

Санация водопроводных труб

Шилкова Е.М.

Научный руководитель Грузинова В. Л., к.т.н.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Тема санации водопроводных труб касается процесса восстановления и обновления систем водоснабжения. В ходе санации могут использоваться различные методы, такие как замена устаревших труб, очистка и ремонт существующих трубопроводов. На основании проведенных исследований показано, что существуют пять основных методов санации водопроводных труб.

Эксплуатация водопроводных систем в течение многих лет приводит к увеличению вероятности аварийных ситуаций на трубопроводах. Взаимодействие стальных и железобетонных труб с водой вызывает коррозию, которая приводит к образованию отложений на внутренней поверхности труб, затрудняющих нормальный поток воды и требующих увеличения давления, что, в свою очередь, увеличивает энергопотребление.

Продолжительная коррозия может привести к постепенному уменьшению толщины стенки трубы. Кроме того, из-за процессов старения, деформаций или внешних воздействий (таких как повреждение, движения или вибрации), могут возникать протечки и негерметичности в трубопроводных сетях. Это может привести к дополнительным издержкам из-за потерь в производстве или к дорогостоящим мероприятиям по устранению загрязнения почвы и подземных вод, вызванным утечками в трубопроводах.

Помимо этих проблем, существует также вопрос качества питьевой воды, которое может не соответствовать санитарным стандартам.

Остро стоит задача повышения долговечности труб, поскольку их срок службы в настоящее время в 3—5 раз ниже нормативного из-за способа укладки, условий эксплуатации и других факторов. Это приводит к значительным потерям энергии и большим расходам на ремонт и замену трубопроводов, что существенно превышает стоимость самих труб. Важно найти наиболее экономичное и практичное решение для обеспечения безопасности трубопроводов при минимальных затратах.

Ранее для решения этих проблем применяли обычный ремонт или дорогостоящую замену труб с рытьем котлованов, демонтажу старых и установке новых труб. Для начала надо было перекрыть достаточно

обширный участок в месте замены трубы, затем вскрыть поверхность, при этом нарушая целостность наземной инфраструктуры, которую в последствии надо будет восстанавливать и приводить в порядок. Далее с помощью массивной техники вырывался котлован, и изношенный трубопровод демонтировался, а на его место устанавливался новый трубопровод, который также подвержен коррозии и со временем тоже изнашивается. Это приводило к огромным бюджетным затратам и длительным неудобствам для жителей города и городской инфраструктуры.

На сегодняшний же день используются *технологии санации*. Эти технологии, являясь более дешевой альтернативой замене труб, позволяют работать без серьезных нарушений в дорожном движении, что в крупных городах может являться самым важным фактором при выборе методов производства работ.

Санация трубопроводов

Санация представляет собой способ ремонта трубопроводов, при котором очистка и замена изношенных участков выполняется без рытья траншей. Суть способа заключается в прокладке новых труб внутри старых или в нанесении специального покрытия изнутри.

Технология санации рекомендована в следующих случаях:

- при возникновении отложений на стенках труб и снижении проходимости;
- при износе внутренней поверхности;
- при наличии трещин и засора трубопроводных систем;
- в случае коррозии труб;
- при нарушении целостности трубопроводов корнями деревьев;
- в случаях разрушения сетей.

Проведение санации труб по сравнению с традиционным способом восстановления или замены трубопроводов имеет следующие преимущества:

- высокая скорость работ: в зависимости от технологии и используемых материалов за 1 ч возможно восстановление до 50-100 м коммуникаций;
- стойкость к коррозии и увеличение скорости потока транспортируемой среды, при санации используются полиэтиленовые материалы стойкие к коррозии, а благодаря гладким внутренним стенкам, скорость потока остается неизменной;
- меньшее воздействие на окружающую среду, поскольку нет необходимости в полном извлечении старого трубопровода, санация может снизить воздействие на окружающую среду, уменьшая количество вынесенного материала и раскопок.

– уменьшение риска повреждения других инфраструктурных объектов, поскольку новый трубопровод укладывается в том же пространстве, что и старый;

– нет необходимости подготавливать проектную, сметную документации на прокладку нового трубопровода, т.к. санация выполняется на готовых участках коммуникаций;

– снижение стоимости работ. Поскольку процесс санации исключает необходимость рытья траншей и удаления старого трубопровода;

– продление срока службы всего санируемого участка;

– компактное размещение оборудования.

Основные недостатки санации трубопроводов можно свести к следующим:

– в Беларуси количество подрядных организаций, выполняющих данные операции достаточно велико, но при этом действительно опытными и квалифицированными можно назвать лишь небольшой процент от общего количества;

– возможность повреждения нового трубопровода. В процессе разрушения старого трубопровода или прокладки нового существует риск повреждения нового материала, особенно при использовании тяжелой техники или при работе в сложных условиях;

– сложности в оценке состояния старого трубопровода. Иногда старый трубопровод может иметь скрытые дефекты или повреждения, которые может быть трудно обнаружить до начала процесса санации, что может привести к дополнительным расходам или задержкам;

– финансовые затраты. Процесс санации может быть дорогостоящим, особенно если требуется привлечение специальной техники для обеспечения безопасности и эффективности процесса;

– экологические последствия. Использование полимерных материалов для санации может иметь негативные экологические последствия в виде накопления пластиковых отходов;

– ремонт может привести к преждевременному износу;

– чаще применяют для труб небольшого диаметра;

– необходимость временного прекращения эксплуатации.

Качественно проведенная санация подземных трубопроводов позволяет достичь следующих результатов:

– предотвратить коррозию металлических стенок трубопроводов;

– обеспечить требуемый уровень надежности трубопроводов и снизить аварийность на подземных сетях;

– сохранить неизменными (в некоторых случаях для трубопроводов больших диаметров даже улучшить) гидравлические характеристики;

– значительно уменьшить или предотвратить полностью явления инфильтрации и эксфильтрации.

Выделяют 5 основных способов санации труб:

1. Протаскивание нового трубопровода в старый с его разрушением или без разрушения (Метод «труба в трубе»).
2. Метод «чулка» (санация полимерным рукавом).
3. Протаскивание гибкой предварительно сжатой полимерной трубы (Свейджлайнинг).
4. Метод U-лайнера.
5. Восстановление трубопроводов различными покрытиями.

Санация методом «Труба в трубе»

Метод «Труба в трубе» позволяет прокладывать (протягивать) в действующие изношенные трубопроводы новые трубы увеличивая при этом пропускную способность (сечение трубопровода).

Перед производством работ старая труба тщательно очищается, стыковые соединения ремонтируются.

При использовании данного метода применяют полиэтиленовые трубы низкого давления длиной более сотни метров, с минимальным проведением земляных работ. Старые существующие трубы коммуникаций используются как корпус для модернизации магистрали.

Санация методом разрушения старого трубопровода с одновременной протяжкой нового.

Санация методом разрушения старого трубопровода с одновременной протяжкой нового — это процесс замены или обновления старых трубопроводов путем уничтожения существующих конструкций и установки новых в том же пространстве. Этот метод часто используется в случаях, когда старый трубопровод имеет существенные повреждения или устарел, и требуется быстрая и эффективная замена.

Для работы этим методом предназначены машины — разрушители труб. В зависимости от типа материала и тягового усилия, создаваемого машиной, гидравлические разрушители могут работать с трубопроводами диаметром 100–900 мм.

Метод обладает несколькими преимуществами: не требуется никакой очистки и телеинспекции, новый трубопровод может быть проложен большего диаметра, чем старый.

Санация методом «чулка»

Метод «чулка» (санация полимерным рукавом). Характеризуется тем, что в трубу, подлежащую восстановлению, вводится гибкий композитный рукав, который после отверждения представляет собой новую трубу, полностью перенимающую все функции старой.

На сегодняшний день наиболее перспективной является созданная в Германии в конце 90-х годов и усовершенствованная в дальнейшем технология санации методом «чулка», основанная на применении ультрафиолетового излучения для отверждения полимерного рукава.

Санация методом «Свейджлайнинг»

Этот метод пришел на замену методу «труба в трубе». Он позволяет провести восстановление разрушенного трубопровода, не оставляя зазоров между старой и новой трубой. При санации трубопроводов данным методом введенная в существующий трубопровод новая полиэтиленовая труба способна выдержать полную нагрузку окружающего грунта, а также внутреннее рабочее давление независимо от состояния существующей трубы.

Полиэтиленовые трубы свариваются вместе на поверхности и протягиваются внутрь имеющегося трубопровода с помощью гидравлической лебедки. Перед введением в старый трубопровод новая полиэтиленовая труба проходит через специальную матрицу с меньшим диаметром, после чего обжатая до меньшего диаметра труба легко протягивается внутри старой. После отсоединения тянущего троса новая полиэтиленовая труба приобретает свой изначальный объем, чем и достигается плотное прилегание.

Санация методом У-лайнера

Метод предполагает использование полиэтиленовой трубы с предварительно измененной формой. В профиле труба в сжатом виде похожа на латинскую букву U (У-лайнер). Труба У-лайнер, изготавливаемая из полиэтилена высокого давления, применяется в основном для трубопроводов водоснабжения диаметрами 100–800 мм. Длина saniруемого участка может быть до 600 м в зависимости от диаметра и ограничена возможностью намотки лайнера на барабан. Труба, намотанная на барабан, доставляется на объект и при помощи лебедки протаскивается в существующую трубу.

Восстановление трубопроводов различными покрытиями

Существует несколько типов покрытий, которые могут использоваться для санации водопроводных труб. Эти покрытия обычно применяются для защиты внутренней или внешней поверхности труб от коррозии, уменьшения трения и улучшения долговечности.

Некоторые из наиболее распространенных видов покрытий:

- эпоксидные покрытия; они образуют защитный слой, который предотвращает контакт воды с металлической поверхностью трубы, тем самым предотвращая коррозию;

– полиуретановые покрытия: они также используются для внутренней санации труб и обладают высокой стойкостью к агрессивным средам и химическим веществам.

– полимерные покрытия: могут быть применены как внутри, так и снаружи трубы. Они обычно образуют прочный защитный слой, который предотвращает коррозию и уменьшает трение в потоке воды.

– цинковые покрытия: могут использоваться для внешней санации труб, чтобы предотвратить коррозию в результате воздействия атмосферы и влаги.

– полимербетонные покрытия: Эти покрытия применяются для восстановления поверхности бетонных труб и обладают высокой стойкостью к агрессивным средам и механическим воздействиям.

– цементно-песчаные покрытия: обладают хорошей адгезией к металлическим поверхностям, обеспечивают защиту от коррозии и механических повреждений, а также способствуют увеличению срока службы трубопроводов.

Выбор конкретного покрытия зависит от типа материала трубы, условий эксплуатации и требований к защите от коррозии.

Сравнительный анализ методов санации труб приведен в таблице.

Таблица

Сравнительный анализ методов санации труб [3]

Сравнительные показатели	Нанесение цементно-песчаных покрытий	Протаскивание нового трубопровода в старый	Свейдж-лайнинг	U-лайнер	Санация полимерным рукавом (чулок)
1	2	3	4	5	6
Диапазон диаметров, мм	80-2200	100-900	80-300	100-800	100-1500
Максимальная протяженность участка, м	180	100	200	600	300
Виды повреждений (дефектов)	Мелкие трещины, коррозия	Любые повреждения	Любые повреждения	Средние трещины и сколы	Крупные трещины, сколы
Материал ремонтного покрытия	Цементно-песчаная смесь	ПП, ПВХ, ПЭ	ПЭ	ПЭ высокого давления	Композит на основе ПЭС и ЭП
Требования к подготовке	Очистка скребками и швабрами	Не требуется	Очистка водой под давлением	Очистка водой под давлением	Очистка водой под давлением

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
Время ремонта участка 100 м, рабочих смен	3-5	2-3	1	1	1
Потери диаметра, %	5-10	Нет	3-5	10-15	3-5
Срок службы ремонтного покрытия, лет					
Прогноз	30	50	50	50	30
Реальность	Более 20	Более 30	Более 30	Более 10	Более 20

В заключение необходимо отметить, что для выбора метода восстановления требуемой работоспособности трубопроводов городской водопроводной сети необходимо рассмотреть два варианта принятия решения по его дальнейшей эксплуатации:

1. вкладывание дополнительных средств на поддержание требуемой работоспособности трубопровода;
2. возможность перекладки трубопровода или проведение специальных работ по его восстановлению (санации).

Рассмотрим пример. Стальной напорный трубопровод диаметром 900 мм можно санировать четырьмя методами: ЦПП; полимерным рукавом; протягиванием в старый трубопровод новой полиэтиленовой трубы; установкой стеклопластиковых труб. Самым экономичным методом будет ЦПП, но он обычно обеспечивает около 20 лет службы и не подходит для труб с отверстиями. Самый дорогостоящий вариант – замена на стеклопластиковые трубы, но он самый долговечный. Также этот метод, как и протяжка полиэтиленовой трубы, существенно уменьшает диаметр трубопровода (на 100 мм). В сравнении с протягиванием полимерного рукава, который уменьшает диаметр на 18 мм.

При выборе конкретного метода санации кроме его стоимости следует обращать внимание на срок службы трубопровода после санации, а также на уменьшение его диаметра (значительное или не очень). Также необходимо учитывать стоимость подготовительных работ.

Литература

1. Производственная Фирма «СТИС» Бестраншейный ремонт трубопроводов на территории городов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.pf-stis.com/gorodskie-seti.html> – Дата доступа: 26.04.2024
2. Положение о санации водопроводных и водоотводящих сетей, утверждено на заседании НТС ГОССТРОЯ РОССИИ от 16.09.2003 № 01-НС-15/3.

3. Релейнинг [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki> – Дата доступа: 27.04.2024.

4. Производственная компания Ниотекс. Санация трубопровода [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://nioteks.ru/articles/sanatsiya-truboprovoda> – Дата доступа: 27.04.2024.

5. Журнал СОК. Методы санации трубопроводов водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.c-ok.ru/articles/metody-sanacii-truboprovodov-vodosnabzheniya-i-vodootvedeniya> – Дата доступа: 27.04.2024.