить специальным мелкодисперсным бетоном и "жидким" асфальтом.

Для пересечений дорог, декоративных посадок и других препятствий эффективно применять торпеды-пробойники (рис.12). Это тоже подход из разряда "микро": например, торпеда диаметром 55 мм, что достаточно для большинства микрокабелей, весит всего 15 кг, для работы необходим компрессор с расходом воздуха 0,5 м³/мин – тоже "микро" в семействе строительных компрессоров.



Рис.14. Компрессор для пневмопрокладки до 1 км



Оптические кабели и модули задуваются с помощью задувочной головки (рис.13). Типичные длины задувки – до 1 км, скорость задувки – около 20–30 м/мин. Задувочная головка невелика. Размеры компрессора зависят от диаметра трубок и максимальной расчетной длины задувки. Так, для прокладки по трубкам 4–7-мм кабелей до 1 км нужен компрессор – с массой около 60 кг (рис.14), а для подключения абонентских участков кабелями до 300 м достаточно портативного компрессора весом 25 кг. Весь задувочный комплекс, включая компрессор, помещается в пикапе или в автомобиле с кузовом типа "универсал".



Например, для его перевозки подходит УАЗ 3909 ("буханка"), на базе которого оборудуют лабораторию исследования оптического кабеля (ЛИОК).

МИКРОТРУБочНАЯ КАНАЛИЗАЦИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МАЛОЭТАЖНОЙ ЗАСТРОЙКЕ

Распределительная часть сети FTTH – это древовидная структура, ствол которой начинается в распределительном узле, а ветви заканчиваются у абонентов. Подобную топологию имеет и микроканализация. Стволы – это многотрубочные кабели, проходящие вдоль улиц, от которых в нескольких местах к домам или к дроп-узлам отходят ветви – однострубочные кабели. Можно применить два подхода: трубка в дом (рис.15а) и трубка до узла абонентских подключений (рис.15б).

Трубка в дом. Этот подход обычно используют в Европе. Вдоль улиц прокладываются кабели

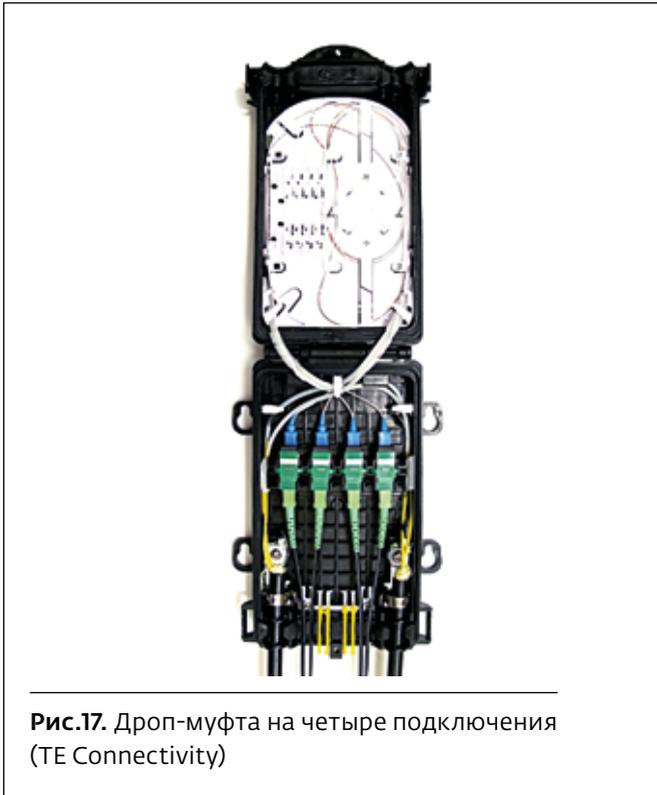


Рис.17. Дроп-муфта на четыре подключения (TE Connectivity)

с большим числом трубок (12-24), при этом обслуживаемых смотровых устройств может не быть вовсе. Однотрубочный кабель или трубка, отведенная в период строительства к абоненту перед его участком, может быть заглушена и оставаться в грунте. На этапе подключений абонентские трубки доводятся до абонентской розетки (трубки прокладываются и по дому, но в исполнении LSZH). Оптические кабели задувают до абонентской розетки.

Это всё достоинства, но у метода есть и недостатки. Так, велики затраты на этапе



Рис.19. Защита оптического разъема кабеля Xpres-Drop (TE Connectivity) для прокладки в канализации



Рис.18. Дроп-кабели SC-SC, 100 м, 40 м, 20 м

строительства (прокладывается много многотрубочных кабелей), для пневмопрокладки при каждом одиночном подключении абонентов нужно привозить громоздкое оборудование, требуются одиночные сварки волокна (или состыковки, оконцовки). Средняя длина абонентского кабеля (модуля) при этом составляет несколько сотен метров.

Трубка до узла абонентских подключений (дропа-узла). В качестве дропа-узла может выступить дроп-муфта, расположенная в пластиковом колодце или в шкафу на опоре (стене). Для этого подхода выгодно, чтобы сеть FTTH была спроектирована как сеть PON с доведением до абонента одного волокна. Рассмотрим пример такой сети (см. рис.15б). Используются кабели с малым количеством трубок – 1, 4, 7, 12. Трубки микроканализации доводятся до пластиковых колодцев в расчете один колодец на четыре дома. Например, колодец типа "оптическая камера трубопроводная" (рис.16) имеет накручивающийся колпак, в котором располагается муфта. В этот колпак вода не поднимается даже при разгерметизации камеры. Камера полностью закрывается грунтом, при обслуживании ее достаточно обкопать до горловины. Камера имеет внутренний маркер для быстрой и точной идентификации трассоискателем.

В колодцах устанавливаются мини-дропа-муфты на четыре подключения (рис.17). От распределительного узла в трубки задуваются четырехволоконные оптические модули, которые соединяют порты сплиттера, установленного в распределительном узле, с портами дропа-муфт. На этапе строительства, для которого требуются специалисты и строительное оборудование, сеть заканчивают в дропа-муфтах.

На этапе подключения абонента от колодца в дом прокладывается защитная пластиковая труба (ЗПТ-25, ЗПТ-32 или гофротруба) и в нее протягивается дроп-кабель, который может иметь оптические разъемы с обеих сторон (средняя длина 60–70 м, рис.18). Оптический разъем для прокладки в канализации должен быть защищен герметичным контейнером типа "пуля" (рис.19). Работы по подключению домов может выполнять обычная бригада – землекопы и один специалист для подключения абонентского терминала сети PON (ONT). Оборудование для пневмопрокладки и сварки не требуется. Это очень удобно при проведении множества одиночных подключений.

Недостаток такого подхода – необходимо много пластиковых колодцев. Причем в недорогие пластиковые колодцы зимой доступ сложен, особенно если колодцы полностью закрываются грунтом. Альтернатива – устанавливать муфту на укороченный столб (пасынок для деревянной опоры или трубостойка), защищая ее металлическим шкафом. В шкафах абонентские подключения можно обслуживать без затруднений круглогодично. Это дешевле по материалам, но для установки пасынков требуется спецтехника для установки столбов, что дороже, чем монтаж в грунте пластиковых

колодцев. Однако в целом подход "трубка до узла абонентских подключений" более экономичен благодаря простоте этапа подключений абонентов.

* * *

Таким образом, микроканализация – это эффективный и экономически оправданный способ создания подземных сетей FTTH, использующий преимущество оптического волокна – его миниатюрность. Микроканализация требует определенной культуры строительства и освоения новых миниатюрных строительных механизмов и приборов. Особенно эффективна микроканализация в жилых кварталах с малоэтажной застройкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаскевич Е., Леснова Л. Сети PON в России. Особенности применения в жилом секторе. – CONNECT, 2011, №10.
2. Гаскевич Е., Петренко И., Убайдуллаев Р. Волоконно-оптические сети доступа для районов малоэтажной застройки. – Вестник связи, 2011, №4.
3. Гаскевич Е. Сети PON для районов индивидуальной и малоэтажной жилой застройки. – Первая миля, 2012, №1, с.34–42.