

И.М. КОРЖОВ, Е.Е. ТВЕРИТНИКОВА, канд. истор. наук, доцент

Моделирование потенциала обнаружения акустической системы неразрушающего контроля газопровода

Различные нарушения герметичности газопроводов приводят как материальному ущербу, так и к загрязнению окружающей среды. Улучшение свойств систем обнаружения утечек (СОУ) способствует минимизации потерь, а так же к удешевлению и повышению безопасности процесса транспортировки [1]. Утечка в газотранспортной магистрали является источником шумового сигнала, который имеет неизвестные параметры по спектру, корреляционные свойства, время появления, длительность и формы огибающих шумов. Такая неопределённость априорных данных существенно усложняет задачу теоретического анализа в сравнении с вариантом выделения сигнала с известными параметрами. Из этого следует, что результаты исследований при известных сигналах, которые получены в большинстве научных трудов, посвящённых корреляционным методам обработки сигналов, лишь частично могут быть использованы для проектирования систем обнаружения утечек.[2]

Цель работы заключается в разработки теоретической основы для моделирования и исследования возможностей акустической системы обнаружения утечек. По результатам моделирования оценить расстояние между датчиками акустической системы неразрушающего контроля.

Кроме неизвестных параметров источника акустического сигнала, также присутствует недостаток информации о параметрах распространения акустических колебаний в сложной среде. Также осложняет необходимость рационального выбора параметров системы связанных с датчиками, внешними шумами, усилителями, аналогово-цифровых преобразователей и цифровой корреляционной обработкой данных [3].

Такая неопределённость априорной информации характерна для проектирования сложных систем. Некоторые принципы проектирования сложных систем можно использовать при теоретическом исследовании системы обнаружения утечек. Так создание универсальной модели обнаружения акустического сигнала для любой среды достаточно сложная задача, более рационально использовать подход создания различных моделей для разных сред. При этом общие принципы построения таких моделей могут быть идентичными [4].

В условиях неопределенности при системном подходе целесообразно разделить канал распространения полезного сигнала на относительно независимые фрагменты, задаваясь при этом необходимостью решения общей задачи. Для каждого из фрагментов канала необходимо найти комплексный параметр, который наиболее полно будет характеризовать его влияние на

сигнал. Для акустической системы обнаружения утечек, возможно такое разбиение на фрагменты: источник сигнала, среда распространения (трубопровод), принимающая часть.

Для моделирования было принято, что утечка излучает сложный сигнал, произведение длительности которого на ширину его спектра частот гораздо больше единицы. Типовым сложным сигналом является «Розовый» шум, такой сигнал обладает узким пиком функции неопределённости и взаимно корреляционной функции, что позволяет достичь наилучшего обнаружения по дальности. Реальный источник может обладать несколько худшими параметрами, в связи с этим, результаты моделирования максимально оптимистичны. Такой подход даёт возможность начать исследование системы обнаружения не с параметров источника, а с приёмной части, параметры которой гораздо в большей степени известны.

Для варианта линейной структуры трубопровода проведено моделирование и оценка параметров источников шумового сигнала, а также расстояния, на котором они могут быть обнаружены. Для моделирования был выбран математический программный пакет MatLab, в котором было написана программа моделирования. В результате моделирования было получено семейство графических зависимостей.

Таким образом, описанный подход к моделированию системы позволяет проанализировать возможности системы обнаруживать источники сигнала и расстояния до них. Результаты моделирования показывает реальную возможность контроля трубопровода на расстояниях до нескольких десятков километров между датчиками. При практическом применении дальность между датчиками будет несколько меньше, так как при моделировании не учитывалось множество влияющих факторов.

Список литературы:

1. Коржов И.М. Приборы и методы обнаружения утечек из газопроводов / И.М. Коржов // Сб. тез. докладов I Всеукр. научно-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные тенденции развития приборостроения». научно-техн. конф., Луганск, 19-20 нояб. 2012 г.» – Луг. 2012, – С. 140–141.

2. Болдырев В. Теоретические основы и моделирование корреляционного метода обнаружения источников шума (часть 2) / В. Болдырев // Современная электроника. – 2007. – № 1. – С. 64–69.

3. Кутуков С.Е. Проблема повышения чувствительности, надёжности и быстродействия систем обнаружения утечек в трубопроводах» / С.Е. Кутуков // Информационные технологии. Уфимский государственный нефтяной технический университет. – Т. 2. – 2004. – С. 28–45.

4. Болдырев В. Теоретические основы и моделирование корреляционного метода обнаружения источников шума (часть 1) / В. Болдырев // Современная электроника. – 2006. – № 9. – С. 56–59.