

Дисциплина

«Обследование и реконструкция сетей и сооружений систем водного хозяйства»

Лекция

3

Инспекционный и диагностический мониторинг за состоянием водоотводящих сетей современными техническими средствами

Ремонтно-восстановительные работы на трубопроводах независимо от применяемого метода в обязательном порядке должны предваряться комплексным диагностическим инспекционным контролем. Проведение данных работ является неотъемлемой составной частью бестраншейных технологий восстановления и реконструкции подземных трубопроводов.

В настоящее время диагностический контроль состояния потенциальных ремонтных участков трубопроводов производится телевизионными роботами.

Телевизионные роботы или системы для телеинспекции коммунальных трубопроводов впервые появились в Европе в середине 50-х годов XX века. В 80-е годы практически во всех развитых в промышленном отношении странах прошел бум внедрения робототехники в отраслях, обслуживающих городские подземные трубопроводы. С начала 90-х годов началось активное использование телероботов в нескольких крупных городах России. При этом необходимо заметить, что современные системы диагностики являются дорогостоящими как для приобретения, так и аренды, и регулярно применяются коммунальными службами только крупнейших городов.

Телероботы управляются по кабелю длиной до 200 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.

Задачи мониторинга и обследования состояния систем водоснабжения.

- Определение мест повреждения (трещины, смещение стыков и др) для предотвращения провалов на дорогах и в жилых районах.
- Определение участков трубопроводов, где требуется срочный ремонт и принятие решения о способе ремонта.
- Выявление несанкционированных врезок и подключений.
- Выявления возникающих засоров и определение причины этих засоров (изменение уклона).
- Определение диаметров, материала, уклонов.
- Определение местоположения заасфальтированных и утерянных колодцев.

Оборудование систем диагностики и мониторинга



Системы диагностики и мониторинга являются необходимой и неотъемлемой частью системы управления инженерной инфраструктурой.



**Проталкиваемые
системы
телеинспекции
трубопроводов**



**Системы
телеинспекции
водозаборных
скважин**



**Самоходные
роботы для
телеинспекции
трубопроводов**



**Пакеры для
локального
ремонта
трубопроводов**



**Автолаборатория
для телеинспекции
трубопроводов**



Оборудование
для поиска и
локализации
утечек воды



Корреляторы,
корреляционные
течеискатели



Грунтовые
микрофоны и
гидрофоны



Автолаборатория
для поиска утечек
воды

Классификация телеинспекционных роботов

Переносные
проталкиваемые

Роботы с цветным или черно-белым монитором, углом обзора 63° с возможной фокусировки изображения

Предназначены для труб от 40 до 300 мм и $L=100\text{м}$

Дистанционно
управляемые

Роботы с цветным монитором, углом обзора 75° с возможной фокусировки изображения

Предназначены для труб от 100 до 1200 мм и $L=1000\text{м}$

Специализированные
(для скважин)

Ремонтные роботы с цветной телекамерой, углом обзора 75°

Предназначены для подземных труб от 150 -800 мм

Телевизионные роботы представляют собой перемещающиеся внутри трубопровода транспортные модули на:

Гусеничном ходу



Колесном ходу



Плавающие



На салазках



Инспекция трубопроводов осуществляется цветной телекамерой с высокой разрешающей способностью и цифровым увеличением изображения, что позволяет получить детализированную информацию о техническом 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 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 (дефектов) внутренней поверхности оператор останавливает камеру, подробно осматривает место путем поворота объектива и оставляет комментарий.

По результатам осмотра составляется 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 заключительной части отчета формулируются выводы о необходимости проведения соответствующих ремонтных работ и профилактических мероприятий.

Характерные повреждения на сетях водоотведения:



а



б



в



г

а — разрушение свода самотечного коллектора Д-700 мм; *б* — смещение трубопровода Д-500 мм; *в* — винтообразная закрытая трещина Д-400 мм; *г* — продольное раскрытие лотка Д-1400мм;

Современные системы телеинспекции позволяют не только обнаружить и идентифицировать дефекты, но и прогнозировать их появление. Для этих целей разработаны и используются специальные диагностические комплексы, включающие **датчик-толщиномер**, который позволяет с высокой точностью определять остаточное количество металла в сечении трубопровода, в том числе под слоем отложений, а также обнаруживать микротрещины протяженностью не менее 50 мм. При разработке таких диагностических комплексов основной задачей являлось создание устройства, аналогичного по функциям снарядам-дефектоскопам, используемым в магистральных нефте-газопроводах, однако способного в отличие от снарядов работать в трубопроводах с неравномерным внутренним проходным сечением и без специальных камер запуска.

Перспективным мероприятием коммунальных служб при проведении ими теледиагностики являются **плановые периодические обследования трубопроводов с накоплением информации об их состоянии в банке данных**. В случае проведения первичного обследования (например, сразу после прокладки трубопровода) пользователь в последующем будет иметь значительно более полную информацию о степени износа труб, поскольку сможет сравнивать текущие результаты обследования с предыдущими.

Для выявления степени плотности и однородности (гомогенности) грунта вблизи ветхого трубопровода могут применяться **радиоактивные (например, гамма-излучение) или импульсные (например, электромагнитный радиосигнал) методы.**

Радиоактивные методы анализа структуры грунта предполагают использование источника нейтронного или гамма-излучения, а также детектора, регистрирующего потери излучаемой энергии. Для этого могут использоваться измерительные гамма-зонды и нейтрон-гаммазонды, которые вводятся в трубопроводы и размещаются на передвижном лафете у внутренних стенок. Перемещение измерительных зондов по трубопроводу для непрерывного комплексного анализа грунта по трассе осуществляется с помощью лебедки и троса, который крепится к лафету.

**Каротажный сцинтилляционный NaI(Tl)
радиометр СРП-20**



Импульсный метод анализа структуры грунта предусматривает использование **георадаров с антеннами**. Преимущество метода заключается в том, что антенна не должна находиться внутри трубопровода в непосредственном контакте с его стенкой. Это позволяет производить анализ состояния грунта с поверхности земли над трассой. **Импульсная эхолокация позволяет обнаружить препятствия как большого, так и малого размера.**

Двухканальный георадар
CrossOver CO730

- Максимальная глубина исследования – 20 м;
- Масса системы – 20,2 кг;
- Частотный диапазон – 35-450 МГц;
- Габаритные размеры - 960 x 760 x 270 мм



Обнаруженные в результате телеинспекции дефекты могут быть сгруппированы в две категории

Структурные

(микротрещины, вызывающие локальную эксфильтрацию и инфильтрацию, продольные и круговые трещины, нарушение стыковых соединений в результате старения труб и т.д.)

Функциональные

- (деформация, образование ржавчины, биообрастаний и насосов на внутренней поверхности труб, проникновение корней деревьев внутрь трубопроводов, преждевременное разрушение материала труб и защитных оболочек из-за агрессивного воздействия грунтов и т.д.)

ВЫВОДЫ ПОСЛЕ МОНИТОРИНГА И ОБСЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ.

Конечным результатом исследований по диагностике трубопроводов выполненных из различных материалов, является **заключение о влиянии временного и других факторов на старение трубопровода, надежности его последующей работы, а так же составление прогноза использования старого трубопровода с рекомендациями по его восстановлению, в том числе бестраншейным методом**

Вопросы для самопроверки:

1. Каковы задачи мониторинга и обследования состояния систем водоснабжения?
2. Какие существуют типы оборудования систем диагностики и мониторинга?
3. Перечислите основные виды и предназначение телеинспекционных роботов.
4. Каким образом осуществляется телеинспекционное обследование систем водного хозяйства?
5. Какие результаты достигаются при телеинспекционном обследовании систем водного хозяйства, как они оформляются?

Список литературы

1. Саломеев В.П. Реконструкция инженерных систем и сооружений водоотведения / Монография. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. - 192 с.
2. Сафронов М.А. Реконструкция систем и сооружений водоснабжения и водоотведения: курс лекций / М.А. Сафронов, Т.В. Малютина. - Пенза: ПГУАС, 2016. - 120 с.
3. Василенко А.А., Грабовский П.А., Ларкина Г.М., Полищук А.В., Прогульный В.И. Реконструкция и интенсификация сооружений водоснабжения и водоотведения: Учебное пособие. – Киев – Одесса, КНУСА, ОГАСА, 2007. – 307с.