

МОНИТОРИНГ И ДИАГНОСТИКА ПРИЧИН ВОДОПОТЕРЬ В СИСТЕМАХ ВОДОПРОВОДОВ

Л. Н. Амосова, Е. Е. Ермаков

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Приводятся оценка основных причин водопотерь в трубопроводах, предупредительных и защитных мероприятий, эффективных методов диагностики трубопроводов и технического оборудования.

Ключевые слова: водные ресурсы, трубопровод, грунтовое основание, грунт, методы диагностики трубопроводов, акустическая диагностика.

В современном обществе все актуальнее становится вопрос о рациональном использовании водных ресурсов и уменьшении потерь. Одной из основных причин водопотерь является изношенное оборудование и устаревшие трубопроводы. В настоящее время основными источниками разрушения поверхности труб и образования течей являются зоны концентрации механических напряжений. В данных зонах процессы коррозии, усталости и ползучести протекают наиболее интенсивно.

Утечки в системе водопроводов приводят к расширению зон замоченных грунтов, вымыванию участков грунта из-под дорожного полотна и зданий, сползаниями насыщенных водой грунтов, постепенным разрушением фундаментов под воздействием воды и из-за размытия основания.

Устойчивая, безаварийная эксплуатация трубопровода зависит от комплекса факторов: качества выполнения строительных и монтажных работ; соблюдения технических условий и технологических правил их возведения; требований, предъявляемых к трубопроводу в отношении прочности и устойчивости его элементов, узлов сопряжения и к качеству запорной и регулирующей арматуры. С целью обеспечения безаварийной эксплуатации трубопроводов осуществляется их технический контроль и диагностика.

Диагностика трубопроводов, находящихся в эксплуатации длительное время, предполагает обнаружение коррозии. Это – одна из важнейших проблем, решение которой позволит обеспечить безаварийную эксплуатацию и увеличить срок службы трубопроводов. Одним из путей, позволяющих решить данную проблему, является переход к созданию системы мониторинга и диагностики с последующим формированием системы капиталъ-

ного ремонта, т.е. переход на систему автоматизированного контроля за состоянием трубопроводов и технического оборудования. Одним из наиболее достоверных методов диагностики является акустический метод. На основании результатов акустической диагностики и сопоставления данных, полученных методами неразрушающего контроля для участков трубопроводов тепловой сети, принимаются решения о дальнейшей эксплуатации или проведения различных видов ремонтных работ. Акустическая диагностика (АД) проводится на трубопроводах водяной тепловой сети надземной и подземной (канальной и бесканальной) прокладки, находящихся в эксплуатационном режиме.

Метод акустической диагностики основан на известном физическом явлении – излучении звуковых сигналов интервалами повышенных напряжений, позволяющих определить местоположение и уровень повышенных напряжений в металле трубы. На практике, в 70-80% случаев такие напряжения обусловлены утончением стенки трубы за счет процесса коррозии. В оставшихся случаях напряжение обусловлено разрушением конструктивных элементов трубопровода (разрушением скользящих и мертвых опор, обвалом плит перекрытия и т.п.), также являющихся опасными с точки зрения образования течи.

Целями проведения АД являются:

- выявление дефектов или наличия течи в основном металле трубопровода;
- определение местоположения дефектов или течи;
- классификация дефектов по степени опасности.

К числу дефектов, выявляемых АД, относятся интервалы повышенных напряжений, обусловленные:

- утонением стенки трубы за счет наружной и внутренней коррозии;
- разрушением конструктивных элементов трубопровода (мертвых и скользящих опор, обрушение плит перекрытий и др.);
- нарушениями технических решений проектов прокладки трубопроводов при проведении строительно-монтажных и ремонтных работ;
- недостатком самокомпенсации труб при термическом воздействии и др. причинами.

Метод акустической диагностики (АД) позволяет:

- выявить участки трубопроводов, имеющие протяженные коррозионные повреждения и требующие вывода из эксплуатации;
- выявить участки трубопроводов, имеющие ограниченный срок эксплуатации и определить очередность их капитального ремонта;
- на участках трубопроводов, находящихся в удовлетворительном состоянии, выявить интервалы с повышенным уровнем напряжений для проведения профилактических ремонтных работ с целью предупреждения образования течей.

В настоящее время наиболее распространенными приборами для акустической диагностики являются: «Лидер», «Кур-Сар», «Вектор-Сар», «Каскад-3». Принцип их работы основан на акустических датчиках, которые воспринимают шум, возникающий

при утечке газа, воды или иной жидкости под землей, с последующей фиксацией акустических отклонений, что позволяет с высокой точностью определить место аварии. Принципиальной разницей является лишь обработка результатов измерений.

Если описывать принцип работы прибора «Лидер» (рисунок 1), то он воспринимает акустическим датчиком механические колебания грунта, возникающие в результате разгерметизации трубопровода при помощи электрического преобразователя. Электрический сигнал усиливается, а далее происходит его вывод на головные индикаторы. Оператор производит поиск течи по специфическому шуму свища, который должен быть отделен от различных посторонних шумов.

Прибор «Вектор-Сар» (рисунок 2) осуществляет диагностику на действующих трубопроводах без вскрытия теплотрасс диаметром более 80 мм, находящихся в рабочем режиме при давлении более 0,25 МПа. Длина диагностируемого участка от 40 до 200 м. Точность определения местоположения дефекта +2,5% от длины участка.

Работы по диагностике трубопроводов состоят из сбора первичной информации на конкретном участке трубопровода и запись акустических сигналов и обработки результатов. Работы выполняет выездная бригада в составе трех человек, оснащенная соответствующим оборудованием, автотранспортом и прошедшая предварительное обучение навыкам работы по диагностике.



Рисунок 1 – Прибор «Лидер»



Рисунок 2 – Прибор «Вектор-Сар»

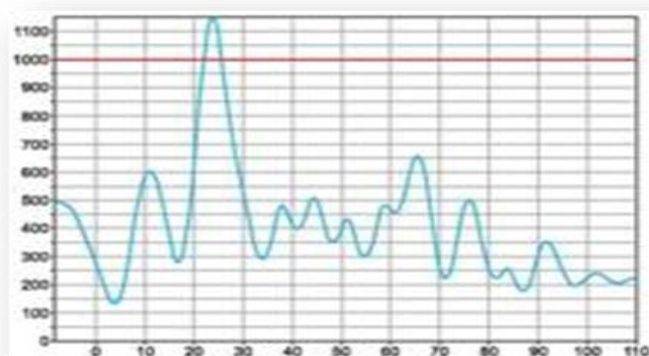


Рисунок 3 – Анализ информации прибором «Вектор-Сар»

Перед выполнением работ по диагностике бригада должна иметь исполнительную документацию на участок (схема трассы), сведения по году прокладки, сведения о ранее проведенных ремонтных работах; необходимо осуществить проверку соответствия фактической прокладки исполнительной документации – трассировка без привязки к плану местности.

Обработка первичной информации осуществляется с помощью пакета прикладных программ по обработке записей акустики и данных опросных листов (рисунок 3). Осуществляется компоновка и выпуск технического заключения.

Принцип работы прибора «КурСар» (рисунок 4) заключается в установке датчиков и

регистраторов на подающих и обратных трубах в ближней и дальней камерах. Спустя некоторый промежуток времени начинается регистрация акустических сигналов. По завершению записей, следует анализ материала специальной программой. После обработки акустических сигналов на компьютере, оператору предоставляется информация о местоположении течи и о характере распределения дефектов по длине (рисунок 5).

Синхронный регистратор акустических сигналов «Каскад» (рисунок 6) позволяет осуществить одновременную синхронную регистрацию акустических сигналов, распространяющихся по воде, записать «шум тока воды». Далее информация переводится в компьютер и обрабатывается с помощью

специальных программ (рисунок 7). Для указанных целей используются программы метода «Акустическая томография». До перевода в компьютер прибор позволяет осуществить более 80-ти записей. Необходимая одновременность регистрации сигналов на автономных и разнесенных блоках регистрации обеспечивается высоким уровнем синхронизации в момент начала работ.

Для наиболее достоверной диагностики состояния трубопроводов необходимо иметь точную исполнительную документацию, а

также уточненную схему теплосети. Применение акустического метода позволяет более аргументировано осуществлять планирование проведения капитальных ремонтов (перекладок), а также осуществление точечного ремонта.

Комплекс мер, состоящий из проведения акустической диагностики и основанном на ее результатах профилактическом ремонте, позволяет добиться снижения количества аварий и возникновения нештатных ситуаций на тепловых сетях.



Рисунок 4 – Прибор «КурСар»

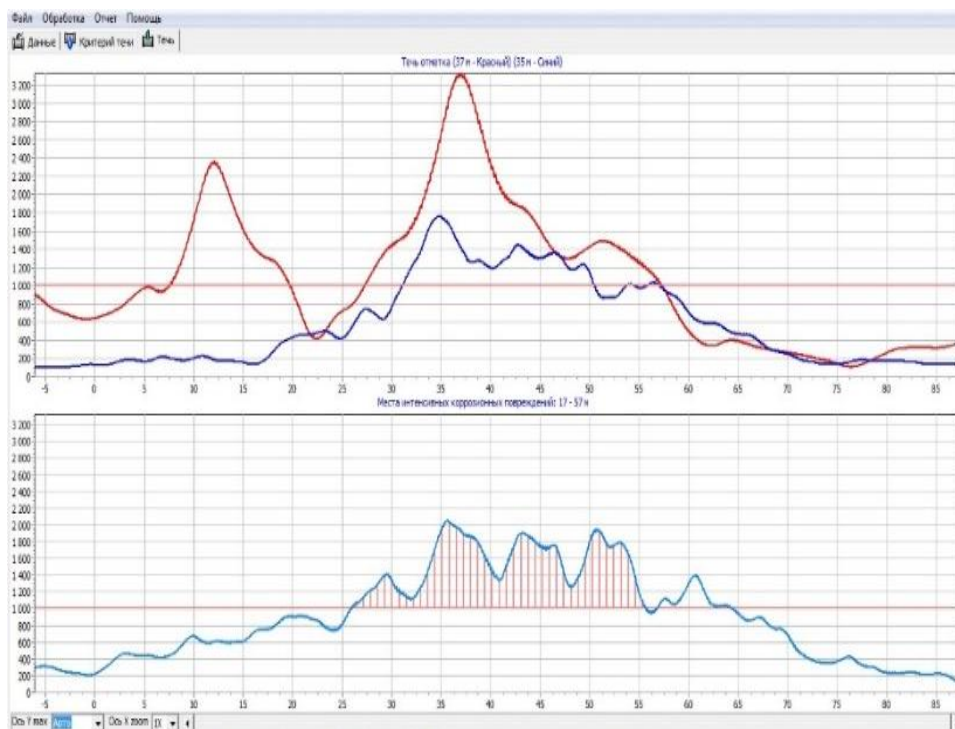


Рисунок 5 – Анализ информации прибором «КурСар»



Рисунок 6 – Прибор «Каскад»



Рисунок 7 – Анализ информации прибором «Каскад»

Данные, указывают снижение числа аварий и нештатных ситуаций после осуществления указанных мер на 65%. Но также стоит отметить, что основные трудности возникают с обнаружением локальных дефектов размером менее 20 см в диаметре, а дефектные интервалы длиной более 1 м выявляются с достоверностью около 90%.

Заключение.

Можно сказать, что метод акустической диагностики является эффективным инструментом в решении задачи по повышению надежности тепловых сетей, а также позволяет существенно ускорить и удешевить процесс технической диагностики трубопроводов и

повысить его качество. Контроль и диагностика за трубопроводами позволяет уменьшить водопотери, которые приводят к расширению зон замоченных грунтов, а впоследствии – к разрушениям фундаментов и дорожного полотна.

Амосова Л.Н. – к.т.н., доцент кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: larisa1708@bk.ru.

Ердаков Е.Е. – магистрант ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова.