Краткий экскурс в историю развития кабельной инфраструктуры

Передача огромных объемов информации как в жизни современного города, так и в работе наиболее эффективного производства, не менее важна, чем обеспечение электричеством, водой или канализацией. Однако, рытье траншей под прокладку труб для оптоволокна настолько нетривиальное, с точки зрения документального оформления, и дорогое "удовольствие", что лишь острейший дефицит емкости сетей заставляет операторов связи идти на такие затраты.

В этом смысле, технология микротраншейной прокладки является настоящим спасением сил и средств телекоммуникационных компаний. Общий принцип этой технологии сводится к прорезанию в грунте (или дорожном покрытии) неглубокой канавки шириной буквально несколько сантиметров. Вместо экскаватора и рабочих с лопатами, микротраншею прокладывают с помощью специальной фрезы, минимизируя тем самым объемы земляных работ, организационные затраты, размеры первоначальных инвестиций, а главное - время.

В микротраншею укладывается пластиковая труба, заполненная микротрубками, в которые потом с помощью пневматики задувается оптоволоконный микрокабель. С помощью специальных пневмомашин, микрокабель увлекается потоками воздуха и может быть перенесен на расстояния, измеряемые километрами. Соответственно, такой подход позволяет увеличивать емкость сети по мере необходимости, а не закапывать в землю заранее весь возможный объем кабеля. Ну и, разумеется, в микротрубки такого кабеля-конструктора можно, при необходимости, задувать микрокабель разных видов.

Но все это красиво выглядит только в теории. На практике всё обстояло (и обстоит) несколько сложнее. Ведь к современному виду технология микротраншейной прокладки оптоволокна двигалась на протяжении многих лет, раз за разом исправляя ошибки и системные недостатки.

Рассмотрим эволюцию микротраншейной прокладки микрокабеля на базе истории развития этой технологии специалистами датской компанией GM Plast.

Трубы для прокладки оптоволокна

В далеком 1990 году для прокладки оптического кабеля использовались трубы диаметром 110 мм и длиной до 12 метров.





В одну фуру помещалось не более 6 км таких труб. В этих трубах протягивался кабель толщиной 17-20 мм. В такие подземные линии попадало большое количество воздуха.

Начиная с 1997 года начались поставки труб диаметром 40 и 50 мм. Это позволило серьезно экономить на логистике, поскольку в одну фуру помещалось значительно больше труб. Поставлялись они в барабанах, по 2 км трубки на каждом.





Важным отличием от прошлых лет стало использование кабеля диаметром 12-14 мм, который задували (а не протягивали, как раньше) в трубки. Это изрядно упрощало процесс построения сетей. Но проблема скопления воздуха в трубках все еще оставалась актуальной, как и 7 лет назад.

В 1999 году на основе проекта, сделанного ранее для компании Бритиштелеком, была разработана новая система для прокладки оптики в помещениях. В стандартные трубки диаметром 40 мм, вставлялся целый пучок минитрубок, в которые задувалось оптоволоконные модули толщиной 1-1,5 мм. Были попытки использовать эту систему и вне помещений, но быстро выяснилось, что незащищенное от атмосферных воздействий волокно, которое необходимо извлечь из минитрубки, которую, в свою очередь, нужно найти и вытащить из трубы (например, для организации ответвления), доставляют слишком много хлопот. Кроме того, аксессуары для таких работ оказались крайне дороги, а работать с ними было неудобно.





В 2002 году началось активное использование микрокабеля, благодаря чему отрасль получила серьезный толчок в развитии. Наиболее популярным стал 72-волоконный кабель диаметром 6,3 мм.



Он задувался в трубки диаметром 10 мм (внутренний диаметр - 8 мм, поэтому можно увидеть еще такое обозначение: 10/8 мм).

В том же 2002 году появились "внутренние трубки" или "субтрубки" (sub ducts). Толщина стенок у них не превышала 1 мм. Они не были предназначены для прокладки непосредственно в земле - их задували в проложенные ранее трубы диаметром 40 или 50 мм. После чего, уже внутрь этих субтрубок задувался микрокабель. Таким образом, решалась задача по оптимизации использования закопанных в землю труб.Немногим позже, субтрубки начали устанавливать в трубки диаметром 40-50 мм еще на заводе.

В 2003 прокладчики начали для большего удобства ответвлений использовать новые муфты: Y-муфты и T-муфты. Они были достаточно дорогими, но, что важнее, с ними вместе появились новые трудности.

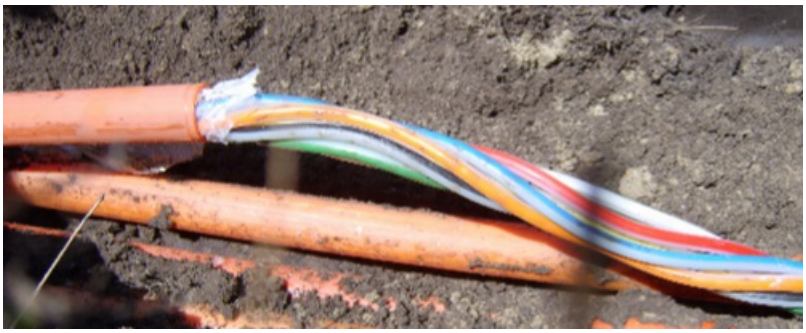




При использовании субтрубок обнаружилось, что из-за смены температурного режима и разницы в условиях размещения/хранения на барабане нижних и верхних слоев, субтрубки могут иметь приличную разницу в длине. Один независимый эксперт доказал, что у трубок были отклонения по длине:

- на 0,8% (1,6 м) в трубе с 14 субтрубками на дистанции 200 метров,
- на 1,86% (2,6 м) в трубе с 24 субтрубками на дистанции всего 140 метров.

Причем, подобные физические эффекты приводили к накручиванию одной трубки на другую.



В свою очередь, это резко уменьшило расстояние, на котором удавалось без проблем задуть микрокабель в субтрубку. Там, где использовались муфты, ограничение составило 500 метров, при том, что обычная дистанция между смотровыми площадками достигает 1-1,5 км. Необходимость доступа к кабелю между смотровыми площадками означала дополнительные финансовые и временнЫе затраты.

В том же 2003 году была выпущена трубка DL Single Duct с толщиной стенки 2 мм и диаметром до 20 мм, предназначенная для непосредственного закапывания в землю. Планировалось, что собранные в пакеты по 20-30 штук, такие трубки не будут требовать использования дополнительных муфт, а также смогут без проблем ответвляться и прокладываться непосредственно до здания. Но и эта технология не оправдала всех ожиданий: проблемы с задувкой волокна все равно возникали, поскольку трубки имели много изгибов.



Поэтому решили делать несколько иначе. Делали для этих трубок общую оболочку. Полученное решение назвали MultiDuct.



Но и здесь возникала проблема из-за наматывания MultiDuct на барабан для транспортировки. Во-первых, в сборке трубок круглого сечения, даже один виток на стандартном барабане из-за разницы расположения трубок внутри сборки, приводил к разнице длины верхней и нижней трубок пакета в теории порядка 6 см -12 см, в зависимости от диаметра сборки (см. на фото слева). На практике, все несколько сложнее, поскольку на трубку действует слишком много самых разных факторов.

Во-вторых, такая сборка обладала значительным эффектом памяти и после разматывания приобретала такой вид, как на фотографии справа (получить прямой кабель после такого хранения труб, уже вряд ли получится). И то, и другое в значительной степени сокращало расстояние, на которое микрокабель мог быть задут. В-третьих, растягивание и сморщивание оболочки трубок на непрогнозируемую величину, в известной мере уменьшало сроки их эксплуатации.

[Краткий экскурс в историю развития кабельной инфраструктуры]

В 2007 году компания придумала Flatliner - плоский пакет трубок, у которой уже не возникало никаких проблем с длиной при наматывании на барабан. В пакете может размещаться от 2 до 12 трубок, а поставлялась она в маленьких барабанах (1200 мм), удобных для использования в городских условиях.

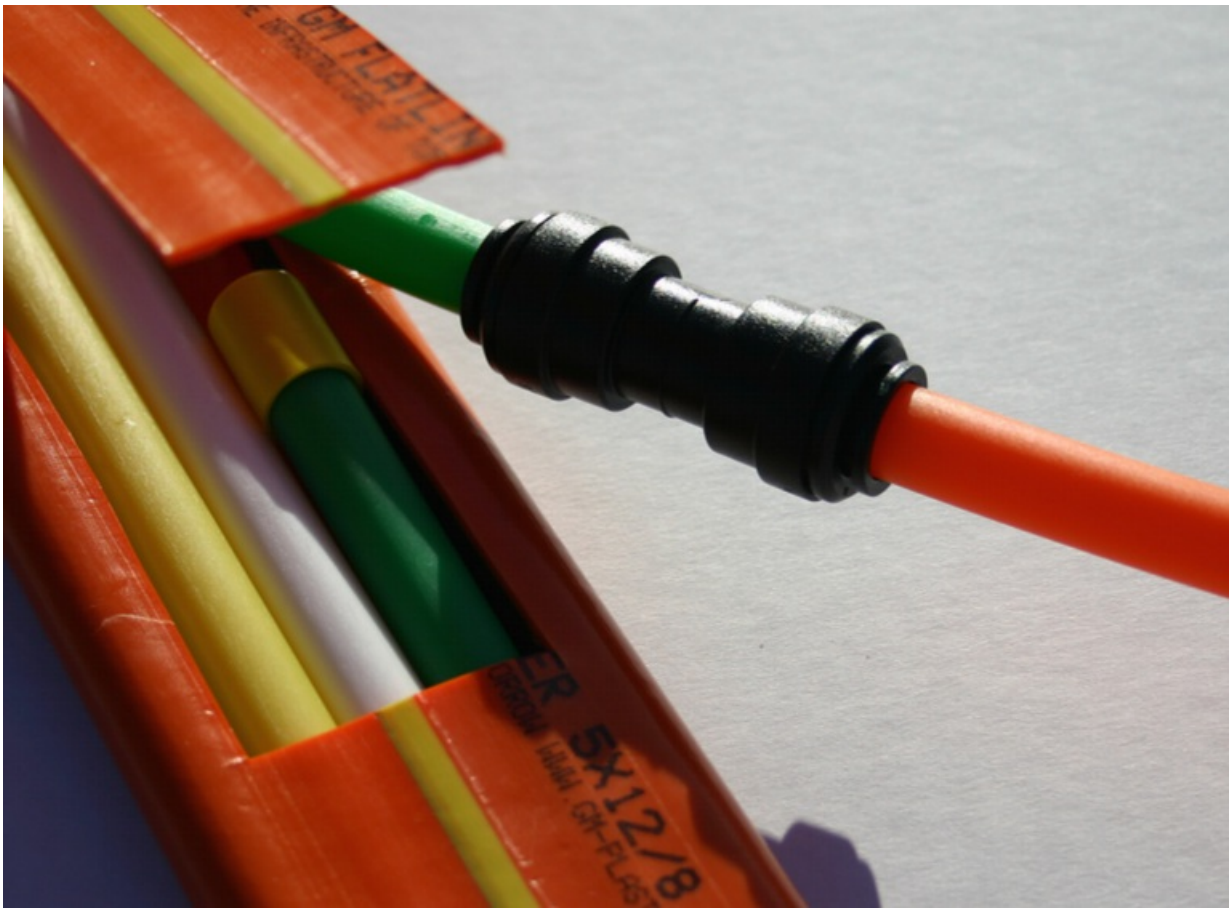






Если нужно проложить, допустим, 50 метров оптоволокна, можно не брать целый барабан, а просто свернуть плоскую трубку в небольшой моток, и привезти его на нужный участок в машине. Flatliner - достаточно гибкая трубка, но выдерживает при этом давление порядка 60 атмосфер.

Соединения и ответвления делаются очень просто. Вскрывается оболочка, отрезается нужная трубка, надевается колпачок и ставится коннектор. Занимает вся процедура меньше минуты. При строительстве сети FTTH или FTTB, это серьезно экономит время.



Микротраншеи

Именно после появления плоских пакетов началось бурное развитие прокладки оптоволокна в микротраншеи. Асфальт или бетон режется специальными фрезами на глубину от 250 мм, в зависимости от географической зоны. В Европе мягкий климат позволяет обходиться минимальным заглублением, а вот в России первые прокладки микротраншей начинались уже с 700 мм.

Типичная ширина разреза - 20-40 мм. Скорость прокладки при этом очень высока: порядка 200-400 метров в день. Очень активно этот способ используется в Испании, где достаточно просто получить на это разрешение. Регуляторы там, в основном, следят за тем, чтобы не был случайно порезан чужой кабель, проложенный точно таким же способом.

[Краткий экскурс в историю развития кабельной инфраструктуры]

[Краткий экскурс в историю развития кабельной инфраструктуры]

Кабель-каналы обычно идентифицируют при помощи бирок. Но когда нужно сделать что-то посередине, приходится решать проблемы другим способом. GM Plast делает микротрубки разного цвета, чтобы было проще идентифицировать их.

[Краткий экскурс в историю развития кабельной инфраструктуры]

[Краткий экскурс в историю развития кабельной инфраструктуры]

Колодцы

Серьёзным подспорьем при минитраншейной прокладке кабеля, являются колодцы из поликарбоната. У этих колодцев есть несколько больших преимуществ. При их монтаже практически не используется тяжелая техника. Один колодец легко можно погрузить в небольшой легковой автомобиль. Рама грузится руками. А служит такой колодец 50 лет, благодаря тому, что поликарбонат не боится воды (то есть, перехода через ноль). А еще он очень крепкий, и даже при сильных изгибах, принимает прежнюю форму. Кроме того, эти колодцы не воспламеняются, устойчивы к воздействию как высоких, так и низких температур, не боятся воздействия химических веществ и активности микроорганизмов. Имеющиеся металлические части в таком колодце сделаны из нержавейки или оцинкованной стали.

У материала ребристая структура, и это значит, что имеется хорошее сцепление с грунтом. Колодец не двигает, не толкает наверх потому, что он негерметичен.

Те кто, использовал эти колодцы, говорят, что ККС всегда с водой, а эти - всегда сухие. Дело в том, что здесь вода входит и выходит (фундамент работает еще и как дренаж), что никак не вредит кабелю. В отличие от традиционных ККС, которые в этом смысле работают, как ванна: если вода попадет внутрь, она там и останется (а попадает вода в них довольно часто).

Колодцы обладают модульной конструкцией.

[Краткий экскурс в историю развития кабельной инфраструктуры]

Колодец выдерживает вертикальную нагрузку 45 тонн, боковую 13 тонн.

Есть несколько разновидностей крышек. Бывают разные размеры рам, самые ходовые - 400x800, 550x1165 и 800x1165 мм (это внутренние размеры). Вся верхняя площадка колодца является рабочей. Поэтому не возникает такой проблемы, как с ККС, когда надо проводить работы в большом бетонном ящике через маленькую круглую дырочку. К тому же, колодцы из поликарбоната не слишком глубокие.

Немаловажен и тот факт, что колодцы могут регулироваться по высоте. И если при эксплуатации грунт осел, или просто неправильно рассчитали размер, имеется возможность изменить высоту до 50 мм.

Таким образом, компания за два десятилетия прошла путь от таких колодцев:

[Краткий экскурс в историю развития кабельной инфраструктуры] [Краткий экскурс в историю развития кабельной инфраструктуры]

[Краткий экскурс в историю развития кабельной инфраструктуры]

...до вот таких.

[Краткий экскурс в историю развития кабельной инфраструктуры]

[Краткий экскурс в историю развития кабельной инфраструктуры]

Шкафы

Не менее важным элементом современной сети, являются распределительные шкафы. Нижняя часть современного шкафа предназначена для задувных работ. Верхняя - для сплайс-коробки и для сварки.

[Краткий экскурс в историю развития кабельной инфраструктуры]

Планирование прокладки оптоволоконных линий по технологии FTTH

При планировании прокладки оптоволоконных линий необходимо решать такие задачи, как компактность и минимизация издержек (например, через увеличение расстояния, на котором можно производить задувку кабеля).

Рассмотрим построение линии с помощью плоской трубки Flatliner 2+6.

Пакет состоит из:

1. Двух фидерных микротрубок для магистрального кабеля (размер трубок либо 20 мм/16 мм, что позволяет разместить до 288 волокон, либо 16 мм/12 мм - до 192 волокон),
2. Шести микротрубок для кабеля доступа (размер либо: 12 мм/8 мм, что позволяет разместить до 72 волокон, либо 10 мм/6 мм - до 24 волокон),

Для распределения 6 микротрубок доступа на 12 домов, используется шкаф.

Две фидерные микротрубки: основная - синяя, резервная - желтая. Предположим, вся зона подключения составляет 144 дома. Мы разбиваем ее на группы по 12 домов. В каждый дом идет одно волокно. Таким образом, мы используем 144 волокна.

[Краткий экскурс в историю развития кабельной инфраструктуры]

У каждой группы домов ставится колодец или шкаф, в котором будет находится муфта. Весь пакет доводим до первого шкафа (колодца), там его режем, и соединяем концы синей трубки, 2-3 метровой трубкой. Двигаемся дальше. Ту же операцию проводим со всеми остальными группами домов. Далее задуваем волокна в синий кабель. На каждом из пунктов (шкаф/колодец) у нас получается резервный объем оптоволокна - 2-3 метра (в трубке, соединяющей разрыв "синей" магистрали).

На ответвлении в одну сторону кабель прокладывается по синей трубке, а в обратную - по резервной - желтой. И в точке ответвления желтая трубка снова соединяется с синей. Таким образом, получается, что по основной улице синий всегда занят, а на ответвлениях используется резерв - желтая трубка. Это позволяет протянуть сеть так далеко, как это необходимо. И при этом у нее будут ответвления за счет резервной ("желтой") магистрали.

Трубки же для доступа используются следующим образом. Разрезаем кабель, достаем 12 волокон, и делаем сварку таким образом, чтобы подключать дома симметрично, относительно условного центра трубками одного цвета. То есть, к примеру, черной трубкой подключаем первые два дома слева и справа от условного центра, белой - вторые дома влево и вправо от центра, и т.д. Таким образом, они в шкафу всегда будут расположены одинаково, поэтому мы всегда будем знать, что например первая и одиннадцатая позиция это голубая трубка. Это будут также знать и планировщик, и строитель.

[Краткий экскурс в историю развития кабельной инфраструктуры]

FTTB/Точка-точка

Здесь используется похожая схема. Тоже Flatliner 2+6. В 6 Flatliners по 144 волокна. На 1 дом требуется 2 волокна.

[Краткий экскурс в историю развития кабельной инфраструктуры]

PON

С PON все то же самое, только добавляются сплитеры.

[Краткий экскурс в историю развития кабельной инфраструктуры]

Продвижение своей сети с помощью Wi-Fi-доступа

Для продвижения своей сети, оператор может создать собственное Wi-Fi-сообщество. Для этого при подключении на фиксированную сеть, абоненту дается 3-5 паролей для подключения к Wi-Fi не только у себя дома, но и в общественных местах (вокзалы, аэропорты, кафе и т.д.). Таким образом, оператор не только повышает лояльность своих клиентов, но и получает дополнительную рекламу, за счет видимости точек доступа для всех, у кого есть мобильное устройство с поддержкой Wi-Fi.

[Краткий экскурс в историю развития кабельной инфраструктуры]

Размещать Wi-Fi-роутеры можно в шкафах или колодцах, выводя наружу лишь антенны. А обеспечить работу точки доступа поможет пакет Power Flatliner, в котором в дополнение к набору трубок 2+6, добавляется еще одна микротрубка, которая используется для прокладки в ней силового кабеля, превращая тем самым пакет в набор 2+6+1. Причем, этот силовой кабель делается под точные требования заказчика.

[Краткий экскурс в историю развития кабельной инфраструктуры]

Фактически, благодаря Power Flatliner можно достаточно легко покрывать Wi-Fi-доступом целые кварталы.

Заключение

Несмотря на все преимущества такого способа прокладки оптоволокна, набор этих решений до сих обходится для отечественного провайдера несколько дороже некоторых других решений. И пока развертывание оптоволоконных кабелей "по воздуху" будет дешевле микротраншейной прокладки, молниеносного развития в этом направлении ожидать не приходится. Вместе с тем, в случае значительного обострения борьбы муниципалитетов с "воздушками", у операторов теперь имеются в запасе и другие варианты, нежели поиск свободного места в чужих колодцах связи.

Тем более что начало в России уже положено. Первые оптоволоконные линии, проложенные таким способом в Екатеринбурге и в Татарстане, успешно "перезимовали", и в эксплуатации пока не вызывают каких-либо нареканий. С учетом вышеизложенных преимуществ, значительного распространения в Европе, да теперь еще и после проверки отечественными реалиями, будущее микротраншейной прокладки выглядит довольно оптимистично и в России.