

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  $63^\circ$  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  $75^\circ$  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  $75^\circ$

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.

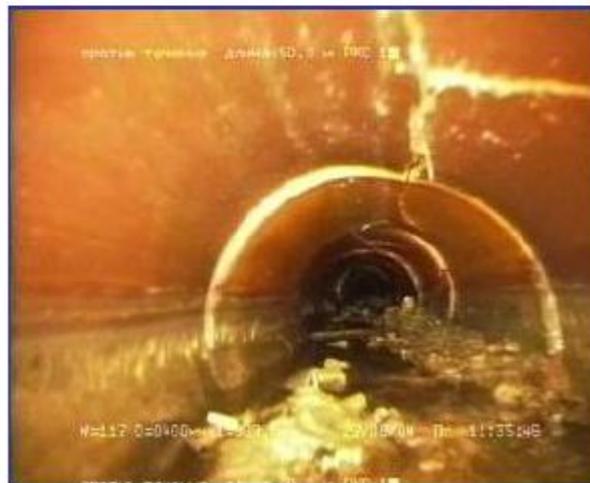
## Характерные повреждения на сетях водоотведения:



*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.