

Краткий обзор бестраншейных технологий реконструкции трубопроводов. Часть 1. Методы реконструкции без разрушения старого трубопровода

*С.Г. Абрамян, Р.Х. Ишмаметов, О.В. Оганесян, В.А. Оганисян,
Р. И. Давудов*

*Институт архитектуры и строительства
Волгоградского государственного технического университета*

Аннотация: В статье кратко изложены наиболее распространенные из существующего многообразия бестраншейных технологий реконструкции трубопроводов методы, выполняемые без разрушения старого трубопровода. Приводятся основные преимущества рассмотренных методов и их основной недостаток. Актуальность рассмотренных технологий авторы связывают с экологической безопасностью и экономической эффективностью выполнения строительных работ в нестабильных грунтовых условиях и плотной городской застройки. Подчеркивается необходимость применения в качестве облицовочного материала внутренней полости реконструируемой трубы нано и композитных материалов, что способствует сохранению пропускной способности трубопровода.

Ключевые слова: трубопровод, релайнинг, технология, способ, стекловолоконный рукав, полиэтиленовая труба, протаскивание, продавливание, композитный материал, экологическая безопасность.

Бестраншейные технологии реконструкции трубопроводов имеют широкое применение в связи с множественными преимуществами, обеспечивающими экологическую безопасность и экономическую эффективность технологии: их можно использовать при условиях плотной городской застройки, с минимальными объемами выполнения земляных работ, без особых повреждений существующих подземных коммуникаций, а также при выполнении работ в нестабильных грунтовых условиях [1-3].

Кроме этого актуальность применения бестраншейных технологий объясняется неуклонным ростом объемов по освоению подземного пространства [4], развитием инфраструктуры мегаполисов, ежегодным увеличением объемов по замене утративших полностью свой расчетный

ресурс и частично изношенных трубопроводов подземных инженерных коммуникаций [5-7].

Отметим, что в настоящее время существует множество методов выполнения работ по бестраншейным технологиям и для выбора оптимального метода не только рассчитывают различные эколого-экономические коэффициенты [8], но и разработан пакет программ, учитывающий определенные факторы и их количество по выявлению лучшего метода [9, 10].

Относительно реконструкции подземных трубопроводов бестраншейные технологии делятся на технологии без разрушения старого трубопровода (релейнинг) и с разрушением старого трубопровода (реновация). В данной статье рассмотрены некоторые наиболее часто применяемые отечественные и зарубежные технологии релейнинга, сущность которых заключается в протаскивании в старый трубопровод нового. Таким образом, происходит облицовка внутренней полости старого трубопровода, который предварительно очищается от отложений и инородных предметов.

Анализ существующих технологий показывает, что наибольшее распространение имеют следующие способы релейнинга:

- протаскивание полиэтиленовой трубы в старый трубопровод, при котором получается «труба в трубе»;
- протаскивание рукава, изготовленного из нетканого синтетического полотна, ламинированного синтетической пленкой и пропитанного полимерной композицией холодного или горячего отверждения;
- нанесение композитных материалов на внутреннюю стенку старого трубопровода.

Отметим, что способ без разрушения старого трубопровода применяется при небольшом изменении диаметра трубы или в случаях, когда

улучшается пропускная способность нового трубопровода. Происходит это благодаря низкому гидравлическому сопротивлению вставляемой трубы из полиэтилена низкого давления (ПНД-трубы), т.е. полиэтиленовой трубы, произведенной методом полимеризации этилена при низком давлении. Диаметр ПНД-трубы должен быть меньше диаметра реконструируемого или ремонтируемого трубопровода, связано это с тем, что при сварке полиэтиленовых труб в местах стыков образуется бурт высотой до 15 мм.

Итак, на дневной поверхности земли из полиэтиленовых труб длиной от 10 до 12 м сваривается участок трубопровода, рекомендуемая протяженность которого не более 700 м, который впоследствии вводится в старый трубопровод. Технологическая последовательность сварки полиэтиленовых (ПЭ) труб, а именно: подготовка и центровка; торцевание; контроль сборки и торцевания; установка нагревателя; нагрев и оплавление торцов труб и осадка соединения после удаления нагревателя, приведена на рис. 1.

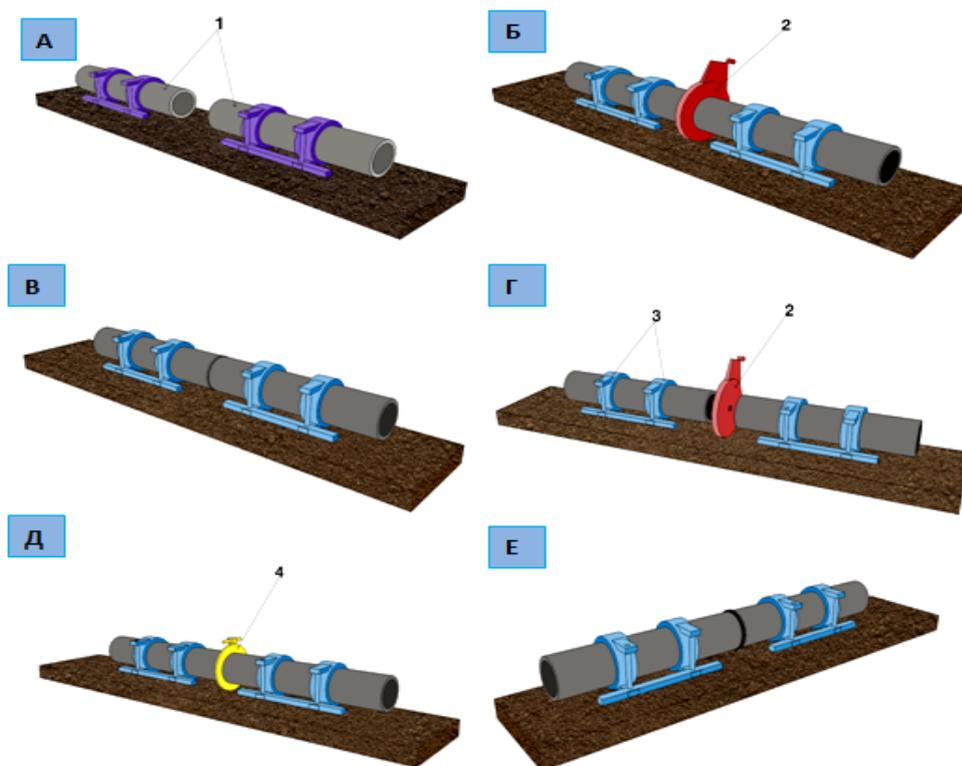


Рис. 1. – Технологическая последовательность сварки полиэтиленовых труб:
а) подготовка и центровка полиэтиленовых труб; б) торцевание; в) контроль сборки и торцевания; г) установка нагревателя; д) нагрев и отопление торцов труб; е) осадка соединения после удаления нагревателя: 1-соединяемые трубы, 2-торцеватель, 3-зажимы, 4-нагреватель

Протаскивать ПЭ трубу в старый трубопровод можно не только с поверхности земли, но и через стартовый котлован или рабочий колодец при помощи сцепного устройства и лебёдки с контролируемым тяговым усилием, установленной в приёмном котловане или другом рабочем колодце.

Промежуток между внутренним диаметром старой и наружным новой трубы заполняется цементным раствором или эпоксидным отвердителем.

Инновационным способом релайнинга без разрушения старой трубы, где отпадает необходимость применения цементного раствора или эпоксидного отвердителя, является способ «Swagelining» (Великобритания). Через матрицу «Swagelining», уменьшающей наружный диаметр трубы, протягивается новая труба. Далее труба с уменьшенным диаметром протягивается в старую трубу при помощи головки для протягивания, закреплённой на новой трубе. Труба протаскивается при помощи тянущей машины. После установки новой трубы в необходимое положение в старой, новая расширяется до момента приобретения наружного диаметра, соответствующего внутреннему диаметру старой трубы. Таким образом обеспечивается плотное соединение двух труб.

Разновидностями способа «Swagelining» являются:

- Способ «U-Liners» (Германия), сущность которого заключается в следующем: в старый трубопровод с помощью лебёдки протаскивается высокопрочная ПЭ труба, у которой предварительно термомеханическим способом сокращено поперечное сечение. После протаскивания ПЭ труба обрезается нужной длины, концы которой с двух сторон закрываются

специальными задвижками, и, нагнетая через специальное отверстие сжатую паровоздушную смесь, ПЭ труба расширяется, принимая первоначальный диаметр, и плотно прилегает к стенкам старой.

- Способ «Урех» (Великобритания). Идентичен предыдущему способу по технологии выполнения работ. Конструктивное отличие заключается в том, что применяются стандартные ПЭ трубы средней и высокой плотности, наружный диаметр которых, наоборот, немного больше наружного диаметра реконструированного (ремонтируемого) участка трубопровода. После временного уменьшения поперечного сечения ПЭ трубы (примерно на 25%) и протаскивания ее в старый трубопровод, концы закрываются с двух сторон задвижками для подачи теплого воздуха внутрь. В результате труба расширяется и плотно прилипает к стенкам старой трубы. Отметим, что ПЭ труба расширяется не до первоначальной формы и за счет этого увеличивается толщина стенки трубы.

- Способ «Rolldawn» (Великобритания), сущность которого заключается в том, что уменьшенная в диаметре полиэтиленовая труба в старом трубопроводе принимает первоначальную форму в процессе подачи воды. Для этого торцевым участкам ПЭ трубы механическим путем придают первоначальную форму и плотно прилегают к торцам реконструируемого (ремонтируемого) участка старого трубопровода. После заделки концов труб подается вода под высоким давлением и в течение некоторого времени весь участок новой трубы плотно прилегает к стенкам старой.

Часто при релейнинге вместо ПНД-труб используются рукава из композитных материалов соответствующих характеристик по транспортировке теплоносителей. Рукав протягивает робот, оснащенный ультрафиолетовой лампой. Рассмотрим инновационные технологии GFK – лайнер (Германия) и «Insuituform» (Великобритания).

GFK – лайнер представляет собой бесшовный рукав из стекловолокна (гласс, фибер), пропитанного высококачественными светотверждаемыми полиэфирной и винилэфирной смолами.

Перед началом основных видов работ выполняют подготовительные: старая труба с помощью гидродинамической промывки очищается от грязи, и производится дальнейшая телеинспекция внутренней полости трубы. При необходимости с помощью роботизированных инструментов выравнивается и сглаживается внутренняя поверхность трубы.

При способе GFK – лайнер с помощью тянущего устройства рукав из стекловолокнистого материала через отверстие в реконструируемой (ремонтируемой) трубе протягивается внутрь. При этом концы рукава герметично закрываются заглушками, оснащенными патрубками, для накачивания горячего водяного пара, вследствие чего рукав расправляется и, принимая очертание внутренней полости старой трубы, плотно прилегает к ее стенкам. Данную технологию принимают для труб диаметром более 900 мм.

Контроль и регулирование отверждения стекловолокнистого рукава выполняется с помощью компьютера.

Для трубопроводов диаметром от 100 до 900 мм отверждение стекловолокнистого рукава выполняется под воздействием ультрафиолетового излучения.

До процесса отверждения с помощью специального механизма распрямляют протянутый стекловолокнистый рукав, прижимая его к внутренней стенке ремонтируемого трубопровода. Восстановленный трубопровод из рукава GFK – лайнер обладает высокой коррозионной стойкостью и огнеупорной устойчивостью, так как материал, из которого изготовлен рукав, имеет высокое химическое и механическое сопротивление

при минимуме потерь поперечного сечения и устойчив к агрессивным средам.

Способ «Insuituform» (Великобритания). Сущность его заключается в том, что изготовленный из нетканого синтетического полотна, ламинированного синтетической пленкой, и пропитанного полимерной композицией холодного или горячего отверждения рукав вводится в реконструируемый (ремонтируемый) участок трубопровода и далее проталкивается под давлением воды.

Полимерная композиция, отвердевая в трубе, образует жесткую самонесущую конструкцию, не требующую обязательного приклеивания к стенкам трубы. Значительно уступает способу GFK – лайнер, так как используется шовный рукав и полимеризация производится только водой и паром.

Для удобного и быстрого протаскивания ПЭ труб или рукавов они перематываются в барабаны в U-образной форме.

Вывод. Существующие методы релейнинга трубопроводов, несмотря на приведенные выше преимущества, имеют определенные недостатки, и прежде всего они связаны с уменьшением пропускной способности трубопровода, поэтому в настоящее время ведутся активные поиски по устранению данных проблем. Мировой опыт применения нано и композитных материалов для релейнинга трубопроводов авторами будет рассмотрен в дальнейших статьях по теме изучаемой проблемы, так как только их применение в качестве облицовочного материала внутренней полости трубы позволит сохранить изначально запроектированную пропускную способность.

Литература

1. Белякова Е.В., Головин К.А. Современные бестраншейные технологии // Известия ТулГУ. Естественные науки. 2009. №3. URL: [http://www.itu.tula.ru/](#)



cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-bestransheyne-tehnologii (дата обращения: 04.12.2016).

2. Лопатина А.А., Сазонова С.А. Анализ технологий укладки труб // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2016. №1. URL: cyberleninka.ru/article/n/analiz-tehnologiy-ukladki-trub (дата обращения: 12.11.2016).

3. Орлов В.А., Орлов Е.В., Зверев П.В. Технологии местного бестраншейного ремонта водоотводящих трубопроводов // Вестник МГСУ. 2013. № 7. С. 86—95.

4. Потапов А.Д., Абрамян С.Г., Ахмедов А.М. Экореконструкция городского пространства Волгограда на принципах субурбанизации городских территорий // Вестник МГСУ. 2014. № 6. С. 105—113. DOI: 10.22227/1997-0935.2014.6.105-113

5. Пастухов Д.Ю. Инновационные технологии в трубопроводной коммунальной системе городов // Транспортное дело России. 2011. №11. URL: cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-tehnologii-v-truboprovodnoy-kommunalnoy-sisteme-gorodov (дата обращения: 04.12.2016).

6. Ключникова О.В., Хатунцева А.В. Формирование системы управления для строительства, реконструкции или модернизации инженерных сетей Ростовской области // Инженерный вестник Дона, 2012, №4-2. URL: ivdon.Ru/Ru/Magazine/Archive/N4p2y2012/1377.

7. Героева А.М., Зильберова И.Ю. Прогнозирование и диагностика технического состояния объектов коммунальной инфраструктуры. // Инженерный вестник Дона, 2012. №4-1. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/109.pdf_1074.pdf.

8. Marlow D., Gould S., Lane B. An expert system for assessing the technical and economic risk of pipe rehabilitation options. Expert Systems with



Applications. (2015); Volume: 42 (Iss.22); pp. 8658-8668.
DOI: 10.1016/j.eswa.2015.07.020.

9. Orlov V., Andrianov A. The selection of priority pipe sections for sewer network renovation. Applied Mechanics and Materials. (2014): Volume: 580—583, pp. 2398-2402.

10. Tomas Metelka, Zdenek Svitak. Rehabilitation strategies in wastewater networks as combination of operational, property and model information. Stratégies de réhabilitation des réseaux d'égouts combinant des données d'exploitation, de propriété et de modélisation. URL: documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/35770/22404072MET.pdf?sequence=1 (дата обращения: 04.12.2016).

References

1. Belyakova E.V., Golovin K.A. Izvestiya TulGU. Estestvennyye nauki. 2009. №3. URL: cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-bestransheyne-tehnologii.

2. Lopatina A.A., Sazonova S.A. Vestnik PNIPU. Stroitel'stvo i arkhitektura. 2016. №1. URL: cyberleninka.ru/article/n/analiz-tehnologiy-ukladki-trub.

3. Orlov V.A., Orlov E.V., Zverev P.V. Vestnik MGSU. 2013. № 7, pp. 86-95.

4. Potapov A.D., Abramyan S.G., Akhmedov A.M. Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2014, №. 6, pp. 105—113. DOI: 10.22227/1997-0935.2014.6.105-113.

5. Pastukhov D.Yu. Transportnoe delo Rossii. 2011. №11. URL: cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnyye-tehnologii-v-truboprovodnoy-kommunalnoy-sisteme-gorodov.

6. Klyuchnikova O.V., Khatuntseva A.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4-2 URL: ivdon.Ru/Ru/Magazine/Archive/N4p2y2012/1377.



7. Geroeva A.M., Zil'berova I.Yu. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4-1 URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/109.pdf_1074.pdf.
8. Marlow D., Gould S., Lane B. An expert system for assessing the technical and economic risk of pipe rehabilitation options. Expert Systems With Applications. (2015); Volume: 42 (Iss.22); pp. 8658-8668. DOI: 10.1016/j.eswa.2015.07.020.
9. Orlov V., Andrianov A. The selection of priority pipe sections for sewer network renovation. Applied Mechanics and Materials. (2014): Volume: 580—583, pp. 2398-2402.
10. Tomas Metelka, Zdenek Svitak. Rehabilitation strategies in wastewater networks as combination of operational, property and model information. Stratégies de réhabilitation des réseaux d'égouts combinant des données d'exploitation, de propriété et de modélisation. URL: documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/35770/22404072MET.pdf?sequence=1