

# АНАЛИЗ ОПЫТА СТРОИТЕЛЬСТВА линейно-кабельных сооружений ТМК

**В.Андреев**, д.т.н., профессор, президент ПГУТИ,  
**В.Бурдин**, д.т.н., профессор, зав. кафедрой ПГУТИ,  
**Б.Попов**, к.т.н., профессор ПГУТИ,  
**В.Попов**, к.т.н., профессор ПГУТИ / inkat@inbox.ru

УДК 625.78, DOI: 10.22184/2070-8963.2021.93.1.22.27

Приводится анализ опыта строительства линейно-кабельных сооружений транспортной многоканальной коммуникации (ТМК), который показал, что многие необходимые нормативные документы по строительству таких ВОЛС, применению микрокабелей и микротрубок отсутствуют вообще, а некоторые действующие руководящие документы применить к новым технологиям невозможно. Обосновывается необходимость в разработке руководства по строительству линейно-кабельных сооружений ТМК. Предлагается перечень основных вопросов, которые должны быть рассмотрены в таком руководстве.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в России реализуется проект "Создание автодорожных телекоммуникационных сетей", направленный на создание информационной инфраструктуры для развития инновационных технологий в сфере связи и обеспечение качественного исполнения целевых показателей национального проекта "Цифровая экономика Российской Федерации" в части федеральных проектов "Информационная инфраструктура" и "Информационная безопасность". Развитие сетей 5G также тесно связано с совершенствованием информационной инфраструктуры с широким применением волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Реализация линейно-кабельных сооружений транспортной многоканальной коммуникации (ЛКС ТМК), в том числе на автомобильных дорогах федерального и регионального значения, обеспечивает ряд существенных преимуществ при проведении строительно-монтажных работ, высокую надежность и упрощение процессов технической эксплуатации. Вместе с тем существующие в России на сегодняшний день руководящие

документы на линейно-кабельные сооружения ВОЛС не учитывают особенностей строительства и эксплуатации ЛКС ТМК. В связи с этим актуальной задачей является разработка нормативно-технической базы по строительству ТМК как объекта интеллектуальных транспортных систем.

Прокладка ВОЛС с использованием технологии ТМК обеспечит высокую надежность объекта в связи с отсутствием биологических и механических факторов, негативно влияющих на этот показатель, и круглогодичную доступность, снижение затрат на строительство и эксплуатацию ВОЛС в два-три раза по сравнению с традиционными методами прокладки. Низкая себестоимость строительства, в свою очередь, позволяет снизить цены для потребителей. Рассматриваемая технология также обеспечивает возможность легкого увеличения пропускной способности линий связи в будущем без проведения земляных работ. Реализация проекта создает основу для развития всех перспективных услуг связи, включая переход к сетям стандарта 5G и повсеместному внедрению Интернета вещей. Будут обеспечены потребности любых проектов

общенационального масштаба (безопасность, теле-медицина, дистанционное образование, передача каналов цифрового телевидения в форматах HD, 3D и др.).

На сегодняшний день реализация информационной инфраструктуры на основе ЛКС ТМК находится на стадии становления и отсутствуют какие-либо отечественные регламентирующие документы.

Понятие "ЛКС ТМК" определено впервые в п. 3.103 изменений № 2 к своду правил СП-34.13330.2012 "СНиП 2.05.02.85\* Автомобильные дороги", утвержденных приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 февраля 2019 года № 128/пр. Согласно данному документу ЛКС ТМК – это "объекты инженерной инфраструктуры на основе микротрубочной многоканальной коммуникации, проложенной в том числе вдоль линейных транспортных объектов в мини-траншее для размещения в них кабелей различного назначения".

Для разработки нормативно-технической базы по строительству ЛКС ТМК необходимо провести анализ опыта строительства в России ЛКС по традиционным технологиям прокладки в грунт и технологии ТМК и определить перечень вопросов, которые необходимо рассмотреть для подготовки руководства по строительству ЛКС на основе микротрубочной многоканальной коммуникации.

### **Анализ опыта строительства линейно-кабельных сооружений по традиционным технологиям**

Сегодня в нашей стране строительство подземных ВОЛС с помощью прокладки оптического кабеля (ОК) в грунт проводится, как правило, с применением двух технологий:

- прокладка бронированного ОК непосредственно в грунт;
- прокладка небронированного ОК в защитные полимерные трубы (ЗПТ).

Здесь следует отметить, что магистральные и внутризоновые ВОЛС ПАО "Ростелеком" строились и строятся сегодня в основном методом прокладки ОК непосредственно в грунт. Крупные операторы мобильной связи ПАО "Мегафон" и ПАО "ВымпелКом" в большинстве случаев применяют технологию прокладки ОК в ЗПТ. ПАО "МТС" использует обе технологии прокладки ОК.

Проведем сравнительный анализ структуры технологических процессов по упомянутым выше технологиям, рассмотрев основные этапы прокладки кабеля непосредственно в грунт и в ЗПТ.

### **Разработка ППР**

При составлении плана производства работ (ППР) изучается не только проектная документация, но и проводится натурное обследование трассы ВОЛС, при этом основное внимание уделяется сложным участкам (пересечение рек, оврагов, лесопосадок, других подземных коммуникаций и т.д.), так как от этого зависит оперативность прокладки ОК по той причине, что бронированные кабели достаточно часто приходится перематывать в местах пересечения (строительная длина достаточно большая – составляет 4 км – и разрезать его нельзя). Результаты натурального обследования трассы ВОЛС позволяют получить ценные сведения, на основании которых разрабатываются уточненные планы прокладки ОК и календарный план производства работ. В обязательном порядке в ППР предусматривается входной контроль поступающего на объект ОК.

При проведении подготовительных работ по прокладке ОК в ЗПТ рассматриваются практически те же вопросы, что и при укладке ОК непосредственно в грунт. Отметим только, что в данном случае в ППР следует предусмотреть входной контроль не только ОК, но и ЗПТ, которые поступают на объект строительства. При этом подчеркнем, что входной контроль ЗПТ следует проводить очень тщательно. Кроме визуального контроля, необходимо проверять трубу на овальность, герметичность, а также на отсутствие зауженности ее внутреннего сечения путем прогона калибра. Правильно проведенный входной контроль ЗПТ позволяет заметно сократить время на пневмозадувку в нее облегченного ОК.

### **Группирование строительных длин ОК**

При подборе строительных длин ОК следует исходить из того, что на одном регенерационном участке должен быть проложен кабель одной марки. При группировании строительных длин грунтового ОК, стремятся к тому, чтобы какие-либо пересечения трассы ВОЛС находились ближе к концу строительной длины ОК. Места размещения оптических муфт необходимо выбирать с учетом того, чтобы к ним могла беспрепятственно подъехать машина монтажно-измерительной лаборатории.

Необходимость проведения тщательного группирования строительных длин ОК при прокладке непосредственно в грунт обусловлена большой потерей времени и средств на прокладку кабеля практически на каждом месте пересечений с препятствиями. При этом отметим, что в практике строительства кабельных линий нередки ситуации, когда владелец (управляющий) участка земли, наземных или подземных коммуникаций в процессе работы

запрещает их пересечение. При прокладке ОК непосредственно в грунт в этом случае мехколонна простаивает, пока не будет согласовано разрешение на пересечение (проход по участку).

При применении же технологии ЗПТ простоев мехколонны нет. Прокладываемые трубы обрезаются, мехколонна продвигается вперед и строительство продолжают на участках трассы, для которых получено разрешение. На "пропущенных" участках ЗПТ прокладывается позже – после получения разрешений. При использовании технологии ЗПТ заметно упрощаются требования к группированию строительных длин, так как при прокладке трубы кабелеукладчиком в местах пересечения с препятствием допускается, по необходимости, ее разрезание с последующим герметичным соединением при помощи муфт или методом сварки.

## **Прокладка бронированного ОК и ЗПТ в грунт с помощью кабелеукладчика**

Прокладка ОК в грунт с помощью кабелеукладчика является наиболее ответственной, так как существует вероятность повреждения кабеля. Значительные механические нагрузки, которые действуют на прокладываемый ОК, способны его повредить. Прежде чем прокладывать кабель на сложных участках трассы, нужно выполнить предварительную пропорку грунта (возможно многократную). Грунт пропарывается на глубину прокладки ОК – 1,2 м. Нужно также следить за тем, чтобы не происходило резкое изменение глубины прокладки ОК в грунте. При прокладке кабеля в ЗПТ механические нагрузки, действующие на ОК при его задувке, практически исключены.

При прокладке ЗПТ с помощью кабелеукладчика технология производства работ отличается от прокладки ОК незначительно. В процессе прокладки нужно следить за тем, чтобы соблюдался допустимый радиус изгиба трубы и необходимая глубина прокладки.

Еще до прокладки ЗПТ необходимо определить на местности и подготовить те участки трассы, где не может применяться кабелеукладчик. Это нужно для того, чтобы обеспечить непрерывную прокладку трубы.

В тех местах, где требуется сделать более крутой поворот, чем это может обеспечить кабелеукладчик, по радиусу поворота необходимо сделать траншею. Если ЗПТ прокладывается вблизи других подземных коммуникаций, нужно предотвратить их повреждение. Если препятствие находится недалеко от места, где должна закончиться прокладка строительной длины ЗПТ, то нужно остановить кабелеукладчик перед препятствием, вынуть трубу из кассеты ножа, размотать ее с барабана, протянуть под препятствием

и разложить ее вдоль трассы прокладки, снова зарядить ЗПТ в кассету ножа и завершить ее прокладку.

После прокладки и монтажа трубопровода необходимо проверить его на проходимость, герметичность и чистоту внутренней поверхности. По результатам проверки оформляется протокол.

## **Прокладка ОК на переходах через подземные коммуникации**

В местах пересечений с подземными коммуникациями кабель затягивают в защитные трубы. Защитные трубы прокладывают под пересекаемыми препятствиями закрытым (горизонтальным проколом, горизонтально-наклонным бурением) или открытым (траншейным) способами. Прокладка защитных труб обычно выполняется заранее, до того, как начнется прокладка ОК на пересечении. При этом нужно стремиться к тому, чтобы не разрезать прокладываемый кабель. Перед пересекаемым препятствием ОК сматывают с кабельного барабана и выкладывают "восьмеркой" или "петлями". Далее прокладывают кабель под препятствием в заранее проложенную защитную трубу. Затем ОК наматывают на кабельный барабан, заряжают его в кассету кабелеукладчика, после чего продолжают прокладку.

Здесь следует отметить, что при прокладке ЗПТ в грунт при помощи кабелеукладчика пересечение разного рода подземных коммуникаций, по сравнению с прокладкой ОК непосредственно в грунт, осуществляется заметно проще, так как ЗПТ допускается разрезать.

## **Монтаж оптических муфт**

В настоящее время монтаж ОК с круглопроволочной броней при строительстве ВОЛС в большинстве случаев осуществляется при помощи отечественных муфт, например, типа МТОК. По существу технологии монтажа ОК при прокладке его непосредственно в грунт и в ЗПТ практически не отличаются.

## **Измерения ОК в процессе строительства ВОЛС**

Объем измерений параметров оптических кабелей в процессе строительства и на смонтированном регенерационном участке при прокладке непосредственно в грунт и в ЗПТ практически одинаков. Здесь только следует отметить, что по завершению прокладки и монтажа муфт кабеля, прокладываемого непосредственно в грунт, производится контроль состояния внешней защитной полиэтиленовой оболочки путем измерения сопротивления изоляции круглопроволочной брони относительно земли. Приемосдаточные измерения для рассматриваемых технологий практически одинаковы. Исключением



являются измерения по контролю герметичности ЗПТ после пневмозадувки в нее ОК.

Анализ опыта строительства линейно-кабельных сооружений по традиционным технологиям позволяет сказать, что в регионах России с достаточно эффективным развитием экономики чаще используется технология прокладки ОК в ЗПТ. Видимо, не случайно при строительстве своих волоконно-оптических сетей российские операторы мобильной связи предпочтение отдают в основном этой технологии. Данный вывод подтверждается и в работах [1, 2]. Чем больше емкость ОК, тем более выгодно прокладывать его в ЗПТ по сравнению с прокладкой непосредственно в грунт. При этом статистика повреждений ОК показывает, что повреждаемость кабелей в ЗПТ по сравнению с бронированными ОК в земле ниже более чем в два раза. Здесь уместно отметить, что сегодня операторы связи заказывают ОК с большим числом волокон, чем в прошлые годы.

#### Анализ опыта строительства линейно-кабельных сооружений на основе микротрубочной многоканальной коммуникации

Как отмечено выше, строительство ЛКС ТМК предусматривает прокладку миниатюрных оптических

кабелей в микротрубках. Достоинства использования микрокабелей и микротрубок при строительстве ВОЛС состоят, в первую очередь, в значительном уменьшении массо-габаритных параметров ЛКС. Следствием этого является экономия расхода материалов, транспортных расходов, удешевление оборудования для строительства и эксплуатации ЛКС ВОЛС.

В России технология микротрубок начала внедряться сравнительно недавно. Первоначально микротрубки задувались в проложенную в грунте ЗПТ одновременно с ОК. Затем, по мере необходимости, в микротрубки задувались микрокабели.

Основные положения технологии построения микротрубочной кабельной канализации для прокладки оптических кабелей (ЛКС ТМК ВОЛС) регламентированы рекомендацией Международного союза электросвязи МСЭ-Т L.162. Требования к оптическим микрокабелям, предназначенным для пневмопрокладки в каналы микротрубочной канализации, изложены в рекомендациях МСЭ-Т L.108. Частные случаи прокладки микротрубок ЛКС ТМК ВОЛС рассмотрены в документах МСЭ-Т L.38, МСЭ-Т L.48, МСЭ-Т L.77.

В отечественной литературе, на наш взгляд, наиболее полно анализ основных положений технологии ЛКС ТМК ВОЛС, факторов ее возникновения и перспектив представлен в работе А.Ю.Цыма и И.А.Иванова [3].



## СЗАО «Белтелекабель»

организовано 17 декабря 1996г.



Наше предприятие производит **волоконно-оптический кабель различного назначения**, в том числе волоконно-оптический кабель для внутренней прокладки, городской телефонный кабель, малопарный кабель, кабель станционный, кабель сигнально-блокировочный, кабель абонентской связи, кабель силовой напряжением до 1кВ в различном исполнении, в том числе огнестойкие, самонесущие изолированные провода СИП-1, СИП-2, СИП-3, СИП-4 и неизолированные провода для передачи электроэнергии А, АС.

На всю выпускаемую продукцию имеются документы о подтверждении соответствия: сертификаты, декларации.

Республика Беларусь 220075 г. Минск ул. Селицкого 21/5 Тел/факс: +375 17 299 68 22 e-mail: et@beltelecabel.by  
www.beltelecabel.by

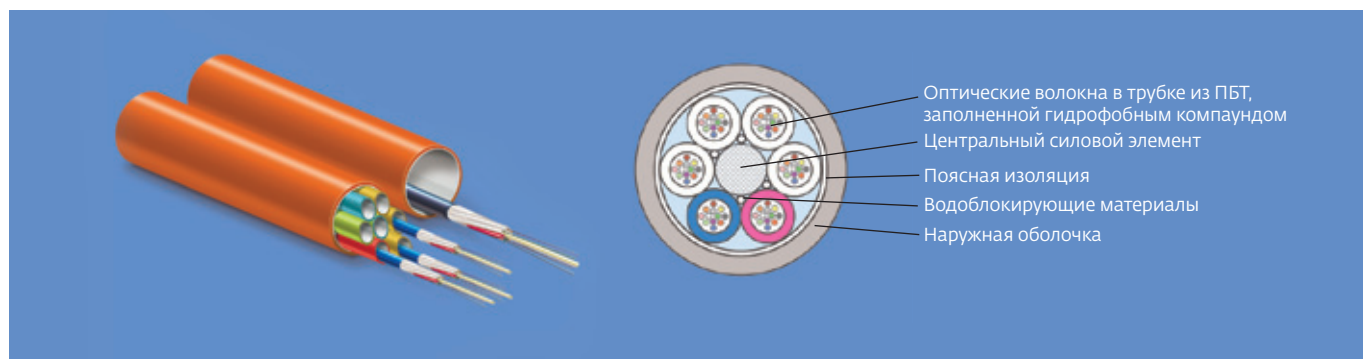


Рис.1. Оптический микрокабель ОКЛм

Необходимо отметить, что технология ЛКС ТМК ВОЛС прежде всего ориентирована на пневмопрокладку оптического микрокабеля в кабельный канал микротрубок, что позволяет обеспечивать расстояние между смотровыми устройствами до 1-2 км. Для формирования кабельного канала при таких расстояниях необходимы надежные, простые и недорогие способы последовательного соединения трубок между собой.

Отдельная одиночная микротрубка представляет собой, как правило, гибкую трубку из пластика с внешним диаметром от 3 до 20 мм и предназначена преимущественно для размещения одного оптического кабеля. Трубки с наружным диаметром 20 мм и более обычно называют защитными трубами. Преимущество микротрубок диаметром менее 20 мм заключается в простоте и надежности их соединения. Они, в отличие от труб большего диаметра, не требуют для монтажа компрессионных фитингов, а могут быть соединены с помощью недорогих и удобных разъемов типа push-fit.

Пакет между смотровыми устройствами включает, как правило, от 1 до 20 микротрубок. Известно применение как отдельных микротрубок, из которых пакет формируется в процессе строительства путем совместной прокладки, так и пакетов связанных микротрубок в заводском исполнении, заключенных в общую оболочку, либо закрепленных на тонкой "сетке" (ленте) из полиэтилена высокой плотности (HDPE). Пакеты микротрубок могут прокладываться непосредственно в грунт кабелеукладчиком, в траншею, в защитном трубопроводе, в тоннелях, на опорах, мостах и иной инфраструктуре. При необходимости возможна прокладка пакетов микротрубок по бестраншейной технологии.

Прокладка ОК в микротрубку производится в основном методом "задувки" (пневмопрокладки). Однако при необходимости и возможности могут быть использованы и другие способы: проталкивание или затягивание кабеля.

Следует отметить, что технология микротрубки появилась за рубежом достаточно давно, и уже более 15 лет прокладка ОК в полотно (обочину) автомобильных дорог массово применяется во многих странах. В России пионером внедрения инновационной технологии выступила и сегодня активно применяет ее компания "СМАРТС" со штаб-квартирой в Самаре. Она уже создала в Самарской области разветвленную телекоммуникационную волоконно-оптическую инфраструктуру, прокладываемую вдоль автомобильных дорог с использованием пластиковых микротрубок по собственной запатентованной технологии строительства. К концу 2020 года ее общая протяженность составила около 1500 км [4]. ТМК "СМАРТС" проложена в том числе вдоль федеральной трассы М5 на протяжении от Сызрани до Сергиевска с заходом в Самару. Сегодня компания вышла на федеральный уровень и ведет проектирование ТМК по трассе от Сызрани до госграницы с Финляндией.

Для задувки в микротрубки разработаны специальные отечественные оптические микрокабели. В качестве примера на рис.1 представлен типичный вариант микрокабелей, которые могут применяться в подобных проектах, - типа ОКЛм производства ЗАО "СОКК".

## Выводы

Проведенный анализ опыта строительства ЛКС ТМК показал, что многие нормативные документы по строительству ВОЛС в ЗПТ, применению микрокабелей и микротрубок отсутствуют вообще, некоторые действующие руководящие документы применить к новым технологиям ЛКС ТМК весьма трудно, а порой и невозможно. Таким образом, имеется настоятельная необходимость в разработке руководства по строительству линейно-кабельных сооружений транспортной многоканальной коммуникации. В этом руководстве должны быть рассмотрены, в частности, следующие вопросы:

- общие положения по строительству ЛКС ТМК;
- конструкции ТМК и оптических кабелей с рассмотрением механических и оптических характеристик;
- организация строительства (подготовка кадров; обеспечение технологической документацией; обеспечение механизмами; обеспечение устройствами для монтажа ТМК и ОК, а также монтажными материалами; оборудование монтажно-измерительной лаборатории и помещений для проведения входного контроля ОК; организация служебной связи; обеспечение бланками протоколов, паспортами и пр.);
- подготовительные работы, в том числе входной контроль;
- прокладка и монтаж ТМК;
- монтаж и оснащение колодцев ТМК;
- ввод ТМК и кабеля в здания, на опоры и мачты;
- прокладка ТМК на переходах через железные и автомобильные дороги, через реки и водоемы, на пересечениях с подземными коммуникациями;
- защита ЛКС ТМК от механических повреждений при реконструкции, капитальном и текущем ремонте автомобильных дорог;

- переустройство ЛКС ТМК при реконструкции, капитальном и текущем ремонте автомобильных дорог;
- восстановление асфальтобетонного покрытия после прокладки ЛКС ТМК открытым способом (в укрепленной части обочины автомобильных дорог);
- контроль качества монтажа ТМК.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев В.А., Бурдин В.А., Гаврюшин С.А., Попов Б.В. Анализ надежности подземных оптических кабелей при различной технологии их прокладки // Инфокоммуникационные технологии. 2014. № 2. С. 31–35.
2. Андреев В., Бурдин В., Попов В. Анализ капитальных затрат на строительство подземных ВОЛП // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2014. № 2. С. 74–79.
3. Цым А.Ю., Иванов И.А. ТМК – инновационная технология модернизации российской информационной инфраструктуры // Фотон-экспресс. 2011. № 2. С. 34–39.
4. Попов С., Набоких Л. "Связь-2020": пандемии вопреки // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2020. № 7–8. С. 12–24.



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

# «ЯУЗА-КАБЕЛЬ»

## Волоконно-оптические кабели

Разработка и производство волоконно-оптических и комбинированных кабелей (в том числе-специального назначения). Категория качества "ВП".

141004, г. Мытищи, М.О.  
Ул. Силикатная, д.19  
www: <http://www.yuzacabel.ru>  
E-mail: [yuzacabel@df.ru](mailto:yuzacabel@df.ru)  
[yuzacabel@mail.ru](mailto:yuzacabel@mail.ru)  
Тел.: + 7 (903) 726-84-69, (495) 230-04-27, (495) 241-27-00  
Тел./факс: (495) 583-13-62

