



**Российская Федерация**  
**Протокол Научно-технического совета Госстроя России**

## **ПОЛОЖЕНИЕ О САНАЦИИ ВОДОПРОВОДНЫХ И ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЕЙ**

УТВЕРЖДЕНО на заседании НТС ГОССТРОЯ РОССИИ от 16.09.2003 N 01-НС-15/3

# АННОТАЦИЯ

В "Положении о санации водопроводных и водоотводящих сетей" изложены методические рекомендации, порядок организации и планирования работ по санации водопроводных и водоотводящих (канализационных) сетей. В основу рекомендаций положены технико-экономические и экологические факторы, а также эксплуатационные показатели прогрессивных отечественных и зарубежных технологий восстановления водопроводных и водоотводящих сетей.

"Положение о санации водопроводных и водоотводящих сетей" разработано исходя из необходимости создания условий по обеспечению потребителей питьевой водой требуемого качества и количества, обеспечения экологической безопасности и надежности работы трубопроводов и оборудования водопроводных и водоотводящих (канализационных) сетей, улучшения организации и управления их эксплуатацией.

"Положение о санации водопроводных и водоотводящих сетей" регламентирует использование современных информационных технологий для выбора приоритетных объектов санации и поиска оптимальных методов и технологий восстановления трубопроводов.

Документ разработан творческим коллективом в составе: д.т.н. Примина О.Г., д.т.н. Пупырева Е.И. (ГУП "МосводоканалНИИпроект"), к.т.н. Храменкова С.В. (МГП "Мосводоканал"), к.т.н. Орлова В.А. (Московский государственный строительный университет).

В "Положении о санации водопроводных и водоотводящих сетей" использован опыт МГП "Мосводоканал" по эксплуатации трубопроводов Московского водопровода и канализации, а также специализированных предприятий, организаций и фирм, осуществляющих на территории Российской Федерации работы по санации подземных инженерных сетей различного назначения.

"Положение о санации водопроводных и водоотводящих сетей" предназначено для предприятий водопроводно-канализационного хозяйства городов и поселений РФ, городских служб эксплуатации подземных инженерных коммуникаций, строительных организаций, реализующих бестраншейную технологию производства работ по восстановлению трубопроводов.

## ВВЕДЕНИЕ

Практика эксплуатации городских водопроводных и водоотводящих (канализационных) сетей в РФ показывает, что нарушения их нормального функционирования связаны в основном с авариями (отказами) на отдельных участках [1].

Во многом это вызвано ветхостью (физическим износом) большинства трубопроводов водопроводных и водоотводящих сетей (исчерпавших нормативные сроки службы), а также нарушениями режима течения жидкости по причине многочисленных структурных и функциональных дефектов, которые явились следствием неудовлетворительного проектирования, строительства и эксплуатации сетей. Существенную роль в нарушении нормального функционирования водопроводных и водоотводящих сетей играют дестабилизирующие надежность труб факторы.

Перечисленные обстоятельства привели к современному неудовлетворительному состоянию водопроводных и водоотводящих сетей большинства городов РФ - к снижению сроков службы трубопроводов по сравнению с нормативными и высокой интенсивности их отказов (аварий), в особенности на трубопроводах малого диаметра (на водопроводных сетях 200-400 мм и на водоотводящих сетях 125-300 мм).

Относительно низкий уровень надежности городских водопроводных и водоотводящих трубопроводов, их значительный износ приводят к явлениям инфильтрации (проникновение грунтовых вод в трубопроводы), вызывающим резкое увеличение расхода транспортируемых сточных вод к очистным сооружениям, и эксфильтрации (утечки воды из трубопроводов), что является причиной поднятия уровня грунтовых вод на территориях городов, подтопления и, как следствие, интенсивному разрушению зданий, сооружений и дорожных покрытий.

В связи с этим необходимость оперативного и качественного проведения ремонтно-восстановительных работ на поврежденных участках трубопроводов водопроводной и водоотводящей сети с целью повышения надежности их работы является актуальной задачей современного города и обусловлена не только техническими, но и экономическими, экологическими и социальными факторами.

На сегодняшний день в передовой зарубежной практике 95% объема работ по прокладке и реконструкции подземных инженерных коммуникаций производится бестраншейными методами, что позволяет снизить затраты на проведение ремонта трубопроводов на 10-40% (в зависимости от диаметра).

Во многих крупных зарубежных городах прокладка инженерных коммуникаций открытым способом уже запрещена [1]. Необходимо отметить, что в Европе постоянно растет число объектов, где находят применение различные методы бестраншейной технологии ремонта, реконструкции и прокладки коммуникаций. Причем этот рост более стремительный, чем в США, так как большинство крупнейших европейских городов было заложено несколько столетий назад.

В нашей стране из-за отсутствия соответствующего оборудования и материалов ремонт и прокладка коммуникаций в последние годы производились преимущественно открытым способом, что приводило к резкому увеличению стоимости работ и сроков строительства объектов, а также к необходимости разрушения дорожных покрытий и перекрытию движения автомобильного и железнодорожного транспорта.

Наряду с материальными, перечисленные обстоятельства создают и социальные проблемы - автомобильные пробки, неудобства пассажирам, пешеходам, водителям и, кроме того, приводят к ухудшению экологической обстановки в городах.

Получившая широкое распространение в последние десятилетия в зарубежной и отечественной практике технология бестраншейного ремонта и реконструкции водоотводящих сетей (санация труб) способствует успешному решению этих проблем.

Одним из пионеров разработки и внедрения перспективных методов бестраншейного восстановления и прокладки городских водопроводных и водоотводящих сетей является МГП "Мосводоканал".

В современных условиях одной из важных задач при планировании восстановления водопроводных и водоотводящих трубопроводов на территориях российских городов является применение обоснованного научного подхода к выбору первоочередных объектов санации и поиску оптимальных методов ее реализации.

Указанные обстоятельства потребовали создания общего методического подхода к вопросу восстановления водопроводной и водоотводящей сетей путем санации и разработки специального положения по ее проведению.

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **1.1. НАЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТАЦИИ**

"Положение о санации водопроводных и водоотводящих сетей" предназначено для предприятий водопроводно-канализационного хозяйства городов и поселений РФ, организаций, выполняющих работы по санации подземных трубопроводов, инженерно-технических работников коммунальных служб, специалистов строительного профиля.

### **1.2. НАЗНАЧЕНИЕ САНАЦИИ, ТИПЫ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ**

Под санацией трубопроводов понимается полное восстановление трубопровода путем устранения всех видов дефектов по длине труб и в местах их стыковки путем нанесения защитных покрытий (облицовок) при соблюдении (поддержании) исходных гидравлических характеристик течения потока транспортируемой воды.

В свою очередь, под восстановлением структуры трубопровода следует понимать ликвидацию:

- структурных дефектов (например, свищей - сквозных отверстий, продольных и поперечных трещин, расхождение стыков и других повреждений, которые приводят к эксфильтрации сточной воды и инфильтрации подземной воды);
- функциональных дефектов, вызванных как временными факторами (например, старением), так и неудовлетворительной эксплуатацией систем водоснабжения и водоотведения (например, появлением ржавчины на внутренних стенках труб, биообрастаний, бугристых наростов в виде уплотненных инородных включений и т.д.);
- дефектов, вызванных некачественным монтажом труб при их укладке в траншею (например, деформацией труб).

Технология проведения санации должна обеспечивать трубопроводу механическую прочность для выдерживания им постоянных нагрузок (насыпного грунта, покрытий и др.) и временных (транспортных средств). При этом восстановление структуры трубопровода не должно сопровождаться ухудшением функционирования трубопровода, появлением дополнительных проблем, которые ранее не наблюдались (например, ухудшением гидравлических параметров течения воды и других).

Методы санации водопроводных и водоотводящих сетей предусматривают нанесение следующих типов защитных покрытий (облицовок):

- набрызговых (облицовка цементно-песчаным покрытием); применяются в основном на стальных и чугунных напорных участках городских водопроводных и водоотводящих сетей практически любого диаметра;
- сплошных (протяжка полимерных гибких оболочек или пластиковых труб с сохранением или разрушением старого трубопровода); применяются на напорных и безнапорных сетях различного диаметра;
- спиральных (навивка полимерных профильных лент на внутреннюю поверхность трубопроводов); применяются в основном для безнапорных водоотводящих сетей;
- точечных (наложение временных и постоянных бандажей на внутренней поверхности трубопроводов).

Качественно проведенная санация подземных трубопроводов позволяет достичь следующих результатов:

- предотвратить коррозию металлических стенок трубопроводов за счет пассивного (изоляции стенок) и активного (образования на стенках субмикроскопического покровного слоя из оксидов железа) защитных эффектов;
- обеспечить требуемый уровень надежности трубопроводов и снизить аварийность на подземных сетях;
- сохранить неизменными (в некоторых случаях для трубопроводов больших диаметров даже улучшить) гидравлические характеристики (например, за счет уменьшения коэффициента гидравлического трения при использовании внутренних защитных оболочек из полимерных материалов);
- значительно уменьшить или предотвратить полностью явления инфильтрации и эксфильтрации, т.е. напрямую или косвенно способствовать снижению нагрузки на канализационные насосные станции и очистные сооружения, а также содействовать поддержанию соответствующей экологической обстановки.

## **2. ВЫБОР МЕТОДОВ БЕСТРАНШЕЙНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ ВОДОПРОВОДНЫХ И ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЕЙ И АНАЛИЗ ИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ**

В табл.1 представлены сводные данные о наиболее распространенных в отечественной и мировой практике методах бестраншейного восстановления водопроводных и водоотводящих трубопроводов с их техническими, технологическими и эксплуатационными показателями.

Таблица 1

## Сравнительные показатели методов бестраншейного восстановления водопроводных и водоотводящих сетей

Технологические, технические и эксплуатационные показатели	Нанесение цементно-песчаных покрытий	Протаскивание нового трубопровода в старый с его разрушением или без разрушения	Протаскивание гибкой предварительно сжатой полимерной трубы (Свейдж-лайнинг)	Протаскивание гибкой сложенной (U-образной) полимерной трубы (Слип-лайнинг)	Использование комбинированной трубы (Упор)	Использование гибких сегментов (Тролининг)	Использование гибкого комбинированного рукава (чулка)
Диапазон диаметров, мм	80-2200	100-900	80-300	100-800	150-300	150-2000	100-1500
<b>Трубопроводы</b>							
Водопроводный	+	+	+	+	-	-	+
Водоотводящий	+	+	+	+	+	+	+
Максимальная протяженность ремонтного участка, м	180	100	200	600	200	100	300
Виды повреждений (дефектов)	Мелкие трещины, коррозия, износ	Любые повреждения	Любые повреждения	Средние трещины и сколы, неплотности соединений	Средние трещины, неплотности соединений	Средние трещины и сколы, неплотности соединений	Крупные трещины, сколы, малая деформация по сечению
Материал ремонтного покрытия	Цементно-песчаная смесь	Полипропилен, поливинилхлорид, полиэтилен	Полиэтилен	Полиэтилен высокого давления, полипропилен	Термо-пластичные полимеры (полиэтилен)	Полиэтилен марки Vestolen A 3512 (HDPE)	Композит на основе полиэфирных, эпоксидных смол
Термостойкость, °С	Без ограничений	45	50	50	45	50	70
Требования к подготовке внутренней поверхности трубопровода	Очистка скребками и швабрами	Не требуется	Очистка водой под давлением, контроль дисками	Очистка водой под давлением, контроль дисками	Очистка водой под давлением, контроль дисками	Очистка водой под давлением, контроль дисками	Очистка водой под давлением, использование корнерезов, контроль дисками, TV контроль
Требования к водоотливу	Требуется	Требуется	Требуется	С 1/4 уровня заполнения	Требуется	Требуется	Требуется
Минимальное монтажное отверстие (проем)	Люк колодца	Люк колодца	Люк колодца	Люк колодца	Люк колодца	Люк колодца	Люк колодца
Продолжительность технологического цикла при ремонте участка длиной 100 м, рабочих смен	3-5	2-3	1	1	1	1	1
<b>Срок службы ремонтного покрытия, лет</b>							
Прогноз	30	50	50	50	50	30	30
Реальность	Более 20	Более 30	Более 30	Более 10	Более 10	Более 20	Более 20
Потери диаметра трубопровода после ремонта, %	5-10	Нет	3-5	10-15	10-15	5-10	3-5
Необходимость испытания на герметичность	Нет	Да	Нет	Нет	Да	Нет	Нет

Анализ возможностей различных методов бестраншейного восстановления напорных и безнапорных сетей свидетельствует, что не существует универсального подхода к их ремонту или замене. Каждый из предложенных бестраншейных методов ограничен соответствующими рамками применения, которые должны удовлетворять сложившимся техническим условиям на различных объектах, а также материальным и другим возможностям эксплуатирующих сети организаций. Критерием принятия решений по конкретным объектам восстановления, а также оптимальным методам их реализации должна служить научно обоснованная стратегия реновации водопроводных и водоотводящих сетей.

## 2.1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

В настоящее время основными методами санации водопроводных сетей, наиболее распространенными в отечественной практике, являются нанесение цементно-песчаных покрытий, а также использование внутренних полимерных покрытий с выполнением комплекса мер по защите трубопроводов от внешних коррозионных воздействий. К перспективным методам бестраншейного восстановления трубопроводов относится их санирование с помощью протаскиваемых в старый трубопровод новых полимерных труб (например, Слип-лайнинг, У-лайнер, Свейдж-лайнинг и другие).

Выбор конкретного метода восстановления трубопроводов и обоснование возможности его применения зависят от состояния трубопровода после прочистки и результатов теледиагностики, а также возможностей размещения и использования соответствующего оборудования и механизмов для реализации метода на месте санации.

### 2.1.1. ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫЕ ПОКРЫТИЯ

Санация трубопроводов путем нанесения цементно-песчаных покрытий производится специальными агрегатами (метательными воздушными центрифугами с центробежными головками) и разглаживающими устройствами.

В качестве исходных материалов для приготовления раствора необходимо использовать портландцемент марки М500 - ГОСТ 10178-85 и мелкозернистый кварцевый песок, фракционированный по ГОСТу 8736-93 и ТУ 39-1554-91 [2-5].

Минимальная толщина защитного слоя должна определяться диаметром и материалом труб, а требуемая - возрастом труб, толщиной их стенок и физическим состоянием (износом).

Выбранная толщина защитного слоя достигается определенной скоростью передвижения агрегата в трубе при постоянных значениях производительности насоса, подающего цементный раствор, и скорости вращения центробежной головки.

**Область применения метода** санации путем нанесения цементно-песчаных покрытий - стальные и чугунные трубы независимо от давления воды. Диапазон наружных диаметров для санации стальных труб - 76-2020 мм.

Метод используется при любой глубине заложения труб (в грунте или непроходных каналах) и не зависит от типа грунтов, окружающих трубопровод.

Метод целесообразен при следующих видах повреждений: коррозионные обрастания, абразивный износ - и неэффективен при раскрытых стыках труб, смещении труб в стыках и деформации секций труб.

Внутренняя поверхность трубопровода перед санацией должна быть очищена. Допускается на поверхности стальных труб слой плотной ржавчины толщиной не более 0,05 мм (измеряется магнитным толщиномером). Наличие воды в трубопроводе не допускается. Предельные отклонения размеров стальных труб, подлежащих восстановлению цементно-песчаным покрытием, не должны превышать величин, указанных в нормативных документах (ГОСТы: 8731-74, 8732-78, 8696-74, 10704-91, 10706-76). Эллиптичность труб не должна превышать 0,5% от диаметра, а поражение коррозией не свыше 10% толщины трубы.

Требуемая толщина слоя цементно-песчаного покрытия для стальных труб должна соответствовать Техническим условиям, согласованным с заказчиком в установленном порядке (например, ТУ-5745-001-16341648 [6]).

Указанные допуски по толщине слоя соответствуют гладкому и прямому трубопроводу; над сварными швами толщина слоя может уменьшаться.

На концах труб допускается уменьшение толщины изоляции до 50%, от торцов участка не более 50 мм.

Указанные в табл.2 толщины внутренней защитной изоляции относятся также к трубопроводам с нанесенным цементно-песчаным покрытием в стационарных (заводских) условиях.

Таблица 2

**Минимальная толщина слоя в зависимости от диаметра**

Наружный диаметр трубы, мм	Толщина внутренней изоляции	
	Минимальная толщина слоя, мм	Допуск по толщине слоя, мм
76	4	+2
89	4	+2
102	4	+2
108	4	+2
114	4	+2
133	4	+2
159	5	+2
219	5	+2
273	5	+2
325	6	+2
377	6	+2
426	7	+2
530	7	+2
630	7	+2
720	7	+2
820	9	+2
920	10	+2
1020	11	+2
1220	12	+2
1420	12	+2
1620	14	+2
2020	16	+2

Работы по нанесению цементно-песчаных покрытий должны включать проведение подготовительных технических мероприятий, а также подготовку и приготовление компонентов смеси.

В свою очередь, подготовительные работы должны заключаться в проведении следующих операций:

- раскопка двух котлованов (стартового и финишного) с вырезкой лазов (при необходимости) или использованием колодцев со снятием гидрантов, фасонных частей и установкой (снятием) заглушек; технологические операции должны заканчиваться обязательным водоотливом (откачкой воды из трубопровода);

- определением протяженности технологических захваток, которая диктуется длинами стандартных рабочих тросов и рукавов (подачи раствора и воздуха), а также техническими характеристиками растворонасоса и не зависит от диаметра трубопровода.

В случае непреодолимых для прохождения прочистными снарядами и облицовочными агрегатами препятствий (вертикальные подъемы и опуски, местные углы поворота трассы в плане и по вертикали и другие препятствия, в том числе свищевые клинья, болты и т.д.) необходимо дополнительное вскрытие трубопроводов (устройство лазов), независимо от расположения колодцев в пределах установленной ранее технологической захватки, и замена их предварительно облицованными элементами, в том числе фасонными частями.

Нанесение защитных покрытий в труднодоступных местах должно производиться вручную на месте или в стационарных условиях с последующей перекладкой труб. Возможны и другие методы устранения препятствий, возникающих при облицовке трубопроводов.

Стандартная технология подготовки компонентов смеси должна включать операции просеивания песка и цемента через сито и затаривания в специальные емкости с плотно закрывающимися крышками, предотвращающими воздействие влаги и загрязнения посторонними примесями (для цемента согласно ГОСТу 22237-85\*).

\* На территории Российской Федерации действует ГОСТ 30515-97. - Примечание изготовителя базы данных.

Портландцемент (вяжущее) должен отвечать следующим требованиям: не содержать комков и химических добавок, иметь густоту цементного теста не более 27% и период схватывания не ранее 60 минут.

Удельная эффективная активность радионуклидов должна соответствовать 1-му классу (менее 370 Бк/кг) по ГОСТу 30108-94. Не допускается смешивание цементов разных партий и марок, а также использование вяжущего со сроком хранения более 60 суток со дня отгрузки заводом-изготовителем. Возможно наличие в составе вяжущего сертифицированных тонкомолотых минеральных добавок (до 10% массы цемента) для повышения физико-химических характеристик покрытия (водонепроницаемости и стойкости к вспучиванию).

Используемый для приготовления смеси песок должен иметь крупность зерен не более 1 мм; фракции с размером зерен 0,315-0,63 мм должны составлять не менее 70% массы песка, а фракции размером до 0,315 мм - менее 3%. Содержание глинистых, илистых и пылевидных частиц не должно превышать 3% (по массе), удельная эффективная активность радионуклидов должна соответствовать 1-му классу [6].

Вода должна соответствовать техническим условиям ГОСТа 23732-79 и иметь температуру +10 - +30 °С.

Оптимальное соотношение твердых компонентов цемент - песок должно быть в пределах: по объему - от 1:1 до 1:1,2 и по массе - от 1:1,115 до 1:1,338. Водоцементное отношение должно составлять 0,3-0,36.

Подготовленная к нанесению на внутреннюю поверхность трубопровода цементно-песчаная смесь должна быть хорошо перемешана и однородна. Ее подвижность в течение всего времени использования должна быть в диапазоне 6,5-9,0 (по глубине погружения конуса согласно ГОСТу 5802-86). Перед нанесением на трубопровод цементно-песчаная смесь должна иметь температуру +10-25 °С.

Работы по нанесению цементно-песчаных покрытий не производятся при установившейся среднесуточной температуре наружного воздуха менее 5 °С.

Нанесенные цементно-песчаные покрытия должны соответствовать следующим основным требованиям:

- покрытие должно быть сплошным, поверхность заглаженной (допускаются борозды или гребни с отклонением по глубине до 1,0 мм при выполнении требований по толщине слоя);

- набор прочности цементно-песчаного покрытия - до 70% должен проходить при температуре покрытия +5-30 °С, влажности 90-100%;

- покрытие на любом участке санированного трубопровода должно иметь среднюю плотность не менее 2200 кг/м<sup>3</sup> и прочность на сжатие в возрасте 3 суток - 30 МПа (70% R28), 7 суток - 35 МПа (80% R28) и 28 суток - 45 МПа (100% R28, ГОСТ 26633-91, СНиП 82-02-95).

Непосредственно после санации трубопровода должна производиться маркировка и регистрация выполненных работ по Техническим условиям, согласованным с заказчиком в установленном порядке.

После маркировки для равномерного схватывания цемента по всей длине трубопровода он должен подвергаться герметизации в пределах захватки путем плотной заделки обоих мест вскрытия полиэтиленовой пленкой.

Перед сдачей санированного трубопровода в эксплуатацию производится его промывка и дезинфекция [7].

Санированный трубопровод должен быть принят эксплуатирующими организациями путем проверки соответствия покрытия требованиям ТУ-5745-001-16341648 [6]. Данными техническими условиями регламентируются также специальные вопросы: безопасности производства работ и охраны окружающей среды.

## 2.1.2. СПЛОШНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ РУКАВА

Это один из новых эффективных способов восстановления внутренней поверхности изношенных трубопроводов, который позволяет армировать их внутреннюю поверхность специальным рукавом, изготовленным из полиэфирных и нейлоновых нитей, пропитанных полиэтиленом.

Сущность данного метода (именуемого "Феникс") санации трубопроводов заключается в закреплении у торцов и протягивании бесшовного полимерного рукава в полость трубы на всю длину ремонтного участка с плотной фиксацией его внутренней оболочки к внутренней поверхности трубопровода с помощью предварительно нанесенных клеевых составов (эпоксидной смолы) и давления воздуха или пара.

Воздушный поток обеспечивает продвижение оболочки по длине трубопровода, а термообработка приводит к быстрому твердению клеевых составов. Полимерный рукав может изготавливаться из полиэстера, полиэтилена и других материалов, которые обеспечивают механическую прочность и герметичность восстанавливаемого трубопровода.

Полимерный рукав имеет толщину 2 мм (при эксплуатации трубопровода под давлением воды до 3 МПа) или 3-10 мм при необходимости противодействия значительным внешним нагрузкам, а также достижения необходимой устойчивости и прочности, сравнимой с аналогичными показателями для нового стального или чугунного трубопровода.

В состав оборудования для санации по технологии "Феникс" должны входить:

- установка для гидравлической очистки внутренней поверхности трубопровода с давлением около 1000 МПа;
- установка "Феникс" с реверсивной машиной и парогенератором;
- передвижная мастерская с пескоструйной установкой для очистки внутренней поверхности трубопровода;
- пылепоглотитель для удаления загрязнений путем создания вакуумного разрежения;
- компрессор, барабан с чулком и устройства для прочистки;
- телевизионное оборудование для контроля качества прочистки трубопровода и качества санации.

**Область применения метода** нанесения сплошного полимерного покрытия - стальные и чугунные трубы диаметром 150-900 мм.

Длина ремонтного участка должна определяться в зависимости от диаметра восстанавливаемого трубопровода: при диаметре 150 мм она составляет 500 мм\*, при диаметре 300 мм - 300 м, при диаметре 900 мм - 100 м.

\* Соответствует оригиналу. - Примечание изготовителя базы данных.

Метод используется при любой глубине заложения труб (в грунте или непроходных каналах) и не зависит от типа грунтов, окружающих трубопровод.

Метод эффективен при следующих видах повреждений: трещины (продольные, поперечные, винтообразные), абразивный износ, свищи (при отсутствии инфильтрации воды в трубу).

При других повреждениях (раскрытых стыках, смещении труб в стыках) необходима предварительная подготовка, обеспечивающая соосность труб в местах дефектов.

Внутренняя поверхность трубопровода перед санацией должна быть очищена до металлического блеска в соответствии со степенью А ГОСТ 9.402-80\* "Изоляция подземных трубопроводов", что обеспечивается многократным протаскиванием скребкового снаряда с металлическими гребенчатыми и радиальными скребками, специального манжетного снаряда для сбора отложений и поролонового поршня для удаления остатков отложений, а также использованием гидравлической очистки.

\* На территории Российской Федерации действует ГОСТ 9.402-2004. - Примечание изготовителя базы данных.

Соотношение эпоксидной смолы и отвердителя в период производства работ по нанесению полимерного рукава должно составлять 1:1, скорость подачи рукава в трубопровод - 2,5 м/мин независимо от диаметра, подлежащего восстановлению трубопровода.

Продолжительность этапов затвердевания клеевого состава следует принимать не менее 5 часов при температуре пара 105 °С, а продолжительность этапа охлаждения не более 6 ч при температуре 50 °С [8]. Санация проводится при температуре наружного воздуха не ниже 0 °С.

Основным требованием к нанесенным полимерным покрытиям является следующее: покрытие должно быть сплошным без видимых дефектов. В случае обнаружения любых видимых дефектов (разрыва рукава, вздутия пленки и т.д.) рукав извлекается из трубы и процесс санации повторяется.

Применяемые в процессе санации по методу "Феникс" материалы, а также защитное покрытие в целом должны соответствовать существующим санитарным требованиям в части разрешения органов санитарного надзора РФ на использование в качестве облицовки трубопроводов, транспортирующих питьевую воду, и должны иметь сертификат соответствия Госстандарта РФ.

Проектирование ремонтных работ методом "Феникс", а также производство работ по нанесению покрытий, включая операции по предварительной прочистке трубопровода, должны производиться в соответствии с требованиями "Правил по проведению ремонта (санации) внутренней поверхности трубопроводов полиэтиленовым рукавом по технологии "Феникс" [8].

**Ограничения метода "Феникс".** Длина прочищаемого участка трубопровода не должна превышать 100 м, так как используемые стандартные шланги для гидравлической очистки имеют длину до 100 м.

Профиль прочищаемого участка должен иметь постоянный уклон, обеспечивающий сток воды из трубопровода.

В целях исключения застревания рукава на поворотах и образования складок рукава угол поворота трубопровода при санации должен быть следующим: для труб диаметром 150 мм - менее или равен 15 градусам, для труб диаметром 300-900 мм - менее или равен 45 градусам.

### **2.1.3. ПРОТЯГИВАНИЕ НОВЫХ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ В СТАРЫЕ (БЕЗ ИХ РАЗРУШЕНИЯ ИЛИ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ РАЗРУШЕНИЕМ)**

Данный метод восстановления используется при ремонте и реконструкции напорных сетей систем водоснабжения и водоотведения на прямолинейных и криволинейных участках трубопроводов (с радиусом изгиба более 25 внешних диаметров трубы). Для санации используются полиэтиленовые трубы на рабочее давление от 1,0 до 1,6 МПа по ГОСТу 18599-2001 (ПЭ 80 и ПЭ 100), поставляемые в бухтах или свариваемые в плети вблизи мест использования. При проведении работ на протяженных сетях трубопровод должен

разбиваться на участки, длина которых принимается с учетом допустимой длины протягиваемой плети по условиям прочности (протягивание без разрушения), либо с учетом возможностей используемого способа и мощности тягового оборудования. В качестве тягового оборудования в зависимости от состояния старого трубопровода и выбранной технологии применяют пневмоударные машины, мощные лебедки или машины с наборными штангами.

Примерная протяженность подлежащего восстановлению участка может составлять 100-150 м и более в зависимости от диаметра труб.

Перед проведением основных работ по протяжке полиэтиленовых трубопроводов выполняется комплекс подготовительных и земляных работ.

**Подготовительные работы** включают прекращение подачи воды, демонтаж арматуры, фасонных частей, отделение фланцев от стальных трубопроводов, углубление дна колодца (если необходимо) и другие мероприятия.

Демонтаж оборудования ведется от стартового колодца (котлована) по направлению движения восстановительных работ. В смотровых колодцах демонтируется и изымается вся трубопроводная арматура, располагаемая по направлению проведения восстановительных работ. В случае восстановления подверженных защите от электрохимической коррозии стальных трубопроводов, независимо от расположения контактных устройств на них, требуется предварительное согласование на проведение работ с соответствующей региональной организацией, отвечающей за защиту инженерных сетей от коррозии.

До начала проведения монтажных работ по протягиванию полиэтиленовых труб без разрушения старого трубопровода также должна быть проведена тщательная очистка ремонтного участка трубопровода от продуктов коррозии и других отложений. При наличии отложений на внутренней поверхности восстанавливаемого трубопровода производится его гидродинамическая очистка или очистка с помощью механических скребков и эластичных дисков. После очистки внутренней полости старого трубопровода через него протаскивается контрольный образец в виде отрезка полиэтиленовой трубы длиной 1-1,5 м и диаметром, равным диаметру протягиваемой полиэтиленовой трубы. На незащищенном контрольном образце после протяжки не должно быть царапин глубиной более 0,7 мм в продольном и 0,5 мм в поперечном направлениях.

**Земляные работы** должны проводиться с учетом требований [13, 14, 15], в частности, с учетом насыщенности застройки территории, наличия подъездных путей, учета подземных и надземных инженерных и транспортных коммуникаций, удобства расположения оборудования и размещения протаскиваемых труб, а также состояния элементов восстанавливаемого трубопровода.

### **Машины, оборудование, специальные устройства и приспособления для протягивания полиэтиленовых труб.**

Для подачи в котлован отдельных труб (секций труб) должны использоваться автокраны и трубоукладчики соответствующей грузоподъемности. Для протягивания полиэтиленовых труб могут применяться ручные и механизированные лебедки, машины с наборными штангами, пневмоударные машины, расширители, разрушающие наконечники, опорные ролики и т.д. Для работы пневматических лебедок, пневмоударных машин и машин с наборными штангами должны применяться компрессоры соответствующей мощности, а также тросы, пневмошланги и т.п.

Для сварки полиэтиленовых труб необходимо иметь соответствующее оборудование. Сварку труб встык в монтажных условиях следует производить, как правило, на сварочных установках, обеспечивающих автоматизацию основных процессов и компьютерный контроль с регистрацией технологического процесса. Для обеспечения высокого качества сварки встык она должна производиться в автоматическом режиме, исключающем или сводящем до минимума возможные дефекты.

Аттестация сварщиков и специалистов на право руководства и технического контроля за проведением сварочных работ при монтаже полимерных труб проводится через аттестационные центры, зарегистрированные в системе Национального аттестационного

комитета по сварочному производству (НАКС). Головной организацией по обучению и аттестации сварщиков и специалистов является учебный центр НПО "Стройполимер" (Москва).

## **2.2. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЕЙ**

В настоящее время основными методами санации водоотводящих трубопроводов, нашедшими широкое применение на отечественных объектах, являются:

- нанесение защитных покрытий в виде стеклопластиковых рукавов (для безнапорных и напорных участков сети);
- использование полиэтиленовых трубных модулей (для безнапорных участков сети);
- нанесение на внутреннюю поверхность труб цементно-песчаных покрытий (для напорных трубопроводов).

Выбор конкретного метода восстановления трубопроводов и обоснование возможности его применения зависят от состояния трубопровода после прочистки и результатов теледиагностики, а также возможностей размещения и использования соответствующего оборудования и механизмов для реализации метода на месте санации.

### **2.2.1. СПЛОШНЫЕ ПОКРЫТИЯ В ВИДЕ КОМПЛЕКСНЫХ РУКАВОВ, ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ПРОПИТАННЫХ СВЯЗУЮЩИМ**

Данный метод восстановления внутренней поверхности изношенных самотечных и напорных трубопроводов используется в отечественной практике с 1997 г. [9].

На комплексный рукав имеются сертификаты:

- соответствия N РОСС RU.АЯ12. НОО147 "Рукав комплексный для санации трубопроводов марки КР-В" (выдан Госстандартом РФ по ТУ 2256-001-42920499-97);
- гигиенический N 077 МЦ 22/225 Т 46129 Ф8 от 05.10.98 Продукция "Комплексный рукав для санации трубопроводов" (выдан Департаментом государственного санитарно-эпидемиологического надзора г.Москвы).

#### **Область применения метода.**

Метод используется для нанесения сплошного защитного покрытия на внутреннюю поверхность трубопроводов из различных материалов при любой глубине заложения труб (в грунте или непроходных каналах) и не зависит от типа грунтов, окружающих трубопровод.

Метод эффективен при следующих видах повреждений: трещины (продольные, поперечные, винтообразные и т.д.), абразивный износ, свищи (при отсутствии инфильтрации воды в трубу). При других повреждениях (раскрытых стыках, смещении труб в стыках) необходима предварительная подготовка, обеспечивающая соосность труб в местах дефектов.

Комплексными пластиковыми рукавами могут восстанавливаться трубопроводы диаметром от 150 до 1000 мм. В зависимости от назначения, состояния и размеров ветхого трубопровода толщина рукавной заготовки варьируется от 5 до 30 мм.

Комплексные пластиковые рукава должны обеспечивать требования эксплуатации водоотводящих трубопроводов, а именно:

- водо- и химическую стойкость;
- физико-механическую устойчивость;
- гладкую внутреннюю поверхность, обеспечивающую высокую пропускную способность трубопроводов;
- долговечность.

**Последовательность работ при реализации метода.** Работы по восстановлению ветхих участков трубопроводов комплексным рукавом проводятся в соответствии с технологическим регламентом, согласно которому осуществляются следующие последовательные этапы:

- изготовление комплексного пропитанного рукава и доставка его на ремонтируемую трассу;
- подготовка внутренней поверхности участка трубопровода, подлежащего восстановлению;
- контроль качества подготовки ремонтного участка трубопровода с помощью телеустановок;
- транспортирование рукава через колодцы внутри ветхого трубопровода;
- раздув комплексного рукава с прижимом его к стенкам ремонтируемого трубопровода;
- прогрев паром для отверждения ремонтного покрытия;
- удаление оснастки, проведение контрольного телевизионного осмотра отремонтированного участка трубопровода и пуск его в эксплуатацию; в отдельных случаях по требованию заказчика перед пуском производятся гидравлические испытания на водонепроницаемость внутреннего покрытия с использованием ресурсов и оборудования заказчика.

### *1. Изготовление комплексного рукава*

В зависимости от диаметра трубопроводов, для которых предназначены ремонтные покрытия, используются два типа комплексных рукавов:

- трехкомпонентный - из пленочного (защитного), армирующего (из синтетического войлока) и раздувочного (из полимерной пленки); трехкомпонентный рукав предназначен для труб диаметром 150-200 мм;
- четырехкомпонентный - из пленочного (защитного), комбинированного стеклоармирующего полотна, армирующего (из синтетического войлока) и раздувочного (из полимерной пленки); четырехкомпонентный рукав предназначен для труб диаметром от 300 до 450 мм.

Технология изготовления рукава состоит в раскройке стеклохолста до нужной ширины, складывании и прошивке внахлест на рукавной машине (например, японской фирмы "Brotcher").

Диаметр полученной рукавной заготовки должен быть меньше диаметра ремонтируемого участка трубы на 1-3% для избежания складок. В то же время подвижность шва и материала должна обеспечивать плотное прилегание рукава к внутренней стенке трубы. В процессе сшивки армирующего рукава в него помещается прочная капроновая лента. После сшивки рукав свертывается в рулон и поступает на сборку. Сборка включает два этапа: протягивание армирующего рукава в наружный полиэтиленовый и протягивание внутреннего раздувочного рукава в армирующий.

Армирующий рукав в собранной заготовке пропитывается связующим, в состав которого входят полиэфирная смола (НП-15 в количестве 100 весовых частей), инициаторы (трет-бутилпербензоат в количестве 1,5 в.ч.) и отвердители (перекись бензоила в количестве 0,5 в.ч.). Подача полиэфирной смолы осуществляется насосом (например, НД-2.5-630/10, мощностью 2,5 кВт). Перемешивание составляющих производится в реакторе (например, РСЭ-100, объемом 100 л) в течение 15 мин. Раскатка связующего производится передвижными нагруженными валами. При этом происходит равномерное распределение связующего в армированном рукаве и его пропитка со скоростью 1-3 м/мин.

### *2. Подготовка внутренней поверхности трубопровода к ремонту*

Перед началом ремонта дефектный участок действующего трубопровода отключается установкой специальных пневматических пробок. Участок промывается водой (под давлением 0,8-1,2 МПа), подаваемой из реактивной струйной насадки каналоочистительной машины. После прочистки производится осмотр трубопровода специальной телевизионной установкой (например, переносным видеокomплексом "Взгляд"). По результатам видеобследования составляется детальный план (паспорт) участка с обязательной видеозаписью результатов осмотра внутренней поверхности ветхого трубопровода.

Обнаруженные при видеоосмотре дефекты (например, остатки корней деревьев, камни, осколки трубы и т.д.) удаляются при помощи традиционной оснастки: корнерезов, дисков, швабр, мячей и т.д. Готовый рукав и оснастка перевозятся к месту ремонта на специальной машине, оборудованной подъемным бортом и бытовым отсеком.

### *3. Процесс ремонта*

Процесс ремонта включает выполнение трех операций: транспортирование рукава через колодцы внутри ветхого трубопровода; раздув комплексного рукава с прижимом его к стенкам ремонтируемого трубопровода; прогрев паром для отверждения ремонтного покрытия.

Первая операция заключается в доставке рукава к месту ремонта в спецавтомобиле, оснащенный подъемником, и его подаче через систему роликов в стартовый колодец. Протаскивание рукава в ремонтный участок по направлению стока осуществляется через систему специальных блоков, установленных в финишном колодце, с помощью троса и лебедки. Концы рукава герметизируются посредством ввода во внутренний пленочный рукав специальных заглушек с последующим их закреплением на рукаве тканевыми бандажными нарукавниками и стяжными хомутами.

Операция раздува производится паром, получаемым из передвижной котельной установки, смонтированной в фургоне на шасси грузового автомобиля. В состав установки входят котел (например, ПКА-500ж), передвижная электростанция и компрессор. Пар подается через шланг в месте установки одной из заглушек. Для удаления воздуха и летучих веществ, выделяющихся из пропитанного рукава, наружный пленочный рукав надрезается в непосредственной близости от герметизирующих заглушек. В состав оборудования входят агрегат по подготовке специальной воды для котла, передвижная электростанция и компрессор. Вблизи второй заглушки устанавливается контрольный манометр и труба с вентилем для сброса конденсата.

Операция прогрева комплексного рукава производится в течение 3-5 часов (при давлении  $0,5 \text{ кг/см}^2$  и температуре  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ), затем давление сбрасывается, заглушки удаляются и ремонтное покрытие охлаждается. С помощью пневматической машины с алмазными дисками обрезаются законцовки, и восстановленный трубопровод подвергается контрольному телевизионному осмотру.

#### *4. Контрольный телевизионный осмотр*

Для определения качества защитного покрытия после завершения всех восстановительных работ производится осмотр внутренней поверхности отремонтированного участка телеустановкой.

В случае видимых дефектов (разрыв рукава, вздутие и отслоение защитной пленки, наличие сборок и т.д.) комплексный рукав извлекается из трубы и процесс санации повторяется.

По результатам видеоосмотра могут быть назначены гидравлические испытания на герметичность.

Состав стандартного оборудования для реализации метода: швейная рукавная машина, реактор, насос, устройство для пропитки (система валиков, расположенных на наклонной плоскости), передвижная котельная установка (котел, электростанция, компрессор), автомашина с грузоподъемным бортом, лебедка с тросом, набор шлангов, каналопромывочная машина с набором насадок, телевизионная установка.

## **2.2.2. СПЛОШНЫЕ ВНУТРЕННИЕ ПОКРЫТИЯ В ВИДЕ ТРУБОПРОВОДОВ, ВВОДИМЫХ В СТАРЫЕ (БЕЗ ИХ РАЗРУШЕНИЯ ИЛИ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ РАЗРУШЕНИЕМ)**

Метод восстановления внутренней поверхности изношенных самотечных трубопроводов используется в отечественной практике с 1992 г. [10].

Основным достоинством метода является возможность восстановления сильно разрушенных трубопроводов путем прокладки нового (например, полиэтиленового низкого давления ПНД) на месте старого. Метод наиболее перспективен в тех случаях, когда необходима полная замена участка трубопровода с увеличением его диаметра, что ведет к повышению его пропускной способности. При реализации метода может использоваться полиэтиленовый трубопровод, который не имеет стыковых соединений и выдерживает большие нагрузки при сроке эксплуатации 50-100 лет. Кроме того, метод можно использовать в нестабильных грунтах при минимальной разработке последних в период реконструкции сетей.

**Область применения метода.** Метод используется для нанесения сплошного защитного покрытия на внутреннюю поверхность трубопроводов из различных материалов при любой глубине заложения труб в грунте и не зависит от типа грунтов, окружающих трубопровод.

Метод эффективен при следующих видах повреждений: трещины (продольные, поперечные, винтообразные и т.д.), абразивный износ, свищи, раскрытые стыки, смещение труб в стыках и т.д.

Метод применяется для бестраншейной реконструкции ветхих водоотводящих трубопроводов на участках длиной до 50 м из керамики, асбестоцемента, чугуна, бетона и стали путем замены их на полиэтиленовые диаметром от 225 до 500 мм.

**Последовательность работ при реализации метода.** Протаскивание нового трубопровода с параллельным разрушением старого может осуществляться с помощью пневмоударных машин (пневмопробойников, пневмомолотов) и расширителей. При работе ударного механизма удар передается на расширитель и через него на ветхую трубу. При этом происходит разрушение ветхой трубы и расширение грунта до наружного диаметра расширителя.

Разрушение стальных труб приводит к образованию полости с плавными очертаниями, копирующими, в основном, рабочую поверхность корпуса пневмопробойника, а разрушение стенок труб из хрупких материалов (например, из керамики) ведет к образованию хаотических осколков различной величины и формы. В образовавшуюся полость при движении расширителя затягивается новый трубопровод, который наращивается секциями в рабочем колодце.

Работы по восстановлению ветхих участков трубопроводов проводятся в соответствии с технологическим регламентом, включающим подготовительные, основные (монтажные) и заключительные (демонтажные) работы.

Скорость проведения основных работ составляет 6 м/ч при протаскивании пластмассовых труб из полиэтилена низкого давления (ПНД) типа С диаметрами от 225 до 500 мм (с длиной секций труб при работе из колодца в колодец 700-750 мм).

Минимальный диаметр колодца составляет:

- для труб диаметром 225 мм - 800 мм;
- то же 280-315 мм - не менее 1000 мм;
- то же 400-500 мм - не менее 1500 мм.

Расход воздуха составляет не более  $10 \text{ м}^3 / \text{мин}$  при рабочем давлении 0,5-0,6 МПа, минимальное тяговое усилие лебедки - 30 кН.

**Предварительные работы.** Работы выполняются в следующей последовательности:

- телеобследование трассы и осмотр колодцев;
- прочистка (промывка) от грязи, ила и посторонних включений колодцев и подлежащих реабилитации участков трубопровода; в случае разрушения трубопроводов промывка участков труб не предусматривается;
- разрушение бетонных лотков колодцев и мест примыкания торцов труб к колодцам;
- пропуск троса лебедки от приемного до рабочего колодца через подлежащий реабилитации участок трубопровода.

**Основные (монтажные) работы.** Работы заключаются в выполнении следующих последовательных операций:

- установка и закрепление анкера;
- установка на горловине приемного колодца лебедки с воздухоподводящими шлангами;
- включение/выключение лебедки для протягивания троса в рабочий колодец;
- включение/отключение пневмомолота и затягивание первой секции нового трубопровода до положения, удобного для монтажа последующей секции;
- подача в колодец новой секции, нанизанной на шланг, и пропуск крючка с тросом через внутреннее отверстие секции трубы;
- вставка в первую (или очередную), вторую (или последующую) секцию трубы с закручиванием ее трубными ключами до упора; при проведении данной операции на последующих секциях используют устройство для подтягивания труб.

**Заключительные (демонтажные) работы.** При выходе расширителя в приемный колодец производятся:

- отключение лебедки и пневмомолота;
- ослабление троса лебедки, снятие его с троса анкера и вытягивание в рабочий колодец;
- освобождение горловины колодца от лебедки;
- демонтаж анкера с удалением его составных частей из колодца;
- отсоединение шлангов от пневмолебедки и пневмомолота с установкой на них заглушек;
- сматывание шлангов в бухты;
- проведение ремонта колодцев (восстановление дна и лотков, заделка места входа и выхода нового трубопровода и т.д.).

#### **Состав и предназначение стандартного оборудования по реализации метода**

Пневмомолот служит для передачи ударной нагрузки на расширитель.

Расширитель служит для разрушения с помощью ребер старого трубопровода и образования новой скважины за счет втрамбовывания в грунт осколков разрушенного трубопровода. В задней части расширителя имеются пальцы для крепления секции нового трубопровода.

Устройство для подтягивания труб предназначено для передачи усилия лебедки на торец затягиваемой трубы нового трубопровода и обеспечения передачи этого усилия по оси трубы.

Лебедка пневматическая предназначена для передачи усилия натяжения троса на устройство для подтягивания секций нового трубопровода. Устанавливается на горловине приемного колодца.

Анкер предназначен для изменения вертикального направления троса в горизонтальное.

Трубный ключ служит для соединения секций нового трубопровода между собой с помощью резьбового соединения.

**Контрольный телевизионный осмотр.** Осмотр проводится для определения качества восстановительных работ.

По результатам видеоосмотра могут быть назначены гидравлические испытания на герметичность.

### **2.2.3. ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫЕ ПОКРЫТИЯ**

Санация стальных напорных водоотводящих трубопроводов путем нанесения цементно-песчаных покрытий производится аналогично водопроводным сетям (см. п.2.1.1). Минимальная толщина защитного слоя должна определяться диаметром и материалом труб, а требуемая - возрастом труб, толщиной их стенок и физическим состоянием (износом).

## **3. ИНСПЕКЦИОННЫЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И ПРОЧИСТКА ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ ПО САНАЦИИ**

Работы по проведению санации, независимо от применяемого метода, в обязательном порядке должны подвергаться комплексному **инспекционному контролю** трубопровода и его эффективной **очистке**. Проведение данных работ является неотъемлемой составной частью технологии санации.

**Инспекционный контроль** должен проводиться до прочистки, после прочистки и после санации (в целях контроля качества работ).

Внутренняя инспекция водопроводных труб большого диаметра (более 900 мм) с целью диагностики их состояния должна предусматривать визуальный контроль, а малых - с использованием телеконтроля специальными роботами (например, "РОКОТ-1", Р100 и Р200 отечественной фирмы "Тарис" и других отечественных и зарубежных фирм).

Роботы представляют собой перемещающиеся внутри трубопровода транспортные модули (на колесах или салазках), на которых располагается телекамера (а также ремонтные головки, например, заделочная или бандажная).

Управляются роботы по кабелю длиной до 150 м. Аппаратура управления и пост оператора находятся в специальном микроавтобусе. Здесь же располагаются кабельный барабан, подъемники, устройства очистки и связи, генератор, бортовой компьютер, видеосистема и прочее оборудование.

Робот полностью герметичен и способен работать в частично заполненных водой трубопроводах, что дает ему преимущества перед другими средствами диагностики.

Инспекция трубопроводов должна осуществляться, как правило, цветной телекамерой с высокой разрешающей способностью, которая позволяет дать наиболее полную информацию о состоянии сети.

Телекамера способна обнаружить даже небольшие трещины и течи, засоры и посторонние предметы, определить точное местоположение и характер дефекта, состояние трубопровода вокруг дефекта. Видеосъемка может производиться круглосуточно и независимо от погодных условий.

Технология съемки заключается в следующем. Оператор управляет видеосъемкой из студии, размещенной в автомобиле. На монитор выводится четкое и ясное изображение внутренней поверхности трубы. По кромке изображения высвечивается и фиксируется информация о заказчике, а также данные о месте проведения работ и виде трубопроводов.

В нижней части кадра записываются время съемок и ход камеры (расстояние от исходной точки движения). В местах обнаружения повреждений (деформаций) внутренней поверхности оператор останавливает камеру и подробно осматривает место путем поворота объектива.

Комментарий оператора вместе с изображением должен записываться на видеопленку.

Видеокассета должна передаваться заказчику работ и храниться в его видеоархиве.

По результатам видеоосмотра должен составляться письменный отчет, в котором представляется полное описание нарушений стыковых соединений, ответвлений и всех дефектов внутренней поверхности: трещин, прогибов, изломов, деформаций, заусениц, зазубрин и т.д.

В заключении отчета должны помещаться выводы о необходимости проведения соответствующих ремонтных работ и профилактических мероприятий.

*Условия применения телеконтроля:*

- в трубах любого материала диаметром 50-150 мм с помощью неповоротной и несамоходной (протягиваемой на тросе или проталкиваемой фиброгласовым стержнем) телеустановки;
- в трубах диаметром 150-250 мм при помощи самоходного колесного робота;
- в трубах большого диаметра (до 900 мм) с помощью самоходных или плавающих телеустановок с поворотной камерой.

В каждом из перечисленных вариантов должна использоваться цветная телекамера с разрешением не менее 330-470 линий.

Технические возможности отечественных телероботов:

- локальный ремонт трубопроводов (зачистка места дефекта фрезами, щетками или специальными составами) путем накладки на внутреннюю поверхность трубы кольцевого банджа (полосы специальной ткани, пропитанной полимерным составом);
- устранение выступающих элементов с помощью фрезерной головки;
- вскрытие боковых отводов при нанесении внутреннего покрытия трубопроводов в виде сплошного полимерного рукава.

### **Прочистка трубопроводов.**

Перед санацией водопроводных и водоотводящих сетей, осуществляемой путем нанесения цементно-песчаных покрытий, полимерных материалов или стеклопластиковых рукавов, должна проводиться их эффективная чистка, при которой исключаются повреждение внутренней поверхности трубы и нарушение герметичности раструбных соединений. Прочистка сети не производится, если трубопровод подвергается разрушению.

В зависимости от степени зарастания живого сечения водопроводных сетей возможно использование следующих основных методов прочистки:

- гидродинамический с использованием устройств с вращательными головками (при диаметре трубопровода до 300 мм, протяженности обрабатываемого участка до 1000 м и необходимости удаления бугристых наростов и биологических обрастаний);
  - механический с помощью скребковых устройств и лебедок (при любом диаметре трубопровода при плотных наростах карбонатных отложений и ржавчины).
- Внутренняя поверхность водопроводного трубопровода должна быть очищена в соответствии с требованиями технических условий по промывке.

Допустимые отклонения трубопровода по овальности и кривизне поверхности проверяются визуально и с помощью металлической линейки и штангенциркуля.

После прочистки водопроводных трубопроводов их внутренняя поверхность должна проверяться на отсутствие воды, пыли, грязи, рыхлой ржавчины и масляных пятен.

В случае применения метода санации "Феникс" перед нанесением защитной оболочки необходимо в течение не менее 4 часов производить продувку очищенного трубопровода воздухом (с помощью компрессора) для обеспечения сухой внутренней поверхности трубы.

Основным технологическим способом прочистки водоотводящих трубопроводов является гидродинамическая мойка внутренней поверхности. Смываемые со стенок труб загрязнения транспортируются потоком до ближайшего смотрового колодца. Из колодцев загрязнения отсасываются с помощью вакуумного оборудования.

Работы по прочистке водоотводящих сетей выполняются различными каналоочистительными машинами. В зависимости от применяемого рабочего оборудования они могут быть разделены на четыре типа [11]:

- каналопромывочные, включающие емкости с водой, насос и рукав высокого давления, комплект реактивных каналопромывочных насадок;
- илососные, оборудованные цистерной с разгрузочной крышкой, вакуумным насосом и всасывающим рукавом;
- комбинированные каналоочистительные, включающие каналопромывочное и илососное рабочее оборудование, позволяющее одновременно промывать трубопроводы и всасывать загрязнения из колодца вакуумным способом;
- комбинированные каналоочистительные с регенерацией, имеющие каналопромывочное и илососное оборудование и оснащенные многоступенчатой системой очистки засасываемой илососным оборудованием пульпы для повторного использования очищенной воды для промывки трубопроводов струями высокого давления.

Отечественной промышленностью освоено производство машин только трех первых типов, однако с 1995 г. в РФ начали эксплуатацию нескольких зарубежных комбинированных машин с регенерацией.

В отечественной практике наибольшее применение нашли илососные машины малой вместимости КО-510, средней вместимости КО-519, КО-524 и КО-507 А и большой вместимости КО-507 А2 и КО-530, а также каналопромывочные машины малой вместимости ДКТ-240 (на дизельном шасси ЗИЛ 5301 НС), средней вместимости типа КО-502Б2 (на шасси ЗИЛ-433362), КО-514 и КО-514 М (на двухосном шасси КамАЗ-4925) и большой вместимости КО-512 и КО-512 М.

Рабочее оборудование илососных машин включает напорно-всасывающий рукав внутренним диаметром 80-100 мм на стреле-манипуляторе с всасывающим мундштуком в виде стальной трубы [12]. По сроку службы и массе отечественные рукава существенно уступают рукавам ведущих западных фирм, но их сравнительно низкая цена отчасти компенсирует эти недостатки.

Всасывание слежавшихся уплотненных иловых отложений требует их дополнительного рыхления в зоне всасывания и разбавления водой. Эффективное решение этой проблемы обеспечивает система высоконапорного струйного рыхления отложений с помощью гидравлического пистолета с удлиненным стволом. Такое оборудование установлено на иловых машинах КО-507 А2 и КО-530, имеющих дополнительные водяные баки.

Забор загрязнений с больших глубин, превышающих критическую глубину вакуумного всасывания (5-8 м для различных илососных машин), возможен при совместном использовании вакуумного оборудования и эжекторных насосов ДКТ-220, монтируемых на конце всасывающего рукава. При этом илосос должен работать в паре с любой каналопромывочной машиной, подающей воду под высоким давлением в эжекторный насос. Оборудование каналопромывочных машин включает каналопромывочные насадки и эжекторные насосы.

Каналопромывочные насадки создают высоконапорные струи для рыхления загрязнений в трубе, смыва и транспортирования наносов к колодцу, а в некоторых случаях и для привода механических чистящих или режущих рабочих органов. Насадки перемещаются вдоль трубы вместе с рукавом высокого давления под действием реактивных сил водяной струи.

По функциональному признаку различают следующие насадки:

- проходные (для чистки труб различного диаметра и первоначального прохода в сильно загрязненных трубах);
- реверсивные (для ликвидации засоров и жировых отложений, профилактической прочистки труб диаметром до 600 мм);
- ротационные (для удаления твердых отложений на стенках труб, а также растительных образований);
- донные (для удаления донных загрязнений в трубах диаметром более 500 мм).

Большинство отечественных насадок для прочистки водоотводящих и водосточных сетей выпускается фирмой "Доркомтехника".

После операций прочистки и теледиагностики составляется акт готовности трубопровода к санации соответствующим методом.

## **4. ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТ ПО САНАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ**

Реализация указанных выше методов санации водопроводных и водоотводящих сетей при соблюдении всех технических и технологических требований позволяет:

- придать эксплуатируемым трубопроводам механическую прочность, сопоставимую с новыми трубопроводами;
- снизить аварийность трубопроводов за счет повышения уровня надежности работы сети (в частности, наибольший эффект наблюдается на водопроводных трубопроводах диаметром 200-400 мм и на водоотводящих сетях диаметром 125-300 мм с истекшим сроком амортизации);
- сохранить проектную пропускную способность трубопроводов, несмотря на возможное уменьшение живого сечения трубопровода на 5-10%; на saniрованных трубах большого диаметра пропускная способность может увеличиться за счет уменьшения коэффициента гидравлического трения по отношению к несанированным;
- предотвратить или затормозить коррозионные процессы и образование обусловленных коррозией минеральных отложений различного характера, ухудшающих гидравлические характеристики трубопроводов;
- предотвратить коррозионные процессы и образование обусловленных коррозией минеральных отложений различного характера, ухудшающих гидравлические характеристики трубопроводов и качественные показатели транспортируемой воды (в случае санирования водопроводных сетей);
- уменьшить расход потребляемой электроэнергии из условий потенциального роста расхода электроэнергии при эксплуатации необлицованных трубопроводов за счет их неизбежного зарастания (в случае санирования водопроводных сетей);
- сохранить требуемое качество транспортируемой воды во всех водоразборных точках разветвленной сети города (в случае санирования водопроводных сетей).

## **5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ОБЪЕКТОВ (УЧАСТКОВ) ГОРОДСКОЙ ВОДОПРОВОДНОЙ И ВОДООТВОДЯЩЕЙ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НА НИХ РАБОТ ПО САНАЦИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ (БЕЗ ВСКРЫТИЯ)**

Решение о необходимости восстановления участка водопроводного или водоотводящего трубопровода (в том числе путем санации) должно приниматься на основании оценки технической и экономической целесообразности его дальнейшей эксплуатации.

Техническая целесообразность эксплуатации участка трубопровода в его существующем состоянии определяется окончанием технического срока службы, при котором уровень его надежности и гидравлические параметры трубопровода являются недостаточными и не соответствуют требуемым или принятым за норматив.

Экономическая целесообразность эксплуатации участка трубопровода определяется окончанием экономического (полезного) срока службы, за пределами которого расходы на эксплуатацию участка трубопровода превышают возможные расходы на его реновацию (перекладку или санацию), а уровень надежности не соответствует требуемому или принятому за норматив.

### **5.1. ВОДОПРОВОДНАЯ СЕТЬ**

Для выбора потенциальных и приоритетных (первоочередных) объектов санации городской водопроводной сети в качестве базовой предлагается использовать автоматизированную информационно-техническую систему "АИТС-Санация", включающую:

- электронные базы данных по эксплуатации трубопроводов Московского водопровода;
- систему первичных информационных документов - паспорта участков трубопроводов, на которых имела место авария, паспорта трубопроводов, включающих saniрованные участки, паспорта санации, инвентаризационные данные и др.;
- систему автоматизированной статистической обработки эксплуатационной информации для оценки и прогноза показателей надежности трубопроводов;
- информационно-поисковую систему выбора потенциальных объектов санации трубопроводов - программу "АИТС-Санация" для ввода и обработки данных по эксплуатации трубопроводов (до и после санации);
- компьютерную программу "RANGE-1" по ранжированию участков водопроводной сети по балльной системе комплексной оценки дестабилизирующих надежность трубопроводов факторов и условий эксплуатации на предмет выбора приоритетных (первоочередных) объектов санации трубопроводов.

Критериями выбора потенциальных объектов восстановления водопроводных трубопроводов методом санации являются:

- высокая аварийность трубопроводов; интенсивность отказов (аварий с раскопкой) на участке между двумя колодцами более двух в год;
- окончание технического и экономического (полезного) срока службы;
- неэффективность открытой перекладки участка трубопровода (по технико-экономическим и социальным факторам, месторасположению трубопровода и его роли в сети).

Поиск и выбор приоритетных объектов санации водопроводной сети реализуется системой "АИТС-Санация" путем автоматизированного выбора из большого числа потенциальных для реабилитации участков трубопроводов некоторого ограниченного количества первоочередных (приоритетных) на основе их ранжирования по балльной оценке фактора приоритетности.

Показатели и характеристики для балльной оценки формируются из базы данных по эксплуатации трубопроводов, исполнительной документации, инвентаризационных данных участков трубопроводов и данных анализов контроля качества транспортируемой воды.

Перечень внешних факторов, расположенных в порядке значимости и оказывающих влияние на выбор объекта санации водопроводных сетей, приведен в табл.3.

Таблица 3

**Внешние факторы и элементы их состояния**

Номер	Внешние факторы
1.	Наличие (отсутствие) станций катодной защиты (СКЗ)
2.	Показатели качества воды: а) рН; б) общее железо, мг/л; в) растворенный кислород, мг/л; г) остаточный хлор, мг/л; д) хлориды, мг/л; е) сульфаты, мг/л
3.	Наличие (отсутствие) подземных (грунтовых) вод
4.	Глубина заложения труб, м
5.	Тип грунта: суглинок; сухой песок; сухой пылевидный грунт; то же с глинистыми включениями; влажный песок; влажный пылевидный грунт; то же с глинистыми включениями; глина
6.	Величина давления воды, м
7.	Интенсивность транспортных потоков
8.	Гидравлические характеристики (через диаметр труб, мм)
9.	Год укладки, лет
10.	Плотность населения, чел./га
11.	Диаметр труб, мм (через толщину стенки)

Для выбора метода восстановления требуемой работоспособности трубопроводов городской водопроводной сети необходимо рассмотреть два варианта принятия решения по его дальнейшей эксплуатации:

- первый предусматривает вкладывание дополнительных средств (при старых значениях отчислений на все виды ремонта) на поддержание требуемой работоспособности трубопровода;
- второй предусматривает возможность перекладки трубопровода, эксплуатация которого в прежнем виде стала технически и экономически нецелесообразна, или проведение специальных работ по его восстановлению (санации).

По каждому из этих вариантов необходимо оценить приведенные затраты.

Приведенные затраты  $\Pi_{пр}$  представляют собой сумму текущих затрат (эксплуатационных расходов  $\Pi_{эк}$ ) и единовременных затрат (капитальных вложений  $\Pi_c$ ), приведенных к

одинаковой размерности в соответствии с нормативной эффективностью капитальных вложений  $E$  или нормативным сроком окупаемости капитальных вложений  $T_{ок}$ .

В соответствии с существующими нормативными документами показателем наилучшего варианта является минимум приведенных затрат.

$$\Pi_{пр.} = \Pi_c + E\Pi \rightarrow \text{эк минимум}$$

$$\Pi_{пр.} = \Pi_c / T_{ок} + \Pi \rightarrow \text{эк минимум}$$

По существующей методике определения эффективности капиталовложений вариант с наибольшими капитальными затратами будет экономичнее в том случае, если дополнительные капитальные затраты окупятся за счет экономии эксплуатационных затрат за срок до 8,3 года.

Необходимо отметить, что этот директивный срок являлся результатом планового ведения народного хозяйства и отражал уровень развития экономики страны. В современных условиях централизованного управления экономикой нет. Каждая отрасль в зависимости от уровня ее экономического положения может вкладывать в свое развитие соответствующие капитальные вложения.

## 5.2. ВОДООТВОДЯЩАЯ СЕТЬ

Для выбора потенциальных и приоритетных (первоочередных) объектов санации водоотводящих трубопроводов предлагается использовать автоматизированную информационно-техническую систему "АИТС-ПАУКС", включающую:

- электронные базы данных по эксплуатации трубопроводов;
- систему первичных информационных документов - паспорта участков трубопроводов, на которых имела место авария, паспорта трубопроводов, включающих санированные участки, паспорта санации, инвентаризационные данные и др.;
- систему автоматизированной статистической обработки эксплуатационной информации для оценки и прогноза показателей надежности трубопроводов;
- информационно-поисковую систему выбора потенциальных объектов санации трубопроводов - программу "АИТС-ПАУКС" для ввода и обработки данных по эксплуатации трубопроводов (до и после санации);
- компьютерную программу "RANGE-3" по ранжированию участков водоотводящей сети по балльной системе комплексной оценки дестабилизирующих надежность трубопроводов факторов и условий эксплуатации на предмет выбора приоритетных (первоочередных) объектов санации трубопроводов.

Критериями выбора потенциальных объектов восстановления трубопроводов методом санации являются:

- высокая аварийность трубопроводов (интенсивность отказов, т.е. аварий по причине засоров, на участке между двумя колодцами более шести в год);
- окончание технического и экономического (полезного) срока службы;
- неэффективность открытой перекладки участка трубопровода (по технико-экономическим и социальным факторам, месторасположению трубопровода и его роли в сети).

Поиск и выбор приоритетных объектов санации реализуется системой "АИТС-ПАУКС" путем автоматизированного выбора из большого числа потенциальных для реабилитации участков трубопроводов некоторого ограниченного количества первоочередных (приоритетных) на основе их ранжирования по балльной оценке фактора приоритетности.

Показатели и характеристики для балльной оценки формируются из базы данных по эксплуатации и паспортизации трубопроводов, исполнительной документации и инвентаризационных данных участков трубопроводов.

Необходимость проведения перекладки или санации трубопроводов определяется состоянием ряда внешних факторов, представленных в табл.4.

Таблица 4

### Внешние факторы и элементы их состояния

1.	<p><u>Наличие (отсутствие) подземных вод:</u>  а) трубопровод под горизонтом (наличие воды):  минерализованная при напоре 4 м и более;  то же при напоре менее 4 м;  слабоминерализованная при напоре 4 м и более;  то же при напоре менее 4 м;  пресная при напоре 4 м и более;  то же при напоре менее 4 м;  б) трубопровод над горизонтом (отсутствие воды)</p>
2.	<p><u>Состояние грунтов вокруг трубопровода:</u>  глина;  влажный пылевидный грунт с глинистыми включениями;  влажный пылевидный грунт;  влажный песок;  сухой пылевидный грунт с глинистыми включениями;  сухой пылевидный грунт;  сухой песок;  суглинок</p>
3.	<u>Год укладки</u>
4.	<u>Диаметр (через толщину стенки)</u>
5.	<u>Наличие препятствий (засоров)</u>
6.	<p><u>Дефекты внутренней поверхности труб:</u>  а) коррозия (полная, сплошная);  б) абразивный износ (полный);  в) коррозия (частичная) свыше 50% поверхности трубопровода;  то же до 50% поверхности трубопровода;  г) абразивный износ (частичный);  д) оголение арматуры на более чем 50% длины участка трубы;  то же менее чем 50%;  е) разрушение защитной оболочки;  ж) структурные дефекты заводского изготовления</p>
7.	<p><u>Нарушение герметичности:</u>  а) множественные открытые (раскрытые, сквозные) трещины на более чем 50% длины участка трубопровода;  то же на 20-50% длины участка;  то же менее чем на 20% длины участка;  б) наличие инфильтрации фонтанированием;  в) наличие инфильтрации с интенсивным изливом воды;  г) наличие эксфильтрации;  д) продольные открытые трещины (раскрытые, сквозные) с утечками на более чем 50% длины участка трубопровода;  то же на 20-50% длины участка;  то же менее чем на 20% длины участка;  е) поперечные круговые открытые трещины (раскрытые, сквозные) с утечками на более чем 50% длины участка трубопровода;</p>

	<p>то же на 20-50% длины участка;  то же менее чем на 20% длины участка;  ж) винтообразные открытые трещины (раскрытые, сквозные) на более чем 50% длины участка трубопровода;  то же на 20-50% длины участка;  то же менее чем на 20% длины участка;  з) продольные закрытые трещины;  и) продольные открытые трещины без утечек;  к) поперечные круговые закрытые трещины;  л) поперечные круговые открытые трещины без утечек;  м) винтообразные закрытые трещины;  н) множественные закрытые трещины;  о) наличие инфильтрации в виде незначительного просачивания воды в трубу через трещины или неплотности стыков</p>
8.	<p><u>Интенсивность транспортных потоков:</u>  а) высокая с расположением участка трубопровода на расстоянии от кромки дорожного полотна до 20 м;  то же от 20 до 50 м;  то же от 50 до 100 м;  б) средняя с расположением участка трубопровода на расстоянии от кромки дорожного полотна до 20 м;  то же от 20 до 50 м;  то же от 50 до 100 м;  в) низкая с расположением участка трубопровода на расстоянии от кромки дорожного полотна до 20 м;  то же от 20 до 50 м;  то же от 50 до 100 м</p>
9.	<p><u>Деформация тела трубы и изменение в плане и профиле:</u>  а) разрушение трубы (практически полное);  просадка лотка трубы более чем на 30% длины участка трубопровода.  Образование смещений более чем на 1/3 диаметра трубы  б) образование смещений менее чем на 1/3 диаметра трубы;  в) перелом (точечный разрыв) трубы;  г) разрушение (частичное, точечное) днища, стенок, свода трубы и в случаях обнаружения следов выноса грунта;  то же без следов выноса грунта;  д) образование многочисленных сквозных отверстий различной формы на более чем 50% длины участка трубопровода;  то же на 20-50% длины трубопровода;  то же менее чем на 20% длины трубопровода;  е) несоответствие размеров труб направлению потока;  ж) нарушение (изменение) продольного профиля;  з) образование обратного уклона;  и) изменение (угловое) в плане;  к) образование изгибов по трассе;  л) деформация (сдавливание) по вертикали и горизонтали;  м) оседание (просадка) свода (лотка);  н) нарушение первоначальной формы трубы;  о) местная деформация (прогиб, провисание)</p>
10.	<p><u>Нарушения в стыках:</u>  а) неплотная стыковка;  б) нарушение (изменение) угла стыковки;</p>

	<p>в) нарушение стыковки по горизонтали и (или) по вертикали;</p> <p>г) продольное смещение труб;</p> <p>д) смещение по вертикали и (или) горизонтали;</p> <p>е) смещение (осевое) по вертикали и (или) горизонтали;</p> <p>ж) угловое смещение (сдвиг);</p> <p>з) разрушение торцов труб в пределах стыков;</p> <p>и) дефект эластичной прокладки;</p> <p>к) дефект заделки стыка (чеканки) кольцевого пространства раструба;</p> <p>л) дефект опорного кольца</p>
11.	<u>Глубина заложения труб</u>
12.	<p><u>Дефекты колодца:</u></p> <p>разрушение (полное) подлючной части горловины;</p> <p>нарушение (дыра) кладки;</p> <p>разрушение (частичное) подлючной части горловины;</p> <p>нарушение асфальта вблизи колодца;</p> <p>люк занижен;</p> <p>люк завышен;</p> <p>люк на боку;</p> <p>люк расколот;</p> <p>верхняя крышка люка расколота (треснула);</p> <p>верхняя крышка люка без уплотнительной резины;</p> <p>вторая крышка люка требует замены;</p> <p>вторая крышка люка отсутствует (нет скоб под крышку)</p>

Окончательный выбор метода восстановления требуемой работоспособности трубопроводов городской водоотводящей сети осуществляется на основании данных теледиагностики и технико-экономической целесообразности санации трубопроводов.

При этом следует руководствоваться следующими положениями:

- санацию полиэтиленовыми трубами следует применять на сетях, имеющих расхождение и смещение трубных звеньев более чем на 1/3 диаметра, а также при необходимости повышения пропускной способности ремонтируемого трубопровода;
- санацию стеклопластиковым рукавом следует применять в случаях отсутствия необходимости в увеличении пропускной способности трубопроводов, на сетях, имеющих незначительные расхождения и смещения труб (менее 1/3 диаметра);
- санацию с помощью цементно-песчаных покрытий следует применять на напорных трубопроводах, подверженных сквозными проржавлениями (свищами)\*.

\* Текст соответствует оригиналу. - Примечание изготовителя базы данных.

С помощью вышеуказанных автоматизированных информационно-технических систем (АИТС) и программных комплексов определяется первоочередной объект реконструкции (т.е. имеющий максимальный суммарный балл). АИТС обеспечивают регистрацию, хранение, редактирование и обработку данных соответственно по 12 (для водопроводных сетей) и 13 (для водоотводящих сетей) вводимым исходным позициям "Паспорта ранжирования" по балльной системе.

Программы работают под управлением WINDOWS-98 и могут быть адаптированы для более поздних версий WINDOWS.

## 6. СРОКИ СЛУЖБЫ ТРУБОПРОВОДОВ ПОСЛЕ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕТОДОМ САНАЦИИ

Планируемые сроки службы трубопроводов городской водопроводной сети и нормы амортизационных отчислений на полное восстановление основных фондов - трубопроводов, возникших в результате их санации, приведены в табл.5.

Таблица 5

### Планируемые сроки службы трубопроводов после их восстановления методом санации\*

\* Планируемые сроки службы разработаны на основании анализа зарубежного опыта и практики эксплуатации санированных трубопроводов в МГП "Мосводоканал".

Материал трубопровода	Метод санации	Диаметр трубопровода	Срок службы
Сталь	Цементно-песчаное покрытие	до 200 мм	15 лет
		от 200 до 400 мм	20 лет
		свыше 400 мм	25 лет
Чугун	Полиэтиленовый рукав	независимо от диаметра	15 лет

Планируемые сроки службы трубопроводов городской водоотводящей сети после их санации приведены в табл.6.

Таблица 6

### Планируемые сроки службы трубопроводов после их восстановления методом санации

Материал защитного покрытия трубопровода	Диаметр трубопровода, мм	Нормативный срок службы, лет
Стеклопластиковое покрытие	100-1500	20
Полиэтиленовые трубы	100-300	30
Цементно-песчаное покрытие	до 200	15
	от 200 до 400	20
	свыше 400	25

## 7. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДОВ САНАЦИИ ВОДОПРОВОДНЫХ И ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЕЙ

Под специальными техническими требованиями при выполнении работ по санации сетей понимается наличие у исполнителей и строгое выполнение ими технологического регламента на производство соответствующих работ, независимо от применяемого метода санации.

Технологический регламент утверждается вышестоящей организацией или заказчиком работ.

В технологическом регламенте для выполнения работ по санации водопроводных и водоотводящих сетей должны приводиться следующие сведения:

- перечень и сущность подготовительных работ, где должны определяться сроки представления исполнителям работ полной технической документации на санируемый трубопровод;
- в документации указывается соответствие данных проектной и исполнительной документации, отражаются особенности, выявленные в процессе эксплуатации (например, характер дефектов), а также тип грунта и наличие других инженерных коммуникаций в месте проведения работ.

К подготовительным работам относится также визуальный осмотр трассы с уточнением мест отключения трубопровода, наличия и состояния колодцев и камер, выбор оптимальных мест доступа к санируемому трубопроводу в зависимости от расположения инженерных коммуникаций с определением длин и количества рабочих участков. В случае реализации бестраншейных методов ремонта с предварительным разрушением старых трубопроводов и протяжкой в них новых, а также при любых потенциальных вскрышных земляных работах на трассе (уширение колодцев, устройство промежуточных котлованов, лазов и т.д.) в перечне требуется наличие геоподосновы и документация по согласованию работ с соответствующими организациями;

- перечень необходимого и применяемого в данном конкретном случае технологического оборудования, механизмов и приборов;
- порядок выполнения работ по санации (т.е. описание последовательности проведения технологических операций, начиная от перекрытия трубопровода, отрывки котлованов, очистки внутренней поверхности трубопровода, нанесения защитного покрытия и заканчивая контролем качества санации и приемкой трубопровода в эксплуатацию);
- требования по технике безопасности с инструкциями для всех рабочих профессий; требования безопасности при ремонте (санации) водопроводных сетей должны соответствовать Правилам по технике безопасности при эксплуатации водопроводно-канализационного хозяйства с ежедневным оформлением для рабочих наряда-допуска на соответствующие работы; для обеспечения синхронности действий на объектах санации должны применяться портативные радиации;
- перечень используемой нормативно-технической документации (СНиП, ГОСТы, ТУ, Правила и т.д.);
- перечень соответствующих методик (по расчету и приготовлению рабочих растворов и добавок и др.);
- перечень сертификатов соответствия на оборудование и применяемые материалы;
- требования по составу бригад и квалификации персонала, выполняющего соответствующие работы.

## **8. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА САНАЦИИ**

Контроль качества работ по санации водопроводных трубопроводов при нанесении цементно-песчаных покрытий состоит из контроля качества внутренней защитной изоляции и приемо-сдаточных испытаний и должен включать:

- визуальный осмотр (при диаметре трубопровода более 900 мм) и телеинспекцию с помощью видеокамер (при диаметре трубопровода менее 800 мм), позволяющих выделить усадочные трещины, отслоения облицовок, вздутие, пустоты и другие дефекты, подлежащие ликвидации ручным или механизированным способом с повторным нанесением покрытия;
- измерение толщины защитного слоя путем использования механического способа - прокола специальным щупом в виде пластины размером 100x5x0,8 мм неотвердевшего покрытия или ультразвуковых и электромагнитных толщиномеров (допускаемая погрешность  $\pm 10\%$ ); покрытие должно быть сплошным и гладким: на поверхности допускаются продольные борозды (гребни) глубиной (высотой) не более 1 мм, образованные заглаживающим устройством;
- измерение механической прочности покрытия (через 72 ч после нанесения раствора); прочность образца (кубика) на сжатие (или на изгиб) должна составлять не менее 22,5 МПа; проверка прочностных свойств должна производиться как минимум однократно при каждом нанесении покрытия;

- гидравлические испытания, т.е. натурные измерения расходов воды и давлений (в том числе для определения истинного значения коэффициента гидравлического трения).

Контроль качества работ по санации водопроводных трубопроводов с использованием полимерных рукавов должен включать следующие операции:

- визуальный осмотр и телеинспекцию с помощью видеокамер, позволяющих обнаружить разрывы оболочек, их вздутие и отслоение и другие дефекты, подлежащие последующей ликвидации ручным или механизированным способом;

- гидравлические испытания, т.е. натурные измерения расходов и давлений воды (в том числе для определения истинного значения коэффициента гидравлического трения).

Результаты натурных обследований и измерений соответствующих показателей должны отражаться в комплексном акте сдачи-приемки. Акты подлежат передаче заказчиком для внесения изменений в технические паспорта участков водопроводной сети и базы данных по эксплуатации водопроводной сети.

Контроль качества работ по санации водоотводящих сетей должен осуществляться в соответствии с инструкциями технологического регламента на производство работ.

Результаты контрольных обследований и измерений соответствующих показателей должны отражаться в комплексном акте сдачи-приемки, который подлежит передаче заказчику (по аналогии с водопроводными сетями).

## **9. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИЯМ, ВЫПОЛНЯЮЩИМ РАБОТЫ ПО САНАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ**

Для проведения работ по санации водопроводных и водоотводящих трубопроводов должны привлекаться специализированные организации, предприятия и фирмы, имеющие опыт ремонтно-восстановительных работ на подземных водопроводных и водоотводящих сетях. Приоритет должен отдаваться тем организациям, предприятиям и фирмам, которые имеют сертификат на систему качества стандартов ISO-9000:2000, сертификат соответствия на услуги по восстановлению (санации) и прокладке водопроводных и водоотводящих сетей бестраншейными методами, выданный органами по сертификации, аккредитованными Госстандартом России.

Требования по сертификации конкретного оборудования и материалов для выполнения работ должны соответствовать "Номенклатуре продукции, в отношении которых законодательными актами РФ предусмотрена их обязательная сертификация".

Технические условия по нанесению внутренних защитных покрытий на водопроводные и водоотводящие трубопроводы должны быть согласованы с заказчиком.

Документация (техническая, эксплуатационная, исполнительная) по санации трубопроводов подлежит постоянному хранению в архивах заказчика и проводившей санацию организации.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Бестраншейные методы восстановления трубопроводов. - Прима-Пресс, 2002. - 280 с.
2. ТУ 39-1554-91. Песок кварцевый фракционированный для гравийных фильтров воды и гидроразрыва пласта, гидроразрывной перфорации.
3. СНиП 82-02-95. Федеральные ( типовые ) элементные нормы расхода цемента.
4. ГОСТ 10178-85. Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.
5. ГОСТ 8736-93. Песок для строительных работ. Технические условия.
6. ТУ-5745-001-16341648. Внутренняя цементно-песчаная антикоррозийная изоляция стальных трубопроводов водоснабжения и канализации наружным диаметром 76-2020 мм (или аналогичная документация, согласованная с МГП "Мосводоканал" в установленном порядке).

7. Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации. 1999. - М.: Союзводоканалпроект.
8. Правила по проведению ремонта (санации) внутренней поверхности трубопроводов полиэтиленовым рукавом по технологии "Феникс". (Разработаны ГУП "МосводоканалНИИпроект" и утверждены Генеральным директором "Пройсмос-Интернешнл" в 1997 г.)
9. Храменков С.В., Дрейцер В.Н., Плешков Л.В. Ремонт трубопроводов бестраншейным способом с помощью комбинированного рукава // Журнал "ВиСТ", 1998, N 7. - С.20-22.
10. Храменков С.В., Орлов В.А., Харькин В.А. Оптимизация восстановления водоотводящих сетей. - Стройиздат, 2002. - 160 с.
11. Зенитов Н.А. Машины для содержания канализационных и водосточных сетей // Техника для городского хозяйства. 2001. N 1. - С.17-20.
12. Зенитов Н.А. Рабочее оборудование каналоочистительных машин // Техника для городского хозяйства. 2001. N 2. - С.10-14.
13. СНиП 3.02.01-87. "Земляные сооружения, основания и фундаменты".
14. СНиП 3.05.04-85. "Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации".
15. СП 40-102-2000. "Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования".