

1. Токтомушов Н.А., Садырбек уулу Ж. Измерение искусственной освещенности в общежитии ЮТИ ТПУ// Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции для студентов и учащейся молодежи, Юрга, 7-9 Апреля 2016. - Томск: Изд-во ТПУ, 2016 - С. 231-232.

2. СНИП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

ГЕНЕРАЦИЯ СИГНАЛОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ И ОТЛАДКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОРРЕЛЯТОРОВ

Усольцев Д.В., Фаерман В.А.

Томский политехнический университет

Научный руководитель Фаерман В.А., аспирант Института кибернетики

В связи с колоссальной суммарной протяженностью и в целом неудовлетворительным техническим состоянием водопроводов [1], их обслуживание связано с большими финансовыми издержками. Последнее очажти обусловлено высокой аварийностью и преимущественным расположением коммунальных сетей под землей. Наиболее распространенным типом аварий на водопроводах является нарушение сплошности стенок трубы, сопровождающееся истечением жидкости. Опасность аварий подобного рода заключается в их малозаметности в силу, как правило, малых размеров отверстий. В тоже время, продолжительное присутствие утечек приводит к ряду негативных последствий [1] – размывтию грунта, заболачиванию местности, потерям воды и ухудшению ее качества.

Для обнаружения и определения местоположения утечек, коммунальными службами используются различные технические средства контроля и в их числе корреляционно-акустические течеискатели [2]. Преимуществами применения корреляционных течеискателей являются высокая точность и чувствительность [2], делающие возможными определение местоположения утечек с малыми расходами. Немаловажными достоинствами также являются присущие неразрушающим акустическим методам контроля возможности диагностики без остановки подачи жидкости и без обеспечения доступа к трубе по всей длине ее пролегания [3].

Принцип действия корреляционных течеискателей основывается на регистрации шума, возникающего при истечении жидкости,

посредством двух виброакустических датчиков, расположенных в двух отстоящих друг от друга точках на трубопроводе и определении смещения во времени между сигналами на выходе преобразователей [3]. Несмотря на то, что сигналы, производимые истекающей жидкостью слабы, корреляционная обработка делает возможным извлечение из них информации о местоположении течи [3]. Схематично принцип течеискания показан на рисунке далее.

Датчики расположены на обоих концах линейного участка трубопровода в точках **A** и **B** на расстоянии d друг от друга. В точке **C** находится утечка, являющаяся источником акустической эмиссии. Схема расположения датчиков приведена на верхнем рисунке. Далее приведены временные диаграммы акустических сигналов утечки в точках **A**, **B**, **C**. На нижнем рисунке представлена взаимнокорреляционная функция сигналов в точках **A** и **B**. Именно по положению ее пика определяется искомое временное смещение, на основании которого вычисляется расстояние до утечки [3].

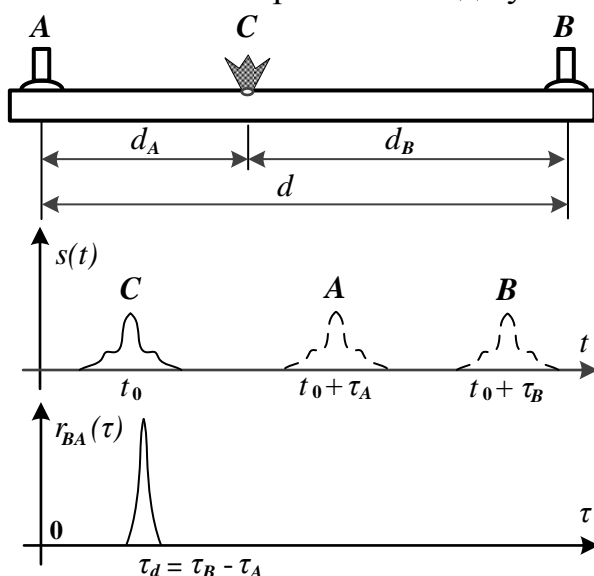


Рисунок - Принцип действия функции взаимной корреляции

Математически, описанное сводится к вычислению корреляционной функции, отыскания ее максимума и определения расстояния до утечки. Корреляционная функция определяется в соответствии с

$$r_{BA}(\tau) = \int_{t_1}^{t_2} s_B(\tau) \cdot s_A(t + \tau) dt,$$

где $s_A(t), s_B(t)$ – сигналы с датчиков; t_1, t_2 – значения определяющие время интегрирования. Расстояния до утечки от датчиков определяется как

$$d_{A,B} = \frac{d \mp \tau_d \cdot v}{2},$$

где τ_d – смещение во времени (абсцисса максимум $r_{BA}(\tau)$); v – скорость распространения акустического сигнала вдоль трубопровода.

Описанные преобразования сигналов осуществляются в цифровом виде посредством специализированного программного обеспечения. При этом, качество реализованных алгоритмов оказывает существенное влияние на чувствительность, точность локации утечек и помехоустойчивость корреляторов, что определяет их эксплуатационные характеристики [4].

Для сравнения представленных на рынке программных средств корреляционной обработки сигналов, а также разрабатываемых программных средств могут производиться стендовые или полевые эксперименты [5]. Однако данный подход связан с рядом трудностей – эксперименты в полевых условиях не воспроизводимы в связи с неизбежным влиянием внешней среды, в то время как стендовые эксперименты позволяют варьировать значения факторов в ограниченных пределах [5]. Кроме того, проведение подобных экспериментов сопряжено с существенными финансовыми затратами на приобретение труб, оборудования и аренду полигона.

Альтернативным подходом, свободным от вышеперечисленных недостатков, является программная генерация временных рядов, воспроизводящих существенные особенности дискретизированных акустических сигналов утечек [5]. Трудности в использовании такого подхода заключаются в сложности и разнообразии математических моделей гидродинамических систем, которыми являются трубопроводы. В общем случае, на характер генерации и распространения акустических сигналов, следовательно, и на их свойства оказывают влияния следующие факторы [5] – геометрические размеры трубы, толщина и материал стенок трубы, плотность окружающего грунта, плотность транспортируемой среды.

Тем не менее, к настоящему моменту времени, предложены модели и аналитические соотношения, которые позволяют в определенной степени воспроизвести особенности акустических сигналов, применительно к некоторым классам задачам [5].

В рамках данной работы, с применением математического пакета Mathcad, были реализованы процедуры генерации тестовых сигналов, приближенных к реальным и предназначенных для отладки и оценки

эффективности программного обеспечения коррелятора. Разработанное решение обладает следующими функциональными возможностями:

1. Генерация полезного сигнала, имитирующего сигнал утечки, оцифрованного с заданной частотой дискретизации f_d . Получение данного сигнала сводится к фильтрации псевдослучайной последовательности в диапазоне частот $[f_H, f_B]$ и нормирование ее энергии. Диапазон частот выбирается в соответствии с [6, 7]

$$f_H = 0,2 \frac{0,65 \sqrt{2 \cdot \frac{(P - P_{\text{атм}})}{\rho}}}{d}, f_B = 0,35 \frac{0,65 \sqrt{2 \cdot \frac{(P - P_{\text{атм}})}{\rho}}}{d},$$

где P – оценка давления в трубопроводе, $P_{\text{атм}}$ – атмосферное давление, ρ – плотность жидкости, d – диаметр отверстия. Коэффициент в числителе – усредненное значение коэффициента расхода.

2. Имитация запаздывания «сигнала утечки», поступающего в измерительные каналы течеискателя.

3. Смешивание информативных сигналов с аддитивными шумами, имеющими заданную спектральную плотность мощности.

4. Сохранение сгенерированных сигналов в виде .wav файлов.

Реализованные алгоритмы находят применение для формирования тестовых сигналов, используемых при отладке математического ядра программной части корреляционного течепоискового комплекса разрабатываемой в рамках инициативного проекта. В дальнейшем планируется модифицировать алгоритмы таким образом, чтобы выбор скорости распространения сигнала осуществлялся в соответствии с формулой Кортевега, а также учитывалось затухание сигнала в соответствии с соотношениями, приведенными в [5].

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-37-00049 мол_а.

Список информационных источников

1. Добромыслов А.Я. Проблема долговечности и надёжности трубопроводных систем // Сантехника. – 2003. – № 5. – С. 2-6.
2. Кошкин С.Ю. Выбор корреляционного течеискателя // Megatech. – 2011. – № 2-3. – С. 52-56.
3. Аврамчук В.С., Гончаров В.И., Чан В.Т. Частотно-временной корреляционный анализ в задачах определения координат утечек в трубопроводах // Известия ТПУ. – 2010. – Т. 317. - № 2. – С. 70-73.
4. Fuchs H.V., Riehle R. Ten Years of Experience with Leak Detection by Acoustic Signal Analysis // Applied Acoustics. – 1991. – Vol. 33. – pp. 1-19.
5. Brennan M.J. A virtual pipe rig for testing acoustic leak detection correlators: Proof of concept / M.J. Brennan and others // Applied Acoustics. – 2016. – Vol. 102. – P. 137-145.
6. Патент РФ № 2249802. Способ определения места течи в трубопроводе и устройство для его реализации / Р.Ц. Гулиянц и другие // Бюллетень «Изобретения. Полезные модели». – 2005. - № 10.
7. РД 153-39.4-060-00. Методика расчета ущерба от криминальных врезок в нефтепродуктопроводы. – Введен с 01.06.2001. – Москва: [б.и.] – 2001.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ПРИБОР ДЛЯ ОМОЛОЖЕНИЯ ЛИЦА

Феофанова О.М.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Болотина И.О. к.т.н., доцент кафедры
промышленной и медицинской электроники*

Современный ритм жизни научил нас успевать все. Только женщинам при этом хочется еще и хорошо выглядеть. Кожа — самый большой наш орган, со временем подвергается возрастным изменениям. Приостановить этот процесс поможет аппаратная косметология, воздействие на проблемные участки лица и тела специальной физиотерапевтической аппаратурой.

Неоспоримое преимущество такой терапии – возможность решения различных косметологических проблем без хирургического вмешательства.

Методы безоперационного омоложения с каждым годом становятся все совершеннее, растет и их число, новыми названиями пестрят и рекламные проспекты клиник эстетической медицины.