



Комбинированная технология бестраншейного ремонта трубопроводов

Введение

Современный этап развития систем водоснабжения в России характеризуется старением инженерной инфраструктуры городов и населённых пунктов [1, 2]. По статистическими данными [3], протяжённость ветхих трубопроводных сетей, подлежащих замене по всей территории РФ, составляет свыше 194 тыс. км, по городу Москве — 6926 км, что ведёт к утечкам и другим негативным последствиям. На основании представленных данных можно сделать вывод о необходимости увеличения темпов реновации действующих инженерных сетей с использованием наиболее совершенных методов их санации. В данной работе рассмотрен метод бестраншейного восстановления трубопроводов, как один из наиболее прогрессивных на сегодняшний день [4, 5].

В настоящее время при реализации бестраншейной реконструкции трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения используются четыре вида внутренних защитных покрытий, к которым относятся: набрызговые оболочки, сплошные покрытия, спиральные облицовки и точечные покрытия.

Сущность метода нанесения набрызговых оболочек заключается в центробежном набрызге минерального или ор-

ганического материала на внутреннюю поверхность трубопровода посредством механических устройств, рабочей частью которых является разбрызгивающая головка. Требуемая толщина наносимого покрытия (количество слоёв) определяется возрастом труб, остаточной толщиной их стенок и степенью износа.

При реализации метода нанесения сплошных покрытий осуществляется протягивание длинномерных и коротких трубных модулей, а также протаскивание в санируемый трубопровод тонкостенных полимерных рукавов.

При использовании спиральных (навивочных) оболочек происходит формирование обсадной трубы высокой прочности внутри реконструируемого трубопровода. Наматываемая лента заводского производства подаётся с бобины в навивочную машину, которая может быть стационарной или передвижной по направлению к следующему колодцу. Завершаю-

В данной работе рассмотрен метод бестраншейного восстановления трубопроводов, как один из наиболее прогрессивных на сегодняшний день

Рецензия эксперта на статью получена 03.11.2020 [Expert review on the article received on November 3, 2020].

УДК 628.462. Научная специальность: 05.23.04.

Комбинированная технология бестраншейного ремонта трубопроводов

В. А. Орлов, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой водоснабжения и водоотведения; **М. А. Иншакова**, студент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

Приведены результаты исследований комбинированной технологии бестраншейной реновации трубопроводов, которая потенциально может быть использована для ремонтно-восстановительных работ на ветхих трубопроводах систем водоснабжения и водоотведения, позволяя обеспечить наиболее продолжительный и эффективный результат по локализации одновременного присутствия различных типов дефектов трубопроводов и повышения их несущей способности. По результатам исследования можно констатировать, что применение описанной комбинированной технологии возможно рассматривать как весомую альтернативу методам разрушения ветхих трубопроводов при их бестраншейном ремонте.

Ключевые слова: ремонт трубопроводов, бестраншейные технологии, комбинация методов, эффективность использования.

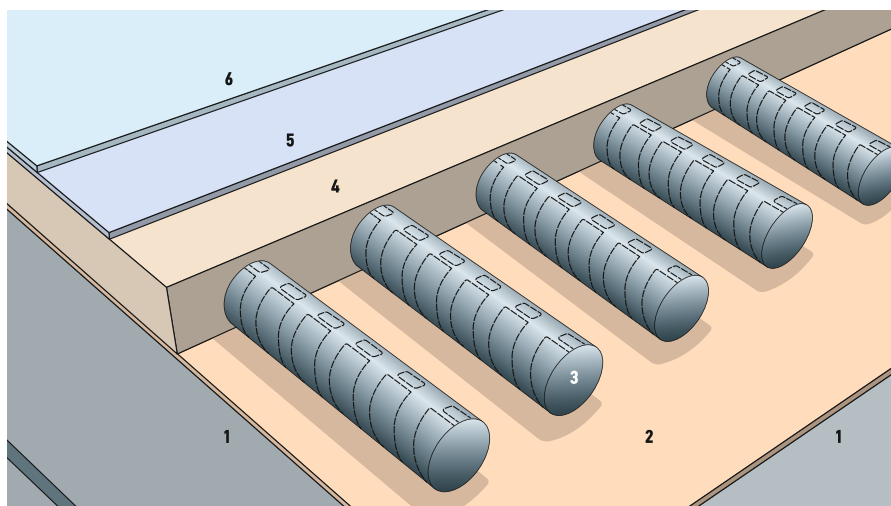
UDC 628.462. The number of scientific specialty: 05.23.04.

The combined technology for trenchless pipeline rehabilitation

V. A. Orlov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Water Supply and Wastewater Disposal; **M. A. Inshakova**, student, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

The article presents the results of the study of the combined technology for trenchless pipeline rehabilitation, which potentially can be used for repairing decrepit water supply and sewage pipelines. The technology provides long-lasting and effective quality for simultaneous localization of different types of pipeline defects and for increasing their load bearing ability. The results of the study confirm, that the application of the described technology is a prospective trenchless technology in comparison to damaging ones.

Key words: trenchless technologies, pipeline rehabilitation, new technical solutions, operation of pipelines, efficiency.



:: **Рис. 1.** Конструктивная схема восстановления трубопровода с последовательно наносимыми защитными слоями [1 — фрагмент восстанавливаемой трубы; 2 — полимерное волокно (местное покрытие); 3 — слой арматуры в виде проволоки (навивочный метод); 4 — слой, заполняющий межарматурное пространство (набрызг); 5 — слой усиленного полимерного полотна (местное покрытие); 6 — поверхностный (финальный) набрызгиваемый слой]

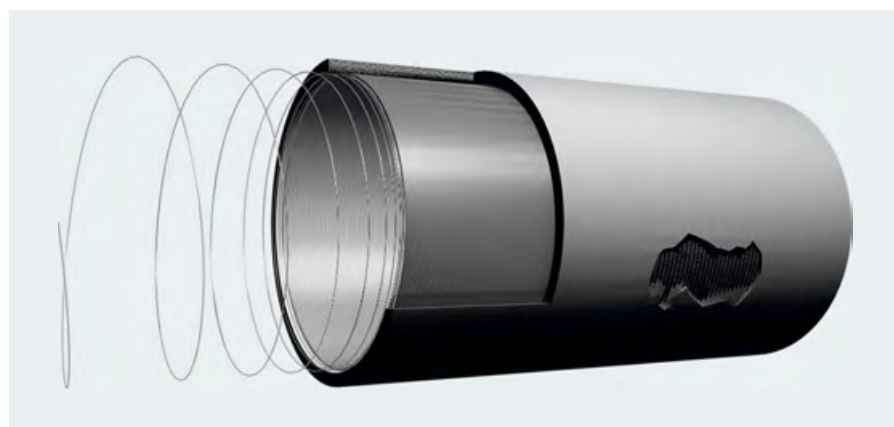
щим этапом работ является заполнение межтрубного пространства.

Реконструкция с использованием точечных покрытий направлена на устранение крупных свищей, коротких трещин и расхождений в стыках труб. Локализация дефектов выполняется посредством нанесения выбранного материала на соответствующий тип повреждений трубопровода. Материалом могут являться: профильные резиновые уплотнители-бандаж, волокнистые материалы с пропиткой, жидкие и полужидкие растворы, твердеющие после нанесения на повреждённые поверхности, и т.д. [6].

Методы и материалы

Исследование состоит в анализе возможности применения комбинированной технологии по бестраншейной санации трубопроводов без использования разрушающих методов.

Материалом для исследования послужили техническое описание и характеристики продукта производителя Structural Technologies [7], а также доклад научных сотрудников компании [8].



:: **Рис. 2.** Схематичное изображение участка трубопровода до восстановления по технологии StrongPIPE Hybrid FRP компании Structural Technologies (США)

Теоретическая и практическая значимость проведённой работы состоит в исследовании возможности достижения наиболее совершенных с точки зрения конструктивного строения метода по реконструкции трубопроводов.

Разработанная американской компанией Structural Technologies технология имеет название StrongPIPE Hybrid FRP. Данная инновационная технология является сочетанием методов реконструкции местным покрытием, набрызгом и навивочной технологией, что позволяет назвать её комбинированной.

Комбинированный метод заключается в послойной реновации трубопровода. Предлагаемая последовательность расположения защитных слоёв представлена на рис. 1.

В соответствии с типовыми решениями поверхность восстанавливаемой трубы должна быть подвергнута чистке в целях подготовки основания для санации, что может быть произведено ручным или



механизированным способом. Поскольку система направлена на решение локализации широкого спектра дефектов трубопроводов, предполагается наличие крупных свищей и трещин (рис. 2).

Для решения подобных проблем предусмотрено наличие местного покрытия, которое перекрывает места разрушений и выполняет функцию первого восстанавливающего слоя. Базовый слой наносится вручную. Далее следует слой, который необходим для восстановления требуемой несущей способности трубы для формирования соответствующей кольцевой жёсткости. Шаг арматуры и толщина прутьев должны быть определены расчётным методом в зависимости от требуемых характеристик.

Для инкапсуляции арматуры необходимо заполнение межарматурного пространства. Применяемый в этих целях

раствор может состоять из органических или минеральных соединений. Толщина данного слоя напрямую зависит от диаметра арматуры. Пятый слой представляет собой границу между финальным слоем и заполнителем арматуры; он выполняется из полимерного волокна и имеет малую толщину. Финальный слой является наиболее ответственной частью системы, ведь именно он контактирует с транспортируемой по трубопроводу жидкостью и влияет на гидравлические характеристики потока. Материал завершающего слоя также зависит от функциональности трубы и может выполняться с использованием органического или минерального растворов.

Комбинированная технология санации трубопроводов является перспективной для применения в области реконструкции водопроводных и водоотводящих сетей, а также базой для проведения последующих научных исследований

В качестве примера использования рассматриваемой технологии можно привести опыт компании Structural Technologies, где исследованию подлежали напорный и безнапорный трубопроводы номинальным диаметром от 42" (105 мм) и более. В докладе [8], озвученном на профильной конференции «Структурная реабилитации труб большого давления», прошедшей в Лос-Анджелесе (штат Калифорния, США) в январе 2016 года, описан опыт восстановления городского трубо-



•• Оборудование Structural Technologies для реализации технологии StrongPIPE Hybrid FR

провода в Майами (штат Флорида, США) посредством использования технологии StrongPIPE Hybrid FRP и приведены результаты осмотра объекта спустя десять месяцев эксплуатации. В выводах экспертизы отмечалось удовлетворительное состояние внутренней поверхности трубопровода и отсутствие каких-либо повреждений (рис. 3).

Результаты исследования и обсуждение

К преимуществу технологии можно также отнести обеспечение несущей способности трубопровода, восстановленного комбинированным методом. К некоторому неизбежному удорожанию представленной технологии относится то, что возрастает количество операций с использованием ручного труда, так как полимерное волокно наносится вручную. Наблюдается также некоторое увеличение материалоемкости в процессе реализации технологии, однако время производства работ при этом увеличивается незначительно.

Рассмотренная комбинированная технология санации трубопроводов является перспективной для применения в области реконструкции водопроводных и водоотводящих сетей, а также базой для проведения последующих научных исследований по совершенствованию методов бестраншейной реновации и модернизации инженерных сетей.

Выводы

1. Проведён анализ существующих технологий бестраншейного ремонта трубопроводов с выделением четырёх основных типов защитных покрытий.
2. Представлена сущность комбинированной технологии StrongPIPE Hybrid FRP американской компании Structural Technologies бестраншейного восстановления трубопроводов, сочетающая в себе местный ремонт, набрызгиваемую и навивочную технологии для обеспечения надлежащей физической целостности трубопроводной системы после ремонта и её несущей способности. •



•• Рис. 3. Общий вид восстановленного комбинированной технологией трубопровода

1. Шлычков Д.И. Технико-экономическая оценка неструктурного восстановления трубопроводов систем водоснабжения в современных экономических условиях // Инновации и инвестиции, 2019. №10. С. 268–271.
 2. Шлычков Д.И. Проблемы технического состояния действующих трубопроводных систем // Инновации и инвестиции, 2020. №4. С. 207–209.
 3. ЕМИСС. Государственная статистика [Электр. текст]. Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: fedstat.ru. Дата обращ.: 10.10.2020.
 4. Романов Н.Р. Низкая надёжность, отказы и реконструкция инженерных сетей // Integral, 2020. №3. С. 54–58.
 5. Юдина А.Ф., Кобелев Е.А. Инновационные технологии бестраншейной прокладки новых и ремонта старых инженерных сетей // Вестник гражданских инженеров, 2017. №3. С. 101–108.
 6. Орлов В.А., Хренов К.Е., Орлов Е.В. Инженерно-технологическая реконструкция систем водоснабжения и водоотведения: Учебник. — М.: Изд-во ACB, 2019. 290 с.
 7. Structural Technologies. Structural Group Inc. Web-source: structuraltechnologies.com.
 8. Aguiar L., Pridmore A. Using StrongPIPE Hybrid FRP for PCCP Rehab in Miami-Dade System. Proc. of Large Pressure Pipe Structural Rehabilitation Conference. Water Research Foundation. Los Angeles, US. January, 2016. 24 p.
- References — see page 79.

The combined technology for trenchless pipeline rehabilitation. Pp. 12–14.

Vladimir A. Orlov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Water Supply and Wastewater Disposal; **Maria A. Inshakova**, student, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

1. Shlychkov D.I. *Tekhniko-jekonomicheskaja ocenka nestrukturnogo vosstanovlenija truboprovodov sistem vodosnabzhenija v sovremennyh jekonomicheskikh uslovijah* [Technical and economic assessment of non-structural rehabilitation of pipelines of water supply systems in modern economic conditions]. *Innovacii i investicii* ["Innovation and investment" Magazine]. 2019. No. 10. Pp. 268–271. [In Russian]
2. Shlychkov D.I. *Problemy tekhnicheskogo sostojanija dejstvujushhih truboprovodnyh sistem* [Problems of the technical condition of existing pipeline systems]. *Innovacii i investicii* ["Innovation and investment" Magazine]. 2020. No. 4. Pp. 207–209. [In Russian]
3. *EMISS. Gosudarstvennaja statistika* [Unified Interdepartmental Information and Statistical System. Statistics of the Russia Federation]. *Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki* [Federal State Statistics Service of Russia]. Web-source: fedstat.ru. Access data: October 10, 2020. [In Russian]
4. Romanov N.R. *Nizkaja nadezhnost', otkazy i rekonstrukcija inzhenernyh setej* [Low reliability, failures and reconstruction of engineering networks]. *Mezhd. zhurnal prikladnyh nauk i tehnologij "Integral"* [International Journal of Applied Sciences and Technologies "Integral"]. 2020. No. 3. Pp. 54–58. [In Russian]
5. Judina A.F., Kobelev E.A. *Innovacionnye tehnologii bestranshejnoj prokladki novyh i remonta staryh inzhenernyh setej* [Innovative technologies for trenchless laying of new and repair of old engineering networks]. *Vestnik grazhdanskih inzhenerov* [Bulletin of Civil Engineers]. 2017. No. 3. Pp. 101–108. [In Russian]
6. Orlov V.A., Hrenov K.E., Orlov E.V. *Inzhenerno-tehnologicheskaja rekonstrukcija sistem vodosnabzhenija i vodootvedenija: Uchebnik* [Engineering and technological reconstruction of water supply and sewerage systems: A textbook for universities]. Moscow. *Izd-vo ASV* [Publishing House of the Association of Construction Universities]. 2019. Pp. 120–191. [In Russian]
7. Structural Technologies: Making Structures Stronger & Last Longer. Structural Technologies offers engineered products and solutions to make civil and structural infrastructure stronger and last longer. For existing infrastructure, Structural Technologies' product solutions, strengthen, repair deterioration and protect structures to extend their life: structural Strengthening, corrosion control, pipe rehabilitation, post-tensioning repair, moisture control, seismic retrofit & repair, concrete repair materials, force protection, precast equipment foundations. For new construction, Structural Technologies' product solutions improve the performance, and extend the life of structures, as well as correct construction defects: post-tensioning systems, structural strengthening, shear reinforcement, barrier cable, prestressed concrete tanks, stay cable system, bridge erection & construction systems, precast equipment foundations, force protection. Structural Group Inc. Web-source: structuraltechnologies.com. Access data: October 5, 2020.
8. Aguiar L., Pridmore A. Using StrongPIPE Hybrid FRP for PCCP Rehab in Miami-Dade System. Proc. of Large Pressure Pipe Structural Rehabilitation Conference. Water Research Foundation. Los Angeles, US. January, 2016. 24 p.