

## ДИАГНОСТИКА ТРУБОПРОВОДОВ. АКУСТИЧЕСКИЕ ТЕЧЕЙСКАТЕЛИ

В статье описан один из самых распространенных методов обнаружения утечек в наружных трубопроводах систем водо- и теплоснабжения.

Рациональное и эффективное использование водных ресурсов возможно только в том случае, если меры по водосбережению и предотвращению утечек применяются на всех этапах доставки воды потребителю. Большая протяженность тепловых и водопроводных сетей, их высокая степень изношенности приводят к появлению утечек. При помощи визуального метода обнаружения места утечки, осуществляемого путем осмотра участка улицы и близлежащих инженерных сетей (канализации, телефонных колодцев), возможно выявить только явную утечку. Значительную проблему для наружных сетей представляют скрытые утечки. Скрытые утечки – потери воды, не проявляющиеся выбиванием на поверхность или подтоплением различных подземных коммуникаций или сооружений. Это определяет трудность их нахождения и приводит к значительным потерям воды. Так, например, величина скрытых утечек в Москве не превышает 5 %, однако в абсолютном

выражении при водопотреблении городом 4,5 млн м<sup>3</sup>/сут достигает 225 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Утечки в системе водопроводов приводят к расширению зон замоченных грунтов, вымыванию участков грунта из-под дорожного полотна и зданий, сползаниям насыщенных водой грунтов, постепенному разрушению фундаментов под воздействием воды и из-за размыва основания.

Основной целью служб, эксплуатирующих водопроводные и тепловые сети, является повышение качества и надежности водоснабжения потребителей. Для достижения поставленной цели необходимо решить задачу по снижению количества повреждений на водопроводной сети, уменьшить затраты на ремонтные работы. Для этого необходимо своевременное обнаружение утечек в сетях как явных, так и скрытых.

Сегодня имеется достаточно много методов для поиска мест разгерметизации трубопроводов,

но нет пока единственного и эффективного в любых условиях.

Наиболее широкое распространение получил акустический метод. Акустическая диагностика (АД) проводится на трубопроводах водяной тепловой сети надземной и подземной (канальной и бесканальной) прокладки, находящихся в эксплуатационном режиме.

Работа акустического течеискателя основана на том, что во время прорыва подземного водопровода вытекающая вода создает вибрации грунта. Акустический течеискатель при помощи микрофона фиксирует эти вибрации и, преобразовав в электрические сигналы, определяет местонахождение утечки.

Вытекая из трубы, жидкость издает шум, который может уловить акустический течеискатель с функцией пассивного обнаружения, иначе говоря – неактивный акустический детектор.

Приборы, используемые при работе этим методом, можно разделить на три группы.

К первой относится контроль с использованием приборов без фильтрации. Спектр акустического сигнала вытекающей воды при разных давлениях и размерах дефектов находится в диапазоне 100–3000 Гц. Работая с приборами по данному методу, оператор задействует для анализа и выделения полезного сигнала из шума только свое восприятие и свой опыт. Такой метод дает хорошие результаты в сельской местности и вдали от дорог. Работа приборов такого класса определяется только чувствительностью датчика, которая может изменяться от 80 до 500 мВ/г.

Вторая группа приборов наиболее массовая. Это приборы с электронной (цифровой или аналоговой) фильтрацией входного сигнала. Основное назначение фильтров – выделение полезного сигнала при его сильном зашумлении в городских условиях. В качестве фильтров могут использоваться фильтры второго порядка, чаще всего аналоговые, четвертого и восьмого порядков. Чем выше порядок фильтра, тем более качественно происходит подавление помех. У приборов с фильтрами восьмого и более высоких порядков дальнейшее повышение степени фильтрации почти не сказывается на анализе сигнала оператором. Переключение диапазона частот фильтрации обычно ступенчатое, фиксированное либо со ступенчато изменяющимися границами. Датчики данной группы приборов обычно более чувствительны (от 0,5 до 5 В/г).

В третью группу входят течеискатели с функцией псевдокоррелятора. Это приборы,

позволяющие определить расстояние до утечки по разности интенсивности шума на разном расстоянии от места утечки. Чаще всего по третьему методу используется течеискатель с индикацией уровня шума и специальным типом датчика.

Акустические датчики-микрофоны могут быть контактными, прикладываемыми непосредственно к грунту, или бесконтактными, улавливают звуковые волны, распространяющиеся по грунту. Когда оператор подходит к месту утечки, шум становится сильнее. Определив точку, где звук самый сильный, можно установить местонахождение утечки. Для различных почв – бетон, дерн, глина – используются специальные датчики.

Если имеется доступ к трубе через смотровые колодцы, можно прослушивать шум, прикрепив микрофон к трубе или рукоятке вентиля, так как звуковые волны лучше распространяются по материалу трубопровода. Этим способом можно выявить участок трубы между двумя колодцами, на котором есть протечка, а далее, по силе звука, к какому из колодцев она ближе. Точность метода невелика, зато им можно выявить утечку на намного большей глубине, чем при прослушивании с поверхности. Если у прибора имеется функция псевдокорреляции, он может по разности силы звука рассчитывать расстояние до места утечки и уточнять результат поиска.

При использовании акустического метода поиска утечек необходимо знать план трассы и местонахождение опор, отводов, изгибов труб, сужающихся участков трубопровода, задвижек.

Преимущества акустических течеискателей:


- невысокая стоимость;
- надежность;
- простота в эксплуатации;
- широкий спектр применения: внутри зданий для поиска утечек на трубах, проложенных внутри стен и под полом. Также часть течеискателей обладает функцией обнаружения кабелей;
- достоверность результатов;
- долговечность.

В то же время следует учитывать особенности применения течеискателей, а именно: повышенные требования к уровню подготовки персонала.

### Литература

1. Косыгин А. Б., Ханин В. Н., Государев К. И., Фомина И. В. Обнаружение скрытых утечек с использованием системы мониторинга водопроводной сети // ВСТ. – 2010. – № 4.

Диагностика трубопроводов. Течеискатели

Производитель	Наименование оборудования	Область применения	Максимально измеряемая глубина, м	Рабочие частоты приемника	Индикация сигнала	Питание приемника
ООО «ДИСИТ»	Акустический течеискатель «АИСТ-7»	Поиск утечек в скрытых напорных трубопроводах систем водо-, теплоснабжения	В среднем до 2,5–3. Зависит от таких факторов, как давление в трубопроводе, величина утечки и др.	120–1600 Гц	Аудиоголовые наушники, видеосветодиодный индикатор, две линейки по 32 светодиода	Встроенный никель-кадмиевый аккумулятор – 7,2 В; потребление – 95 мА
ООО «Квазар» 	Течеискатель акустический «Квазар»	Поиск утечек жидкости и газа в трубопроводах и запорной арматуре	3	75–2400 Гц	Световая и звуковая	Три элемента «АА» напряжением от 3,3 до 6,0 В
www.kvazar-ufa.com	Течетрассопоисковый комплекс ТТП-30	Трассировка трубопроводов, поиск сквозных дефектов изоляции подземных трубопроводов, поиск утечек жидкости и газа	3	50–8000 Гц	Световая и звуковая	Три элемента «АА» напряжением от 3,3 до 5,0 В
«ТЕХНО-АС»	Акустический течеискатель «Успех АТ-407Н»	ЖКХ, теплосети, водоканал	3	0,09–2,2 кГц, ШП	Спектр, график	2 батарейки тип «АА»
	Течеискатель с функцией диагностирования запорной арматуры «Успех АТ-407НД»	ЖКХ, теплосети, водоканал	3	0,09–2,2 кГц	Спектр, график	2 батарейки тип «АА»
	Акустический течеискатель с функцией пассивного обнаружения кабеля «Успех АТП-424Н»	ЖКХ, теплосети, водоканал	Для трубы – 3, для кабеля – 6	Для трубы – 0,09–2,2 кГц; для кабеля – 50/60 Гц, 100–450 Гц через 50 Гц, 120–540 Гц через 60 Гц, 512 Гц, 1024 Гц, 8192 Гц, 33 кГц	Спектр, график	2 батарейки тип «АА»
	Акустический течеискатель «Успех АТ-207»	ЖКХ, теплосети, водоканал	3	140–2400 Гц	Аналоговая шкала	Батареи тип «С»
ООО «Энергетика»	Течетрассопоисковый комплект «ЛИДЕР-1111»	ЖКХ, теплосети, водоканалы, строительство, земляные работы	6	50, 100, 1450, 9820 Гц	Звуковая (наушники), визуальная (стрелочный индикатор)	Встроенный аккумулятор 12 В или внешний источник питания 12 В, 20 Вт (например, автомобильный аккумулятор)

Коэффициент усиления электрического тракта, дБ	Чувствительность акустического датчика, V/g	Условия эксплуатации, температура, влажность	Размер, мм	Вес, кг	Особенности
114	3,7	Рабочая температура: –30 – +55 °С. Температура хранения: –40 – +60 °С. Брызго-, влагозащищенный	Блок оператора 160×140×70; датчик 105×40	Блок оператора – 1,4; датчик – 1,2	Датчик пикообразный всегрунтовый (асфальт, газон, снег, лужи). Подавление импульсноподобных шумов
66	4	От –20 до +45 °С и относительная влажность до 90 %	Приемник – 200×140×60	Приемник – 0,3	Возможность поиска утечек как жидкости, так и газа
60	4	от –20 до +40 °С и относительная влажность до 90 %	Генератор – 70×200×260, приемник – 90×140×190	Генератор – 1,7; приемник – 0,6	Три выполняемые функции: течеискатель, трассоискатель, прибор поиска дефектов изоляции трубопроводов
120	5	–20 – +50 °С	220×102×42	0,46	Интеллектуальное выделение полезного сигнала утечки
120	5	–20 – +50 °С	220×102×42	0,46	Дополнительный сенсор «АДМ-227» позволяет проводить псевдокорреляционный поиск места утечки и диагностировать запорную арматуру
120	5	–20 – +50 °С	220×102×42	0,46	Поиск нагруженного кабеля в зоне проведения земляных работ по устранению утечки
35	5	От –30 до +50 °С	250×90×150 мм	1,5	Прибор позволяет решать задачи по поиску утечек при температуре от –30 °С
30	Высокая	От –30 до +50 °С	Генератор трассопоисковый – 250×90×147; универсальный приемник – 250×90×147	Генератор трассопоисковый – 4; универсальный приемник – 1; акустический датчик – 1,5	Обнаружение скрытых трасс токопроводящих коммуникаций на глубине до 10 м. Трассировка на дальности до 3 км. Определение мест пересечения трубопровода и кабеля. Бесконтактный способ подключения генератора к инженерным сетям с помощью рамочной антенны

Информация для таблицы предоставлена компаниями – поставщиками и производителями оборудования. С полной номенклатурой изделий можно ознакомиться на сайтах компаний.