Секция 2

ХИМИЯ ВОДЫ И ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ

УДК 621.644: 622.243.2

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ И КОЛОДЦЕВ

Г. Н. БЕЛОУСОВА
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель,
qalina1belousova@qmail.com

Актуальность. В настоящее время невозможно представить области жизнедеятельности человека, где не использовались бы полимерные материалы. Наиболее распространенными изделиями из полимеров являются трубопроводы.

Решая проблемы водоснабжения и канализации, человек использовал трубы. В древности для изготовления труб применяли древесину (в частности, бамбук, который природа создала в виде уже готовой трубы), керамику, металл (медь, железо, свинец). В настоящее время разработаны новые виды труб: полимерные, металлополимерные, стеклопластиковые.

Фирмы поставляют на рынок комплекты изделий, включающие как сами трубы, так и соединительные элементы к ним, а также колодцы, дождеприемные устройства, трубопроводную арматуру и элементы крепления труб и арматуры.

Цель работы. Анализ существующих методов реконструкции водоотводящих подземных коммуникаций.

Проектирование и устройство систем водоснабжения и канализации, включающих внутренние и наружные сети водоснабжения и канализации с использованием труб из полимерных материалов, является в настоящее время актуальным.

Для монтажа наружных сетей водоснабжения и канализации применяются тубы и фасонные части, изготовленные из полимеров (полиэтилена низкой и высокой плотности, поливинилхлорида, полипропилена). Для внутренних систем горячего водоснабжения применяют трубы, изготовленные из температуростойких полимеров – сшитого полиэтилена, полипропилена.

Чтобы сориентироваться в многообразии полимерных материалов, применяемых для производства труб, и выбрать нужный тип трубы, необходимо учитывать цель использования трубопровода, параметры его работы (температуру, давление, характер среды и т. п.) и требуемую долговечность. При этом следует понимать, что ремонт трубопроводов – серьезная проблема, сопряженная с большими затратами. В Республике Беларусь трубы из полимерных материалов и соединительные элементы к ним изготавливают на целом ряде предприятий.

Основные результаты. Проблемы оперативного ремонта, восстановления и модернизации водоотводящих сетей в современном городе усугубляются рядом причин: высокой плотностью застройки подземных и наземных объектов, наличием инженерных коммуникаций, параллельных и пересекающихся с сетями водоснабжения и канализации на различных уровнях, насыщенностью окружающих грунтов подземными водами и т. д. [1].

В Республике Беларусь для реконструкции водоотводящих подземных коммуникаций в основном применялись открытые технологии, которые требуют значительных финансовых и временных затрат и не соответствуют экологическим требованиям. Основная доля затрат в структуре себестоимости работ по открытой перекладке сетей приходится на земляные работы и связанные с ними транспортные перевозки; при этом затраты увеличиваются прямо пропорционально глубине заложения трубопровода.

В последние десятилетия в сфере эксплуатации и ремонта городских систем водоснабжения и водоотведения для решения указанных проблем разработано новое направление, получившее название бестраншейной технологии восстановления (санации) старых (ветхих) и прокладки новых трубопроводов [1]. Под бестраншейными технологиями понимаются методы прокладки, замены, ремонта, инспекции и обнаружения дефектов в подземных коммуникациях различного назначения с минимальным вскрытием земной поверхности. Бестраншейные технологии санации и прокладки трубопроводов наряду с оперативностью и экономичностью по сравнению с традиционными методами позволяют не нарушать сложившуюся экологическую обстановку.

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, которое должно придать сооружению (трубопроводу) большую механическую прочность для восприятия им постоянных (от насыпного грунта, покрытий) и временных нагрузок (от транспортных средств).

Санация трубопроводов – альтернативная технология трудоемкому процессу разработки траншей и применения при необходимости полной или частичной замены участка существующего трубопровода [2].

Используют два основных метода санации – реновация (с разрушением старой трубы) и релайнинг (без разрушения старой трубы).

В мировой практике наиболее широкое распространение получили следующие методы санации водопроводных и канализационных сетей:

– протаскивание нового трубопровода в поврежденный старый (либо с разрушением, либо без разрушения его) с помощью специальных устройств [2];

– протаскивание относительно гибкой (предварительно сжатой или сложенной в U-образной форме) трубы из полимерных материалов внутрь старого ремонтируемого трубопровода;

– использование гибкого комбинированного рукава (чулка), позволяющего формовать новую композитную трубу внутри старой трубы;

– точечные (местные) покрытия внутренней поверхности труб.

Целесообразность использования того или иного метода санации трубопроводов определяется после детальных диагностических обследований и получения заключения технической экспертизы. В каждом конкретном случае рассмотрению подлежат: состояние трубопровода, его размеры, вид транспортируемой среды, окружающая подземная инфраструктура, тип грунтов, наличие подземных вод и ряда других факторов, способных повлиять на выбор метода санации.

В Республике Беларусь применяют следующие методы бестраншейного восстановления водопроводных и канализационных трубопроводов [2].

Метод «труба в трубе» представляет собой протяжку через существующий трубопровод высокопрочной полиэтиленовой трубы. Метод применим для чугунных, стальных водопроводных и канализационных труб диаметром 100–400 мм. За одну операцию может быть санирован участок трубы длиной до 600 м.

Метод «взламывания» применяется в тех случаях, когда необходимо сохранить или увеличить диаметр трубопровода, позволяет восстанавливать трубы из любого материала и любого диаметра на длину до 200 м.

Метод «чулка» заключается в армировании внутренней поверхности трубопровода специальными мягкими рукавами, изготовленными из кислотоупорного полиэфирного волокна, пропитанного эпоксидной смолой.

Метод «U-Лайнер» используется при ремонте водопроводных магистралей диаметром 500, 600, 800 мм. При этом происходит протаскивание U-образного полиэтиленового трубопровода.

«Цементно-песчаное покрытие» – это метод восстановления трубопровода путем нанесения специального раствора методом центрифугирования или центробежного набрызга с помощью пневматичекой или электрической метательной головки облицовочного агрегата.

Метод «локального ремонта» представляет собой ремонт мест утечек при помощи наложения роботом внутренних бандажей [4]. Робот вводится в

удобном месте через колодец или с раскопкой в газоне, проходит по трубе до недоступного сверху места дефекта и выполняет ремонт трубопровода.

Для эффективного проведения строительных работ, создания надежной эксплуатации реконструированного трубопровода требуется качественное выполнение следующих технологических операций: диагностирование внутренней поверхности ветхого трубопровода; подготовка стенок реконструируемого трубопровода к протаскиванию труб из полимерных материалов; подготовка трубопровода из полимерных материалов к протаскиванию в реконструируемую сеть; размещение нового трубопровода в старом; сопряжение участков реконструируемого трубопровода с действующими участками сети; выполнение мероприятий по усилению трубопровода из полимерных материалов; испытание реконструируемого трубопровода [1].

В настоящее время также актуальным является изношенность железобетонных коллекторов диаметром 500–3500 мм, которая объясняется многими причинами, среди которых основное место занимает физико-химическое воздействие агрессивных веществ с образованием на своде коллектора кислотного конденсата, газовой коррозии. «Мокрая» часть коллектора подвержена абразивному износу, выщелачиванию и биообрастаниям.

Восстановление канализационных коллекторов с каждым годом становится все более актуальной проблемой для многих городов. Это объясняется крайне ветхим состоянием коллекторов, выполненных в основном из железобетонных элементов. Повреждения и аварии на этих сооружениях приводят к негативным последствиям для социальной и производственной инфраструктуры, наносят ущерб окружающей среде [2].

Восстановление только герметичности таких трубопроводов, например, «рукавные» технологии, нанесение цементно-песчаных или полимерных покрытий [5], использование тонкостенных полимерных рукавов, может оказаться неэффективной мерой. Использование неподходящего способа реновации не остановит уже начавшиеся структурные разрушения, и, соответственно, не обеспечит расчетного срока эксплуатации трубопровода.

С этой точки зрения весьма перспективным и эффективным методом является восстановление структурной целостности и рабочих характеристик трубопроводов с использованием полиэтиленовых модулей [2].

Достоинства этой технологии: высокая химическая стойкость и несущая способность элементов; сравнительно невысокая стоимость; удобство и легкость монтажа; отсутствие на рабочей площадке сложного технологического оборудования; возможность осуществления работ без вывода трубопровода из эксплуатации – в потоке рабочей жидкости.

К недостаткам можно отнести только значительные затраты на доставку крупногабаритных элементов к месту производства работ.

Технология восстановления трубопровода методом «труба в трубе» без остановки стоков с применением трубных резьбовых модулей осуществляется в несколько этапов. На первом этапе проводится диагностика трубопровода с целью определения его реального технического состояния (видеоинспекция внутренней поверхности, определение планово-высотного положения участков трубопровода), готовится заключение, прорабатываются технические решения.

На втором этапе проводятся подготовительные работы – согласования, вскрытие колодцев, раскопка дополнительных технологических котлованов при необходимости, доставка материалов, расстановка техники, осуществляется прочистка и повторная инспекция трубопровода.

На третьем этапе резьбовые модули по одному подаются в трубопровод через камеру или небольшой стартовый котлован, при помощи лебедки протягиваются в потоке жидкости (обычно по направлению потока). При этом стоки выполняют роль дубриканта (скольжения), защищая наружную поверхность трубы от повреждений, а выталкивающая сила потока снижает усилия, необходимые для протяжки. По завершении процесса протяжки труба фиксируется, пространство между трубой и старым коллектором заполняется специальным забутовочным раствором, образуя прочную трехслойную конструкцию. При этом работы проводятся в потоке рабочей жидкости, не требуется организация переброски стоков. Как показывает практика, во многих случаях это единственно возможный способ ремонта аварийных коммуникаций диаметром 500–3500 мм.

Полиэтиленовые колодцы становятся все более востребованными. Выпускаются не только диаметром 400 мм и 600 мм, но и от 1600 до 2200 мм. Эти колодцы предназначены для реконструкции старых, железобетонных сетей, которые уже не справляются с нагрузкой и переполняются грунтовыми водами. Колодцы диаметром 1200 мм поставляются в комплекте с трубами. Основными составными частями гофрированных колодцев являются: кинет, подъемная труба, телескопическое покрытие или бетонический конус с плитой или люком. Максимальная глубина осаждения колодцев не должна превышать 6000 мм. Кинет применяется для канализационных каналов из ПВХ в пролётной системе (в особых случаях с притоком левым или правым). Скользящая поверхность кинета изготовлена из ПВХ, закреплена в бетоне и покрыта закрепляющей эмульсией. Существует возможность изготовления в стенке подъемной трубы дополнительного подсоединения труб диаметром 160 мм и 200 мм.

Применяют гофрированные колодцы для хозяйственно-бытовой, ливневой и общесплавной канализации, для дренажных систем. Свойства: химические – стойкость к кислым и щелочным средам от pH = 2 до pH = 12; механические – стойкость к истиранию и стойкость на разрыв; устойчивость к

внешним механическим нагрузкам. Они обладают морозостойкостью и низкой теплопроводностью. Рабочие температуры этих колодцев от –60 до +75, кратковременно до +95, поэтому их применяют и для водопроводных систем [2].

Вывод. В настоящее время для реконструкции водоотводящих подземных коммуникаций существует широкий спектр современных материалов и технологий. Задачей является выбор наиболее эффективных решений с учетом внешних и внутренних факторов в каждом конкретном случае.

Список литературы

1 **Новикова, О. К.** Реконструкция систем водоснабжения и канализации : учеб. пособие / О. К. Новикова. – Гомель : БелГУТ, 2023. – 212 с.

2 **Краснов, В. И.** Реконструкция трубопроводных инженерных сетей и сооружений : учеб. пособие / В. И. Краснов. – М. : ИНФРА-М, 2024. – 238 с.

3 **Сокова, С. Д.** Основы технологии и организации строительно-монтажных работ : учеб. / С. Д. Сокова. – М. : ИНФРА-М, 2024. – 208 с.

4 Comparative Analysis of Existing Technologies for Composite Repair Systems / E. Kudina, S. N. Bukharov, V. P. Sergienko, A. Dumitrescu // Non-destructive Testing and Repair of pipelines / Edited by E. N. Barkanov, A. Dumitrescu, I. A. Parinov. – Springer International Publishing. – 2018. – Pp. 241–267.

5 New composite systems for pipeline coating / C. M. Duşescu, E. -E. Oprescu, L. I. Negoiţă, [et al.] // Innovative Solutions in Repair of Gas and Oil Pipelines / Edited by E. Barkanov, M. Mikovski and V. Sergienko. – Sofia : Bulgarian Society for Non-destructive Testing Publishers, 2016. – Ch. IX. – Pp. 108–119.

УДК 621.644:622.243.2

ПРОКЛАДКА ГОРОДСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ МЕТОДОМ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ

Г. Н. БЕЛОУСОВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, qalina1belousova@qmail.com

Актуальность. Водопроводная сеть является одной из основных систем водоснабжения и должна обладать достаточной степенью надежности и способствовать обеспечению бесперебойного снабжения водой потребителей. Наиболее важной проблемой инженерных сетей является их износ, приводящий к возникновению аварийных ситуаций и, соответственно, аварийно-вос-становительных ремонтов.

Цель работы. Анализ безопасной комплексно-механи-зированной технологии, поточной прокладки городских сетей из отдельных труб, автоматизированного оперативного управления строительством.