

**Кшиштоф Ойдана**

Продукт-менеджер компании **MOLEX PREMISE NETWORKS**

**Система пневматической  
Прокладки  
Волоконных световодов**

**Laserstream**

## Введение

---

### назначение системы

Волоконный световод как среда передачи информации обладает в несколько раз меньшим затуханием по сравнению с электроводным кабелем, обеспечивает очень широкую полосу пропускания и, кроме того, совершенно нечувствителен к электромагнитным помехам.

Данные характерные особенности могут быть в полной мере использованы в процессе построения различных сетей, для которых особо важное значение имеет сохранение конфиденциальности передаваемой информации. Столь же большой популярностью пользуется исполнение технических средств волоконной оптики для передачи телефонных сигналов на большие расстояния. В Польше относительно редко встречаются сети, в которых в качестве единой среды передачи используются оптические кабели (так называемые решения типа "волокно до рабочего места"). Однако оптическая техника весьма популярна для реализации межэтажных соединений, а также для организации связи отдельных зданий.

В основу идеи создания системы пневматической прокладки положено стремление к уменьшению той части эксплуатационных расходов компании, которая направляется на поддержку функционирования кабельной инфраструктуры. Данное решение ориентировано преимущественно на те организации, которые имеют развитую оптическую кабельную систему. В процессе выполнения работ по ее созданию в обязательном порядке необходимо принять стратегическое решение по выбору одного из возможных вариантов создания сети.

- Первым из них является подход на основе расхода на начальном этапе несколько большего количества финансовых ресурсов и прокладке оптических кабелей заведомо большей емкости, которые обеспечивают требуемое количество трактов передачи как на момент сдачи сети в эксплуатацию, так и в обозримой перспективе. Органическим недостатком данной стратегии является эффект "замораживания" финансовых средств, возврат потерь от которого в процессе функционирования сети остается под вопросом.
- Второй подход предполагает использование кабелей минимальной емкости, которая затем наращивается в процессе эксплуатации, однако за счет расхода существенно больших ресурсов как в пересчете на отдельное волокно, так и самой установки в целом.

Предлагаемое решение на основе пневматической прокладки может представлять существенный интерес для:

- Компаний, которые обеспечивают предоставление телекоммуникационных сервисов для различных разновидностей бизнеса и которые стремятся к экономии финансовых ресурсов, направляемых на создание кабельной инфраструктуры за счет оптимизации количества волокон, требуемых в данный конкретный момент.
- Конечных пользователей, эксплуатирующих развитые волоконно-оптические сети.
- Техпользователей, которые стремятся обеспечить простоту и высокую скорость модернизации своей сети для ее приведения в соответствие с современными тенденциями в области кабельных систем.

## ОСНОВНАЯ ИДЕЯ СИСТЕМЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ПРОКЛАДКИ

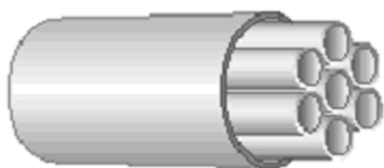


Рис. 1. 7-трубчатый кабель внутренней прокладки

Основная идея системы пневматической прокладки основана на том, что в процессе создания кабельной инфраструктуры вместо обычных кабелей прокладываются трубчатые кабели, сердечник которых сформирован из пустотелых трубок диаметром примерно 5 мм. Применение решения позволяет всегда иметь в эксплуатации то количество волокон, которые требуются в данный конкретный момент, а также свободные трубки, в которые световоды будут вдвигаться в перспективе по мере возникновения такой необходимости.

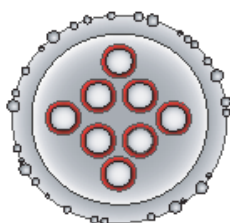


Рис. 2. Поперечное сечение 8-волоконного микрокабеля

Для обеспечения возможности реализации технологии пневматической прокладки и простоты ее практического выполнения в составе системы применяются оптические кабели специальной конструкции. Отдельные одномодовые или многомодовые световоды (по 2, 4, 8 или 12) формируются в форме так называемого микрокабеля, рис. 2.

Внешняя поверхность оболочки такого микрокабеля специально формируется таким образом, чтобы обладать достаточно высокой твердостью в сочетании с низким коэффициентом трения. Это дает возможность выполнять их вдвигание в трубки. Одновременно микрокабелю придается достаточно высокая гибкость, что позволяет проходить с его помощью повороты кабельной трассы.

В одну трубку можно вдвигать только один микрокабель. При выполнении определенных условий микрокабель может быть использован повторно и вдвигаться в другую трубку.

Для выполнения прокладки многоволоконного микрокабеля на одной из сторон трубки необходимо установить рабочую головку, которая под давлением 10 бар подает в трубку сжатый газ и дополнительно позволяет контролировать процесс подачи волокна. С другой стороны канала монтируется наконечник типа 'air stone', который содержит материал, пропускающий воздух и обеспечивает поддержание в канале оптимальных условий для прокладки микрокабеля.

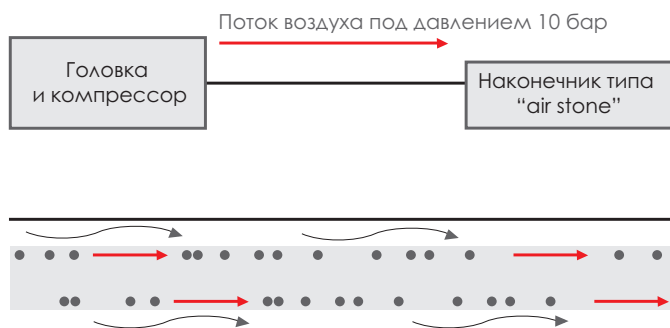


Рис. 3. Схема процесса пневматической прокладки микрокабеля

Процесс прокладки начинается с регулирования скорости подачи микрокабеля в трубку на головке. Подающий механизм обеспечивает создание усилия, ориентированного в осевом направлении микрокабеля, под действием которого он начинает свое продвижение по каналу.

Дополнительно поток воздуха воздействует на шероховатую верхнюю поверхность микрокабеля (см. рис. 3) и создает определенное усилие, продвигающее его в трубке.

## продукты, входящие в состав системы

### кабель Laserstream

Кабель Laserstream, который называется также трубчатым кабелем, представляет собой совокупность нескольких трубок внешним диаметром 5 мм, окруженных общей оболочкой. В процессе реализации сети могут быть использованы кабели двух различных типов.



Рис. 4. Внешний вид кабели внешней и внутренней прокладки, входящих в состав системы Laserstream

- Кабели внутренней прокладки, которые предназначены для использования внутри зданий и имеют оболочку изготовленную из негорючего материала, в т.ч. с низким дымовыделением и без галогенов LSZH.
- Кабели внешней прокладки, которые прокладываются между отдельными зданиями. В состав конструкции этого изделия входит дополнительная металлическая оболочка, которая предохраняет трубки от влаги и грызунов.

Полноправным элементом конструкции кабеля является также разрывная нить (так называемый rip-cord).

Номер по каталогу	Описание
Кабели внутренней прокладки	
BFT-00031	Кабель внутренней прокладки Laserstream, 1 трубка, полиэтилен высокого давления, 500 m
BFT-00031	Кабель внутренней прокладки Laserstream, 1 трубка, негорючий материал LSZH, 500 m
BFT-00002	Кабель внутренней прокладки Laserstream, 2 трубки, негорючий материал LSZH, 500 m
BFT-00003	Кабель внутренней прокладки Laserstream, 4 трубки, негорючий материал LSZH, 500 m
BFT-00004	Кабель внутренней прокладки Laserstream, 7 трубок, негорючий материал LSZH, 500 m
BFT-00005	Кабель внутренней прокладки Laserstream, 1 трубка, полиэтилен высокого давления, 1000 m
BFT-00006	Кабель внутренней прокладки Laserstream, 1 трубка, негорючий материал LSZH, 1000 m
BFT-00007	Кабель внутренней прокладки Laserstream, 2 трубки, негорючий материал LSZH, 1000 m
BFT-00008	Кабель внутренней прокладки Laserstream, 4 трубки, негорючий материал LSZH, 1000 m
BFT-00009	Кабель внутренней прокладки Laserstream, 7 трубок, негорючий материал LSZH, 1000 m
BFT-00010	Кабель внутренней прокладки Laserstream, 12 трубок, негорючий материал LSZH, 1000 m
BFT-00033	Кабель внутренней прокладки Laserstream, 1 трубка, полиэтилен высокого давления, 2000 m
BFT-00011	Кабель внутренней прокладки Laserstream, 1 трубка, негорючий материал LSZH, 2000 m
BFT-00012	Кабель внутренней прокладки Laserstream, 2 трубки, негорючий материал LSZH, 2000 m
BFT-00013	Кабель внутренней прокладки Laserstream, 4 трубки, негорючий материал LSZH, 2000 m
BFT-00014	Кабель внутренней прокладки Laserstream, 7 трубок, негорючий материал LSZH, 2000 m
BFT-00015	Кабель внутренней прокладки Laserstream, 12 трубок, негорючий материал LSZH, 2000 m
Кабели внешней прокладки	
BFT-00016	Кабель внешней прокладки Laserstream, 1 трубка, AR, 500 m
BFT-00017	Кабель внешней прокладки Laserstream, 2 трубки, AR, 500 m
BFT-00018	Кабель внешней прокладки Laserstream, 4 трубки, AR, 500 m
BFT-00019	Кабель внешней прокладки Laserstream, 7 трубок, AR, 500 m
BFT-00020	Кабель внешней прокладки Laserstream, 1 трубка, AR, 1000 m
BFT-00022	Кабель внешней прокладки Laserstream, 2 трубки, AR, 1000 m
BFT-00023	Кабель внешней прокладки Laserstream, 4 трубки, AR, 1000 m
BFT-00024	Кабель внешней прокладки Laserstream, 7 трубок, AR, 1000 m
BFT-00025	Кабель внешней прокладки Laserstream, 12 трубок, AR, 1000 m
BFT-00026	Кабель внешней прокладки Laserstream, 1 трубка, AR, 2000 m
BFT-00027	Кабель внешней прокладки Laserstream, 2 трубки, AR, 2000 m
BFT-00028	Кабель внешней прокладки Laserstream, 4 трубки, AR, 2000 m

Таблица 1. Каталожные номера кабелей Laserstream

## микрокабель

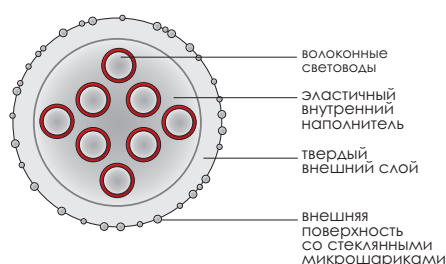


Рис. 5. Поперечное сечение микрокабеля

Микрокабель представляет собой центральный элемент системы Laserstream.

Конструкция микрокабеля является достаточно сложной, а использованные при ее создании технические решения отличаются тщательностью проработки. Под оболочкой микрокабеля находится от 2 до 12 волоконных световодов, которые образуют симметричную структуру. В случае двухволоконного кабеля в состав конструкции его сердечника введена дополнительная разрывная нить, которая

облегчает доступ к его волокнам. Ее применение позволяет получить симметричность конструкции. Отдельные световоды окружены мягким эластичным материалом, который эффективно предохраняет их от механических воздействий при сгибании и сжатии кабеля, то есть фактически выполняет функции «области управляемой деформации» в легковом автомобиле.

Следующий слой образует твердая внешняя оболочка, внешняя поверхность которой обладает высокой шероховатостью за счет внедрения в нее большого количества стеклянных микрошариков. Применение подобной конструкции внешней оболочки обеспечивает надежную защиту световодов от механических воздействий, а также позволяет получить очень низкий коэффициент трения.

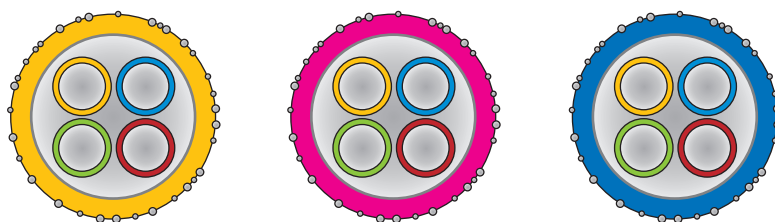
Микрокабели доступны в следующих вариантах

- 2-волоконные;
- 4-волоконные;
- 8-волоконные;
- 12-волоконные.

В конструкции микрокабеля применяются следующие разновидности волоконных световодов.

- Многомодовые 62,5/125 OM1; 50/125 OM2; 50/125 OM3
- Одномодовые 9/125 OS1

Тип волокна задается цветом внешней оболочки



Тип волокна	SM 9/125	MM 62,5/125	MM 50/125
Цвет покрытия	Желтый	Розовый	Голубой

Рис. 6. Цветовая индикация типа волокон микрокабеля

Многомодовые микрокабели	
BFC-00020	Многомодовый микрокабель Laserstream 2 x MM (OM1) 62,5/125, 500 м
BFC-00021	Многомодовый микрокабель Laserstream 2 x MM (OM1) 62,5/125, 1000 м
BFC-00022	Многомодовый микрокабель Laserstream 2 x MM (OM1) 62,5/125, 2000 м
BFC-00023	Многомодовый микрокабель Laserstream 2 x MM (OM1) 62,5/125, 4000 м
BFC-00024	Многомодовый микрокабель Laserstream 4 x MM (OM1) 62,5/125, 500 м
BFC-00025	Многомодовый микрокабель Laserstream 4 x MM (OM1) 62,5/125, 1000 м
BFC-00026	Многомодовый микрокабель Laserstream 4 x MM (OM1) 62,5/125, 2000 м
BFC-00027	Многомодовый микрокабель Laserstream 4 x MM (OM1) 62,5/125, 4000 м
BFC-00028	Многомодовый микрокабель Laserstream 8 x MM (OM1) 62,5/125, 500 м
BFC-00029	Многомодовый микрокабель Laserstream 8 x MM (OM1) 62,5/125, 1000 м
BFC-00030	Многомодовый микрокабель Laserstream 8 x MM (OM1) 62,5/125, 2000 м
BFC-00031	Многомодовый микрокабель Laserstream 8 x MM (OM1) 62,5/125, 4000 м
BFC-00035	Многомодовый микрокабель Laserstream 12 x MM (OM1) 62,5/125, 1000 м
BFC-00036	Многомодовый микрокабель Laserstream 12 x MM (OM1) 62,5/125, 2000 м
BFC-00037	Многомодовый микрокабель Laserstream 12 x MM (OM1) 62,5/125, 4000 м
BFC-00008	Многомодовый микрокабель Laserstream 2 x MM (OM2) 50/125, 500 м
BFC-00009	Многомодовый микрокабель Laserstream 2 x MM (OM2) 50/125, 1000 м
BFC-00010	Многомодовый микрокабель Laserstream 2 x MM (OM2) 50/125, 2000 м
BFC-00011	Многомодовый микрокабель Laserstream 2 x MM (OM2) 50/125, 4000 м
BFC-00012	Многомодовый микрокабель Laserstream 4 x MM (OM2) 50/125, 500 м
BFC-00013	Многомодовый микрокабель Laserstream 4 x MM (OM2) 50/125, 1000 м
BFC-00014	Многомодовый микрокабель Laserstream 4 x MM (OM2) 50/125, 2000 м
BFC-00015	Многомодовый микрокабель Laserstream 4 x MM (OM2) 50/125, 4000 м
BFC-00016	Многомодовый микрокабель Laserstream 8 x MM (OM2) 50/125, 500 м
BFC-00017	Многомодовый микрокабель Laserstream 8 x MM (OM2) 50/125, 1000 м
BFC-00018	Многомодовый микрокабель Laserstream 8 x MM (OM2) 50/125, 2000 м
BFC-00019	Многомодовый микрокабель Laserstream 8 x MM (OM2) 50/125, 4000 м
BFC-00032	Многомодовый микрокабель Laserstream 12 x MM (OM2) 50/125, 1000 м
BFC-00033	Многомодовый микрокабель Laserstream 12 x MM (OM2) 50/125, 2000 м
BFC-00034	Многомодовый микрокабель Laserstream 12 x MM (OM2) 50/125, 4000 м
BFC-00038	Многомодовый микрокабель Laserstream 2 x MM (OM3) 50/125, 2000 м
BFC-00039	Многомодовый микрокабель Laserstream 2 x MM (OM3) 50/125, 4000 м
BFC-00040	Многомодовый микрокабель Laserstream 4 x MM (OM3) 50/125, 2000 м
BFC-00041	Многомодовый микрокабель Laserstream 4 x MM (OM3) 50/125, 4000 м
BFC-00042	Многомодовый микрокабель Laserstream 8 x MM (OM3) 50/125, 2000 м
BFC-00043	Многомодовый микрокабель Laserstream 8 x MM (OM3) 50/125, 4000 м
BFC-00044	Многомодовый микрокабель Laserstream 12 x MM (OM3) 50/125, 2000 м
BFC-00045	Многомодовый микрокабель Laserstream 12 x MM (OM3) 50/125, 4000 м
Одномодовые микрокабели	
BFC-00001	Одномодовый микрокабель Laserstream 2 x SM (OS1)8/125, 1000 м
BFC-00002	Одномодовый микрокабель Laserstream 2 x SM (OS1)8/125, 2000 м
BFC-00003	Одномодовый микрокабель Laserstream 2 x SM (OS1)8/125, 4000 м
BFC-00004	Одномодовый микрокабель Laserstream 4 x SM (OS1)8/125, 2000 м
BFC-00005	Одномодовый микрокабель Laserstream 8 x SM (OS1)8/125, 1000 м
BFC-00006	Одномодовый микрокабель Laserstream 8 x SM (OS1)8/125, 2000 м
BFC-00007	Одномодовый микрокабель Laserstream 12 x SM (OS1)8/125, 1000 м

Таблица 2. Микрокабели системы Laserstream

Соединители данной разновидности выполняют очень важную роль и используются для сращивания отдельных строительных длин трубчатого кабеля, что позволяет создавать разветвления, а также защищать пустую трубку от загрязнения, попадания в нее влаги и распространения по ней газов.

В состав системы Laserstream входят соединители следующих разновидностей.



Рис. 7. Прямой соединитель 5 – 5 мм

а) прямой соединитель 5 – 5 мм предназначен для соединения пустых трубок методом прямой установки. Данный метод является предельно простым и эффективным способом соединения трубок. Для его реализации достаточно отрезать конец трубки под прямым углом к ее оси, после чего вставить ее “до упора” в соединитель. Соединитель может использоваться многократно, для его демонтажа достаточно нажать на манжету и вытянуть трубку.



Рис. 8. Заглушка 5 мм

б) заглушка 5 мм, которая используется для установки на конец трубки кабеля внутренней прокладки. Использование заглушки эффективно защищает ее внутренний объем перед проникновением жидкостей и загрязнений, а также попадания в него влаги.



Рис. 9. Водонепроницаемая концевая заглушка 5 мм

в) водонепроницаемая концевая заглушка 5 мм используется для герметизации трубок с уже проложенными в них микрокабелями. Заглушка данной разновидности устанавливается на трубку после прокладки в них микрокабелей.



Рис. 10. Газонепроницаемый прямой соединитель 5

г) газонепроницаемый прямой соединитель 5 – 5 мм предназначен для создания герметичного барьера в месте входа кабеля в здание. Прекрасно подходит для соединения кабелей внутренней и внешней прокладки. После прокладки микрокабеля в трубку необходимо свинтить половинки соединителя друг с другом, что обеспечивает герметичное соединение. Следует помнить о том, что желтый конец соединителя должен находиться на внешней стороне стены здания. Соединитель данной разновидности является одноразовым изделием.



Рис. 11. Газонепроницаемая

д) газонепроницаемая заглушка 5 мм используется для герметизации трубок с уже проложенными в них микрокабелями. Использование заглушки эффективно защищает кабель внешней прокладки перед проникновением в трубки различных газов.

Соединители системы Laserstream	
VFA-00020	Прямой соединитель системы Laserstream 5 – 5 мм (10 шт.)
VFA-00021	Заглушка 5 мм системы Laserstream 5 мм (10 шт.)
VFA-00017	Водостойкая концевая заглушка 5 мм (10 шт.)
VFA-00016	Газонепроницаемый прямой соединитель системы Laserstream (10 шт.)
VFA-00022	Газонепроницаемая заглушка 5 мм (10 шт.)

Таблица 3. Соединители системы Laserstream

## газоне- проницаемый комплект системы Laserstream

Газонепроницаемый комплект системы Laserstream представляет собой малогабаритную муфту, применение которой позволяет выполнить соединение двух трубчатых кабелей с максимальной емкостью 7 трубок с помощью газонепроницаемых соединителей.



Рис. 12. Газонепроницаемый комплект системы Laserstream

Номер по каталогу	Описание
BFA-00010	Газонепроницаемый комплект системы Laserstream

## интегральный кабельный ввод системы Laserstream

Интегральный кабельный ввод системы Laserstream представляет собой набор компонентов, применение которых позволяет осуществить вводе кабеля через внешнюю стену здания. В состав набора входят два корпуса, которые устанавливаются на внутренней и внешней сторонах стены, пластиковая трубка диаметром 32 мм, а также элементы герметизации области ввода кабеля.



Рис. 13. Интегральный кабельный ввод системы Laserstream

Номер по каталогу	Описание
BFA-00009	Интегральный кабельный ввод системы Laserstream

## набор соединителей системы Laserstream

Набор предназначен для формирования настенных распределительных коробок для подключения к оптической сети, содержит восемь оптических касет. Максимальная емкость составляет 96 сварных сростков.



Рис. 14. Набор соединителей системы Laserstream

Номер по каталогу	Описание
BFA-00013	Набор соединителей системы Laserstream

## набор соединителей CDA 3A

Элементы набора данной разновидности предназначены для соединения трубок между собой в процессе прокладки с использованием технологии увеличения максимальной дальности прокладки. Длина трубок набора подобрана с учетом габаритов рабочей головки, что позволяет легко поместить в них избыток длины микрокабеля. В случае использования набора в грунте необходимо применение дополнительной защиты в виде герметичной кабельной муфты.

**Внимание!** Набор может использоваться только один раз.



Рис. 15. Набор соединителей CDA 3A

Номер по каталогу	Описание
BFA-00023	Набор соединителей CDA 3A



## Элементы комплекта для задувки микрокабеля

### рабочая головка

Рабочая головка представляет собой важнейший компонент комплекта для задувки микрокабеля. Конструкция головки разработана таким образом, что позволяет

- производить управление объемом воздуха, нагнетаемого в трубку;
- осуществлять создание дополнительного осевого продвигающего усилия микрокабеля, величина которого регулируется с помощью электромагнитной муфты;
- контролировать скорость и направление ввода микрокабеля в канал;
- выполнять измерение параметров задувки, в том числе скорости, протяженности проложенного кабеля, а также рабочего давления.

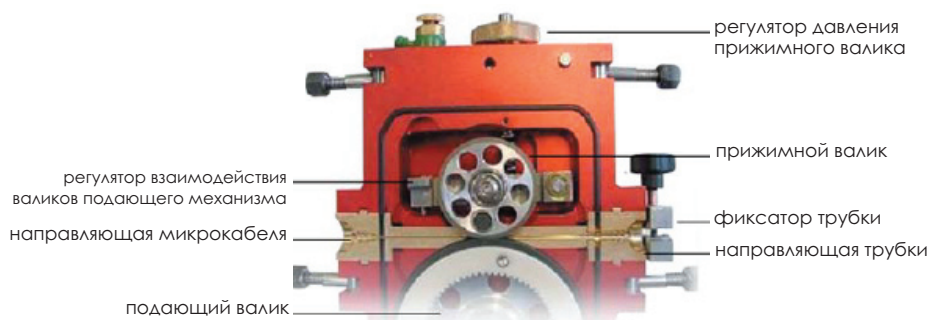


Рис. 16. Общий вид рабочей головки – элементы подающего механизма



Рис. 17. Общий вид рабочей головки – индикаторы параметров процесса прокладки

Процесс прокладки микрокабеля основан на том, что микрокабель, снимаемый с заводской упаковки, подается в рабочую головку с левой стороны, после чего проходит через пару валков (подающий и прижимающий) приводного механизма и затем поступает на правую сторону, на которой выполняется крепление трубки.

Рис. 18. Общий вид технологического оборудования с рабочей головкой

Приводной электродвигатель рабочей головки питается от источника постоянного типа с напряжением 24 В.

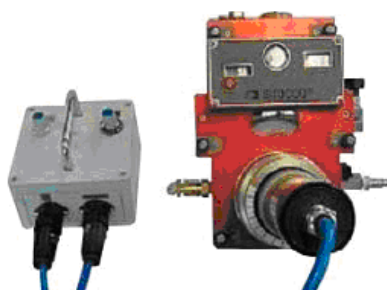


Рис. 19. Рабочая головка с установленной на нее муфтой и управляющее устройство

## компрессор

В процессе инсталляции микрокабеля методом пневматической прокладки в обязательном порядке используется компрессор, который предназначен для подачи осушенного и не имеющего масел воздуха с давлением 10 бар (1 МПа), а также содержит встроенный генератор постоянного тока напряжением 24 В для питания рабочей головки. Используются компрессоры двух различных разновидностей: с приводным электродвигателем, работающим от сети 220 В, и с двигателем внутреннего сгорания.



Рис. 20. Компрессор с приводным двигателем внутреннего сгорания

## регулятор давления

Сжатый воздух, подаваемый в рабочую головку с выхода компрессора, предварительно проходит через регулятор давления. В регуляторе предусмотрен запорный кран, а также манометр.

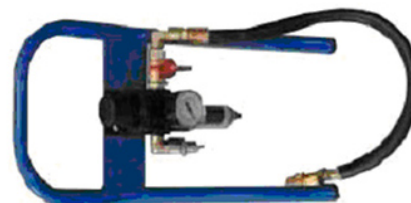


Рис. 21. Регулятор давления

## набор инструментов

В состав набора инструментов входит

- Измеритель расхода – 1 шт.
- Наконечник типа "air stone" – 1 шт.
- Комплект соединителей и проходников – 1 шт.



Рис. 22. Набор инструментов

## направляющая микрокабеля с опорой

Направляющая устанавливается в верхней части накопителя микрокабеля. Ее применение упрощает вывод и выкладку микрокабеля. В состав комплекта поставки введена опора, которая используется в процессе механического съема или укладки микрокабеля.

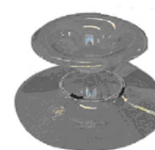


Рис. 23. Направляющая микрокабеля с опорой

Номер по каталогу	Описание
BFA-00008	Направляющая микрокабеля системы Laser-stream с опорой

## парашют для микрокабеля

Парашют для микрокабеля устанавливается на его конце с помощью плоскогубцев. Его применение значительно облегчает прохождение поворотов и соединителей трубок.



Рис. 24. Парашют для микрокабеля

Номер по каталогу	Описание
BFA-00004	Парашют для микрокабеля системы Laser-stream (1000 шт.)



Рис. 25. Реверсивный накопитель

Реверсивный накопитель используется в процессе прокладки микрокабеля по каналу увеличенной протяженности с использованием методов каскадирования или прокладки из центрального пункта. Накопитель предназначен для хранения запаса микрокабеля, который выкладывается в его корпусе обычно с помощью механической направляющей. Конструкция накопителя включает в себя корпус, а также верхнюю и нижнюю крышки. Конструкция накопителя позволяет переворачивать бухту микрокабеля на 180 ° относительно горизонтальной оси. Благодаря этому начало кабеля вновь оказывается в верхней части бухты, что позволяет производить прокладку методом каскадирования или из центрального пункта.

Номер по каталогу	Описание
BFA-00006	Реверсивный накопитель системы Laserstream

Механический намотчик в соответствии со своим названием предназначен для намотки или смотки бухты микрокабеля, что существенно упрощает выполнение инсталляционных работ. Намотчик используется преимущественно для:



Рис. 26. Укладочное оборудование системы Laserstream (механический намотчик)

- а)** смотки с заводской упаковки заранее определенной длины микрокабеля и ее укладки в накопитель. Благодаря этому на место выполнения работ поставляется заранее заданный отрезок кабеля без риска его перепутывания при работе с полной строительной длиной;
- б)** подачи в реверсивный накопитель заранее заданной длины микрокабеля в процессе прокладки по трассе протяженностью свыше 1000 м (в процессе прокладки методом каскадирования или из центрального пункта).

Механический намотчик состоит из рабочего блока и панели управления, которая контролирует процесс намотки и измеряет длину микрокабеля, прошедшего обработку.

Номер по каталогу	Описание
BFA-00006	Реверсивный накопитель системы Laserstream



Рис. 27. Соединитель накопителей

Соединитель обеспечивает перемещение бухты микрокабеля из одной фабричной упаковки в другую пустую. Может быть использован также для переворачивания бухты при использовании прокладки методом каскадирования или из центрального пункта.

Номер по каталогу	Описание
BFA-00007	Соединитель накопителей



Рис. 28. Направляющая опора бухты

Опора обеспечивает монтаж направляющей бухты микрокабеля на пустом накопителе в процессе использования механического намотчика. Поставляется в комплекте с направляющей микрокабеля.

## реверсивный накопитель

## укладочное оборудование системы Laserstream (механический намотчик)

## соединитель накопителей

## направляющая опора бухты

## реализация процесса пневматической прокладки

Компания Molex Premise Networks предлагает своим партнерам пройти двухдневный курс обучения, в процессе которого слушатели получают теоретические знания и проходят практические занятия.

В данном разделе в краткой форме описан процесс выполнения инсталляции микрокабеля. Данный процесс включает в себя два этапа.

### подготовительные работы

Установка технологического оборудования и его подготовка к работе занимает в общей сложности примерно 20 минут. Перед выездом на место выполнения работ следует в обязательном порядке проконтролировать наличие там возможности подключения к электропитающей сети. В противном случае должен быть использован компрессор, привод которого выполняется двигателем внутреннего сгорания. Необходимо также определить место, в котором будет расположен накопитель с микрокабелем.

Подготовка оборудования к работе занимает примерно 20 минут.

### поиск свободной трубки

Перед началом работы необходимо определить трубку, в которую будет производиться прокладка микрокабеля. В случае работы с трубчатыми кабелями внутренней прокладки данная операция оказывается предельно простой из-за того, что каждая трубка снабжена идентификационным номером в виде арабских цифр, которые нанесены на ее внешнюю поверхность через каждые примерно 20 см.

В случае работы с кабелями внешней прокладки процесс идентификации выполняется несколько иначе, так как в этих изделиях не применяется цифровая нумерация. В данной ситуации считается, что трубка, которая находится в центральной части кабеля, всегда имеет номер 1. Среди трубок, которые окружают центральный трубчатый элемент, в обязательном порядке присутствуют трубки зеленого и красного цвета. Красной трубке всегда по умолчанию присваивается номер 2, остальные трубки нумеруются по возрастающей по часовой стрелке. Трубка зеленого цвета всегда имеет наибольший номер.

Для обеспечения возможности самого процесса пневматической прокладки микрокабеля расход сжатого воздуха, создаваемого компрессором, должен быть не менее 18 литров в минуту. Величина расхода зависит в первую очередь от длины трубки и топологии трассы ее прокладки. Для определения фактической величины расхода используется гравитационный измеритель, который входит в состав набора инструментов системы Laserstream.



Рис. 29. Трубчатый кабель внутренней прокладки с идентификационными номерами на трубках

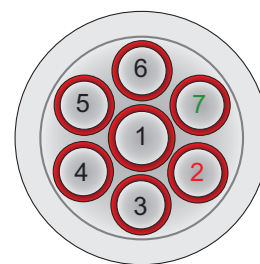


Рис. 30. Способ нумерации трубок в трубчатых кабелях внешней прокладки системы Laserstream



Рис. 31. Общий вид измерителя расхода

### контроль расход воздуха при прокладке

Следующим шагом является подключение трубки к рабочей головке и установка наконечника типа "air stone" на ее противоположном конце. Достаточно часто на обоих концах трубки устанавливаются трубчатые удлинители длиной 3 – 5 м. После прокладки микрокабеля данные удлинители удаляются, что приводит к образованию избытка длины микрокабеля, который укладывается внутри оптической панели. Компания Molex Premise Networks рекомендует оставлять внутри коммутационной панели запас волокна длиной именно 3 – 5 м. Применение удлинителя обеспечивает также возможность подключения трубки к рабочей головке.

## подключение трубки к рабочей головке

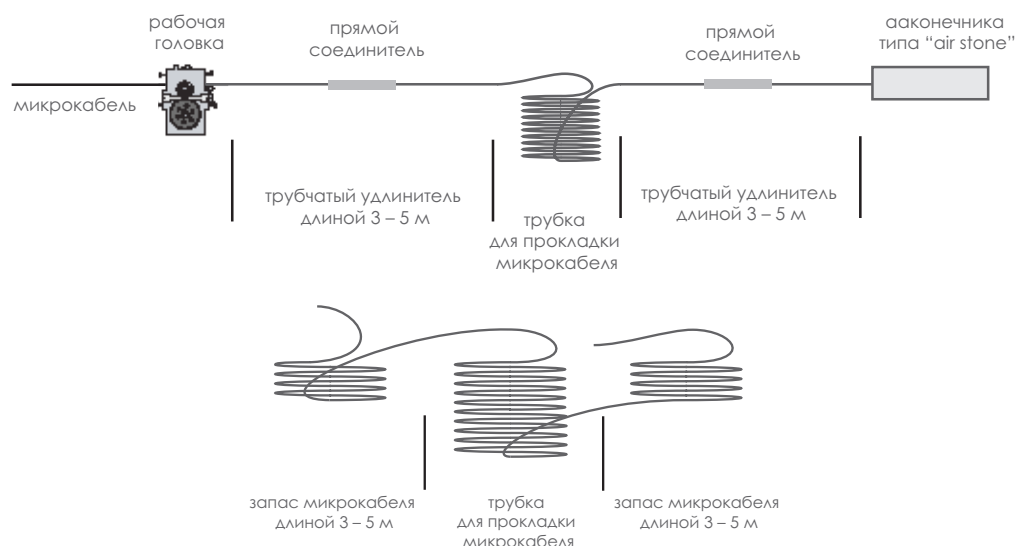


Рис. 32. Подключение трубки к рабочей головке



Рис. 33. Внешний вид рабочей головки в процессе прокладки микрокабеля

Прокладка микрокабеля осуществляется со средней скоростью 30 – 36 м/мин, максимальная скорость достигает 45 м/мин. В процессе прокладки необходимо контролировать ее скорость, однако, более важным является контроль длины проложенного кабеля. В тот момент, когда передний конец микрокабеля достигает выходного обреза трубки, на котором установлен наконечник типа "air stone", скорость прокладки необходимо уменьшить до 5 – 7 м/мин. Такой прием устраняет опасность повреждения микрокабеля.

## прокладка микрокабеля

В тот момент, когда конец микрокабеля достигает конца трубки (фактически наконечника типа "air stone") процесс пневматической прокладки прекращается автоматически. Данная операция осуществляется за счет срабатывания электромагнитной муфты, которая передает подающее усилие на микрокабель. Перед началом процесса прокладки производится процедура калибровки муфты, что позволяет согласовать ее параметры с характеристиками микрокабеля.

## остановка продвижения кабеля по трубке

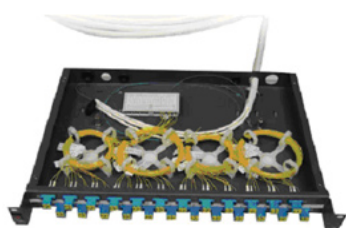


Рис. 34. Внешний вид микрокабеля системы Laserstream, введенного в коммутационную панель и оконцованного с использованием технологии сварки

После остановки работы головки микрокабель отрезается, с дальнего конца трубки снимается наконечник типа "air stone", с ближнего конца демонтируется рабочая головка, с обоих концов снимаются трубчатые удлинители. Полученный в результате этого избыток длины микрокабеля укладывается в коммутационной панели или корпусе настенной муфты-шкафчика. После этого к световодам микрокабеля привариваются монтажные шнуры (пиг-тейлы), а их коннекторы вставляются в розетки.

## завершение прокладки

## рекомендации по проектированию системы Laserstream

---

Процедура проектирования системы Laserstream отличается предельной простотой, впрочем как и собственно процесс выполнения инсталляционных работ. Тем не менее, необходимо очень тщательно соблюдать установленные правила, так как в противном случае процесс прокладки будет сильно затруднен или выполнение работ становится даже вообще невозможным.

- a) Максимальное расстояние между точками прокладки составляет 1000 м;
- b) Минимальная величина радиуса изгиба кабеля составляет 12 его внешних диаметров (обязательное для выполнения условие);
- c) Каждая трубка может быть использована для прокладки только одного микрокабеля;
- d) Каждый трубчатый канал может иметь любое количество соединителей (канал может состоять из любого числа отдельных отрезков трубок, которые соединяются друг с другом с помощью штатных соединителей системы);
- e) Следует следить за тем, чтобы кабель в процессе прокладки не скручивался, а также имел минимально возможное количество поворотов в области соединения отдельных отрезков трубок. Это не ограничивает количество поворотов трубок между соединителями;
- f) В обязательном порядке следует обеспечивать выполнение местных норм по герметичности различных трубопроводов. В этой связи необходимо обязательно герметизировать места вводов в здание трубчатых кабелей внешней прокладки;
- g) Необходимо обеспечивать выполнение прочих местных норм.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ПРОКЛАДКИ НА ТРАССА ПРОТЯЖЕННОСТЬЮ СВЫШЕ 1000 м

В предыдущем разделе было указано на то, что максимальное расстояние «точка-точка» не должно превышать 1000 м. Данное ограничение обусловлено особенностями применяемой технологии и относится к случаю прокладки микрокабеля в непрерывной трубке или же в канале, который образован несколькими трубками, последовательно состыкованными друг с другом штатными соединителями.

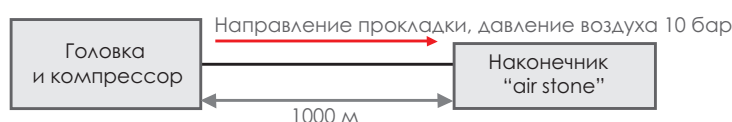


Рис. 35. Модель прокладки "точка - точка". Максимальная длина канала 1000 м

Тем не менее, максимальная протяженность непрерывного отрезка волокна, которое можно прокладывать с использованием оборудования Laserstream, не ограничивается величиной 1000 м. Фактическая величина этого параметра может достигать существенно большего значения и ограничивается фактически только емкостью того накопителя микрокабеля, в котором он поставляется на место инсталляции. Значительное расширение возможностей исходной технологии обеспечивается за счет использования метода каскадирования или прокладки из центрального пункта.

## переворачивание бухты микрокабеля

Процесс переворачивания бухты микрокабеля выполняется в три этапа.



Рис. 36. Схема использования реверсивного накопителя, этап 1

**Этап 1.** С помощью механического намотчика укладываем бухту кабеля в реверсивный накопитель, дно которого зафиксировано на застёжках. Перед размоткой бухты микрокабеля его начало крепится к дну накопителя с помощью клейкой ленты голубого цвета (см. Рис. 36).



Рис. 37. Переворот реверсивного накопителя на 180°

**Этап 2.** После укладки бухты кабеля в накопителе устанавливаем на него верхнюю крышку и закрываем застёжки. После этого поднимаем накопитель и переворачиваем его на 180°. Благодаря выполнению этой операции начало кабеля, которое первоначально находилось на нижней крышке, оказывается сверху (Рис. 37).



**Этап 3.** Снимаем верхнюю крышку накопителя и получаем возможность продолжения процесса задувки.

## прокладка микрокабеля длиной свыше 1000 м

Предположим, что с использованием технологии пневматической прокладки необходимо выполнить инсталляцию микрокабеля длиной 2000 м. По трассе ранее проложен трубчатый кабель, схема прокладки изображена на Рис. 39.

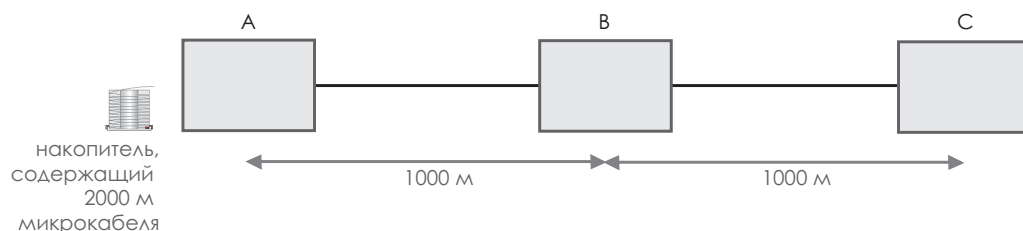


Рис. 39. Схема трассы прокладки микрокабеля Laserstream по трассе общей протяженностью 2000 м

Прокладка микрокабеля в данном случае осуществляется в два этапа.

### Этап 1

Устанавливаем фабричную упаковку, которая содержит 2000 м микрокабеля, рядом с колодцем А. Там же устанавливаем компрессор, а также подключаем к рабочей головке входной конец трубки кабеля. Начинаем процедуру пневматической прокладки. После достижения концом микрокабеля дальнего конца трубки снимаем наконечник типа "air stone", после чего с помощью намотчика формируем в накопителе бухту микрокабеля, Рис. 40.

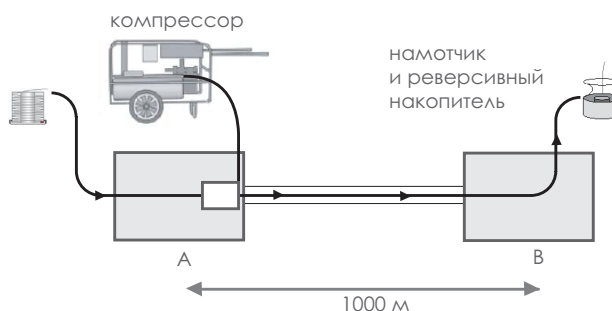


Рис. 40. Инсталляция микрокабеля длиной свыше 1000 м. Этап 1

В процессе выполнения первого этапа осуществляется прокладка микрокабеля через первый сегмент канализации, расположенный между колодцами А и В, а также формирование бухты микрокабеля в реверсивном накопителе, который расположен возле колодца В.

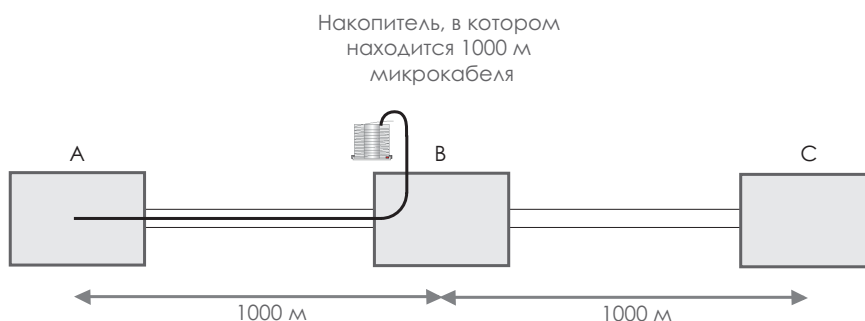


Рис. 41. Инсталляция микрокабеля длиной свыше 1000 м. Завершение первого этапа



## Этап 2.

При начале выполнения второго этапа компрессор с рабочей головкой устанавливаем возле колодца В и переворачиваем реверсивный накопитель, что позволяет получить доступ к переднему концу микрокабеля. Затем на конец пустой трубки линейного кабеля устанавливаем элементы набора соединителей CDA 3A и продолжаем выполнение процедуры задувки от колодца В в направлении колодца С. На конец трубки, расположенной в колодце С, одеваем наконечник типа "air stone", Рис. 42



Рис. 42. Установка микрокабеля длиной свыше 1000 м. Процесс пневматической прокладки на участке В – С

После достижения концом микрокабеля дальнего конца С трубки снимаем наконечник типа "air stone" и продолжаем процесс задувки кабеля до тех пор, пока длина микрокабеля между двумя концами трубки в колодце В не станет меньше или равной длине соединителей CDA 3A. Затем разбираем рабочую головку, вынимаем из нее микрокабель и устанавливаем соединитель CDA 3A, сращивая трубки между собой. За завершающем этапе необходимо установить на точку соединения трубок защитную муфту с дополнительным предохранительным клапаном, Рис. 43

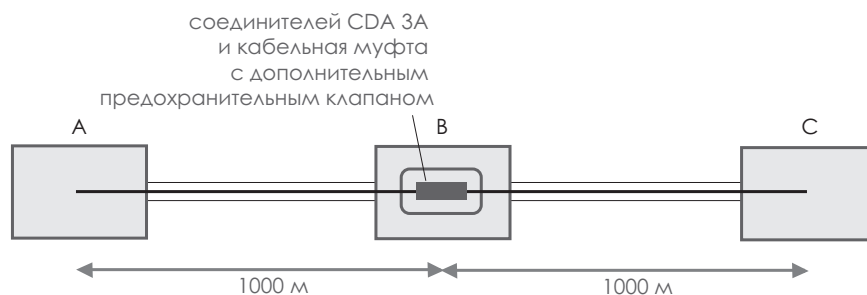
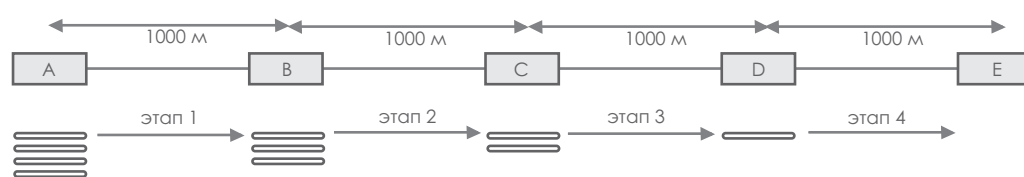


Рис. 43. Завершение процесса установки микрокабеля с установкой соединителя CDA 3A и последующим монтажом защитной муфты

Повторяя описанные выше процедуры, имеем возможность осуществить установку микрокабеля длиной 5 км и более.

## Использования метода каскадирования и прокладки из центрального пункта

На основании результатов, описанных в предыдущем разделе, можем приступить к рассмотрению способов пневматической прокладки микрокабелей большой длины. В общем случае при реализации данной процедуры может применяться метод каскадирования (A → B → C → D → E),



а также метод прокладки из центрального пункта (C → D → E и C → B → A)

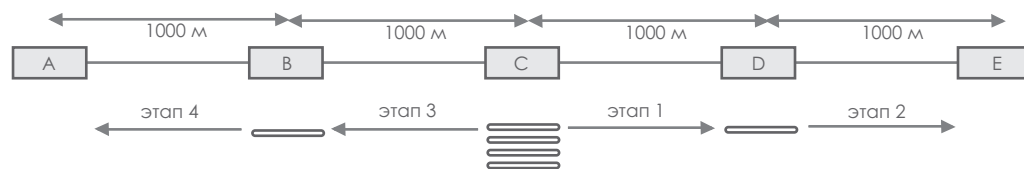


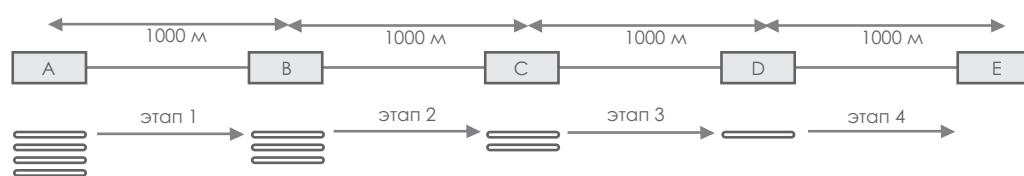
Рис. 44. Схема реализации метода каскадирования и прокладки из центрального пункта

В основу метода каскадирования положено размещение накопителя с бухтой микрокабеля рядом с одним из крайних колодцев кабельной канализации. После этого начинается задувка кабеля в канал в направлении другого крайнего колодца (на схеме Рис. 44 прокладка осуществляется в направлении от колодца А к колодцу Е).

При использовании метода прокладки из центрального пункта накопитель с микрокабелем устанавливается возле колодца примерно в середине трассы (схеме Рис. 44 это колодец С) и осуществляем задувку микрокабеля в двух направлениях, то есть от С к Е и от С к А.

С технической точки зрения оба метода являются равнозначными. Однако, если принять во внимание время выполнения процедуры прокладки задувка по методу каскадирования выглядит предпочтительнее, рис. 45.

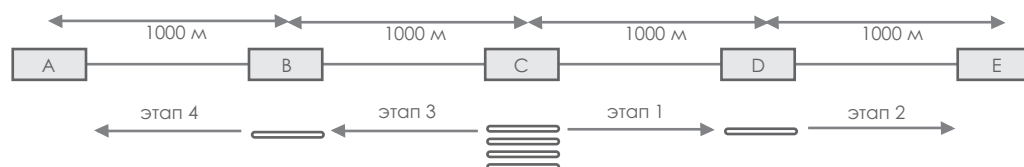
Метод каскадирования (A → B → C → D → E)



Длина трубки	1000 м	1000 м	1000 м	1000 м
Запас микрокабеля в реверсивном накопителе	3000 м	2000 м	1000 м	-
Всего	4000 м	3000 м	2000 м	1000 м

Всего в общей сложности 10 000 м.

Метод прокладки из центрального пункта (C → D → E и C → B → A)



Длина трубки	1000 м	1000 м	1000 м	1000 м
Запас микрокабеля в реверсивном накопителе	-	1000 м	1000 м	-
Всего	1000 м	2000 м	2000 м	1000 м

Всего в общей сложности 6 000 м.

Рис. 45. Сравнение суммарной протяженности задуваемого микрокабеля в случае использования технологии прокладки из центрального пункта и метода каскадирования

Суммируя общую длину микрокабеля, который должен быть установлен в трубку, то есть пройти через рабочую головку (это важно, так как некоторая часть кабеля пройдет через головку два или даже три раза), получаем, что в случае использования метода каскадирования получаем величину этого параметра в 10 000 м, тогда как при прокладке из центрального пункта это значение составляет только 6 000 м. Таким образом, экономия на задувке 4 000 м микрокабеля при использовании метода прокладки из центрального пункта позволяет существенно уменьшить продолжительность выполнения инсталляционных работ.

Максимальная длина непрерывного микрокабеля, который может быть проложен в трубчатом кабеле системы Laserstream с использованием метода пневматической прокладки, лимитируется только емкостью накопителя и профессиональной квалификацией инсталляторов.

## выдувание микрокабеля

Одним из многих достоинств оборудования Laserstream является возможность легкого выдувания неиспользуемого микрокабеля из канала. Для выполнения этой операции с трубки снимается наконечник типа "air stone", а на его место подключается шланг, вторым своим концом подсоединенный к компрессору. В результате этого протекание потока воздуха происходит в направлении рабочей головки.

Назначением рабочей головки является контроль скорости вывода микрокабеля из трубчатого канала, которая зависит от рабочего давления и длины трубки. Следует обратить внимание на то, что по мере увеличения длины микрокабеля, который подается в накопитель и формируется там в форме бухты, происходит увеличение скоростью выдувания кабеля из канала. Данное явление необходимо компенсировать соответствующей регулировкой рабочей головки.

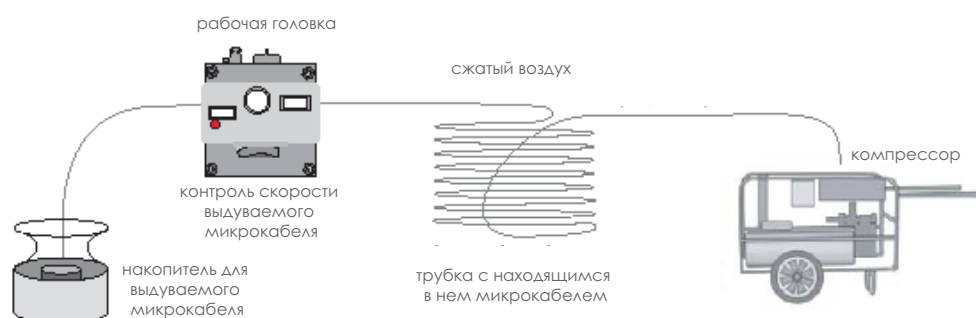


Рис. 46. Способ выдувания неиспользуемого микрокабеля из канала

Следует отдельно специально указать на то, что кабель, выдуваемый из канала, является полностью нормальным изделием и может быть без ограничений использован снова.

## обеспечение газонепроницаемости трубчатых кабелей

Следует отдавать себе отчет в том, что в процессе построения подсистемы внешних магистралей трубчатый кабель прокладывается в кабельной канализации или даже непосредственно в грунте, что ставит задачу обеспечения его газонепроницаемости. В некоторых случаях газы могут попасть внутрь кабеля и через него прямо в здание. Для предотвращения этого нежелательного явления рекомендуется в место ввода кабеля в здание устанавливать газонепроницаемые соединители. В схематической форме правила установки подобных соединителей изображены на Рис. 47.

Для реализации газонепроницаемого кабельного ввода в здание используется специальный интегральный кабельный комплект. Он состоит из двух корпусов, один из которых устанавливается на внутренней стороне здания, а второй – на внешней. В состав комплекта входит ПВХ-трубка диаметром 32 мм. Корпуса имеют направляющие с соответствующим радиусом изгиба, а также элементы герметизации области ввода кабеля.

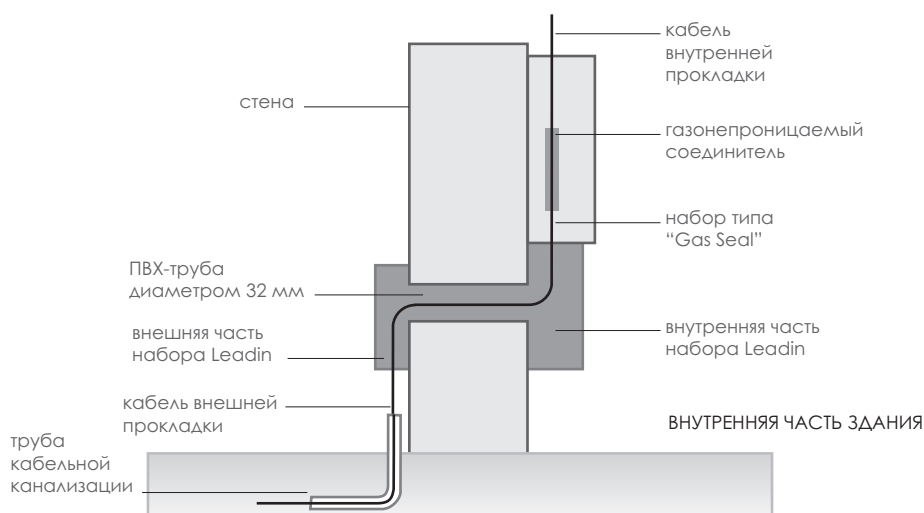


Рис. 47. Способ ввода трубчатого кабеля системы Laserstream внутрь здания

После ввода кабеля внутрь здания следует установить соответствующие соединители и газонепроницаемые заглушки, о которых речь шла ранее.

В состав системы Laserstream входит соответствующий набор газонепроницаемых компонентов, включающий настенную муфту для размещения в ней максимум 7 газонепроницаемых соединителей.

## основные преимущества системы Laserstream

---

Система Laserstream имеет следующие основные преимущества.

- a) Возможность выполнения в произвольный момент времени процедуры пневматической прокладки в ранее проложенный трубчатый кабель оптического микрокабеля, который содержит заранее заданное количество волокон соответствующего типа (многомодовых или одномодовых). При этом не требуется выполнение весьма затратных и продолжительных по времени строительных работ. Данное свойство может представить большой интерес в магистральных подсистемах СКС, телекоммуникационных системах, ориентированных на предоставление услуг для различных бизнес-структур и в аналогичных ситуациях.
- b) Возможность выдувания микрокабеля из трубки и последующего его использования в другом месте.
- c) Система Laserstream открыта для внедрения новых технологий и стандартов. В тех случаях, когда возникает потребность в использовании световодов нового типа, например, ОМЗ, достаточно просто заменить в трубке один микрокабель на другой.
- d) Трубчатый микрокабель имеет несколько трубок. Кроме того, оптические микрокабели содержат различное количество волокон. Это дает возможность "регулировать" общее количество волокон в кабеле, что в принципе не позволяет выполнять классическая кабельная техника.
- e) Максимальная протяженность пролета в случае одношаговой прокладки составляет 1000 м. В случае использования различных строительных приемов можно значительно превысить указанное расстояние и создавать линии протяженностью в несколько километров.

Система Laserstream отличается предельно простыми правилами проектирования. Она дает возможность использования произвольного количества соединителей трубок на трассе прокладки кабеля, требует обязательного соблюдения правила поддержания минимального радиуса изгиба трубчатого кабеля на уровне его 12-кратного внешнего диаметра и выполнения ограничения на максимальную протяженность отдельного сегмента в 1000 м.

## примеры использования системы

Хорошим примером использования системы Laserstream является применение этой техники для реализации подсистемы внешних магистралей СКС. Организация связи между отдельными зданиями на территории Заказчика сопряжена с большими финансовыми затратами и требует больших усилий. Кроме того, на этом уровне проводки часто возникает

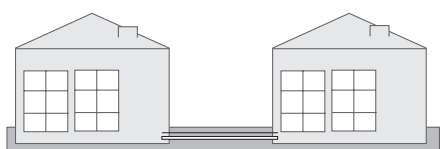


Рис. 48. Хорошим примером использования системы Laserstream является организация линий подсистемы внешних магистралей

необходимость проведения различных изменений и модернизации, что определяется постоянно возрастающими требованиями в отношении пропускной способности кабельных трактов.

Использование в данной ситуации трубчатого кабеля системы Laserstream, который содержит несколько трубок, дает возможность очень простыми средствами, быстро и дешево наращивать общее количество волокон.



Рис. 49. Общий вид кабельного прохода через огнестойкую перегородку (фотография представлена компанией Automatic Systems Engineering Sp. z o.o.)

В процессе организации центров обработки данных в них всегда формируются противопожарные зоны, которые отделены друг от друга огнестойкими перегородками. Эта особенность крайне затрудняет замену кабеля, так как сопряжена с необходимостью разборки конструкций кабельного прохода через эту перегородку, установки там дополнительных герметизаторов и последующего восстановления. В случае использования технологии Laserstream процедура герметизации выполняется только один раз, а все изменения, связанные с наращиванием количества световодов и перехода на другой тип волокна, принципиально не затрагивают конструкцию противопожарной преграды.

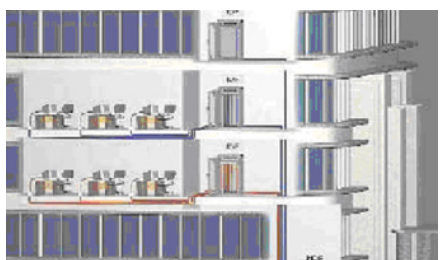


Рис. 50. Схема прокладки трубчатого кабеля системы Laserstream в многоэтажном здании с офисными помещениями, сдаваемыми в аренду

Прокладка трубчатого кабеля на разные этажи офисного здания с соответствующим запасом емкости дает возможность очень быстрого подключения к телекоммуникационному сервису нового арендатора.

**подсистема  
внешних  
магистралей  
СКС**

**противо-  
пожарные  
преграды  
в центрах  
обработки  
данных**

