

# ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ. ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ

---

УДК 628.147.2; 628.247; 628.27

**М.А. Авдеева, Я.С. Луферчик,  
А.В. Рязанов, О.И. Ручкина**

Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

## **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ РЕНОВАЦИИ ВОДOPPOBODНЫХ И ВОДООТВОДЯЩИХ ТРУБОПPOBODОВ**

С течением времени все коммуникации неизбежно стареют и требуют ремонта или полной замены. Рассмотрены наиболее современные и эффективные методы реновации трубопроводов, представлен их анализ.

**Ключевые слова:** технологии реновации, бестраншейные методы, санация, полиэтиленовые трубы, эксплуатация трубопроводов, дефекты трубопроводов.

Сети водоснабжения и водоотведения являются наиболее уязвимыми элементами в системах водоснабжения и водоотведения, так как подавляющее большинство из них находится под постоянным стрессом (рис. 1) [1].

В условиях современного города предупреждение старения и преждевременного выхода из строя подземных инженерных сетей водоснабжения и водоотведения, а также оптимальная локализация последствий их проявления становятся одними из главных задач служб эксплуатации коммунальных объектов.

Старение сетей может привести к пагубным последствиям: потерям напора в трубопроводах и снижению их пропускной способности, к ухудшению физико-химических показателей транспортируемой воды, а также к загрязнению подземных и поверхностных вод, почвы, атмосферы.

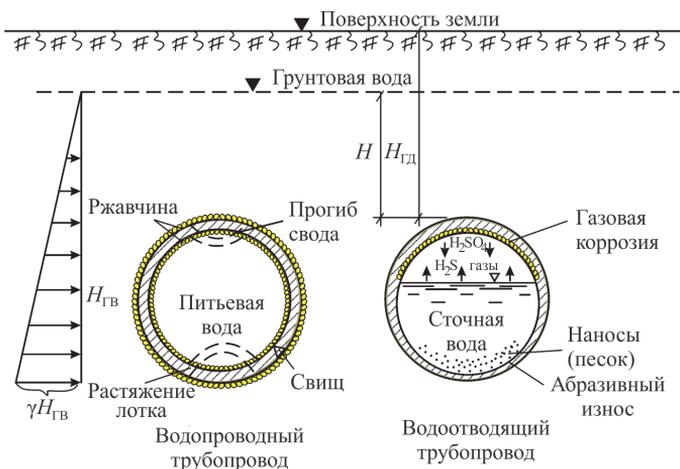


Рис. 1. Иллюстрация воздействия на трубопроводы нагрузок, приводящих к дестабилизации их работы ( $H$  – уровень грунтовых вод,  $H_{ГД}$  – глубина заложения трубы,  $\gamma H_{ГВ}$  – сила гидростатического давления на трубу)

Проблемы оперативного ремонта, восстановления и модернизации водоотводящих сетей в современном городе усугубляются рядом усложняющих факторов: высокой плотностью застройки подземных и наземных объектов, наличием параллельных и пересекающихся с водоотводящими сетями на разных уровнях инженерных коммуникаций, насыщенностью окружающих грунтов подземными водами и т.д.

Особую актуальность этот вопрос реновации трубопроводов приобретает для городов России, где старение подземных трубопроводных коммуникаций и другого оборудования различного назначения достигли критических уровней: более половины подземных трубопроводных коммуникаций исчерпали нормативный срок службы.

Пермь и Пермский край не исключение: большинство сетей водоснабжения и канализации проложены в 1960–70-х гг. Ситуация усугубляется тем, что на обслуживание переходит огромный объем бесхозных сетей, которыми никто не занимался на протяжении десятилетий. Так, за 2012, 2013 гг. компания «Новогор-Прикамье» взяла на баланс порядка 200 км бесхозных трубопроводов. Как правило, износ таких трубопроводов составляет около 90 %, нередко эти объекты проложены с нарушением строительных норм и правил. Для поддержания существующего состояния

систем водоснабжения и водоотведения необходимо ежегодно перекладывать в среднем 20 км сетей водоснабжения и 15 км сетей канализации (<http://www.novogor.perm.ru/>). При непринятии оперативных мер по повышению эффективности работы трубопроводных сетей, реновации и модернизации подземных трубопроводов ситуация может выйти из-под контроля с серьезными последствиями.

В последние десятилетия в сфере эксплуатации и ремонта городских коммунальных систем водоотведения и водоснабжения для решения указанных проблем разработано новое направление, получившее название бестраншейной технологии восстановления (санации) старых (ветхих) и прокладки новых трубопроводов. Это направление является альтернативой открытому способу ремонта, реконструкции и строительства подземных трубопроводов любого назначения. Бестраншейные технологии санации и прокладки трубопроводов, наряду с оперативностью и экономичностью по сравнению с традиционными методами (проведение земляных работ с раскопкой траншей, ремонтом, заменой трубопровода), позволяют не нарушать сложившуюся экологическую обстановку, сохраняют исторические памятники и т.д.

Целью бестраншейной технологии является полное восстановление структуры трубопровода путем устранения всех видов дефектов по длине труб и в местах их стыковки при соблюдении (поддержании) исходных гидравлических характеристик течения потока жидкости. Восстановление структуры призвано придать сооружению (трубопроводу) большую механическую прочность для выдерживания им постоянных (насыпного грунта, покрытий) и временных нагрузок (транспортных средств). При этом восстановление структуры не должно сопровождаться появлением дополнительных проблем, не наблюдавшихся ранее [2].

Наиболее популярными методами бестраншейного восстановления и бестраншейной прокладки трубопроводов в настоящее время являются:

- 1) протаскивание полиэтиленовой трубы с разрушением старой трубы;
- 2) протаскивание полиэтиленовой трубы в существующий трубопровод без разрушения существующей трубы;

- протяжка недеформированной трубы в трубу с неплотным прилеганием;
  - протяжка недеформированной трубы в трубу с плотным прилеганием;
  - протяжка предварительно деформированной (смятой до меньшего линейного размера) трубы в старую трубу с использованием несущих свойств трубы (после протяжки давлением восстанавливается рабочая форма трубы и в работе частично используется остаточная прочность старого трубопровода);
  - протяжка предварительно деформированной (смятой до меньшего линейного размера) трубы полной механической прочности в старую трубу (после протяжки давлением восстанавливается рабочая форма трубы, которая полностью готова к работе, остаточная прочность старого трубопровода не используется);
- 3) санация трубопроводов методом «чулка»;
  - 4) безраскопная реновация существующих канализационных коллекторов с помощью коротких труб;
  - 5) безраскопная реновация дворовых выпусков канализации и существующих колодцев;
  - 6) метод горизонтально направленного бурения (ГНБ).

***Протаскивание полиэтиленовой трубы с разрушением старой трубы.*** Данная технология является дальнейшим развитием технологии протаскивания полиэтиленовых труб и применяется в случае, когда необходимо сохранить или немного увеличить проходное сечение существующего трубопровода. Полиэтиленовые трубы свариваются в плетъ, длина которой равна протяженности восстанавливаемого участка, и выкладываются на земле рядом с заходным (входным) котлованом. К началу плети присоединяется наконечник для разрушения старого трубопровода, форма наконечника зависит от материала, из которого изготовлен старый трубопровод. При помощи мощной лебедки (мощность зависит от диаметра трубопровода и толщины стенки) плетъ затягивается в существующий трубопровод (рис. 2) [3]. При этом наконечник разрушает старые трубы, расталкивая их обломки в стороны, создавая за собой кольцевое пространство, по которому протягивается полиэтиленовая труба. Диаметр протягиваемой полиэтиленовой трубы соответствует диаметру старого трубопровода.



Рис. 2. Метод ремонта трубопроводов с разрушением старой трубы

Возможно проложить трубопровод с увеличением диаметра (обычно на один типоразмер). Для этого вначале протаскивают наконечник, разрушающий старый трубопровод и расталкивающий его обломки в стороны, при этом в земле образуется канал диаметром, равным диаметру старого трубопровода. Затем при протяжке каната в обратном направлении протягивают расширительный наконечник, задача которого состоит в увеличении диаметра канала в земле. К наконечнику присоединена плеть из полиэтиленовых труб, она затягивается вслед за наконечником в расширенный канал.

Этот метод отлично подходит для обновления как безнапорных, так и напорных трубопроводов. С помощью его можно осуществлять замену изношенных труб из стали, чугуна, бетона, керамики, асбестоцемента, пластика на новые трубы. Обустройство котлована необходимо только на одном конце ремонтируемого участка, там, где вводится новая труба, а в некоторых случаях не требуется совсем. Так, например, при ремонте безнапорных трубопроводов можно обойтись без котлована, используя трубы с замковым или резьбовым соединением (<http://argus-group.net/>).

Преимуществами метода являются высокая долговечность и гибкость отремонтированного трубопровода, высокая теплоустойчивость и устойчивость к химическому воздействию, большой выбор размеров труб.

Недостатком являются большие размеры рабочей площадки (для выкладки плети перед затягиванием) и заходного котлована. Технология хорошо работает на прямых участках, но не

может применяться на тех участках трубопровода, где есть резкие повороты или тройники. Поскольку при протяжке наружный слой трубы получает повреждения в виде продольных царапин, а также возможно возникновение значительных точечных нагрузок из-за воздействия обломков старого трубопровода (особенно опасны обломки чугунного трубопровода с острыми краями), рекомендуется использовать полиэтиленовые трубы с защитным покрытием и повышенной устойчивостью к точечным нагрузкам.

***Протяжка недеформированной трубы в трубу с неплотным прилеганием.*** Данная технология является наиболее простой технологией бестраншейного восстановления трубопроводов. Полиэтиленовые трубы свариваются в плетть, длина которой равна протяженности восстанавливаемого участка, и выкладываются на земле рядом с заходным (входным) котлованом (рис. 3). При помощи лебедки плетть затягивается в существующий трубопровод. Кольцевое пространство между трубами заполняют цементно-песчаной смесью для исключения перемещений полиэтиленовой трубы относительно существующего трубопровода. В результате получается независимый полиэтиленовый трубопровод, располагающийся с зазором внутри существующего трубопровода [3].



Рис. 3. Протаскивание полиэтиленовой трубы

Преимуществом технологии является минимальный ассортимент оборудования для выполнения работ: машина для сварки встык, лебедка и (как и для любой другой технологии бестраншейного восстановления) оборудование для прочистки и телевизионной инспекции трубопроводов.

Недостатком является заужение проходного сечения трубопровода, что не всегда приемлемо для заказчика, а также большие размеры рабочей площадки (необходимо для выкладки плети перед затягиванием) и заходного котлована.

Технология хорошо работает на прямых участках, но не может применяться на тех участках трубопровода, где есть резкие повороты или тройники. Поскольку при протяжке наружный слой трубы получает повреждения в виде продольных царапин, рекомендуется использовать полиэтиленовые трубы с защитным покрытием.

**Протяжка недеформированной трубы в трубу с плотным прилеганием.** По данным технологиям внутрь существующего трубопровода затягивают полиэтиленовую трубу, наружный диаметр которой равен внутреннему диаметру восстанавливаемого трубопровода (рис. 4). Полиэтиленовая труба, подготавливаемая к установке, непосредственно на рабочей площадке растягивается в продольном направлении (вдоль оси трубы). При этом увеличивается длина трубы с одновременным уменьшением ее наружного диаметра. Труба в растянутом состоянии затягивается в существующий трубопровод, после чего выдерживается приблизительно двое суток. В течение этого времени происходят упругие деформации трубы, она укорачивается в продольном направлении и увеличивается в диаметре, плотно прилегая изнутри к стенкам восстанавливаемого трубопровода. После этого внутрь ПЭ трубы подают высокое давление, еще более плотно прижимающее ее к стенкам восстанавливаемого трубопровода. Через несколько часов подача давления прекращается, трубопровод готов к работе [3].



Рис. 4. Непрерывная облицовка, плотно прилегающая к стенкам трубопровода, с использованием полиэтиленовых труб

Данный метод предназначен для реконструкции прямолинейных участков самотечных трубопроводов холодного и горячего водоснабжения, канализационных систем диаметром 100–450 мм. За один прием возможно восстановление участка трубопровода длиной до 1000 м. Трубы диаметром примерно до 400 мм обжимаются между роликами (рис. 5, *а*), а более 400 мм – протягиваются через конусную фильеру (рис. 5, *б*). Также метод можно использовать даже в случаях, когда в существующей трубе имеются трещины, разрушенные участки или небольшие сдвиги стыков.

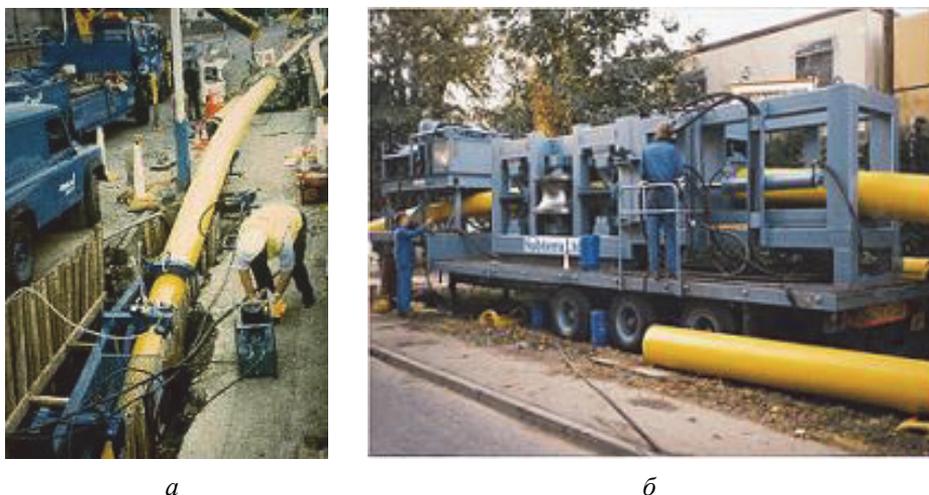


Рис. 5. Установка полиэтиленовых труб: *а* – с обжимом между роликами; *б* – через конусную фильеру

Преимуществами данного метода являются: прочный, износостойкий и долговечный композитный материал; изготовление труб с поперечным сечением на 30–40 % меньше требуемого, что облегчает их транспортировку и протаскивание; увеличение пропускной способности отремонтированного участка; быстрая и экономичная прокладка; кольцевая жесткость труб SN4 и SN8; высокая несущая способность трубопровода после реконструкции; не оказывает негативного воздействия на окружающую среду; одновременная реновация трассы на нескольких участках между колодцами.

Недостатком является необходимость наличия специального оборудования, покупка лицензии у фирмы – разработчика этих технологий, а также большие размеры рабочей площадки (необ-

ходимо для выкладки плети перед затягиванием) и заходного котлована. Также требуется консультация у фирмы-разработчика относительно материала, из которого изготовлены трубы, поскольку не всякий сорт полиэтилена подходит для этих технологий.

***Протяжка предварительно деформированной трубы в старую трубу с использованием несущих свойств трубы.*** Технология использует эффект памяти формы полиэтиленовых труб, представляет собой систему из тонкостенных полиэтиленовых труб для бестраншейного восстановления напорных трубопроводов с номинальным диаметром от 100 до 300 мм. Рекомендуется использовать для реновации трубопроводов, которые сохранили механическую прочность, но имеют небольшие по размеру повреждения, ведущие к негерметичности трубопровода (трещины, утечки через соединения, локальная коррозия) [3].

Земляные работы ограничиваются устройством двух маленьких котлованов – входного и выходного. При наличии на трассе инспекционных колодцев можно работать через них, котлованы копать не обязательно. Скорость протяжки составляет до 20 м/мин, за один прием можно протянуть до 600 м трубы (в зависимости от диаметра). После протяжки трубы всю длину восстанавливаемого участка, труба пережимается на концах, и через специальные патрубки внутрь трубы подается холодная вода или воздух под давлением, за счет этого давления труба «разворачивается» и приобретает свою изначально круглую форму. После реверсии и выдержки трубы в течение определенного времени давление сбрасывают, на концы трубы устанавливают специальные концевые фитинги и через них присоединяют восстановленный участок трубопровода к сети.

Преимуществом технологии является минимальное количество необходимого оборудования, его простота и дешевизна. Пропускная способность восстановленного трубопровода значительно увеличивается благодаря минимальному заужению проходного сечения и получению при этом трубопровода с гладкой внутренней поверхностью (уменьшение гидравлических потерь).

***Протяжка предварительно деформированной трубы полной механической прочности в старую трубу.*** Относится ко второму поколению интерактивных труб: труба, профиль которой

формируется на заводе-изготовителе (свернутые трубы). Номинальный диаметр восстанавливаемого трубопровода находится в диапазоне от 100 до 500 мм. Труба поставляется намотанной на барабаны, которые могут устанавливаться на прицепах, разработанных специально для работы по технологии CompactPipe (<http://www.overseas.wavin.com/>). При этом труба разматывается с барабана, установленного на прицепе непосредственно рядом с входным котлованом, что позволяет значительно экономить место на рабочей площадке (рис. 6). Для протаскивания трубы CompactPipe можно воспользоваться имеющимися на трассе колодцами, и не обязательно раскапывать котлованы.

Для протяжки трубы внутри старого трубопровода используется лебедка с максимальным тяговым усилием 10 т, максимальная скорость протяжки достигает 20 м/мин. После протяжки трубы CompactPipe на всю длину восстанавливаемого участка, через специальные фланцы внутрь трубы под небольшим давлением подается горячий водяной пар от парогенераторной установки, труба «вспоминает» и приобретает свою изначально круглую форму (эффект памяти формы полиэтилена) (рис. 7). После реверсии и выдержки трубы в течение определенного времени производят ее охлаждение и затем фиксируют концы трубы с помощью специальных втулок [3].



Рис. 6. Рабочая площадка

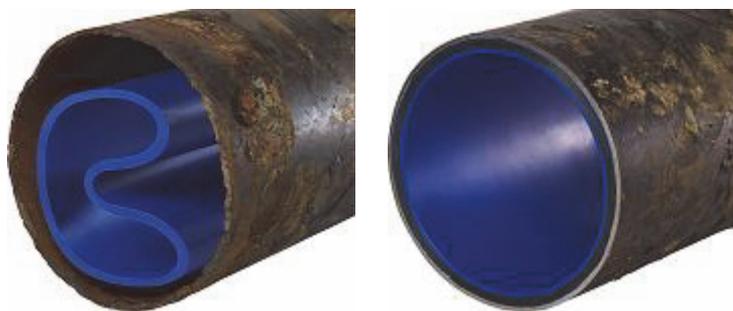


Рис. 7. Восстановление (ремонт) стального водопровода.  
Вид трубы до и после реверсии

Преимуществом технологии является получение в результате структурно независимой трубы со свойствами и сроком эксплуатации вновь установленной трубы. Данная технология подходит для реновации как напорных, так и безнапорных труб, а именно водопроводов, канализации и газопроводов. Старая труба после установки в нее новой трубы по такой технологии в работе не участвует, ее состояние не влияет на работу восстановленного трубопровода.

***Санация трубопроводов методом «чулка».*** Метод реконструкции трубопроводов «чулочным» способом, изобретенный в Англии более 20 лет назад, в настоящее время применяется в более чем сорока странах мира.

Метод идеально подходит для реконструкции трубопроводов сточных и дождевых вод, а также для технических и напорных трубопроводов диаметром свыше 400 мм на участках с изгибами, где невозможна протяжка нового пластикового трубопровода. Может применяться на газовых, химических и канализационных трубопроводах.

Чулок может использоваться для труб круглого сечения с диаметром от 6 до 3000 мм. Кроме того, трубы некруглого сечения, например овального или другого вида, могут быть также восстановлены благодаря тому, что используемый для этого материал отличается гибкостью (<http://www.overseas.wavin.com/>).

Чулок изготавливается из кислотоупорного поливолокна, упрочненного резиной или пропитанного смолой, специально по заказу любой длины и толщины – от 3 до 50 мм, так что он в точности подходит для конкретного участка трубопровода.

Пока чулок гибкий, он под давлением воды вводится в поврежденную трубу. Он находит свой собственный путь и проходит изгибы с углом до 60°. В тех местах, где соединения смещены или небольшие участки полностью отсутствуют, чулок создает плавный переход.

После того, как чулок установлен в требуемое положение и вулканизирован, он затвердевает и приобретает износоустойчивость, в то время как его внутренняя поверхность остается гладкой, что обеспечивает максимальную скорость потока и препятствует возникновению отложений.

Чуллок вулканизируется в течение нескольких часов. Боковые ответвления открываются с помощью трубореза, управляемого компьютером.

Метод чулка менее трудоемок и сложен, чем метод протяжки, но требует значительных затрат в связи со стоимостью применяемых материалов и необходимостью эксплуатации специального оборудования для подачи, расправления и отверждения чулка.

Применение данного метода требует качественной подготовки поверхности старой трубы с очисткой до плотного (не подвергшегося коррозии) материала, не менее чем на половине поверхности трубопровода (для качественного приклеивания чулка к поверхности существующей трубы), и ее осушения.

Преимущества метода:

- мягкая синтетическая труба может проходить изгибы трубопровода до 45–60°;
- позволяет обходиться без дорогостоящих работ по отрывке котлованов;
- протяжные водопроводы восстанавливаются в один этап. При укладке чулка на непрерывных участках расстояние между колодцами может составлять до 300 м;
- быстрота ремонта трубопровода;
- участок, занимаемый при проведении работ, невелик.

***Безраскопочная реновация существующих канализационных коллекторов с помощью коротких труб.*** Этот метод используется для футеровки самотечных канализационных коллекторов диаметром 150–500 мм. Метод отлично подходит для применения в густонаселенных районах.

Облицовку производят через смотровые колодцы, практически не создавая помех уличному движению (рис. 8). Этот метод обладает высокой конкурентоспособностью в тех случаях, когда реконструкции подлежит короткий участок трубопровода (<http://www.overseas.wavin.com/>).

Преимущества метода:

- изготовление методом литья под давлением с точным соблюдением размеров гарантирует отсутствие утечек в готовом трубопроводе;
- современный высококачественный полипропилен;

- раструбные соединения, обладающие высоким сопротивлением тяге, с уплотнениями;
- кольцевая жесткость труб SN8 – 8 кН/м<sup>2</sup>;
- легкость бестраншейной прокладки;
- облицованный и забетонированный трубопровод обладает высокой несущей способностью.

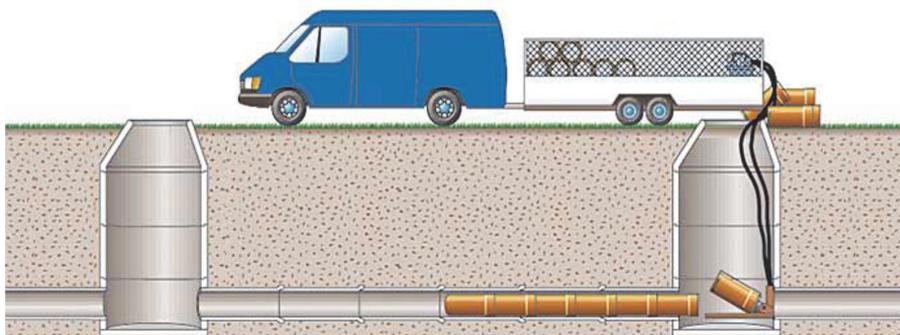


Рис. 8. Безраскопная реновация канализационных коллекторов с помощью коротких труб

***Безраскопная реновация дворовых выпусков канализации и существующих колодцев.*** Метод предназначен для восстановления дворовых выпусков канализации с применением технологии протаскивания гибкой полиэтиленовой трубы с гофрированной наружной и идеально гладкой внутренней поверхностью после реновации магистрального коллектора одним из бестраншейных методов.

При ремонте трубопроводов, как правило, необходимо ремонтировать и колодцы, которые часто являются источником самых больших утечек. Широкий ассортимент деталей заводского изготовления позволяет быстро собирать новые герметичные пластиковые смотровые колодцы внутри существующих железобетонных или кирпичных.

Преимущества комплексной реновации:

- высокое качество используемых полимерных материалов (ПЭВП или ПП);
- заводская точность изготовления всех комплектующих;
- широкий ассортимент стандартных изделий и деталей;

- прочность и надежность трубопровода;
- быстрое восстановление всех элементов сети (коллекторы, выпуски, колодцы);
- повышение пропускной способности сети;
- отсутствие утечек, герметичность всей трассы.

**Метод горизонтально направленного бурения.** Технология горизонтально направленного бурения (ГНБ) используется для прокладки трубопровода DN 75–500 мм под землей без раскопок. Используется специальное оборудование (наиболее известны в России марки Vermeer и Ditch Witch), которое бурит в земле плотную скважину, расширяет ее до нужного размера и протягивает в нее трубопровод.

Бурение пилотной скважины осуществляется при помощи буровой головки со встроенным излучателем. Буровая головка соединена посредством полого корпуса с гибкой приводной штангой, что позволяет управлять процессом проходки пилотной скважины и обходить выявленные на этапе подготовки к бурению подземные препятствия в любом направлении в пределах естественного изгиба штанги. При отклонении буровой головки от проектной траектории оператор корректирует траекторию бурения. Строительство пилотной скважины завершается выходом буровой головки в заданной проектом точке (рис. 9) [3].



Рис. 9. Метод горизонтально направленного бурения

После этого буровая головка отсоединяется от буровых штанг и вместо нее присоединяется риммер – расширитель обратного действия. Риммер протягивается через створ скважины в направлении буровой установки, расширяя пилотную скважину

до необходимого для протаскивания трубопровода диаметра. К риммеру через вертлюг крепится готовая к протягиванию плеть трубопровода. Таким образом, буровая установка затягивает в скважину плеть протягиваемого трубопровода по проектной траектории.

Поскольку при протяжке наружный слой трубы получает повреждения в виде продольных царапин, а также возможно возникновение значительных точечных нагрузок из-за опасности непосредственного контакта прокладываемой трубы с твердыми включениями в почве (камнями, кусками металла, инженерными коммуникациями), корнями деревьев, рекомендуется использовать полиэтиленовые трубы с защитным покрытием и повышенной устойчивостью к точечным нагрузкам. Во всем мире бестраншейные методы начинают набирать популярность и вытеснять устаревшие способы вскрытия поверхности. Уже во многих странах объем подземных работ, выполняемых с помощью бестраншейных методов, достигает 50–70 %. Особенно выделяется Китай, где переход на закрытые методы освоения пространства поддерживается не только государством, но и обществом. В стране уже действуют заводы по изготовлению техники и оборудованию для бестраншейных технологий. Также стоит выделить успехи китайцев в сфере обучения персонала – от рабочих и инженеров до научных работников. У них уже можно получить степень доктора наук по бестраншейным технологиям.

В Европе же можно выделить Чехию, где бестраншейные технологии применяются повсеместно. Особенно это касается работ в городах, где делается все возможное для снижения негативных последствий ремонтных работ для экономики и окружающей среды, а также сохранения старой застройки.

На сегодняшний день в России бестраншейные методы применяются не везде, так как многие думают, что такие методы несколько дороже привычных. Но специалисты считают, что уже пора перейти к конкретным действиям и официально, на федеральном и местных уровнях запретить использовать в городах традиционные способы вскрытия поверхности, если этого можно избежать.

Одним из основных бестраншейных методов, которые используются сейчас в России, является метод ГНБ. Несмотря на то,

что в России бестраншейные методы начали развиваться позднее, чем в Европе, уже в 2007 г. услуги по горизонтально направленному бурению предлагали около 150 компаний. И на сегодняшний день, согласно исследованиям маркетингового агентства Market Capital Solutions (MARCS) (<http://www.marcs.ru/>), в отдельных областях Центрального федерального округа РФ реализуется до 140 проектов в год.

Примерная стоимость работ по методу ГНБ на 1 м (пог.) приведена в табл. 1. Стоимость указана без учета стоимости трубы и может меняться в зависимости от удаленности объекта.

Таблица 1

Примерная стоимость работ по методу ГНБ, руб.

Диаметр трубы, мм	Тип грунта		
	Суглинок	Глина	Песок
110	2800	3200	4000
160	3000	3600	4500
225	4000	5000	6000
315	5500	6400	7600
400	7700	8200	11500
500	10200	13000	15500
630	14200	15500	18200

В Перми и Пермском крае бестраншейные технологии реновации трубопроводов находятся на стадии развития, в большинстве случаев применяются траншейные методы. На сегодняшний день используются два метода: метод «труба в трубе» – прокладка внутри старых трубопроводов новых, меньшего диаметра и метод «по старому следу» – замена трубопроводов с разрушением старых и одновременной прокладкой новых, как с сохранением диаметра старой трубы, так и с его увеличением. Реновацией трубопроводов в Перми занимается группа компаний ООО «СтройИмпульс», ООО «Монолит-777», ООО «ЭлектроКом».

За рубежом и в России распространены следующие фирмы-производители: Wavin, Frank, ECO PROJECT LTD, которые изготавливают трубы для рассмотренных методов (<http://www.overseas.wavin.com/>; <http://www.frank-gmbh.de/>; <http://www.ecoprog.com/>).

Для сравнительной характеристики рассмотренных технологий разработана балльная оценка, представленная в табл. 2. Результаты анализа и оценки методов бестраншейной реновации водопроводных и водоотводящих трубопроводов приведены в табл. 3.

Таблица 2

## Количественная характеристика параметров в баллах

Показатель	1 балл	2 балла	3 балла
Диапазон диаметров, мм	63–500	63–900	63–1500
Вид трубопровода	Водопровод	Водопровод и канализация	–
Максимальная протяженность ремонтного участка, м	100	200	300
Виды повреждений	Есть ограничения	Любые	–
Материал покрытий (оценка его стоимости)	Композит (макс. стоимость)	Полипропилен + ПВХ + ПП (сред. стоимость)	Полиэтилен (миним. стоимость)
Термостойкость, °С	45–50	70	–
Требования к подготовке внутр. поверхности трубопровода (меньше требования – больше баллы)	Очистка водой + контроль дисками + TV контроль	Очистка водой под давлением	Не требуется
Требования к водоотливу	Требуется	Не требуется	–
Минимальное монтажное отверстие	Люк колодца	Нет ограничений	–
Продолжительность работ в сменах на участке 100 м	2–3	1–2	1
Срок службы, лет	10–20	20–30	30–50
Потери диаметра, %	Есть	Нет	–
Необходимость испытания на герметичность	Да	Нет	–
Оценочная стоимость метода	Максимальная	Средняя	Минимальная

Таблица 3

## Сравнительные показатели методов бестраншейного восстановления водопроводных и водоотводящих сетей и их балльная оценка

Технологические, технические и эксплуатационные показатели	Протаскивание нового трубопровода в старый с его разрушением или без разрушения	Протаскивание гибкой предвартельно сжатой полимерной трубы	Использование гибкого комбинированного рукава (чулка)	Безраскопная реновация коллекторов и дворовых выпусков	Метод ГНБ
Диапазон диаметров, мм	100–900	80–300	100–1500	150–500	63–700
<b>Баллы</b>	2	1	3	1	2
Трубопроводы:					
• водопроводный	+	+	+	–	+
• водоотводящий	+	+	+	+	+
<b>Баллы</b>	2	2	2	1	2
Максимальная протяженность ремонтного участка, м	100	200	300	300	300
<b>Баллы</b>	1	2	3	3	3
Виды повреждений (дефектов)	Любые повреждения	Любые повреждения	Крупные трещины, сколы, малая деформация по сечению	Малые и крупные трещины, сколы	Любые повреждения
<b>Баллы</b>	2	2	1	1	2
Материал ремонтного покрытия	Полипропилен, поливинилхлорид, полиэтилен	Полиэтилен	Композит на основе полиэфирных, эпоксидных смол	Полиэтилен	Полиэтилен
<b>Баллы</b>	2	3	1	3	3

Продолжение табл. 3

Технологические, технические и эксплуатационные показатели	Протаскивание нового трубопровода в старом или без разрушения	Протаскивание гибкой предвартельно сжатой полимерной трубы	Использование гибкого комбинированного рукава (чулка)	Безраскопная реновация коллекторов и дворовых выпусков	Метод ГНБ
Термостойкость, °С	45	50	70	50	50
<b>Баллы</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Требования к подготовке внутренней поверхности трубопровода	Не требуется	Очистка водой под давлением, контроль дисками	Очистка водой под давлением, использование корнерезов, контроль дисками, TV контроль	Очистка водой под давлением	Очистка водой под давлением
<b>Баллы</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Требования к водоотливу	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется в некоторых случаях
<b>Баллы</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Минимальное монтажное отверстие (проем)	Люк колодца	Люк колодца	Люк колодца	Люк колодца	Нет ограничений
<b>Баллы</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Продолжительность технологического цикла при ремонте участка длиной 100 м, раб. смен	2-3	1	1	1	1-2
<b>Баллы</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

Окончание табл. 3

Технологические, технические и эксплуатационные показатели	Протаскивание нового трубопровода в старом или без разрушения	Протаскивание гибкой предвартельно сжатой полимерной трубы	Использование гибкого комбинированного рукава (чулка)	Безраскопная реновация коллекторов и дворовых выпусков	Метод ГНБ
Срок службы ремонтного покрытия, лет: прогноз. факт.	50 Более 30	50 Более 30	30 Более 20	50 Более 30	100 Более 50
<b>Баллы</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Потери диаметра трубопровода после ремонта, %	Нет	3-5	3-5	Нет	Нет
<b>Баллы</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Необходимость испытания на герметичность	Да	Нет	Нет	Нет	Да
<b>Баллы</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Стоимость	Мин.	Сред.	Макс.	Сред.	Мин.
<b>Баллы</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Интегральная балльная оценка	3	4	4	4	5
<b>Сумма баллов</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>35</b>

Выполненная оценка методов бестраншейной реновации водопроводных и водоотводящих трубопроводов показала преимущества метода горизонтально направленного бурения (35 баллов). С помощью его достигается быстрый ремонт нужного участка, данный метод относительно недорог. Важным преимуществом является большой диапазон диаметров, что облегчает выбор нужной для реновации трубы. Все это подтверждает популярность метода, как в России, так и за границей.

Второе место среди рассмотренных методов занимают методы безраскопной реновации и протаскивание гибкой предварительно сжатой полимерной трубы. Третье и четвертое места занимают метод чулка и методы протаскивания трубопровода с разрушением или без разрушения старой трубы.

**Выводы.** Сопоставление традиционных и бестраншейных методов реновации трубопроводов показало неоспоримые преимущества бестраншейных методов.

Сравнительный анализ бестраншейных технологий реновации водопроводных и водоотводящих трубопроводов по технологическим, техническим и эксплуатационным показателям с применением балльной оценки обеспечил количественную оценку каждого метода и позволил обосновать наилучшую.

Рассмотренные методы, в соответствии с балльной оценкой (от максимальной к минимальной), можно расположить в ряд: метод горизонтально направленного бурения, методы безраскопной реновации и протаскивания гибкой предварительно сжатой полимерной трубы, метод чулка и методы протаскивания трубопровода с разрушением или без разрушения старой трубы.

Выполненный анализ облегчает выбор бестраншейной технологии реновации трубопроводных систем.

### **Библиографический список**

1. Орлов Д.А. Системный анализ состояния и тактика реновации водопроводных и водоотводящих сетей: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – М., 2009. – 48 с.
2. Хургин Р.Е. Повышение эффективности работы водоотводящих сетей при их бестраншейной реновации полимерными материалами: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2014. – 164 с.
3. Инженерный справочник [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.dpva.info/> (дата обращения: 22.10.2014).

## References

1. Orlov D.A. Sistemnyj analiz sostoyaniya i taktika renovatsii vodoprovodnykh i vodootvodyaschikh setej [The system analysis of a condition and tactics of renovation of the water supply and sewerage nets]. Abstract of the thesis Doctor of Technical Sciences [Engineering Handbook]. Moscow, 2009. 48 p.
2. Hurgin R.E. Povyshenie effektivnosti raboty vodootvodyaschikh setey pri ikh bestransheynoy renovatsii polimernymi materialami [Increase of overall performance of the sewerage nets at their trenchless renovation of polymeric materials]. Thesis of the Candidate of Technical Sciences. Moscow, 2014. 164 p.
3. Inzhenernyi spravochnik [Engineering Handbook], available at: <http://www.dpva.info/> (accessed 22 October 2014).

Получено 4.11.2014

**M. Avdeeva, Ya. Lufurchik,  
A. Ryazanov, O. Ruchkinova**

## THE ANALYSIS OF TECHNOLOGIES OF RENOVATION OF WATER SUPPLY AND SEWERAGE PIPELINES

Over time, all communications will inevitably age and require repair or full replacement. In article is considered the most modern and effective methods of renovation of pipelines, is presented their analysis.

**Keywords:** technologies of renovation, trenchless methods, sanitation, pipes of polyethylene, operation of pipelines, defects of pipelines.

*Авдеева Марина Андреевна (Пермь, Россия) – студентка кафедры теплоснабжения, вентиляции и водоснабжения, водоотведения, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: swuffy1993@gmail.com).*

*Луфурчик Ядвига Сергеевна (Пермь, Россия) – студентка кафедры теплоснабжения, вентиляции и водоснабжения, водоотведения, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: Jadviga1994@mail.ru).*

*Рязанов Александр Викторович (Пермь, Россия) – студент кафедры теплоснабжения, вентиляции и водоснабжения, водоотведения, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: ryazanov.aleksandr@gmail.com).*

**Ручкина Ольга Ивановна** (Пермь, Россия) – д-р техн. наук, профессор кафедры теплогазоснабжения, вентиляции и водоснабжения, водоотведения, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: xgogax@mail.ru).

**Avdeeva Marina** (Perm, Russian Federation) – Student, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: swuffy1993@gmail.com).

**Luferchik Yadviga** (Perm, Russian Federation) – Student, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: Jadviga1994@mail.ru).

**Ryazanov Aleksandr** (Perm, Russian Federation) – Student, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: ryazanov.aleksandr@gmail.com).

**Ruchkinova Olga** (Perm, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor of Department “Heating, ventilation and water supply, wastewater”, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: xgogax@mail.ru).