



ООО «ЛУЧ», г. Москва
ИНН 5001053452
+7 (917) 549 95 95
+7 (495) 260 13 60
polymerluch.ru

***Применение фотополимерных лайнеров-рукавов «ЛУЧ» для санации труб дождевой канализации и колодцев (водопроводных, канализационных, газовых).**

Санация труб дождевой канализации (водопроектных труб) сплошным полимерным рукавом применяется на основе отчета о результатах обследования состояния ремонтируемой трубы, содержащих описание имеющихся дефектов и деформаций, оценку ее несущей способности с учетом окружающей обстановки (например, расположение вблизи источников динамических нагрузок, автомагистралей и пр.), характеристику геометрических размеров поперечного сечения и материала труб и других необходимых параметров.

Метод используется при любой глубине заложения труб (в грунте или непроходных каналах) и не зависит от типа грунтов, окружающих трубопровод.

При санации рукавным покрытием должен быть обеспечен необходимый уровень надежности и заданный срок службы для отремонтированной трубы.

Механические свойства рукава на основе стекловолокна существенно зависят от согласованности технических характеристик смолы и стекловолокна, качества пропитки и монтажа.

Санация трубопроводов дождевой канализации методом полимерного рукава применима при ремонте дефектных и деформирующихся труб круглого сечения.

Санации подлежат трубопроводы, выполненные из бетона, железобетона, кирпичной кладки, металла, керамики и полимерных материалов.



Метод эффективен при следующих видах повреждений: трещины (продольные, поперечные, винтообразные), абразивный износ, свищи (при отсутствии активной инфильтрации воды в трубу).

В таблице 1 представлена область применения метода в зависимости от характеристик saniруемого трубопровода.

Диаметр трубопровода	Допустимые дефекты	Толщина рукава, мм	Максимальное расстояние между колодцами, м
От 300 до 600	Смещение стыков труб не более 2см	3,0-10,0	100
Более 600 до 1200	Смещение стыков труб не более 4см	4,0-15,0	150
Более 1200	Экономически нецелесообразно, необходимо рассмотреть возможность применения другого метода санации		

Полимерный рукав является композитным материалом, поскольку здесь имеет место механическое соединение волокон и полимерной смолы.

В результате затвердевания смолы образуется полимерный материал, который выполняет функцию связующего (обволакивает и защищает волокна).



Основные преимущества технологии:

- сокращение затрат на проектирование, согласование и строительство за счет использования действующей трассы трубопровода;
- полная безопасность коммуникаций, проходящих рядом;
- высокая скорость прокладки;
- отсутствие земляных работ;
- возможность прокладки на участках с изгибами до 90 градусов ;
- минимальный размер строительной площадки;
- не требует применения громоздкой строительной техники и оборудования;
- минимальное уменьшение поперечного сечения действующего трубопровода;
- увеличение скорости движения стока за счет снижения шероховатости материала внутренней поверхности;
- высокая коррозионная стойкость;
- высокая стойкость к абразивному износу;
- расчетный срок службы более 50 лет;
- экономичность;
- отсутствие влияния процесса ремонта на дорожное движение (за исключением случаев расположения колодцев на проезжей части).



ООО «ЛУЧ», г. Москва
ИНН 5001053452
+7 (917) 549 95 95
+7 (495) 260 13 60
polymerluch.ru

Санация фотополимерным стеклопластиковым рукавом - это метод ремонта, состоящий в том, что рукав, изготовленный из фотополимерных микроразмерных композитных материалов «ЛУЧ» вводится в подлежащий ремонту трубопровод. В результате внутри старого трубопровода образуется новое полимерное покрытие.

Данным методом можно отремонтировать керамические, чугунные, стальные, кирпичной кладки, железобетонные и асбестоцементные трубы диаметром от 100 мм до 1200мм

Работы по устройству полимерного рукава производятся насухо.

Перед санацией производится очистка внутренней поверхности трубопровода, далее проводится телевизионное обследование результатов очистки и технического состояния трубопровода робототехническим комплексом.

При санации полимерным сплошным рукавом «ЛУЧ» образуется система «труба в трубе», т.е, внутри трубопровода формируется полимерная труба с толщиной стенки 3-15 мм, плотно прижатая к внутренней поверхности основной трубы.

Основа полимерного рукава изготавливается из синтетического войлока (полиэстера, полиэтилена), стекловолокна и других материалов, которые обеспечивают механическую прочность и герметичность восстанавливаемого трубопровода.

Перед началом работ сухой полимерный рукав пропитывается специальным фотополимерным составом и доставляется к месту ввода в трубопровод.

В качестве полимерной основы применяются:

- ненасыщенные полиэфирные смолы;

В зависимости от свойств состава фотополимерного рукава, как правило, используются два варианта ввода рукавного покрытия в трубопровод:

1. Метод «выворота» под давлением гидростатического столба воды, см. рисунок 1, 2.

**Рисунок 1. Общая схема санации трубы методом полимерного рукава.
 Ввод рукава способом выворота.**

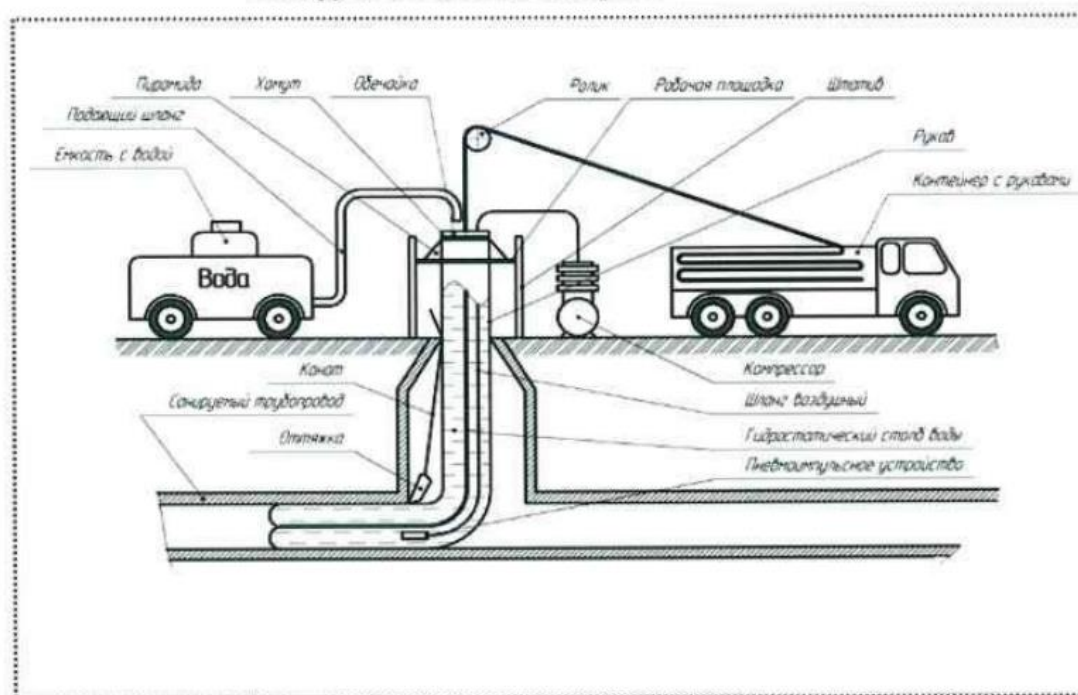
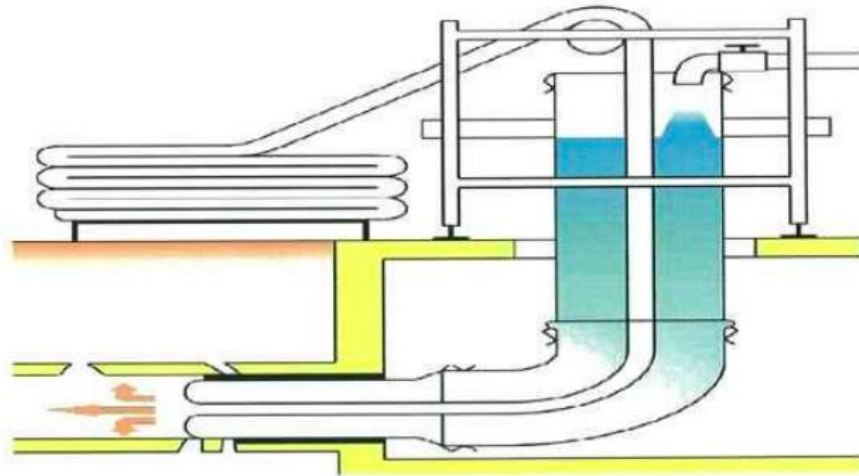
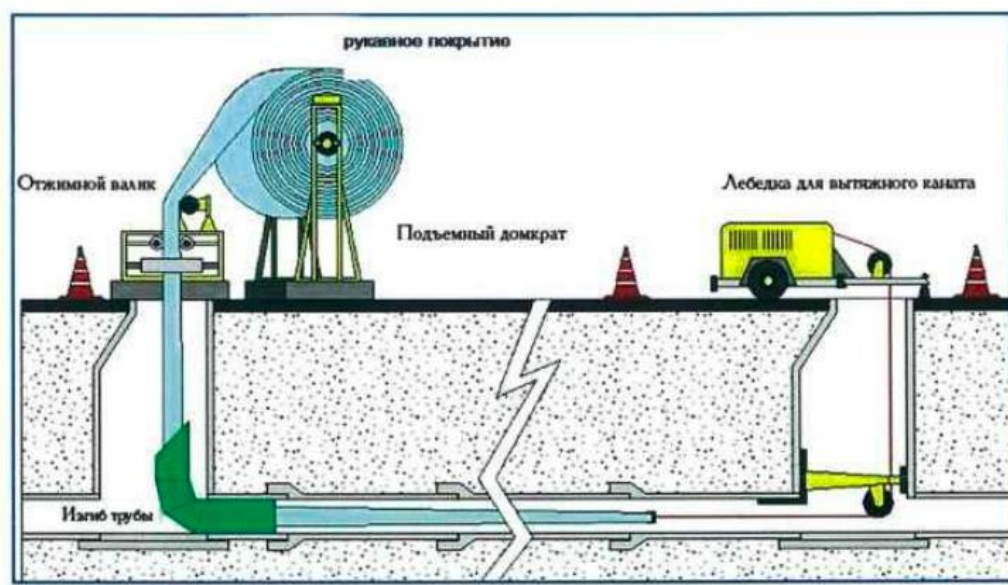


Рисунок 2. Схема введения полимерного рукава методом выворота



2.Метод протяжки рукава с защитной пленкой с помощью лебедки с последующим нагнетанием сжатого воздуха, см. рисунок 3.

Рисунок 3. Схема введения полимерного рукава методом протяжки.



После ввода рукава проводится процесс, ускоряющий полимеризацию фотополимерных микроразмерных композитных материалов «ЛУЧ». Способы отверждения рукава зависят от свойств используемой композиции (смолы):

1. Прогрев рукавного покрытия (температурное воздействие), путем циркуляции пара или горячей воды;
2. Воздействие ультрафиолетовым излучением.

Прочность и износоустойчивость рукавного покрытия сравнима с аналогичными показателями для нового стального или чугунного трубопровода,



Внутренняя поверхность рукава остается гладкой, что обеспечивает максимальную скорость потока и препятствует возникновению отложений.

Пропускная способность saniруемого трубопровода возрастает на 15-20%.

Санируемый рукавом трубопровод обеспечивает надежную герметичность в зонах подвижки грунтов, так как упругий рукав сохраняет свои свойства при деформации трубы или даже при ее разрушении.

В случае обнаружения любых видимых дефектов (разрыва рукава, вздутия

пленки и т.д.) рукав извлекается из трубы, процесс санации повторяется.

Эпоксидные смолы, по сравнению с содержащими стирол ненасыщенными полиэфирными смолами и смолами на основе сложных винилов, обладают более слабым запахом. Они обладают устойчивостью к химическим нагрузкам и хорошей адгезией. Клеевой состав на основе эпоксидных смол обладает коротким временем жизни (несколько часов), что необходимо учитывать при производстве работ на стройплощадке.

Винилэфирные смолы (с точки зрения структурной химии) — соединения ненасыщенных полиэфиров и эпоксидов. Их устойчивость к химическим нагрузкам существенно выше, чем у ненасыщенных полиэфиров. Физико-механические свойства выше, чем у эпоксидных смол. Винилэфирная смола обладает повышенной адгезией к поверхности и предотвращает образование микротрещин. Поэтому именно они используются в



основном для пропитки рукавов, предназначенных для ремонта канализации промышленных предприятий.

Смола должна быть высоко реакционноспособной и иметь среднюю вязкость, основные показатели должны быть на уровне величин таблицы 2, а физико-механические характеристики отвержденной смолы обеспечивать минимальные показатели в соответствии с таблицей 3 .

Таблица 2. Физико-механические характеристики жидкой смолы

свойства	Показатели
Вязкость при 23°C, МПас	650-750
Летучие вещества, %	50-60
Содержание воды, %	До 0,2
Время отверждения, мин.	До 15
Температура экзотермической реакции (Тmax), °С	180-210
Плотность при 25°C, г/см³	1,1-1,2

Таблица 3. Физико-механические показатели отвержденной смолы

Свойства	Показатель
Прочность при растяжении,	Не менее 80

МПа	
Модуль упругости при растяжении, ГПа	Не менее 3,5
Разрывное удлинение, %	Не менее 6,0
Прочность при изгибе, МПа	Не менее 150
Модуль изгиба, ГПа	Не менее 4,0
Ударная вязкость (без надреза) кДж/м ²	Не менее 20
Теплостойкость, °С	107
Температура стеклования, °С	130

Фотоинициаторы используются для затвердевания при ультрафиолетовом излучении.

Наполнители выполняют и другие функции:

- наполнители малым размером зерна в количествах до 30 единиц повышают устойчивость к образованию трещин;
- правильный выбор наполнителя позволяет повысить модуль упругости, что для полимерных рукавов на основе синтетического войлока имеет большое значение, поскольку полиэфирные волокна не добавляют существенной механической прочности рукаву;



- наполнители уменьшают усадку рукава при затвердении и связанные с этим внутренние напряжения.

Однако надо учитывать, что наполнители замедляют и затрудняют пропитку армирующего компонента рукава при монтаже.

В качестве наполнителей применяют силикаты алюминия, кварцевую муку и прежде всего гидрат оксида алюминия.

Также в фотополимерных составах используются добавки, улучшающие тиксотропные свойства смол (облегчение пропитывания), ускорители для повышения реакционной способности температурных инициаторов при низких температурах и загустители.

Армирующий компонент рукава составляет основа в виде ровинга, что определяет высокую технологичность изготовления изделий.

Ровинг — представляет собой некрученную прядь из элементарных нитей.

Преимущества использования ровинга состоят в следующем:

- высокая прочность волокон;
- совместимость с различными комбинациями смол;
- хорошая целостность и укладываемость,
- полная и быстрая смачиваемость;
- высокая влагостойкость низкая распуцаемость;
- необходимые механические свойства.



ООО «ЛУЧ», г. Москва
ИНН 5001053452
+7 (917) 549 95 95
+7 (495) 260 13 60
polymerluch.ru

Полимерные рукава на основе искусственного войлока.

Для производства искусственного войлока используются текстурированные волокна из полиэтилентерефталата длиной 50-80 мм.

Из этой нити можно получить искусственный войлок плотностью 0,1-0,25 г/см³ (100-250 г/л). Волокна составляют 10-20% объема искусственного войлока. Оставшийся объем может заполняться полимерной смолой. Искусственный войлок, используемый для изготовления гибких полимерных рукавов большой длины, для защиты от механического истирания покрывается либо полиолефиновым, либо полиуретановым покрытием. Покрытия наносят толщиной 200-500 мкм. При производстве рукавов малых диаметров доминируют полиуретановые покрытия, поскольку они более мягкие и хорошо гнутся. При производстве рукавов больших диаметров применяют полиэтиленовые покрытия, обладающие большей химической и механической прочностью.

Полимерные рукава на основе стекловолокна.

В случае полимерных рукавов на основе стекловолокна достигается ярко выраженное механическое усиление конструкции.

При производстве рукавов на основе стекловолокна также используются полиэтиленовые волокна и полиэтиленовые ткани. Так стеклоткань и стеклотканевые комплексы прошиваются в основном полиэтиленовыми волокнами. Кроме того, конструкция некоторых рукавов предусматривает наличие внутреннего полиэтиленового слоя, выполненного из нетканого полиэтиленового холста, который увеличивает устойчивость рукава к динамическим нагрузкам.



Часто рукава на основе стекловолокна выпускаются с двумя изолирующими слоями пленки: сначала полиамид-полиэтиленовая, а затем механически прочная защитная пленка, которая, в случае рукавов, отверждаемых ультрафиолетовым излучением, обеспечивает дополнительную защиту от проникновения излучения и которая может иметь дополнительный отражающий экран.

Полимерный рукав после отверждения и набора прочности должен

отвечать следующим требованиям:

- иметь прочностные характеристики, обеспечивающие восприятие необходимых расчетных нагрузок;
- обеспечивать при температурных условиях от -50С до +50С, в прямом контакте с водой, имеющей кислотность РН От 6 до 8, при воздействии бактерий природного происхождения срок эксплуатации в течение 50 лет;
- должен быть устойчив к воздействию солнечных лучей.

Основные физико-механические характеристики полимерного рукава приведены в таблице 4.

Таблица 4. Характеристики полимерного рукава

Параметры рукава	показатель
плотность	Не менее 1,5 г/см ³
Кратковременный предел прочности при растяжении (изгибе)	Не менее 140МПа

Кратковременная расчетная прочность (изгибающее напряжение) при растяжении	Не менее 30МПа
Кратковременный модуль упругости при растяжении (изгибе)	Не менее 7500МПа
Кольцевая жесткость	Не менее 630Па
Ударная вязкость по Шарпи без надреза	Не менее 40 кДж/м ²
водопоглощение	Не более 0,5%

Полимерный рукав после отверждения должен иметь гладкую поверхность, на которой не допускается наличие поверхностных дефектов в виде: разрывов, складок, расслоений, вздутий и наличия посторонних включений.

Необходимые свойства полимеризованного (отвердевшего) композитного рукава напрямую зависят от качества используемых материалов и качественной очистки трубы от наносов и мусора.

Порядок работ

- Контрольная прочистка трубопровода от наносов и мусора с последующим теледиагностическим обследованием.
- При необходимости, заделка швов между звеньями труб, коверн, выбоин бетона, мест вывала кладки и трещин в стенках, инъектирование гидроизолирующими полиуретановыми составами (смолами) в затрубное пространство и т.п.

- Доставка и размещение на рабочие площадки материалов, оборудования и механизмов.

- Контрольная проверка работоспособности технологического оборудования и соответствия характеристик полимерного рукава и материалов проектным значениям по их маркировке.

В составе основных работ выполняется:

- Чистовая промывка и контрольная телеметрия ремонтируемого участка

Рисунок 4, 5. Теледиагностика трубопровода.



трубопровода, см. рис. 4,5.

- Пропитка и введение внутрь трубы рукава.
- Проведение мероприятий по полимеризации (отверждению) рукава.
- Охлаждение рукава.
- Обрезка выпусков по краям рукава в размер.

Введение рукава внутрь трубы может выполняться двумя методами — выворачивания и протаскивания.

Метод выворачивания и инверсии см. рис. 1, 2, 16

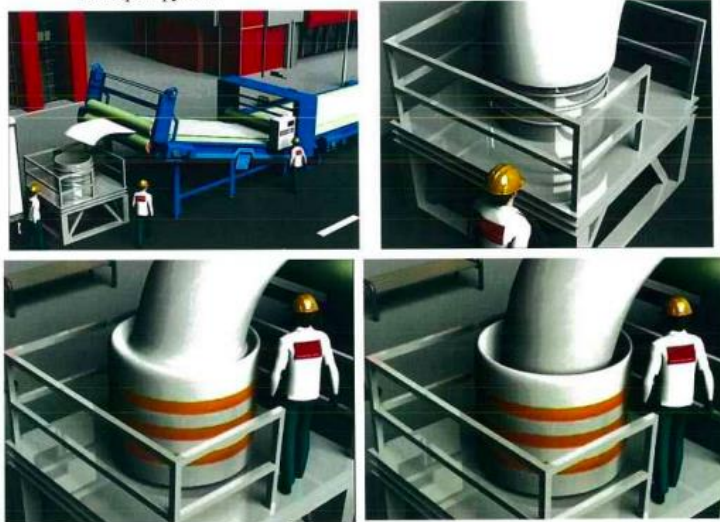
Рисунок 16. Ввод рукава методом выворота (инверсии)



Над стартовым колодцем/камерой устанавливается вышка с инверсионным кольцом. Около вышки располагается конвейер таким образом, чтобы его раскладывающаяся часть заканчивалась над центром инверсионного кольца. Вместо конвейера также может использоваться подъемный кран.

Заранее подготовленный по длине санируемого трубопровода рукав заполняется определенным количеством смолы (в случае пропитки рукава на стройплощадке). Конец рукава надежно крепится к ленте, с помощью которой затем втягивается в реверсивную емкость мобильной установки. При втягивании наполненного смолой рукава в реверсивную емкость он проходит между двух валиков (см. рис. 6), которое обеспечивают равномерное распределение смолы по длине рукава.

Рисунок 6, 7, 8, 9. Фиксация рукава к инверсионному кольцу, выворот рукава.



После намотки рукава на барабан реверсивной емкости конец рукава прикрепляется к специальной головке (инверсионному кольцу), расположенной на вышке, см. рис. 7-9. После этого рукав вручную выворачивают в кольцо на глубину около метра, потом подводят к кольцу шланг с водой.

За счет давления воды, заливаемой в колы», процесс выворачивания (инверсии) рукава продолжается. Рукав постепенно вводится внутрь saniруемого трубопровода, при этом плотно прижимаясь к его стенкам.

Рисунок 10, 11, 12, 13. Ввод рукава в трубопровод



Скорость введения мягкого полимерного рукава внутрь трубопровода регулируется давлением столба воды и скоростью работы подъемного крана (конвейера), подающего рукав на вышку. Когда на вышке оказывается противоположный конец рукава, к нему присоединяются резиновые прогревочные шланги и стопорная лента, необходимая для продолжения контролирования скорости выворачивания.

Прогревочных шлангов может быть от одного до четырех — в зависимости от диаметра рукава. При большой длине восстанавливаемого участка трубы прогревочные шланги могут наращиваться с помощью соединительных муфт и хомутов для того, чтобы их хватило на всю длину рукава. При этом хомуты обматываются изоляционной лентой для того, чтобы избежать царапин и порезов на внутренней поверхности рукава. После выхода рукава из трубы в финишном колодце/котловане в кольцо перестают добавлять воду и подавать стопорную ленту, которая фиксируется на стопорном кнехте. Таким образом,



выворачивание останавливается. Для уверенности в том, что стопорная лента удержит рукав от дальнейшего выворачивания, иногда в финишном колодце/котловане поперек трубы ставят упор — например, швеллер.

Надо учитывать, что длина используемого рукава должна превышать длину восстанавливаемого участка трубопровода по следующим причинам:

- Необходим запас для того, чтобы после установки рукава в трубу и полимеризации затвердевшая часть незначительно выходила из нее —этим достигается уверенность в отсутствии незатвердевших мест на торцах трубопровода.
- Запас для обеспечения герметичности одного конца рукава с целью создания давления.
- Запас на высоту водяного столба, который необходим для поддержания нужного давления воды в рукаве при его выворачивании в восстанавливаемую трубу и дальнейшем прогреве. Рукав перед подачей в трубу подвешивается на инверсионном кольце на вышке, на нем выворачивается и уже через кольцо, давлением воды, добавляемой внутрь рукава, опускается в трубу и далее выворачивается по ней. Высота водяного столба (и соответственно длина, на которую увеличивается рукав) зависит от диаметра и толщины стенки рукава, а также от соотношения абсолютных высот дна восстанавливаемой трубы в стартовом колодце и на остальной ее части. Обычно высота водяного столба варьирует в пределах 5-10м. Но при этом участок рукава, используемый для создания этого столба, должен быть на 2-3 метра удлиннен для обеспечения закрепления на инверсионном кольце.

- При наличии в восстанавливаемой трубе углов поворотов, мина рукава увеличивается исходя из расчета 0,5-1 м на каждый поворот.

- Запас на глубину залегания трубопровода,

Таким образом, в среднем длина рукава должна превышать длину восстанавливаемого участка на 12-16 метров.

При методе выворачивания необходимо учитывать, что для восстановления трубопроводов диаметром $D \leq 600$ мм рукав вводится через горловину колодца (диаметр люка и отверстия в плите перекрытия диаметр горловины - 700 мм), для трубопроводов диаметром $D > 600$ мм производится демонтаж горловин и плит перекрытия колодца.

Метод протягивания, см. рис. 3, 17-19.

Рисунок 17. Протяжка полимерного рукава.



Рисунок 18. Подача сжатого воздуха в рукав.

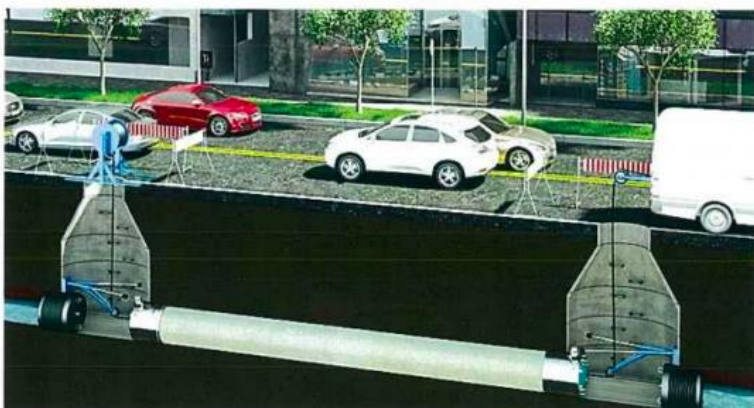
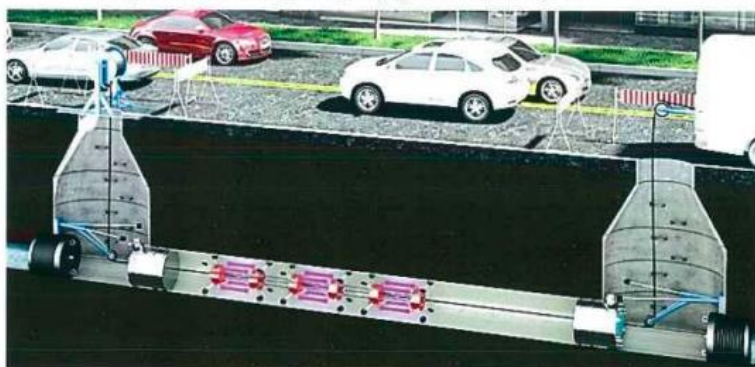


Рисунок 19. Ввод в рукав ультрафиолетовых излучателей.



Работы начинают с протягивания шнура из полиэстера, с помощью которого протягивается трос лебедки. Лебедку устанавливают на входе или выходе ремонтируемого участка трубы.

По всей длине трубы, с запасом 2,5 м в обе стороны, на дно трубы укладывается полиэтиленовая пленка (прилайнер), предназначенная для защиты рукава от повреждений и облегчения его протягивания в трубе. При длине трубы более 30м поверхность пленки смазывается маслом или мыльным раствором, позволяя увеличить скольжение полимерного рукава.

Далее устанавливается передний трубный сальник, на котором, при помощи ремней и зажимов закрепляют рукав. Передний сальник имеет отверстие с уплотнительным кольцом, через которое выводят шнур, заранее проложенный по всей длине рукава при его изготовлении.

Рукав протягивают в трубу при помощи лебедки, трос которой закрепляется к переднему сальнику (пакеру).

Протяжку производят таким образом, чтобы сальник полностью вышел из отверстия трубы, заняв положение удобное для производства работ.

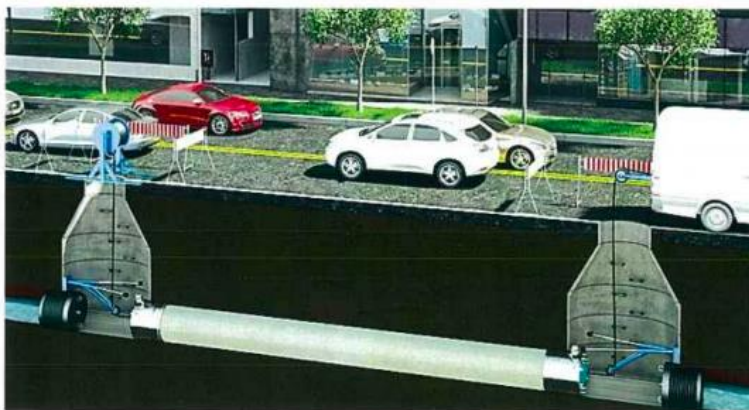
Устанавливают задний трубный сальник, который имеет крышку с патрубками и отверстием с уплотнителем под шнур для

последующего монтажа оборудования, и закрепляют на нем рукав аналогичным образом.

Рукав протягивают лебедкой до исправления складок. При этом задний сальник располагают за пределами выходного отверстия тубы.

Подсоединив к патрубкам заднего сальника шланг компрессора и манометр для контроля давления, рукав заполняют воздухом под рабочим давлением около 2атм до полного облегания рукавом

Рисунок 18. Подача сжатого воздуха в рукав.



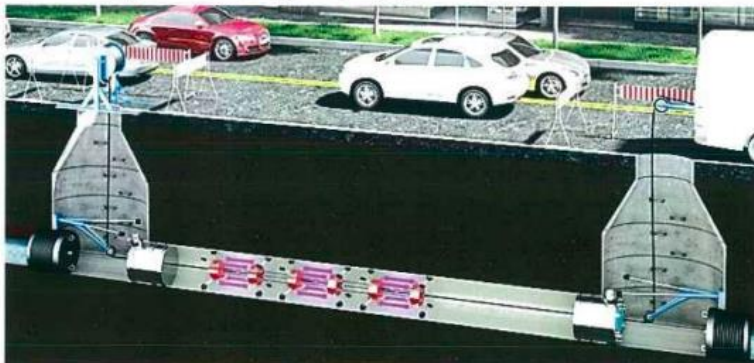
трубы, см рисунок 18.

Далее проводятся мероприятия для полимеризации.

Принципиально различают два способа полимеризации смол - фотоотверждение (свето-, фото- полимеризация) термоотверждение (термополимеризация).

При фотоотверждении в расправленный рукав вводят источник ультрафиолетового излучения и вновь поднимают давление, см. рис. 19.

Рисунок 19. Ввод в рукав ультрафиолетовых излучателей.



Источник с лампами перемещают по длине рукава со скоростью, необходимой для отверждения (полимеризации).

После завершения процесса полимеризации производят демонтаж сальников и извлечение источника света и внутренней защитной пленки рукава.

Фотоотверждаемый полимерный рукав должен поставляться на стройплощадку в сложенном виде, в воду и светонепроницаемой упаковке. В комплекте с рукавом должен поставляться прелайнер толщиной не менее 0,5 мм и длиной на 4м превосходящей длину полимерного рукава. Длина фотоотверждаемого полимерного рукава «ЛУЧ» должна быть больше длины ремонтируемой трубы на 2,0 м, а периметр составлять от 95% до 100% от периметра отверстия ремонтируемой трубы.

Не допускается хранение фотоотверждаемого рукава при температурах ниже нуля градусов Цельсия.

Не допускается применение фотоотверждаемого полимерно-тканевого рукава по истечении его срока годности. Срок годности

рукава в заводской упаковке - шесть месяцев. Срок годности рукавов с толщиной стенки более 10 мм, а также имеющих в составе материала добавки пероксидов, сокращается до трех недель.

При термоотверждении (см. рис. 14, 15) после завершения процесса выворачивания рукава по восстанавливаемому участку трубы, концы прогревочных шлангов, оставшиеся снаружи, присоединяют к выходным патрубкам на бойлерной установке.

Бойлерная установка должна быть расположена непосредственно у стартового колодца/котлована. При невозможности расположить ее рядом, а также при глубине стартового колодца/котлована более 6 метров необходимо использовать дополнительные центробежные насосы для забора обратной воды из рукава по заборным шлангам и подачи ее в бойлер. При восстановлении труб больших диаметров 800-1200мм используются две бойлерных установки. Внутри кольца опускаются армированные заборные шланги до достижения ими дна трубы. Их свободные концы присоединяются к входным патрубкам бойлерной установки. Пожарные шланги, протянутые к кольцу, теперь протягиваются к бойлеру и он заполняется водой. Потом включаются центробежные насосы, входящие в состав бойлерной установки, для циркуляции воды внутри рукава.

После нормализации циркуляции включается горелка бойлера и циркулирующая по рукаву вода нагревается. Циркулирующая вода в рукаве должна нагреться до температуры 80-90С.

После достижения этих температур, они поддерживаются на протяжении 6-10 часов. Потом начинается плавное охлаждение, скорость которого также зависит состава смолы, использованной для пропитки рукава. Все время прогрева в систему циркуляции постоянно добавляется необходимое количество воды из автоцистерны или от пожарного гидранта. Это нужно для

поддержания постоянного уровня воды в вертикальной части рукава, подвешенной на инверсионном кольце, что в свою очередь необходимо для обеспечения плотного прилегания рукава к внутренней поверхности восстанавливаемой трубы. Для того, чтобы уровень воды не поднимался выше нужного, в вертикальной части рукава на соответствующей высоте прорезается отверстие для перелива и к нему с помощью специальных переходников прикрепляются шланги, отводящие излишек воды в ближайшую точку слива. Охлаждение осуществляется путем отключения бойлерной горелки и постепенного добавления в циркулирующую воду все большего количества холодной воды.

После охлаждения циркулирующей воды до температуры не выше +250С, циркуляция останавливается и вода с помощью погружного насоса выкачивается из рукава. Вода также сливается из бойлерной установки. Одновременно из вертикальной его части вынимаются заборные шланги и ослабляется натяжение стопорной ленты.

Охлаждение также можно проводить сжатым воздухом под давлением 0,5...0,9 атм в течение 15...20 мин

После окончательной полимеризации рукава производят обрезку выступающих фрагментов начального и концевого торца полученной полимерной трубы заподлицо со старой трубой, проводится очистка колодцев от остатков полимеризованного чулка.

*** Замечание**

Все сведения и данные, предоставленные в этом документе получены из открытых источников, считаются нами достоверными и надежными, однако они не дают выраженной или подразумеваемой гарантии относительно использования ФПМ «ЛУЧ» с какой-либо конкретной целью. В документе не содержится никаких утверждений, выраженных или подразумеваемых, за которые бы ООО «ЛУЧ» несло юридическую ответственность и все сведения приводятся исключительно с целью ознакомления, изучения и проверки.