

Цветовые индикаторы являются источниками цвета и предварительно можно предположить, что для обработки их изображений наилучшим образом должна подходить модель RGB. Однако кластерный анализ изображений, представленных в данной модели, дает ошибку при поиске различия между изображениями синего и зеленого цвета. Наилучшие результаты метод k-средних показал для модели LAB, наихудшие – для модели HSV. Это можно объяснить тем, что модель HSV представляет собой нелинейное преобразование модели RGB, в то время как модель LAB более приближена к человеческому восприятию цветов. В модели LAB одинаковое изменение координат цвета прямо пропорционально ощущению изменения цвета.

Таким образом, оптимальной цветовой моделью для определения цвета светодиодных индикаторов приборной панели методом k-средних является модель LAB; число реплик для достижения устойчивого результата – не менее 7.

Библиографический список

1. Kirillov, A. G. «Automated laser engraving system for the calibration and manufacturing of nonlinear scales for electrical measuring instruments» Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E / A. G. Kirillov, V. N. Sakevich, R. Trochimczuk // Journal of Process Mechanical Engineering. – 2018. DOI 10.1177/0954408918812248. – URL: ojs.bilpublishing.com>

И. Н. Чебурахин, В. В. Кикот, В. С. Волков, Г. А. Кошкин

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

АО «НИИФИ», г. Пенза, Россия

Бесперебойность и оперативность транспортировки нефти и нефтепродуктов достигается обеспечением безопасности магистральных трубопроводов, то есть состоянием защищенности систем магистральных трубопроводов от внутренних и внешних угроз. Анализ известных технических решений в этой области показывает, что с помощью существующих методов контроля утечек сложно обнаружить несанкционированные врезки, из-за их кратковременности и малых объемов утечек, т.е. не обеспечивается требование оперативности. Средства и системы для обнаружения врезок являются дорогостоящими из-за использования высокоточной аппаратуры и средств телемеханики, но они себя оправдывают [1–3].

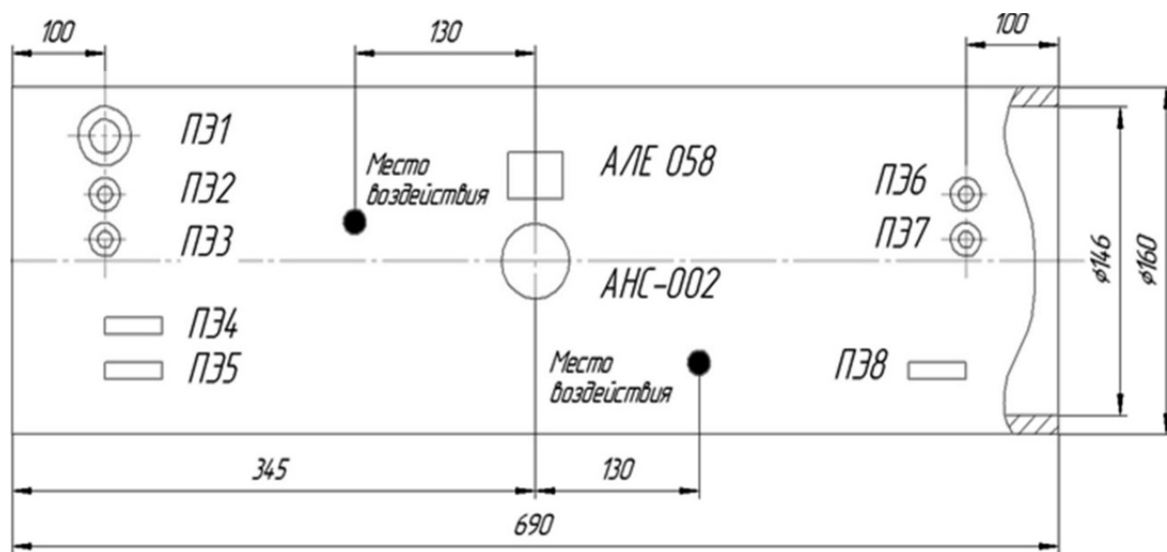
По этой причине актуальной задачей является разработка системы обнаружения несанкционированных врезок в магистральный нефтепровод, основанной на измерении и анализе возникающих при воздействии на металл трубы акустических возмущений, предназначенной для сигнализации факта осуществления несанкционированной врезки и определения ее приблизительного места.

При попытке создания врезки в металле трубы в результате механического воздействия возникают акустические возмущения, которые распространяются по трубе как по волноводу, скорость распространения звука в тяжелых и прочных металлах составляет приблизительно 4800 м/с. Продольная составляющая деформации волны в меньшей степени зависит от структуры среды поглощения и будет иметь затухание порядка 10 дБ на км. Это дает возможность оценить коэффициент затухания в 50...70 дБ. Частотный диапазон оценивается как 10...7000 Гц (первая область) и 18...22 кГц (вторая область).

В настоящее время разрабатываются опытные образцы таких систем [4]. Информацией для обнаружения врезок являются показания первичных преобразователей, например акустических пьезодатчиков, которые крепятся непосредственно на трубе (нижний уровень). Они преобразуют механическую энергию ультразвуковых колебаний в электрический сигнал. Обязательными условиями являются: наличие сигналов с обоих датчиков; значение сигналов должно превышать допустимый уровень шумов, которые могут быть вызваны факторами окружающей среды, работой технологического оборудования (в основном вибрацией насосных агрегатов). Далее этот сигнал через вторичный преобразователь подается в соответствующий модуль программируемого логического контроллера, установленного в контрольном пункте вдоль трассы магистрального нефтепровода (средний уровень). Затем оба сигнала поступают в ЭВМ автоматизированного рабочего места (АРМ) диспетчера, которое расположено в районном диспетчерском пункте (верхний уровень). При этом передаваемый на АРМ диспетчера информационный пакет содержит указание времени события, так как контроллеры позволяют производить синхронизацию часов реального времени.

Таким образом, исследование и разработка систем обнаружения несанкционированных воздействий на трубопроводы путем регистрации акустических волн, возникающих в материале трубы при механических воздействиях, является актуальной научно-технической задачей.

В качестве объекта испытаний (ОИ) использована металлическая труба, на которой установлены чувствительные элементы системы мониторинга состояния трубопровода: приклеены пьезоэлементы, прикреплены акселерометр и вибродатчик (рис. 1).



ПЭ1 – ПЭ8 – пьезоэлементы, АЛЕ 058 – акселерометр, АНС 002 – вибродатчик

Рис. 1. ОИ с установленными чувствительными элементами

Пьезоэлементы имеют следующие характеристики: кольцевой пьезоэлемент ПЭ 1 ($D = 15$ мм, $d = 6$ мм, $h = 4$ мм): электрическая ёмкость $C_0 = 300$ пФ, пьезомодуль $d_{33} = 220$ пКл/Н и тангенс угла диэлектрических потерь $\text{tg} \delta = 0,24$; кольцевые пьезоэлементы ПЭ2, ПЭ3, ПЭ6, ПЭ7 ($D = 9,15$ мм, $d = 2,5$ мм, $h = 0,5$ мм): $C_0 = 280$ пФ, $d_{33} = 200$ пКл/Н, $\text{tg} \delta = 0,24$; пьезоэлементы-пластины ПЭ4, ПЭ5, ПЭ8 ($16 \times 5,5 \times 0,32$ мм): $C_0 = 3900$ пФ, $d_{33} = 480$ пКл/Н, $\text{tg} \delta = 2,16$. Технические характеристики датчиков АЛЕ 058 и АНС-002 приведены в [5].

Электрическая схема включения пьезоэлементов представлена на рис. 2.

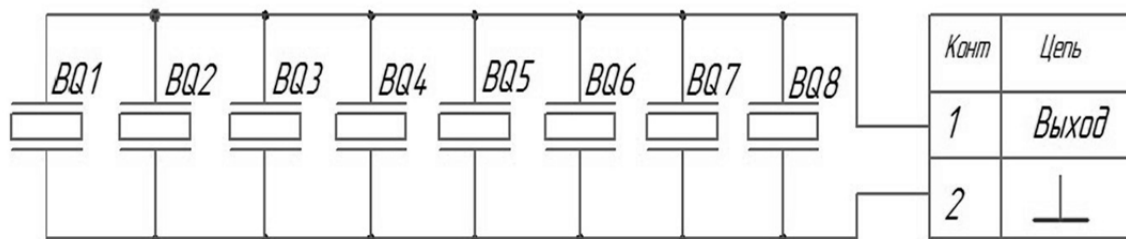


Рис. 2. Схема включения пьезоэлементов

Подключение пьезоэлементов, а также первичных преобразователей датчиков производилось в соответствии с эксплуатационной документацией с использованием источников напряжения постоянного тока Б5-49; универсального вольтметра В7-16А и комбинированного прибора Ц-4353

Механическое воздействие на ОИ оказывалось при помощи молотка, боек которого ударял по поверхности ОИ под действием собственного веса, а также при помощи сверления бытовой электродрелью поверхности ОИ. На рис. 3, 4 представлены фотографии, наиболее полно иллюстрирующие последствия механического воздействия.

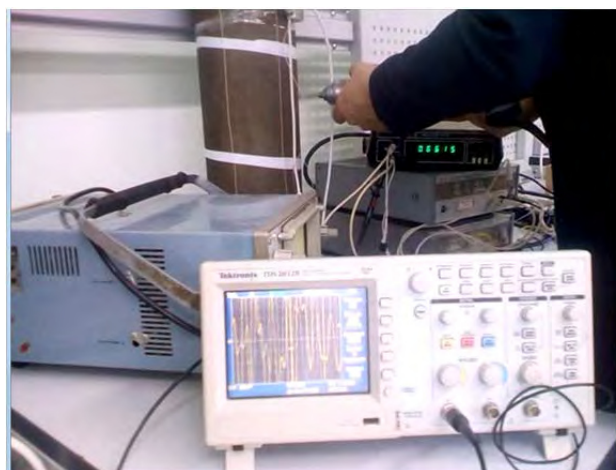


Рис. 3. Выходной сигнал при сверлении электродрелью

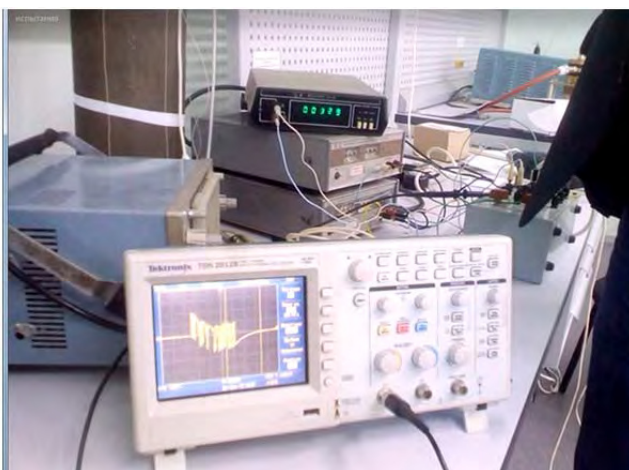


Рис. 4. Выходной сигнал при ударе молотком

В результате проведения натурного эксперимента по исследованию чувствительных элементов для системы мониторинга состояния трубопроводов получены следующие результаты:

1) Пьезоэлементы, подключенные к вторичному преобразователю датчика АНС 002: на экране осциллографа наблюдался синусоидальный сигнал с частотой 50 Гц, что объясняется наличием в схеме неэкранированного кабеля, при сверлении электродрелью наблюдались колебания сложной формы; при ударах молотка наблюдался импульс сложной формы, амплитуда которого существенно превышала амплитуду фонового сигнала;

2) Датчик АНС 002: фоновый сигнал не наблюдался, что объясняется наличием экранированного кабеля вторичного преобразователя; при ударах молотком наблюдались четко различимые на экране осциллографа одиночные импульсы сложной формы; при сверлении электродрелью наблюдался четкий сигнал сложной формы;

3) Датчик АЛЕ 058 с вторичным преобразователем: при ударах молотком наблюдались четко различимые на экране осциллографа одиночные импульсы сложной формы; при сверлении электродрелью наблюдался сигнал в виде коротких пиков;

4) Пьезоэлементы без вторичного преобразователя: при включении измерительной аппаратуры наблюдался фоновый сигнал с частотой 50 Гц, что объясняется использованием неэкранированного кабеля; при ударах молотком и при сверлении электродрелью на фоне синусоидального сигнала наблюдались пики небольшой амплитуды, незначительно превышающие уровень помех.

Анализ результатов эксперимента позволяет сделать следующие выводы и рекомендации: использование пьезоэлементов ПЭ1–ПЭ8 с неэкранированными проводами малоэффективно, так как при этом наряду с воздействием помех наблюдается низкая чувствительность к внешним воздействиям в виде ударов и вибрации и позволяет обнаружить только сильные механические удары по поверхности ОИ; хорошо различимый сигнал получен при использовании датчиков АНС-002 и АЛЕ 058.

В качестве основных задач дальнейшего исследования приняты следующие:

1) исследование материалов, конструкции и характеристик пьезоэлементов, обеспечивающих максимальную чувствительность в диапазоне частот механических воздействий на объект ОИ;

2) исследование влияния расстояния от места воздействия на амплитуду и частоту выходного сигнала пьезоэлементов для определения оптимального шага размещения пьезоэлементов по длине ОИ;

3) исследование возможности доработки конструкции датчика АЛЕ 058 в части снижения массы и габаритов для использования в составе системы мониторинга состояния трубопроводов.

Библиографический список

1. Коркишко, А. Н. Локация утечек нефти, нефтепродуктов и нестабильных углеводородных жидкостей на магистральных трубопроводах / А. Н. Коркишко, Ш. И. Рахматуллин, В. Г. Карамышев // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2011. – № 2. – С. 142–147.

2. Султанов, Р. Г. Определение места повреждения участка трубопровода с температурной неоднородностью / Р. Г. Султанов, В. Г. Карамышев, Р. Н. Файзулин, А. Н. Коркишко // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2011. – № 4. – С. 54–59.

3. Харенко, Д. Н. Система обнаружения несанкционированной врезки в магистральный нефтепровод / Д. Н. Харенко // Конференция молодых специалистов ОАО «СЗМН». – Казань, 2004.

4. Рахматуллин, Ш. И. Об оценке коэффициента расхода жидкости через аварийные щели по экспериментальным данным проликов / Ш. И. Рахматуллин, Н. П. Захаров, А. Н. Коркишко, В. Г. Карамышев // Нефтяное хозяйство. – 2012. – № 3. – С. 106–108.

5. Преобразователи. Системы. Каталог АО «НИИФИ». – Пенза : Пензенская правда, 2011. – С. 70–98.

М. В. Бержинская, Я. С. Ромашова

ДИАГРАММА ПАРЕТО КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

В настоящее время в образовании на всех его уровнях значительное место уделяется исследованию проблем качества подготовки обучаемых. Относительно развития, а также формирования профессиональных компетенций личности качество образования